

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACAS HOLANDO
PASTOREANDO PRADERAS PLURIANUALES EN DIFERENTES TIEMPOS
Y MOMENTOS**

por

**Sebastián, ARRIOLA APELO
Martín, CORDAL SORRONDEGUI
Rafael, DAVYT PEYRONEL
Gastón, SOUZA DADALT**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2003**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Diego Mattiauda

Ing. Agr. Pablo Soca

Ing. Agr. Enrique Favre

Fecha:

Autor.

Sebastián Arriola

Martín Cordal

Rafael Davyt

Gastón Souza

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias y amigos.

A todas aquellas personas que han colaborado para que este trabajo se haya podido llevar a cabo.

A nuestros compañeras Andrea Ruggia y Verónica Urricariet por su colaboración durante todo el trabajo.

Al Ing. Agr. Francisco Elizondo por su constante colaboración.

A nuestro director de tesis Ing. Agr. Diego Mattiauda.

Al grupo de lechería de la EEMAC.

Al personal del laboratorio de nutrición animal.

A los funcionarios del tambo que hicieron posible la recolección de los datos.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
PAGINA DE APRBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
ABREVIATURAS.....	IX
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. CONSUMO	3
2.1.1. <u>Generalidades</u>	3
2.1.2. <u>Características de los alimentos</u>	5
2.1.2.1. Pasturas.....	5
2.1.2.1.1. Altura.....	5
2.1.2.1.2. Estructura.....	8
2.1.2.1.3. Otros.....	10
2.1.2.2. Suplementación.....	11
2.1.2.2.1. Ensilaje.....	11
2.1.2.2.2. Concentrados.....	11
2.1.3. <u>Comportamiento en pastoreo</u>	13
2.1.3.1. Tasa de consumo.....	14
2.1.3.2. Tiempo de pastoreo.....	16
2.1.3.3. Momento de pastoreo.....	18
2.1.3.4. Efecto del ayuno.....	21
2.1.4. <u>Regulación del consumo</u>	23

2.2.DIGESTIÓN RUMINAL.....	25
2.2.1. <u>Carbohidratos solubles</u>	27
2.2.2. <u>Sincronización</u>	27
2.2.3. <u>Ácidos grasos volátiles</u>	28
2.3.PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE.....	29
2.3.1. <u>Proteína</u>	29
2.3.2. <u>Grasa</u>	33
2.4.HIPÓTESIS.....	36
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	37
3.1.UBICACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL.....	37
3.1.1. <u>Suelos</u>	37
3.2.ANIMALES.....	37
3.3. ALIMENTACIÓN.....	38
3.3.1. <u>Pastura</u>	38
3.3.2. <u>Suplementos</u>	38
3.4. TRATAMIENTOS.....	39
3.5.DETERMINACIONES.....	40
3.5.1. <u>En la pastura</u>	40
3.5.1.1. Forraje disponible.....	40
3.5.1.2. Ajuste de forraje disponible.....	41
3.5.1.3. Rechazo de forraje.....	41
3.5.1.4. Muestreo de forraje.....	42
3.5.2. <u>En los alimentos</u>	42
3.5.3. <u>En los animales</u>	43
3.5.3.1. Producción y composición de leche.....	43
3.5.3.2. Dosificación con alcanos.....	43
3.5.3.3. Comportamiento.....	45

3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO.....	46
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	50
4.1. CLIMA.....	50
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ALIMENTOS OFRECIDOS.....	51
4.2.1. <u>Ensilaje</u>	51
4.2.2. <u>Concentrado</u>	52
4.2.3. <u>Pastura ofrecida</u>	52
4.2.3.1. Asignación.....	52
4.2.3.2. Altura de forraje ofrecido.....	53
4.2.3.3. Composición botánica.....	53
4.2.3.4. Composición química.....	54
4.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ALIMENTOS RECHAZADOS.....	55
4.3.1. <u>Rechazo de pastura</u>	55
4.3.1.1. Altura.....	55
4.3.1.2. Composición botánica.....	57
4.3.1.3. Composición química.....	57
4.4. CONSUMO.....	58
4.5. COMPORTAMIENTO.....	59
4.6. PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE.....	61
4.6.1. <u>Producción de leche</u>	61
4.6.2. <u>Porcentaje y producción de proteína</u>	62
4.6.3. <u>Porcentaje y producción de grasa</u>	63
4.6.4. <u>Leche corregida por grasa</u>	65
4.7. PESO VIVO Y ESTADO CORPORAL.....	66
5. <u>CONCLUSIONES</u>	67

6. <u>RESUMEN</u>	68
7. <u>SUMMARY</u>	69
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	70
9. <u>ANEXOS</u>	80

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°

1. Composición química de la semilla de algodón (% base seca).....
13
2. Condiciones climáticas durante el experimento por semana....
50
3. Composición química del ensilaje ofrecido.....
51
4. . Composición química en base seca del forraje ofrecido.....
54
5. Altura promedio y altura de máxima concentración promedio por tratamiento.....
55
6. Composición química en base seca del rechazo.....
57
7. Consumo de materia seca, ensilaje y forraje, y digestibilidad de la materia seca según tratamiento.....
58
8. Porcentaje y producción diaria de proteína de la leche según tratamiento.....
62
9. Producción y porcentaje de grasa butirosa por día según tratamiento.....
63

Figura N°

1. La relación entre la altura de la pastura y profundidad de pastoreo dentro del canopy, (Hodgson, 1990).....	9
2. Componentes del consumo bajo pastoreo.....	14
3. Actividad diaria de los animales según los diferentes tratamientos.....	39
4. Asignación de forraje por vaca por día según tratamiento.....	52
5. Altura promedio semanal del forraje ofrecido.....	53
6. Porcentaje de Trébol blanco, Lotus y Gramíneas en la mezcla de forraje ofrecido según semana.....	54
7. Porcentaje de Trébol, Lotus y Gramíneas en el rechazo según semana.....	57
8. Producción de leche kg/vaca/día según tratamiento y semana.....	61
9. Producción de leche corregida por grasa al 4% según tratamiento.....	65

ABREVIATURAS

AGV	ácidos grasos volátiles	PVi	peso vivo inicial
Ca	calcio	R ²	coeficiente de regresión
Cons	consumo	T1	tratamiento 1
CS	carbohidratos solubles	T2	tratamiento 2
d	día	T3	tratamiento 3
EC	estado corporal		
EE	extracto etereo		
FDA	fibra detergente ácido		
FDN	fibra detergente neutro		
g	gramos		
GL	grados de libertad		
hr	hora		
Kg	kilogramo		
l	litros		
mc	máxima concentración		
min	minutos		
mg	miligramo		
mm	milímetros		
MO	materia orgánica		
MS	materia seca		
N	nitrógeno		
P	fósforo		
PC	proteína cruda		
ph	potencial hidrogeniónico		
Pr	probabilidad		
PVf	peso vivo final		

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se constató un incremento en los niveles de suplementación (concentrado y forraje conservado), la base de los sistemas de producción de leche en Uruguay sigue siendo esencialmente pastoril (>70% de la dieta) y de ahí la relevancia de los aspectos relacionados a la producción y utilización de los forrajes bajo pastoreo (Chilibroste, 2002). Dado el actual marco económico y considerando la relación de precios entre los concentrados y los forrajes, la suplementación con concentrado debería ser utilizada estratégicamente con el propósito de ofrecer una dieta balanceada y mantener una ración de bajo costo.

El relevamiento de información sobre los componentes principales involucrados en la regulación del proceso de ingestión y digestión bajo pastoreo es esencial, no sólo para comprender los mecanismos dominantes que controlan el consumo voluntario y la eficiencia de utilización de nutrientes de las vacas lecheras, sino para diseñar estrategias de pastoreo y suplementación que permitan realizar un uso eficiente de los recursos alimenticios y animales disponibles (Chilibroste, 2002).

Conocido es el fenómeno de menor producción de leche y menores ganancias de peso que ocurren sobre las pasturas de calidad en otoño. En ésta estación, el contenido de carbohidratos solubles de los pastos es mínimo, al tiempo que la concentración de proteínas soluble se ve incrementada. Estos desbalances hacen que la eficiencia microbiana a nivel ruminal se vea afectada y con ello la producción de leche o de carne (Rearte, 1998).

Los reportes de experimentos, donde fue alterada la sesión de pastoreo, muestran que es posible obtener resultados en producción de leche y porcentaje de proteína al reducir la sesión de pastoreo y ubicarla en horario vespertino, pero con tendencias a menor porcentaje de grasa en la leche (Gorlero et al., 1999). El control del tiempo de pastoreo asociado a la suplementación con forraje conservado, sería una herramienta de manejo que permitiría mejorar la eficiencia de utilización de los recursos alimenticios, especialmente la pastura, manteniendo los niveles de producción y composición de leche (Chilibroste et al., 2002 a).

La información existente en donde se evalúa el efecto de la sesión de pastoreo, está obtenida sobre verdeos de invierno. Debido a que las pasturas plurianuales son un componente importante de los sistemas lecheros del Uruguay, el siguiente trabajo tiene por objetivo:

- evaluar el efecto de la duración y momento en que se inicia la sesión de pastoreo en producción y composición de leche de vacas Holando pastoreando praderas plurianuales (*Trifolium repens*, *Festuca arundinacea* y *Lotus corniculatus*), suplementadas con concentrado y ensilaje de maíz.
- evaluar los cambios en el comportamiento ingestivo y consumo de materia seca , dadas las condiciones anteriores.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONSUMO

2.1.1. Generalidades

La cantidad de alimento que un animal puede consumir es, en forma individual, el factor más importante en la determinación de la performance animal. La productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir (Waldo, 1986 citado por Chilibroste, 1998 a) y en menor proporción de la eficiencia con que se digiera y metabolice los nutrientes consumidos (Chilibroste, 1998 a).

Cuanto mayor sea la cantidad de alimentos que los animales consuman cada día, mayores serán las posibilidades de incrementar las producciones diarias. Los incrementos en las producciones, como consecuencia de las mayores ingestiones de alimentos, suelen ir acompañados de una mejora global de la eficiencia de los procesos productivos, ya que los costos de mantenimiento descienden proporcionalmente a medida que mejora la productividad (McDonald et al., 1995).

El consumo de forraje está influenciado por tres grupos de factores: relacionados a la ingestión, principalmente la estructura física de la pastura; a la digestión, como la madurez y concentración de nutrientes; y a la demanda por nutrientes y capacidad digestiva (Hodgson, 1990).

La cantidad de forraje consumido diariamente es el producto del tiempo de pastoreo y de la tasa de consumo durante el pastoreo. La tasa de consumo es el producto de la tasa de bocado por el peso de bocado (Hodgson, 1990).

Consumo de MS= tiempo de pastoreo * tasa de consumo

Tasa de consumo= tasa bocado * peso de bocado.

La altura de la pastura y la densidad son los factores más importantes para explicar el tamaño de bocado (Laca et al., 1996), mientras que el estado interno del animal, cantidad y calidad de la pastura disponible, productos finales de digestión y fotoperiodo han sido postulados como los principales factores que afectan el largo de la sesión de pastoreo. La altura de la pastura y tiempo disponible para pastoreo interactúan con la asignación de forraje y composición química del suplemento, afectando la tasa de consumo de la pastura, la selectividad, costos energéticos de cosecha de la pastura y el balance nutricional de los animales (Soca, 2000).

El consumo de forraje es controlado en períodos largos por el balance de energía del animal y en períodos cortos por la estructura del forraje y por efectos de la ingesta del forraje en el llenado ruminal, moderado por el complejo hambre-saciedad (Forbes, 1988).

A medida que el día procede, la vaca experimentará oscilaciones de períodos cortos de apetito como resultado de estímulos de hambre y factores que inducen la saciedad (Baile et al., 1987). Esto, tiene un efecto regulador en el comportamiento animal en pastoreo, siendo motivado a alimentarse por

hambre, lo cual es aliviado por la saciedad (Phillips, 1993 citado por McGilloway et al., 1999).

2.1.2. Características de los alimentos

2.1.2.1. Pasturas

En pasturas templadas, el perfil de la altura de hoja parece ser el dominante en influenciar el tamaño de bocado. Pero en pasturas tropicales, la densidad de hoja, la relación hoja-tallo, tienen una mayor influencia en el tamaño de bocado en vez de la altura del perfil de la hoja (Forbes, 1988).

2.1.2.1.1. Altura

El consumo por bocado es muy sensible a las variaciones de la pastura, particularmente a las variaciones en altura. Gibb et al., (1997), observaron que para pasturas templadas, la masa de bocado esta muy altamente correlacionada con el índice de área foliar o masa de hoja verde. El peso de bocado promedio y la tasa de consumo declinan con el grado de defoliación de la pastura. El peso de bocado es inicialmente mayor y decrece más pausadamente con los bocados removidos en los horizontes más altos de la pastura que en los más bajos. Cuando el horizonte más alto es removido resulta en un cambio abrupto en la tasa de consumo de la pastura (Ungar, 1996; McGilloway et al., 1999). Cuando el consumo por bocado es reducido, se observa una correspondiente caída en la tasa de consumo, a menos que haya un incremento compensatorio en la tasa de bocado (Hodgson, 1990; Chilbroste, 1998 a).

El aumento en la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo son utilizados como mecanismos compensatorios del animal en respuesta a la disminución en el tamaño de bocado, debido a las condiciones de la pastura, pero la capacidad de compensar de este mecanismo es limitada de manera que en algunos casos disminuye el consumo diario de forraje por efecto del tamaño de bocado. Particularmente en alturas bajas de forraje el animal no es capaz de compensar el menor tamaño de bocado con el tiempo de pastoreo (Hodgson, 1985). Un tiempo de pastoreo en exceso, de 8 a 9 horas por día, es probable que sea un indicativo de condiciones de pasturas limitante (Hodgson, 1990). Para (McGilloway et al., 1999), el nivel de reducción de la altura de la pastura generalmente no tiene efecto en la tasa de bocado.

La reducción en la altura de la pastura podría promover cambios en la profundidad del bocado, área de pastoreo y peso de bocado y, bajo condiciones de pastoreo rotacional, cambios en la altura de la pastura y área explorada por el animal podría contribuir a explicar el consumo de forraje y la performance animal (Soca, et al., 2002).

Dentro de ciertos rangos, animales consumiendo una pastura de menor altura y disponibilidad sí pueden compensar el menor tamaño de bocado mediante un mayor tiempo de pastoreo, logrando de ésta manera mantener el nivel de consumo (Chilibroste et al., 2000 b). Mas allá de ciertos niveles de defoliación, la experiencia animal indica una disminución en el retorno para continuar pastoreando en zonas no exploradas (Ungar, 1996).

Chilibroste et al., (2002), trabajando con vacas lecheras en sesiones cortas de pastoreo, encontraron una relación curvilínea entre altura de la pastura y altura del horizonte de pastoreo removido por el animal. Ajustó un modelo simple de rendimientos decrecientes entre altura inicial y altura

removida, con un nivel mínimo de altura de forraje (3 cm.) por debajo del cuál los animales no pueden pastorear, ya sea por la presencia de barreras físicas (Arias et al., 1990; Illius et al., 1995, citado por Chilibraste, 2002) ó porque simplemente rechazan pastorear en un horizonte tan restrictivo.

En el Reino Unido numerosos estudios indican que la altura de la pastura es el factor primario influenciando el consumo y como consecuencia, la producción (Forbes, 1988).

McGilloway et al., (1999) encontraron una interacción entre el nivel de reducción de la altura de la pastura y la densidad de la pastura. Concluyeron que el principal factor en controlar el consumo, cuando la pastura es progresivamente pastoreada, es la altura del perfil, pero también influyen la densidad de la pastura y un alto nivel de reducción de la altura de la pastura.

Pulido et al., (2001), determinaron incrementos en la producción de leche, grasa y proteína, mediante el aumento en la tasa de consumo y consumo total de materia seca al aumentar la altura de forraje asignada, mientras que el tiempo de pastoreo se reduce. La altura de forraje también determinó mayores tiempos de rumia. El aumento en la altura del forraje asignado no determinó variación en la calidad del forraje cosechado (Pulido et al., 2001).

A menudo es sugerido que el consumo de forraje puede ser afectado por la palatabilidad del material ofrecido. La preferencia influenciará el comportamiento en pastoreo y la composición de la dieta, dónde la elección es posible, pero esto no necesariamente significa que las plantas “preferidas” serán comidas en mayor cantidad que las “no preferidas” cuando son ofrecidas

en forma aislada, como en pasturas que contienen solamente una especie o cultivar (Hodgson, 1990).

2.1.2.1.2. Estructura

La estructura de una pastura tiene una influencia muy grande sobre el consumo de los animales, ya que afecta los factores asociados a la cosecha de forraje por los mismos. De esta manera, la forma en que la materia seca se presente al animal afecta su consumo y por lo tanto, su comportamiento productivo. El grado de accesibilidad modificado por la estructura afecta el consumo (Carámbula, 1997).

Pasturas de mayor altura, implican mayor tamaño del estrato de hojas con un incremento en la profundidad de pastoreo, esto resulta en un incremento del volumen y peso del forraje ingerido por bocado (Hodgson, 1990). Se asume que las dimensiones de un bocado pueden ser la suma del área y profundidad del bocado. El peso de bocado es uno de los principales determinantes de los requerimientos de masticación, aunque también están influenciados por otros atributos de la pastura. La distribución entre masticación y movimientos mandibulares de prehensión dependerán del peso del bocado. Para un bocado más pesado es requerida una mayor masticación y declina la tasa de prehensión (Ungar, 1996).

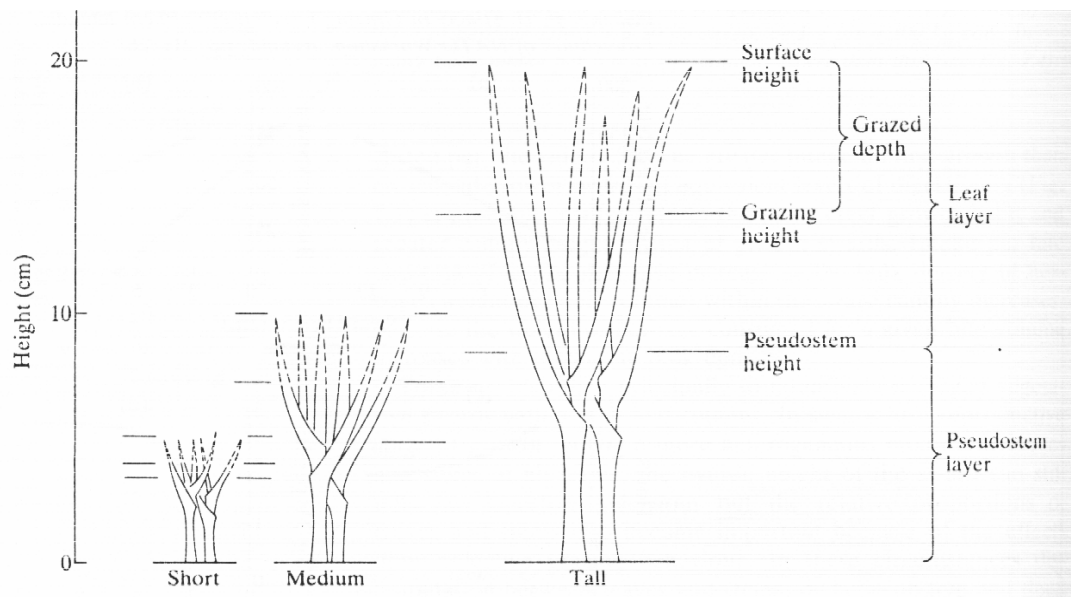


Figura N°1. La relación entre la altura de la pastura y profundidad de pastoreo dentro del canopy, (Hodgson, 1990).

La proporción relativa de hojas y tallos toma importancia a causa de los efectos de la selectividad que afecta el comportamiento en pastoreo. En éstas circunstancias, la discriminación entre hojas y tallos, ó entre tejido vivo o muerto significa que la digestibilidad de la dieta seleccionada es probablemente mayor a la de la pastura entera. Sin embargo, el consumo por bocado, la tasa de bocado y la tasa de consumo tienden a caer progresivamente con un incremento en la intensidad de selección, así que el pastoreo seleccionado no necesariamente resulta en un nivel mayor de nutrientes consumidos (Hodgson, 1990).

La selección en pastoreo es la mayor causa que declina el tamaño de bocado, aunque la digestibilidad de la dieta puede ser incrementada por la selección, esto no sería ventajoso para la producción si declina la tasa de

bocado, reduciendo el consumo de forraje diario aún más del consumo deseado (Hodgson et al., 1981, citado por Forbes, 1988).

La reducción de la altura de la pastura fue asociada con una reducción significativa en el perfil, fracción hoja y masa de forraje (ver figura N° 1); en contraste, se incrementó la densidad como la fracción muerta y por lo tanto el contenido de materia seca, y una tendencia en la concentración de FDN y FDA (McGilloway et al., 1999; Barrett et al., 2001). Cambios en la cantidad y calidad asociados con la defoliación de las pasturas tienen un efecto de disminución del peso de bocado y tasa de consumo (McGilloway et al., 1999).

2.1.2.1.3. Otros

También están afectando el peso del bocado, atributos de la pastura como densidad, presencia de barreras físicas y contenido de materia seca. Las pasturas más densas, aumentando el peso de bocado, permiten aumentar la tasa de consumo. También sucede con el contenido de materia seca, que cuando éste es bajo los niveles de consumo son menores, debido a una limitación física del agua en la estructura celular, pudiendo volver a retomar el consumo luego de la masticación durante la rumia (Chilibroste, 1998 a).

La reducción del consumo puede estar dada por una limitación de tipo física ya que el agua está “entrampada” dentro de la estructura celular y sólo puede ser liberada a partir de la masticación durante la rumia (Chilibroste, 1998a).

La vaina de la hoja ha sido identificada como un límite físico por debajo del cual no les gusta pastorear a los animales (Hodgson, 1990).

2.1.2.2. Suplementación

La suplementación energética de las pasturas otoño-invernales es necesaria para mejorar el balance ruminal entre la energía y proteína disponible y permitir un crecimiento microbiano óptimo (Beever et al., 1986).

2.1.2.2.1 Ensilaje

Teniendo en cuenta los grandes cambios en la composición química que tiene lugar durante el ensilado, no parece sorprendente que el valor nutritivo del ensilado sea diferente, en algunos aspectos, del correspondiente al del mismo forraje fresco (Wilkins, 1988).

El ensilaje de maíz bien preparado es un producto de alta aceptabilidad con un contenido elevado a alto de energía digestible, pero generalmente tiene un contenido bajo a moderado de proteína digestible. El ensilaje presenta valores de porcentaje de proteína menores a los de la pastura pero con mayor contenido de azúcares solubles (Wilkins, 1988).

2.1.2.2.2. Concentrados

El ofrecimiento de suplementos a animales en pastoreo tiene el objetivo de mantener ó aumentar el consumo total de materia seca y energía metabólica, comparado con aquellos logrados sobre una abundante asignación de pasturas debido a que normalmente el forraje asignado fracasa en cubrir los

requerimientos necesarios. El alcance logrado por éste objetivo depende particularmente de las condiciones de la pastura y de la cantidad y tipo de suplemento con el cual se alimenta (Leaver, 1985, citado por Aizcorbe et al., 2001).

Los efectos de la suplementación con concentrados sobre la composición de la leche, dependerán de la cantidad suplementada, de tipo de concentrado utilizado, de la forma de suministro y de las características de la dieta base a suministrar. En los trabajos realizados en los sistemas pastoriles, la suplementación con concentrados no afectó mayormente la concentración de grasa en la leche cuando éste no superó el 30 % de la dieta. Con estos niveles de suplementación hacen que tanto la producción y composición de la leche se vean afectadas por cambios que se originan principalmente en las pasturas, más que la suplementación utilizada (Rearte, 1992).

Numerosos estudios han mostrado que suplementos proteicos y/o energéticos para el ganado consumiendo baja a moderada calidad de forraje pueden incrementar las ganancias de peso vivo y consumo de materia orgánica de forraje e incrementar la digestibilidad del forraje (Krysl et al., 1993).

Si no se consigue que los animales ingieran la energía suficiente, es necesario superar las limitaciones físicas de la ingestión que imponen las dietas compuestas fundamentalmente por alimentos groseros. Puede realizarse añadiendo a la ración una fuente de energía altamente digestible, del tipo de concentrados hidrocarbonados. No obstante, éstas modificaciones pueden afectar la fermentación ruminal (Broster et al., 1988).

La semilla de algodón es el principal subproducto de la industria algodonera. Se caracteriza por presentar un alto contenido de lípidos (más de 20%) y de proteínas (22-24%) (Garciaarena, 2002).

Tienen una limitante de uso debido al alto contenido de lípidos que posee y a la capacidad limitada del hígado de metabolizar los mismos. Las pasturas de calidad tienen 3-4 % de lípidos por lo que en una ración convencional no debería exceder los 3 a 4 kg (Garciaarena, 2002).

Cuadro N°1. Composición química de la semilla de algodón (% base seca).

PC	FDN	EE	Ca	P
23	48	20	0.15	0.73

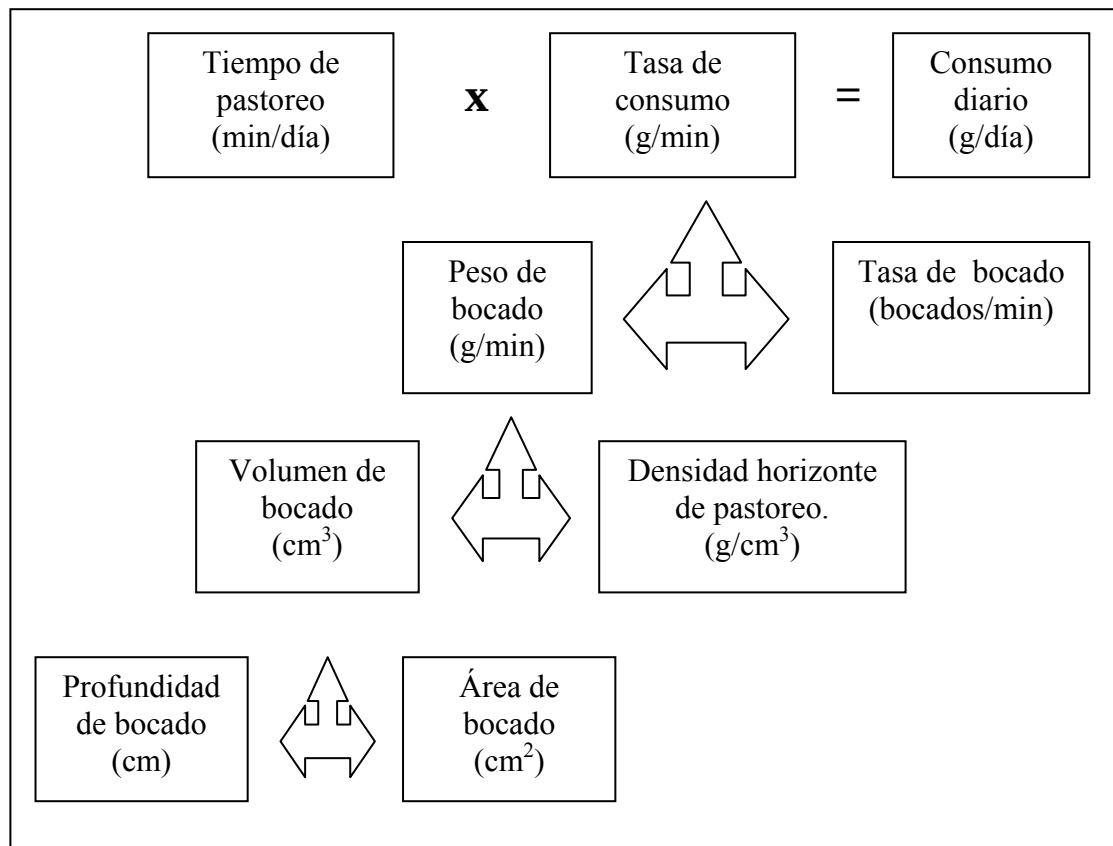
Fuente: Garciaarena, 2002.

2.1.3. Comportamiento en pastoreo

La energía requerida para tomar el forraje de la biomasa es una parte insignificante de los requerimientos de mantenimiento, pero los costos de energía asociados a la actividad de pastoreo han sido estimados entre un 25 y 50 % de los requerimientos energéticos diarios del animal (Osuji, 1974, citado por Krysl et al., 1993). Minimizando o modificando las actividades de pastoreo podría decrecer la energía gastada por los animales en pastoreo (Krysl et al., 1993).

Chacón et al., (1976), encontraron que el mejor estimador del consumo en el comportamiento ingestivo fue el tamaño de bocado. Hubo una buena

relación entre el tiempo de pastoreo, bocados de consumo y cosecha; los bocados de rumia fueron correlacionados negativamente con: el tiempo de pastoreo, los bocados de consumo y tiempo de masticación.



Fuente: Chilibroste 1998a.

Figura N°2 Componentes del consumo bajo pastoreo.

2.1.3.1. Tasa de consumo

El principal factor del animal que influye en el consumo de forraje es el tamaño de bocado, y cuando los animales aumentan la tasa de bocado no son capaces de mantener el nivel de consumo (Chacon et al., 1976).

El tamaño de bocado ha tenido la mayor influencia en el consumo, siendo las variables compensatorias la tasa de bocado y tiempo de pastoreo (Forbes, 1988).

Descontando la búsqueda, el tiempo promedio requerido para tomar un bocado se puede explicar en términos del número promedio de movimientos mandibulares dado que estos son el componente básico del bocado (Ungar, 1996).

El principal factor influenciando la tasa de consumo es el tiempo de prehensión (tiempo requerido para tomar un bocado más el tiempo para masticar el forraje de ese bocado). La rumia también podría ser considerada como un costo de prehensión, aunque no afecta directamente la tasa de consumo, podría afectar el consumo total por reducir el tiempo disponible de pastoreo (Gibb et al., 1997).

Si la boca no está siendo usada tan intensivamente, la vaca tomará ventaja de oportunidad para incrementar la masticación y quizás reducir la subsiguiente demanda de rumia (Barrett et al., 2001).

Dougherty et al., (1989) concluyeron que en sistemas de pastoreo intensivo los rumiantes no siempre seleccionan solamente para maximizar la tasa de consumo, donde eligen entre especies de pastura disponible y

parecería haber otros factores influenciando su dieta elegida. Animales ayunados cambian su motivación para comer (medida como tasa de consumo).

La cantidad de forraje que un animal puede tomar por cada bocado, bajo condiciones ideales, es una fracción muy pequeña del total del requerimiento diario. Reducciones en el tamaño de bocado causados por condiciones adversas de la pastura deben ser recompensados si se quieren mantener la producción diaria (Forbes, 1988).

2.1.3.2. Tiempo de pastoreo

El tiempo disponible para pastoreo es un factor importante porque el pastorear y otras actividades, como descanso y rumia, son mutuamente excluyentes. También afectan el tiempo de pastoreo las actividades de búsqueda, cosecha, masticado e ingestión del forraje (Laca et al., 1996).

Los animales sometidos a sesiones cortas de pastoreo utilizan la mayor proporción del tiempo para la ingestión del forraje a altas tasas, con baja eficiencia de masticación y baja selectividad del alimento, sin interrumpir el pastoreo con períodos de rumia, como sucede con sesiones de pastoreo más largas, lo que no permite la liberación de los componentes solubles de las células hasta que este período sucede. Es en éstas situaciones dónde el llenado del rumen puede determinar el cese del consumo. La masticación es responsable de la reducción del tamaño de las partículas del alimento ingerido, proceso obligado para permitir el comienzo de la digestión microbiana del material en el rumen (Chilibroste, 1998 a).

El efecto del tiempo de acceso a los alimentos sobre la ingestión depende de la composición de la ración. Si la ingestión está regulada fundamentalmente por características físicas, la ingestión voluntaria máxima diaria puede lograrse en unas 6 horas (Wilson et al., 1974, citado por Broster, 1988).

Los novillos son capaces de compensar el menor tiempo de pastoreo aumentando la tasa de consumo y manteniendo el peso de bocado, alcanzando así una mayor tasa de consumo y reduciendo la masticación, pero incrementando luego el tiempo de rumia. La masticación ingestiva es usualmente considerada una obligación en la tasa de consumo, pero en los novillos se observó como una variable, presumiblemente para maximizar el consumo diario bajo restricciones en el tiempo de alimentación (Greenwood, 1989, citado por Laca et al., 1996).

El manejo del tiempo de pastoreo asociado a la suplementación con forraje conservado, puede permitir lograr altas utilizaciones de la pastura sin deprimir la producción de leche. Este concepto es especialmente válido en condiciones de pastoreo muy restrictivas en cantidad y/o estructura (dificultad de cosecha) (Chilibroste, et al., 2000 a).

También se ven patrones diferentes de comportamiento entre el contenido total y la materia seca del rumen. Mientras el primero no presenta diferencias significativas, según el largo de la sesión de pastoreo, la materia seca aumenta significativamente junto con el largo de la sesión de pastoreo, y esto se puede explicar por los diferentes patrones de pastoreo observados, donde en la sesión más larga se observa un período de rumia, 1.5hr luego de comenzado el pastoreo (Chilibroste et al., 1998 c).

Parece probable que incrementando el tiempo de acceso, se aumente el consumo entre 20 y 84%, para dietas a base de mezcla de forraje y concentrado. Por lo tanto, cuando se trata de maximizar el consumo de energía, es importante que, además de aumentar la concentración de energía de la ración, se aumente, en una cantidad apropiada, el tiempo de acceso a ésta dieta para permitir que se logre el máximo consumo (Bines, 1983).

La frecuencia de alimentación es realmente inseparable del tiempo de acceso, dado que cuanto más grande sea el tiempo de acceso más veces comerá la vaca en un día. Kaufman, (1976) citado por Bines, (1983), sugiere que incrementando el número de comidas por día, no solamente se aumenta el consumo, sino que también se ayuda a mantener una tasa de fermentación ruminal uniforme, requerida para asegurar un contenido aceptable de grasa en la leche y una distribución más adecuada de la energía entre la síntesis de la leche y la deposición de tejido corporal (Bines, 1983).

El aumento en la frecuencia de alimentación beneficiaría tanto la digestión ruminal y el metabolismo tisular, así como la producción de leche. Una oferta constante de forraje, asociado con sus carbohidratos solubles, facilitará la actividad microbiana involucrada en la degradación de la fibra. Este aumento de frecuencia reduciría también las fluctuaciones diurnas en la concentración de metabolitos, de pH en rumen y en flujo de la digesta al intestino delgado. Ello resultaría en una oferta más consistente de ácidos grasos volátiles y de aminoácidos al flujo sanguíneo y a la glándula mamaria de la vaca (Rearte, 1998).

2.1.3.3. Momento de pastoreo

Gibb et al., (1997), distinguen tres ó cuatro sesiones importantes de pastoreo ubicándose las más importantes en la mañana temprano y al final del día. En el caso de las vacas lecheras el evento de retirar los animales para el ordeño ejerce una influencia fundamental sobre el patrón natural de comportamiento ingestivo, concentrándose las dos sesiones principales de pastoreo a la salida de los ordeños (Chilibroste, 2002).

Van Vuuren et al., (1986), registraron una comida prolongada con mínimos tiempos de descanso al fin de la tarde, que sumado al alto contenido de materia seca de la pastura en este momento determinan altas tasas de consumo de materia seca y altos contenidos de productos de la fermentación en el rumen. Se justifican las mayores sesiones de pastoreo en la tarde debido, posiblemente, al mayor contenido de materia seca de la pastura, (Gibb, et al., 1997).

Aunque el peso del bocado es mayor a primera hora del día, medido como materia seca ó materia orgánica, éste aumenta a lo largo del día determinando mayor tasa de consumo de materia seca en la tarde. El aumento en el peso de bocado con el correr del día no puede ser explicado por mayor tamaño de bocado sino por mayor contenido de materia seca de la pastura, posiblemente por la acumulación de productos de la fotosíntesis (Gibb et al., 1998).

Tanto la concentración de materia seca como la concentración de carbohidratos solubles de la pastura, aumentan a lo largo del día a través de la pérdida de agua y acumulación de productos de la fotosíntesis. Orr et al., (1997), citado por Chilibroste (2002), reportaron incrementos entre las 7:30 y las 19:30 hr. de 150 a 236 g MS Kg⁻¹ de materia fresca y 156 a 183 g de CS Kg⁻¹ MS en gramíneas. Similares variaciones fueron observadas para pasturas de

raigrás existiendo en otoño variaciones de 80 a 120 g CS Kg.⁻¹ de MS, debido a la actividad fotosintética que determina aumentos en la concentración total de azúcares en hoja durante el día y disminución durante la noche (Van Vuuren et al., 1986).

Debido al más alto contenido de materia seca y azúcares, la ubicación de la sesión de pastoreo en la tarde permite mayor utilización de la pastura y concentración del pastoreo al inicio de la sesión, que inducen cambios en la conducta de pastoreo y en la fermentación ruminal (Chilibroste et al., 1998 c).

En un experimento realizado en la EEMAC por Chilibroste et al., (1999); Soca et al., (1999), se evaluó el efecto de cambiar la ubicación de la sesión de pastoreo en vacas lecheras; las observaciones de comportamiento ingestivo permitieron determinar que las vacas ingresadas más tarde en el pastoreo manifestaron sesiones de pastoreo significativamente más largas, a expensas de una reducción en las actividades de rumia y descanso. Cuando se consideró las primeras 4 horas de pastoreo, la tasa de desaparición de la pastura fue más alta en el tratamiento en donde el pastoreo estaba dirigido hacia la tarde. La materia seca del forraje cosechado por las vacas al inicio de la sesión de pastoreo fue de 14 % para las vacas que ingresaron a las 6:00 am. y 18 % para las que ingresaron a las 12:30 pm. Esto determina que los animales mostraron no sólo un patrón de ingestión diferente sino que cosecharon una dieta diferente.

Bajo ciertas condiciones ambientales, el contenido de humedad se puede elevar considerablemente con agua extracelular (rocío, lluvias). En estas circunstancias, el valor energético de las pasturas se diluye y baja el consumo voluntario (Gallardo, 1999). La presencia de agua superficial sobre la pastura, como una restricción a altas tasas de consumo instantáneo, podría afectar la

turgencia de las hojas y dificultar la capacidad de prehensión y corte por los animales (Gibb et al., 1998).

John et al., (1987), concluyeron que el contenido de humedad del forraje podría también jugar un importante rol en limitar el consumo voluntario, y sugirieron que estimaciones de la humedad en el consumo podrían interpretar la respuesta de consumo en pastoreo. Alto contenido de humedad podría acelerar la tasa de pasaje e incrementar el consumo de forraje (Dougherty et al., 1989).

2.1.3.4. Efecto del ayuno

Se ha sugerido que los factores: tiempo de pastoreo, tasa de bocado y materia seca consumida por bocado (el cual es influenciado por volumen de bocado y densidad de la pastura) pueden ser influenciados por el nivel de hambre ó saciedad del animal (Baile et al., 1987).

Es probable que cuando pequeños incrementos en el grado de hambre (ayuno) es experimentado, incrementos de la tasa de consumo por aumentos de la tasa de bocado son mayormente priorizados que incrementos de la masa de bocados (Barrett et al., 2001).

Patterson et al., (1998), trabajando con diferentes niveles de ayuno (1, 3, 6 y 13 hr. de ayuno) encontraron que la tasa de consumo de materia seca aumenta significativamente hasta las 6 hr. de ayuno, no existiendo aumentos en la tasa de consumo desde las 6 hr. hasta las 13 hr. de ayuno. También la tasa de bocado se incrementó significativamente para todas las mediciones,

encontraron una tendencia lineal a una mayor declinación de la tasa de bocado en la primer hora de la sesión de pastoreo del tratamiento con 1 hr. de ayuno con respecto a los tratamientos con mayor periodo de ayuno, los cuales disminuyen más lentamente. La tasa media de bocado por minuto declinó más a primera hora de pastoreo para vacas ayunadas por una y tres horas mientras que la tasa de bocado permaneció relativamente constante para vacas ayunadas por 6 a 13 hr.

Dougherty et al., (1989), en un experimento encontraron diferencias en el promedio de consumo de materia seca, tasas de bocado, y no en consumo por bocado en ganado con diferentes tiempos de ayuno (1, 2 y 3 hr.) pastoreando avena de alta calidad. Los tiempos de retención cortos de la ingesta de avena son comunes y son atribuidos a la forma física, composición química y cinética de fluctuaciones en el tracto gastrointestinal; en cambio, cuando el experimento se realizó sobre festuca encontraron que el consumo de materia seca declinaba cuando el ayuno aumentaba. Similares comportamientos ingestivos a los de las vacas ayunadas por 3 horas fueron observados en experimentos anteriores en la primer hora de pastoreo posterior al ayuno de la noche (Dougherty et al., 1987). El mayor tamaño de partícula consumido indica que los animales con tiempo de ayuno previo al consumo de la pastura estarían teniendo menor tasa de pasaje del material, más lenta degradación en el rumen, y mayor llenado del mismo (Greenwood et al., 1998).

Cuando los animales son sometidos a un período de ayuno, la respuesta en una pastura de raigrás es en mayor tiempo total y sesión inicial de pastoreo más larga, menor tiempo de rumia y menor tiempo de rumia por cantidad de FDN consumida (Greenwood et al., 1998). Soca et al., (1999), estudiando el efecto de la ubicación durante el día de la sesión de pastoreo, encontraron que

el largo de la primera sesión de pastoreo fue significativamente más larga (120 vs. 82 min.) en las vacas que experimentaron un período de ayuno previo al ingreso al pastoreo. También los animales logran mayores tasas de consumo sin afectar la calidad de la pastura cosechada, mediante mayor tasa de bocado, sin afectar el tamaño de bocado ni la tasa de masticación lo que indica un mayor tamaño de partícula consumida (Greenwood et al., 1998). Patterson et al., (1998) y Soca (2000), registraron aumentos en tamaño de bocados para vacunos pastoreando gramíneas, y Dougherty et al., (1989), para vacunos pastoreando leguminosas, cuando fueron expuestos a un período de ayuno previo al pastoreo. Chilibróste encontró que la tasa de bocado no varió con las condiciones de la pastura (según tiempo de rebrote), pero si a lo largo de la sesión de pastoreo, siendo más alta al inicio, posiblemente debido al período de ayuno anterior (Chilibróste et al., 2000 b).

La tasa de bocado fue significativamente influenciada por la duración del ayuno y podría ser el principal método por el cuál las vacas en pastoreo incrementarían la tasa de consumo de materia seca para compensar el creciente grado de hambre (Patterson et al., 1998).

Un incremento en la tasa de bocado, por unidad de tiempo, podría ser indicador de una reducción en la proporción de tiempo gastada en movimientos y selección de forraje en vez de un incremento físico en el número de movimientos mandibulares. (Patterson et al., 1998).

La duración del ayuno previo al pastoreo reduce significativamente el contenido de materia seca en el rumen. Éstos cambios se reflejan en la alta tasa de consumo observada en animales con ayunos prolongados y soportan la idea de una menor eficiencia de masticación durante la ingestión, a expensas

de una mayor tasa de consumo y un retraso en la disponibilidad de sustrato fermentable (Chilibroste et al., 1998 c).

2.1.4. Regulación del consumo

En el tracto digestivo, los alimentos son digeridos y los nutrientes, absorbidos y metabolizados. Todas estas actividades y procesos pueden afectar el consumo de alimentos a corto plazo. Deben estudiarse los conceptos de control de la ingestión a corto y a largo plazo, el primero, porque se relaciona con el comienzo y el cese de cada comida en particular, y el segundo, con el mantenimiento del balance energético a largo plazo (McDonald et al., 1995).

En todos los casos se confirma que el grado de ingestión depende básicamente de la velocidad de digestión del forraje y de su pasaje por el tracto digestivo (Carámbula, 1997). La facilidad con que la materia orgánica del forraje puede ser evacuada del rumen es la característica más importante de la dieta que determina el consumo, la capacidad del rumen es limitada y la velocidad con que entra materia orgánica al rumen no puede exceder la velocidad con que sale del mismo (Rovira, 1996).

En términos volumétricos la habilidad del tracto para acomodar más comida está directamente relacionada a la extensión de la digestión, tasa en la cual los productos de la digestión son absorbidos, y tasa en la que los residuos no digeridos pasan a través del tracto digestivo (Hodgson, 1990).

El consumo voluntario de materia seca de los alimentos fue positivamente correlacionado con el contenido de materia seca del forraje en todas las etapas de madurez, y para un amplio rango de contenido de materia

seca (12-25 %). El consumo voluntario de alimentos frescos no fue afectado por cambios en el contenido de materia seca, así que con forraje en la misma etapa de madurez el consumo de materia seca fue incrementado por un aumento en el contenido de materia seca del forraje, concluyeron que el consumo voluntario de forrajes frescos es limitado por un mecanismo regulador del consumo de alimentos en base fresca, no de alimentos en base seca, y que el contenido de materia seca podría ser un factor importante limitando el consumo de nutrientes (John et al., 1987).

El daño de las células de la planta por la masticación, durante la comida, permite una liberación completa de los solutos intracelulares, así que el agua intracelular de la planta queda disponible para ser absorbida. Ovejas fistuladas mostraron que el 90 % de las células son rotas durante 1 hora de incubación en el fluido ruminal (in vitro o in vivo), (John et al., 1987).

Se observó que el contenido total, materia seca y fibra detergente neutro (FDN) luego del pastoreo fue afectado por la presencia de material inerte en el rumen pero no por el largo del ayuno cuando este varió de 2.5hr a 16.6hr (Chilibroste et al., 1998 a).

Sin embargo, la teoría de regulación física de consumo presenta limitaciones para explicar los niveles de consumo voluntario, observados en animales consumiendo forrajes de alto valor nutritivo y bajo contenido de materia seca (Chilibroste et al., 1998 a).

2.2. DIGESTIÓN RUMINAL

Las variaciones producidas en el comportamiento ingestivo por efecto del ayuno, el momento de inicio de la sesión de pastoreo y el largo de la misma determinan variaciones en las características del forraje consumido que llega al rumen. Encontraron que la proporción de partículas llegadas al rumen, con tamaño mayor a 1.25 mm, disminuye significativamente con el largo de la sesión de pastoreo (Chilibroste et al., 1998 c).

El aumento en la frecuencia de alimentación beneficiaría tanto la digestión ruminal y el metabolismo tisular, como la producción de leche. Una oferta constante de forraje, asociado con sus carbohidratos solubles, facilitará la actividad microbiana involucrada en la degradación de la fibra. Este aumento de frecuencia reduciría también las fluctuaciones diurnas en la concentración de metabolitos y de ph en rumen y en flujo de la digesta al intestino delgado. Ello resultaría en una oferta más consistente de ácidos grasos volátiles y de aminoácidos al flujo sanguíneo y a la glándula mamaria de la vaca (Rearte, 1998).

Con alimentación frecuente, el ph del rumen varió sólo de 6.2 a 6.4, mientras que alimentadas 2 veces al día el ph varió de 5.8 a 6.7. Se piensa que éstos extremos en el medio ambiente del rumen son responsables de la reducción del consumo cuando el tiempo de acceso y, por lo tanto, la frecuencia de alimentación son reducidos (Bines et al., 1978 citado por Bines 1983). Una ventaja adicional de la alimentación frecuente, es que el medio ambiente más uniforme del rumen conduce a una mayor proporción de acetato-propionato en los productos de la fermentación ruminal, lo cual a su vez, conduce a un contenido mayor de grasa en la leche (Kaufmann, 1976 citado por Bines, 1983).

En un experimento en paralelo realizado por Ruggia et al., (2002) se tomaron medidas de ph ruminal para los que en nuestro experimento serían los tratamientos 2 y 3, en los cuales se observó un marcado descenso del ph (por debajo de 6,2 valor crítico para la bacterias celulolíticas), éste descenso se debió en el tratamiento 2 a un efecto del concentrado más el ensilaje, mientras que en el tratamiento 3 el descenso fue por efecto de el concentrado, el ensilaje y por los carbohidratos del forraje, esto provocó que el descenso fuera de mayor duración para el tratamiento 3 (6 hr. vs. 4 hr.), el concentrado de la mañana no produjo ningún efecto.

El aumento en el contenido de productos de la fermentación en el rumen, con sesiones de pastoreo más largas, estaría reflejando el mayor consumo de materia seca ó también la mayor degradación de los componentes solubles de la pastura mediante la masticación en los períodos de rumia observados. Esto último se verifica por no existir diferencias entre los contenidos de productos de la fermentación en el rumen antes y una hora después de comenzada la sesión de pastoreo, por la baja eficiencia de fermentación de los sustratos altamente degradables por los microorganismos, debido a la reducida masticación al consumir el forraje. También el contenido total de ácidos grasos volátiles y de propiónico en el rumen luego del pastoreo disminuyen con el mayor período de ayuno, reflejando menor eficiencia de masticación durante el pastoreo a expensas de lograr mayor tasa de consumo (Chilibroste et al., 1998 c).

2.2.1 Carbohidratos solubles

El total de azúcares de la planta son rápidamente fermentados por los microorganismos del rumen. Si la tasa y el tiempo de fermentación son muy altos y exceden la capacidad de absorción de AGV, determinan altas

concentraciones de éstos en el rumen y una disminución en el pH (Van Vuuren et al., 1986).

Los forrajes que son mayores en contenido de CS causan cambios en la producción de AGV producidos en el rumen durante la digestión, favoreciendo mayor propionato y menor proporción de acetato (Miller et al., 2000 a citado por Francis, 2002).

2.2.2. Sincronización

En términos generales se considera el valor de 50 mg/l de amoníaco en rumen como el mínimo necesario para asegurar un buen crecimiento bacteriano y una mayor digestibilidad ruminal del componente fibroso de la dieta; sin embargo, se ha encontrado que el máximo de degradación del grano de maíz se obtiene con 61 mg/l de amoníaco, en tanto la cebada requeriría 125 mg/l. El nivel óptimo de amoníaco para optimizar la fermentación no es único, dependiendo fundamentalmente de la disponibilidad de energía (Bruni et al., 1994).

Alta concentración de carbohidratos solubles podrían resultar en una utilización de nitrógeno eficiente, mejorando la tasa de conversión del N-amoniaco a proteína microbiana (Dellow et al., 1988 citado por Francis 2002). Corbett (1987) sugirió que la relación acético-propiónico por encima de 3:1 indican que los niveles de CS fueron suficientemente bajos como para limitar la energía para síntesis de proteína (citado por Francis 2002).

La interacción entre el metabolismo de carbohidratos y proteínas es particularmente fuerte. Si hay deficiente ó ineficiente utilización de la PC, la

digestibilidad de los carbohidratos puede ser baja. Si hay insuficientes carbohidratos para una eficiente utilización de la proteína cruda, el nitrógeno puede ser perdido como NH_3 ruminal (Nocek, 1988 citado por Radiccioni et al., 1993).

2.2.3. Ácidos Grasos Volátiles

Con tiempo de pastoreo restringido y ayuno previo, el contenido ruminal aumenta linealmente con mayor sesión de pastoreo, mientras que el pH del rumen y la relación de ácidos grasos volátiles no glucogénicos sobre los glucogénicos disminuye; sin embargo, las variaciones no son significativamente diferentes entre el inicio de la sesión de pastoreo y una hora después de comenzado (Chilibroste et al., 1998 c).

La mayor parte de los lípidos usados como suplementos reducen la producción total de AGV porque disminuyen la digestión de la fibra en el rumen y, además, la proporción de ácido propiónico dentro de los AGV, usualmente se ve incrementada por la adición de lípidos en la ración (Oldham et al., 1983).

2.3. PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

Animales con tiempo de pastoreo restringido (sesión de pastoreo más corta) han sido capaces de lograr niveles de producción y composición de la leche similares a la de los animales sin restricciones (Chilibroste, et al., 2000 a).

Por otro lado, el cambio en el tiempo y momento de acceso al pastoreo ha modificado el porcentaje de grasa y proteína de la leche. Los cambios en el

comportamiento ingestivo, frecuencia y secuencia de ingestión de forraje podrían explicar el efecto del tiempo de acceso al pastoreo sobre la composición de la leche (Soca, 2000). Cuando el animal dispone de mayor tiempo de pastoreo, los costos asociados a la búsqueda y cosecha de forraje también se incrementan, lo que lleva a que ambas estrategias de pastoreo resulten en producciones de leche similares (Chilibroste, et al., 2000 a).

2.3.1. Proteína

El 95 % del N en la leche está presente como proteína, y el resto consiste en sustancias como urea., creatina y amonio que provienen de la sangre. La fracción proteína es dominada por la caseína, que corresponde al 78% del N en la leche, seguido por betalactoalbúmina (McDonald et al., 1986).

La proteína de la leche es sintetizada en la glándula mamaria, y dependerá para ello de la energía disponible y de la cantidad de aminoácidos absorbidos en el intestino delgado. La proteína que llega al duodeno es en un 48-80 % de origen bacteriano, siendo el resto proteína de la dieta que no fue degradada en rumen. Las pasturas templadas de alta calidad utilizadas en la alimentación del rodeo lechero tienen un alto contenido proteico pero de alta degradabilidad ruminal (Rearte, 1992).

La proteína de la leche para ser sintetizada en la glándula mamaria depende de la energía disponible y de la cantidad de aminoácidos absorbidos en el intestino delgado. La posibilidad de alterar la cantidad de estos nutrientes que llegan a la glándula es mínima y el rango de variación en la producción de proteína es muy acotado (Rearte, 1992).

Las dietas con bajos niveles energéticos tienen mayor efecto en la reducción de la proteína de la leche, que las carentes en proteína. La disminución en el contenido de proteína en leche se puede explicar a través de un aumento en la gluconeogénesis a partir de aminoácidos, debido al bajo aporte de propiónico por la digestión de dietas pobres en energía. Este desvío en el rumbo de los aminoácidos disminuye el flujo de los mismos hacia la glándula mamaria y la síntesis de proteína de la leche (McDonald et al., 1986).

Cuando ésta situación se revierte por niveles adecuados de energía, principalmente debido al aumento en el aporte de carbohidratos no estructurales, la síntesis de glucosa en hígado sucede principalmente a partir del propiónico, producto de la fermentación de los carbohidratos no estructurales, y aumenta el flujo de aminoácidos glucogénicos como glutamato hacia la glándula mamaria para síntesis de proteína de la leche (McDonald et al., 1986 y Rearte, 1992). Ambos factores (mayor síntesis de glucosa y mayor flujo de aminoácidos hacia la glándula mamaria) determinan, también, aumento en la síntesis de lactosa la cuál es determinante en el volumen de leche producido (Rearte, 1992).

También dietas bajas en energía, por menor contenido de carbohidratos no estructurales y aumento en el contenido de FDN, pero menor consumo de energía digestible, limitan la síntesis de proteína microbiana en el rumen y la proteína que llega al duodeno, entonces baja el flujo de aminoácidos hacia la glándula mamaria y el contenido de proteína en leche es menor (McDonald et al., 1986; Batajoo et al., 1994; Ruiz et al., 1995). Al aumentar el consumo de energía, por mayor proporción de carbohidratos no estructurales, el NH₃ es utilizado con mayor eficiencia por parte de los microorganismos, lo que determina mayor ingreso de proteína microbiana al duodeno y aumento de producción de proteína de la leche. Éste mayor consumo de carbohidratos no

estructurales en el forraje, se da al consumirlo en horario vespertino (Gorlero et al., 1999).

Sin embargo, la utilización de fibra de alta degradabilidad, como suplemento de pasturas, puede mejorar la respuesta en producción de leche por lograr mejor aporte de energía y proteína, mediante un aumento en la salida del rumen de proteína microbiana y productos de fermentación (Miller et al., 1990). Se ha reportado un experimento en la EEMAC, con pastoreo de avena complementado o no, con afrechillo de trigo en el cual este último aumentó la proporción de proteína en la leche de 3.1 a 3.6%. Una explicación de este incremento notable, es que la disponibilidad energética producida por el almidón y la fibra del afrechillo haya sincronizado bien con las concentraciones de amoníaco ruminal (Bruni et al., 1994).

Cuando las vacas consumen pasturas con altos niveles de proteína, pero de alta degradabilidad, la concentración de nitrógeno no proteico en la fracción nitrogenada de la leche es superior a la esperada (Rearte, 1992). Es así el caso de los forrajes verdes de invierno y primavera temprana con proteína altamente degradable en el rumen. La degradabilidad de la proteína del forraje disminuye con el avance de la primavera (Bruni et al., 1994). Éste es un serio problema en la dieta pastoril ya que a pesar de que el consumo total de nitrógeno es más alto que los requeridos por el animal, existen considerables pérdidas durante la fermentación en forma de amonio. Excesivas cantidades de amonio absorbidas a través de las paredes del rumen han mostrado un catabolismo adicional de los aminoácidos absorbidos en vacas pastoreando forrajes de calidad (Rearte, 1998).

El exceso de producción de amonio en el rumen es particularmente importante en vista del déficit de energía que existe frecuentemente en los

niveles altos de producción de leche. Los efectos tangibles de una deficiencia energética, que motiva una deficiencia proteica del animal y un exceso en la concentración de amonio en el rumen, son una reducción del contenido proteico de la leche y una menor fertilidad (Hagesmeister et al., 1988).

Dietas proteicas altamente degradables, más un ambiente ruminal subóptimo para el crecimiento bacteriano podrían generar una situación con insuficientes niveles de proteína metabolizable disponible para el animal, lo que limitaría la síntesis de proteína de la leche en la glándula mamaria (Rearte, 1992). Una solución es incrementar la cantidad de proteína resistente al rumen en la dieta; dietas que contengan proteína pasante pueden compensar la deficiencia en proteína microbiana (Carconiga et al., 1993). Con niveles altos de suplementación, y para producciones de más de 20 litros diarios de leche por vaca, el uso de proteínas protegidas sería de interés; con ello se logra hacer llegar la proteína del alimento al duodeno, sin aumentar en exceso el amoníaco ruminal (Bruni et al., 1994).

Acorde a los objetivos del experimento, existe información que registra la posibilidad de reducir el tiempo de pastoreo y especialmente concentrando la sesión en la tarde donde el porcentaje de proteína en la leche no ha disminuido e incluso la producción diaria aumenta porque hay una tendencia a mayor producción de leche comparado con los tratamientos que tienen sesiones más largas y desde la mañana (Chilibroste et al., 1999, Gorlero et al., 1999).

2.3.2. Grasa

El período más crítico para el mantenimiento de un contenido satisfactorio de grasa en la leche es el pico de la lactancia. Los efectos de la

etapa de la lactancia y de las grandes cantidades de alimento rápidamente digeribles necesarios para mantener altas producciones, se combinan para producir leche con un bajo contenido de grasa (Oldham et al., 1983).

Altas producciones en lactancia temprana tienen altos requerimientos energéticos que a menudo no son cubiertos con fibra efectiva para mantener la grasa de la leche. La disminución de la grasa de la leche es más severa cuando las vacas son alimentadas con menores niveles de fibra. Cuando el porcentaje de fibra del forraje es menor, la relación acético-propiónico disminuye y el ph también desciende tendiendo a producir leche con menores niveles de grasa (Sarwar et al., 1992).

La suplementación con granos afecta la composición de la leche, principalmente su tenor graso, cuando se lo suministra en niveles superiores al 40% de la dieta total, disminuyendo la relación forraje-concentrado, afectándose la fermentación ruminal. Los efectos son principalmente, una disminución de ph en el líquido ruminal y un cambio en el tipo de fermentación, favoreciendo la producción de ácido propiónico en detrimento de los ácidos acético y butírico. La disminución de acetato y butirato en rumen afectará también la síntesis de grasa butirosa ya que ambos constituyen los principales precursores “de novo” de los ácidos grasos de cadena corta y media, que tiene lugar en la glándula mamaria (Davis et al 1970.,citado por Rearte, 1992).

Los cambios originados con el alto consumo de grano originan un aumento de los niveles de insulina en plasma. El incremento de ésta hormona reducirá la lipólisis y aumentará la lipogénesis en tejido adiposo, con la consecuente caída en la síntesis de grasa butirosa debido a una reducción en la disponibilidad de los precursores de dicha grasa, como son el acetato y

betahidroxibutirato endógeno, y los ácidos grasos libres circulantes en plasma (Rearte, 1992).

La respuesta a la suplementación con ensilaje de maíz de vacas en pastoreo depende de la forma de suministro y de la cantidad suplementada. Trabajos realizados en Argentina muestran el efecto balanceador que el ensilaje de maíz tiene sobre la pastura y que se traduce principalmente en aumentos en el contenido graso de la leche (Rearte et al 1990., citado por Rearte, 1992). La disminución en el tamaño de fibra ha determinado mayor consumo, tasa de pasaje y producción de leche, pero ésta con menor porcentaje de grasa.

Al disminuir el porcentaje de carbohidratos no estructurales en la dieta, la producción de grasa aumenta, probablemente por un aumento del pH y de la relación acético-propiónico, disminuyendo los efectos negativos asociados a éstos, y también aumenta la absorción de ácidos grasos de cadena larga (Sarwar et al., 1992).

Sin embargo, se han reportado experimentos dónde mediante la ubicación de la sesión de pastoreo en la tarde, el consumo de carbohidratos no estructurales aumenta por acumulación de productos de la fotosíntesis en la pastura y la producción diaria de grasa no disminuye frente a los tratamientos con pastoreo en la mañana. Éstos cambios pueden estar reflejando cambios en la dieta (mayor consumo de carbohidratos solubles y mejor balance energía-proteína), efectos negativos sobre el medio ambiente ruminal afectando la tasa de producción de precursores cetogénicos y/o cambios en la sincronización de nutrientes entre los diferentes componentes de la dieta (Chilibroste, 2002).

Aunque el porcentaje de grasa en la leche puede haber tendido a ser menor, esto se explica por efecto de dilución en un mayor volumen de leche (Chilibroste et al., 2000 a, Gorlero et al., 1998).

El efecto positivo de la inclusión de una fuente de fibra larga seca, sobre el contenido y producción de grasa de los animales, pone de manifiesto la posible carencia de fibra efectiva en la dieta de las vacas durante el período otoño-invernal. Esta limitante se extrema en tratamientos dónde se orienta a los animales hacia tasas de ingestión altas, con baja eficiencia de masticación durante la ingestión (Laca et al., 1994 citado por Chilibroste 2002).

2.3. HIPÓTESIS

La información generada sobre los cambios producidos en el comportamiento ingestivo, al modificar el largo de la sesión de pastoreo, nos permiten suponer que al restringir ésta última resultará en mayor tiempo de pastoreo al inicio de la sesión con tasas de consumo más altas, menor tiempo de rumia durante la sesión, pero sin mayores variaciones en el nivel de consumo de pastura.

Se citan en la revisión cambios que suceden en la pastura a lo largo del día, principalmente con aumento en el contenido de materia seca y en la concentración de azúcares por acumulación de productos de la fotosíntesis hacia la tarde. Esto estaría determinando que el comienzo de la sesión de pastoreo, en horas avanzadas del día, le permitiría a los animales mejor cinética de digestión y fermentación ruminal a través del balance en energía y nitrógeno de la dieta.

La mejora lograda en el balance de la dieta, cinética de digestión y fermentación ruminal, junto con los cambios en el comportamiento ingestivo, resultarán en mayor consumo de MS del forraje, producción de leche y contenido de proteína, mientras que se espera que el porcentaje de grasa de la leche disminuya.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento se realizó en la Estación Experimental Mario Alberto Cassinoni de la Facultad de Agronomía, ubicada en el departamento de Paysandú, sobre la ruta nacional N° 3, kilómetro 363, (30° latitud sur), durante el otoño del año 2001, en el periodo del 14/05 al 18/07.

3.1.1. Suelos

La estación experimental se encuentra localizada sobre la formación Fray Bentos de la unidad San Manuel.

Los suelos dominantes son Brunosoles Éutricos Típicos, asociados se encuentran Brunosoles Éutricos Lúvicos y Solonetz Solodizado Melánico; son suelos oscuros con elevados contenidos de materia orgánica, de textura media en los horizontes superficiales, moderadamente profundos a profundos de color negro a pardo oscuro (según Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay escala 1:1000000).

3.2. ANIMALES

Se utilizaron 21 vacas paridas entre el 20/03 y 15/04 siendo en su mayoría con más de una lactancia. Se separaron en siete bloques con tres tratamientos en cada bloque, seleccionadas según producción de leche, número de lactancias y días de leche. En el anexo N° 3 se detallan las características de los animales utilizados para la realización de los bloques.

3.3. ALIMENTACIÓN

3.3.1. Pastura

El experimento se realizó en una pradera de segundo año compuesta por *Trifolium repens* (trébol blanco), *Lotus corniculatus* y *Festuca arundinacea* (potreros 7 y 24), fraccionada en franjas diarias y divididas en parcelas por tratamiento.

La disponibilidad promedio con que los animales ingresaron a la pastura durante el experimento fue de 1412 kg MS/ha, con un desvío estandar de 665 kg MS/ha.

La asignación de forraje se fijó en 3.0% del peso vivo, aproximadamente 16.5 kg de MS/vaca/día y se definió con el área de pastoreo asignada a cada tratamiento cada 10 a 15 días. Cada tratamiento pastoreó en forma separada y solo permanecieron juntos en los traslados y a la hora de los ordeños.

3.3.2. Suplementos

Se utilizaron como suplementos ensilaje de maíz que se ofreció a razón de 16 kg. de materia fresca por animal y por día en comederos individuales y 7 kg. de una mezcla de ración comercial (CALPA 16) con 16% de proteína y semilla de algodón en relación 80/20 por animal y por día, fraccionada en partes iguales en cada uno de los ordeños.

Mezclado con el ensilaje se suministró un complejo de vitaminas y minerales y sal común.

3.4. TRATAMIENTOS

Pastoreo en franjas diarias durante 8 horas desde las 7:00 a 15:00 hr.

Pastoreo en franjas diarias durante 4 horas desde las 7:00 a 11:00 hr.

Pastoreo en franjas diarias durante 4 horas desde las 11 a las 15:00 hr.

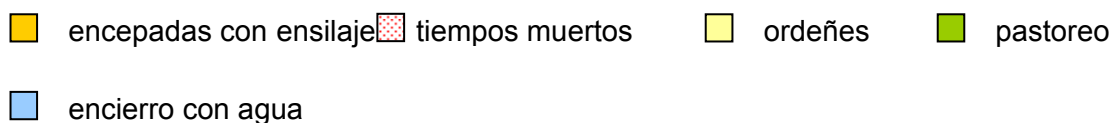
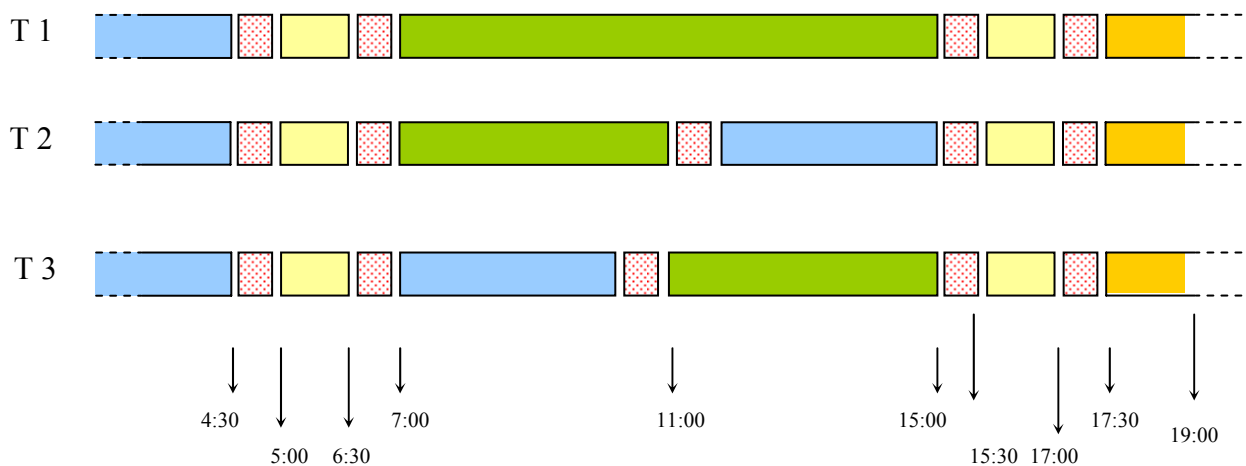


FIGURA N° 3. Actividad diaria de los animales según los diferentes tratamientos.

3.5. DETERMINACIONES

3.5.1. En la pastura

3.5.1.1. Forraje disponible

Cada diez a quince días se midió el forraje disponible para asignarles el forraje a los animales, mediante esta medición se determinó el tamaño de las franjas diarias. Se realizó utilizando el método de doble muestreo, con cinco puntos de escala y tres repeticiones por punto, luego se recorría la pastura en zig zag y se realizaban treinta puntos de muestreo visual por escala (noventa en total), asignándole la escala previamente definida (cinco puntos) y realizándose composición botánica visual. En cada uno de los puntos de la escala y sus repeticiones (quince puntos elegidos) se midió, con un cuadrado de 30 por 30 cm, composición botánica visual, altura máxima y de máxima concentración del forraje con regla y altura con el plato, se cortó el forraje al ras del suelo y la muestra en el laboratorio se pesó, se le hizo la composición botánica de la muestra fresca, se pesaron las fracciones, se secaron en estufa cada una de las fracciones hasta peso constante (48 hr.) a 60°C y se registró el peso seco.

El disco mide la resistencia que ofrece la pastura al desplazamiento de un plato de aluminio. A partir de ecuaciones apropiadas, las lecturas de cada aparato se

transforma en kg de materia seca por hectárea. Es posible estimar la cantidad de forraje a partir del uso del disco ASH GROVE (Rinaldi, et al. 1996).

Con el peso seco de las fracciones Trébol, Lotus y gramíneas y la frecuencia de cada uno de los puntos de la escala, se estimó el forraje disponible para luego fraccionar las parcelas por tratamiento según una asignación de 3 kg MS/100 kg PV.

3.5.1.2. Ajuste de forraje disponible.

Semanalmente se midió la disponibilidad de forraje en las parcelas que se iban a pastorear los dos días siguientes. Cada una de las parcelas diarias de cada tratamiento se recorrió en zig-zag y cada cinco pasos, en veinte puntos de la parcela se midió la altura de forraje con el plato y a través de la regresión realizada en el cálculo de forraje disponible se estimó la disponibilidad de forraje asignada (las regresiones se presentan en el anexo N° 4). En seis de los veinte puntos elegidos al azar, se tiró el cuadro donde se midió altura máxima y de máxima concentración con regla y se cortó el forraje al ras del suelo. Dos de las seis muestras cortadas por parcela se eligieron al azar para análisis de composición química, separando dichas muestras en dos fracciones (Trébol, Lotus, gramíneas, restos secos y malezas) que se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante y se molieron a 1 mm con molino Willey para posterior análisis de composición química (MS, MO, N, FDN y FDA).

3.5.1.3. Rechazo de forraje.

Semanalmente también se midió el forraje remanente en las mismas parcelas pastoreadas con la metodología descrita para el ajuste de forraje disponible.

3.5.1.4. Muestreo de forraje.

A partir del octavo día de dosificación con alcanos y por 4 días se tomaron muestras de forraje por tratamiento con la técnica de “*hand clipping*”, para determinar la concentración de alcanos del forraje seleccionado. Dichas muestras se tomaron de pequeñas parcelas contiguas a cada tratamiento. Luego del pastoreo y observando la altura del rechazo, se cortaron diez cuadros formando una única muestra por tratamiento que luego de pesada y secada hasta peso constante se molió para análisis de composición química. Previo al pastoreo, se determinó la composición botánica visual en 15 cuadros por tratamiento para cortar cuadros de similar composición en la parcela contigua.

3.5.2. En los alimentos

Cada 15 días y durante 3 días se tomaron muestras representativas de los alimentos ofrecidos (ensilaje de maíz y concentrado) para formar muestras compuestas semanales o quincenales que se congelaron (ensilaje de maíz) o se guardaron en un lugar seco (concentrado) para posterior análisis de composición química: MS, MO, N, FDN y FDA .

A partir del octavo día de dosificación, correspondiente a los días de muestreo de heces y de “*hand clipping*”, se hizo un muestreo diario del ensilaje para formar una muestra compuesta de esos días y se midieron los rechazos individuales que fueron pesados.

3.5.3. En los animales

Al inicio del experimento se registró la producción y composición de leche; el estado corporal (EC) y peso vivo (PV) de los animales se midieron también al final del experimento.

3.5.3.1. Producción y composición de leche

En forma periódica se midió la producción de leche (2 días a la semana en ambos ordeñes) y se tomaron muestras para composición (grasa y proteína). Luego de tomadas las cuatro muestras semanales, en el laboratorio se tomaron alícuotas representativas a la producción de cada ordeño (0.05%), para hacer una muestra compuesta semanal por vaca. Las muestras individuales y compuestas se conservaron refrigeradas y con conservante. Para el procesamiento las muestras se calentaban a 38°C en baño maría y se agitaban para homogeneizarlas.

3.5.3.2. Dosificación con alcanos

Se eligieron cuatro bloques (los más homogéneos) y a los tres animales de cada uno se les dosificó durante los últimos 14 días del experimento, dos veces al día con una concentración conocida de alcanos. Los pellets de celulosa preparados para tal fin, se suministraron con un dosificador en cada ordeño luego de ordeñadas en la misma sala. Desde el día 11 se tomaron muestras de heces en el momento de realizar la dosificación. Las muestras fueron conservadas a -20°C , secadas hasta peso constante a 60°C y molidas para estimar el consumo de MS de forraje y ensilado de maíz.

El uso de componentes de cera cuticular de las plantas, mas precisamente de N-alcanos, han sido objeto de muchos estudios. Los N-alcanos son utilizados como indicadores para realizar estimaciones de digestibilidad y producción fecal y para el calculo de consumo. Los alcanos en las plantas se encuentran en ceras cuticulares que consisten en cadenas de 25 a 35 carbonos. Estas ceras son relativamente indigestibles y con aumento de compresión de la cadena, aumenta el porcentaje recuperada en las heces (Mcmenian, 1997 citado por Carvalho, et al.).

Experimentos realizados por Stakelum, et al.,(1990) indicaron que 4,7 días fueron suficientes para alcanzar una concentración constante de alcanos en las heces

Un buen estimador del consumo puede ser obtenido por el uso del alcano dosificado C32 y el alcano natural C33 con ensilaje y dietas basadas en concentrados. Un nivel significativamente ($p < 0,05$) mayor de alimentación redujo la concentración de alcano dosificado pero no afectó la concentración de C31, C33, C35 (Stakelum, et al., 1990).

La dosis diaria de n-dotriacontane (n-C₃₂) promedio para todas las vacas fue de 646 mg/día (valor promedio del análisis de 4 pellets), con excepción de la vaca 414 que recibió 776 mg/día.

La estimación del consumo promedio diario de pastura se estimó descontando el aporte de los alcanos de los suplementos (concentrado y ensilaje de maíz) con la fórmula propuesta por Mayes et al., (1986), usando el par n-C₃₃:n-C₃₂, ya que la recuperación fecal de n-C₃₃ es más similar a la de n-C₃₂ que la de n-C₃₁. La concentración de n-C₃₃ y n-C₃₂ en las heces de cada vaca se calculó a partir del promedio de las muestras am-pm.

La estimación de la digestibilidad aparente in vivo de la materia seca total es a partir de la concentración promedio de n-C₃₅ en la dieta consumida (calculada como el promedio ponderado de la concentración de n-C₃₅ en el concentrado, ensilaje de maíz y pastura) y la concentración promedio de n-C₃₅ en las heces. Debido a que la concentración de n-C₃₅ en la dieta es muy baja (<10 mg/kg MS), la estimación de la digestibilidad mediante este método debe considerarse con cierta cautela (com. pers. laboratorio de Tandil).

Formula Mayes et al.:

$$\text{Consumo forraje} = \frac{(F_i/F_j) * (D_j + I_c * C_j) - I_c * C_i}{H_i - (F_i/F_j) * H_j}$$

Donde:

H - forraje

C – concentrado

F – Fecal

Dj – Cantidad de alcanos dosificados en pellets

Ic – Consumo de concentrado

i Alcano natural (impar)

j Alcano dosificado (par)

3.5.3.3. Comportamiento

Se midió la conducta de los animales a través del registro del tiempo total (24 horas), donde las diferentes conductas fueron medidas como: patrón de pastoreo, tiempo de pastoreo efectivo, tiempo de rumia, descanso y patrón de consumo del ensilaje de maíz. Esto se hizo con el uso de aparatos automáticos que diseñados en IGER, los mismos fueron colocados día por medio a cada uno de los 5 bloques seleccionados por mayor homogeneidad, 1 bloque por día (dos vacas), para los tratamientos 2 y 3, a partir de las 16:30 horas.

3.6. DISEÑO ESTADISTICO

Se utilizó un diseño de bloques al azar, las vacas fueron bloqueadas antes de empezar el experimento por producción y composición de leche, número de lactancia y días en leche y fueron sorteadas dentro del bloque a los tratamientos propuestos.

La información de producción de leche, producción y porcentaje de grasa y proteína y leche corregida por grasa, se analizó con un modelo de medidas repetidas en el tiempo como el que sigue:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon a_{ij} + \delta_k + (\tau \times \delta)_{ik} + \epsilon b_{ijk}$$

Donde:

γ_{ijk} es la variable en cuestión

μ es la media general

τ_i es el efecto tratamiento

β_j es el efecto bloque

$\varepsilon_{a_{ij}}$ es el error experimental entre las unidades experimentales

δ_k es el efecto período

$(\tau \times \delta)_{ik}$ es la interacción entre tratamiento y período

$\varepsilon_{b_{ijk}}$ es el error experimental de la medida repetida en el tiempo

El modelo utilizado para analizar la información del forraje disponible, altura, altura máxima concentración y composición botánica visual es el siguiente:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \tau_i + \delta_j + (\tau \times \delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

γ_{ijk} es la variable en cuestión

μ es la media general

τ_i es el efecto parcela

δ_j es el efecto período

ε_{ijk} es el error experimental

$(\tau \times \delta)_{ij}$ es la interacción entre tratamiento y periodo

El modelo utilizado para analizar el rechazo de forraje, altura, altura máxima concentración y composición botánica es el siguiente:

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \delta_j(\tau_i) + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

γ_{ij} es la variable en cuestión

μ es la media general

τ_i es el efecto tratamiento

$\delta_j(\tau_i)$ es el efecto período dentro de cada tratamiento

ε_{ij} es el error experimental

Para el análisis de la información de la composición química del forraje ofrecido y rechazado se utilizó el siguiente modelo lineal:

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \delta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

γ_{ij} es la variable en cuestión

μ es la media general

τ_i es el efecto parcela

δ_j es el efecto período

ε_{ij} es el error experimental

Las variables peso vivo y estado corporal al final del experimento se analizaron con el siguiente modelo:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta X_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

γ_{ijk} es la variable en cuestión

μ es la media general

τ_i es el efecto tratamiento

β_{ij} es el coeficiente de regresión asociado a la covariable X

ε_{ij} es el error experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CLIMA

La información fue colectada en la estación meteorológica Chalking ubicada a dos kilómetros de la Estación Experimental en la cuál se llevó a cabo el experimento.

CUADRO N° 2. Condiciones climáticas durante el experimento por semana.

Semana	Precipitaciones (mm)	Temperatura media (°C)
1 21/5-27/5	11.3	16.4
2 28/5-03/6	130	15.8
3 04/6-10/6	38.9	16.5
4 11/6-17/6	20.2	16.46
5 18/6-24/6	2.5	8.08
6 25/6-01/7	11.5	12.89
7 02/7-08/7	0.1	14.22
8 09/7-15/7	17.5	11.9
9 16/7-18/7	0	18.9

La comparación de la temperatura crítica inferior de un animal con la temperatura ambiente, permite conocer si el animal puede necesitar una cantidad adicional de energía para incrementar su producción de calor (McDonald et al., 1995). Con el frío, el animal aumenta su consumo por aumento de los requerimientos, las lluvias provocan descensos en niveles de

consumo, (Church et al, 1990), esto afecta la producción de leche por menores consumos en los días de lluvias ó por mayores requerimientos energéticos para la producción de calor en días fríos.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ALIMENTOS OFRECIDOS

4.2.1. Ensilaje

Del total de ensilaje ofrecido (16 Kg alimento fresco) no se observaron rechazos considerables y solamente se midieron los rechazos durante los días de dosificación con alcanos para ajustar el consumo de materia seca (los datos de rechazo se presentan en anexo N° 1). A continuación se presenta la composición química quincenal y promedio del ensilaje ofrecido durante el experimento.

Cuadro N° 3. Composición química del ensilaje ofrecido.

Muestreo	% MS	% Cen	% FDN LC	% FDA LC
6-8/6/01	32.58	3.03	53.70	30.60
19/06/01	32.49	4.33	46.12	28.30
22/06/01	33.14	5.56	50.07	24.00
2-6/7/01	32.39	6.17	44.34	26.30
Promedio	32.65	4.77	47.56	27.3

% MSA materia seca analítica

% Cen cenizas

% FDN LC fibra detergente neutro libre de cenizas

% FDA LC fibra detergente ácido libre de cenizas

4.2.2. Concentrado

En cuanto al consumo de concentrado no existieron rechazos en ninguno de los dos ordeñes.

4.2.3. Pastura ofrecida

4.2.3.1. Asignación

A continuación se presentan los resultados de asignación de forraje.

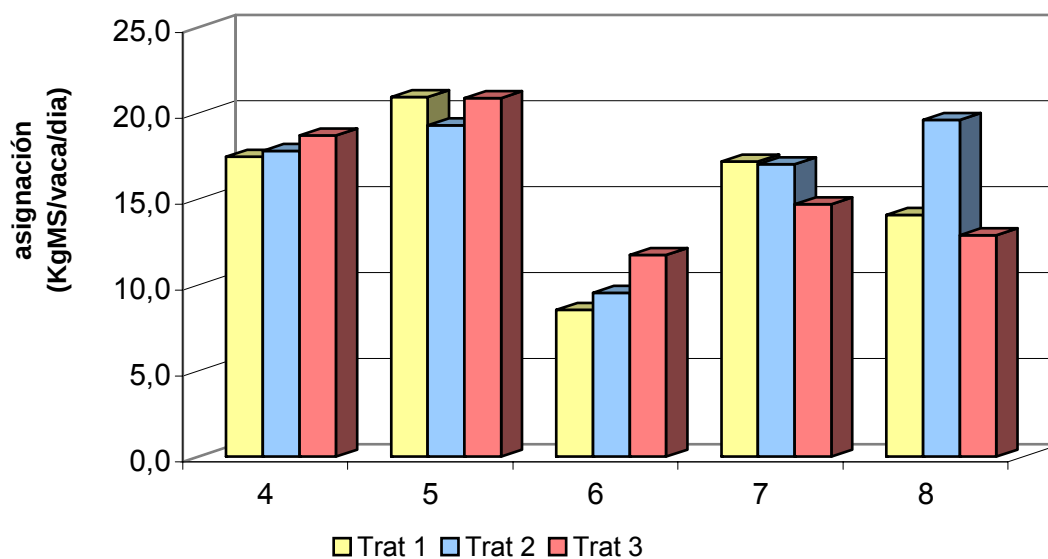


Figura N° 4. Asignación de forraje por vaca por día según tratamiento.

No existen diferencias significativas entre la asignación por tratamiento, pero existe una interacción con semana, donde en la semana 8 la asignación fue mayor para el

tratamiento 2 con respecto a los tratamientos 1 y 3, mientras que entre éstos no se encontró diferencia significativa.

4.2.3.2. Altura de forraje ofrecido

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el período experimental. La altura de forraje tiene una alta correlación con la disponibilidad de forraje.

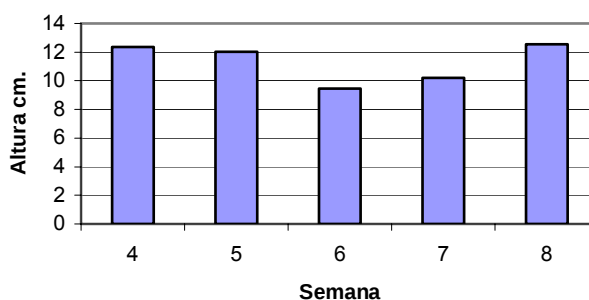


Figura N° 5. Altura promedio semanal del forraje ofrecido.

4.2.3.3. Composición botánica

Ninguna de las especies ofrecidas presentaron diferencias significativas en su porcentaje en la mezcla de forraje asignado.

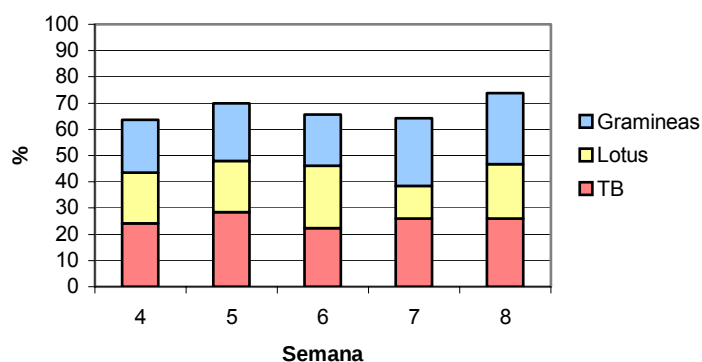


Figura N° 6. Porcentaje de Trébol blanco, Lotus y Gramíneas en la mezcla de forraje ofrecido según semana.

Como se observa en la gráfica, las fracciones no llegan al 100% porque en la mezcla también se consideraron las malezas y restos secos.

4.2.3.4. Composición química

Cuadro N° 4. Composición química en base seca del forraje ofrecido.

Trat.	MO	PC		FDN	FDALC
1	83,73	16,9	b	38,83	20,97
2	83,1	17,5	ab	38,36	18,52
3	85,87	19,6	a	36,23	19,78

*Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente ($p < 0.1$).

En el forraje ofrecido solamente se observaron diferencias significativas en la fracción proteína cruda para el tratamiento 3, respecto al tratamiento 1 ($p < 0.1$), mientras que el resto de las diferentes fracciones no presentaron ninguna diferencia entre tratamiento.

4.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS RECHAZOS

4.3.1. Rechazo de pastura

4.3.1.1. Altura

Cuadro N° 5. Altura promedio y altura de máxima concentración promedio por tratamiento.

Tratamiento	Altura promedio	Altura máx. concentración
1	3 a	1.5 a
2	5.1 b	3.3 c
3	4.1 b	2.7 b

*Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente ($p < 0.1$)

Existieron diferencias significativas ($p < 0.004$) entre los tratamientos en altura promedio. En el cuadro N° 5 se presenta las alturas de máxima concentración, las que también se diferenciaron significativamente ($p < 0,001$).

En ambas se observa claramente que los animales del tratamiento 1 fueron los que presentaron menores alturas de rechazo, seguidos por el tratamiento 3 y luego por el tratamiento 2 (en el anexo N° 5 se presentan las alturas de rechazo por semana).

Dentro de ciertos rangos, animales consumiendo una pastura de menor altura y disponibilidad sí pueden compensar el menor tamaño de bocado mediante un mayor tiempo de pastoreo logrando, de ésta manera, mantener el

nivel de consumo (Chilibroste et al. 2000 b). Ésto podría explicar por qué los animales que tuvieron mayor tiempo de pastoreo presentaron niveles de altura de rechazo inferiores a los que pastorearon durante 4 horas.

Los resultados observados concuerdan con los hallados por Chilibroste et al. (1998; 2000), quienes trabajaron con vacas lecheras en sesiones cortas de pastoreo, encontraron una relación curvilínea entre la altura de la pastura y la altura del horizonte de pastoreo removido por el animal. Ajustaron un modelo simple de rendimientos decrecientes entre la altura inicial y la altura removida con un nivel mínimo de altura de forraje (3 cm.) por debajo del cual los animales no pueden pastorear posiblemente por la presencia de barreras físicas.

El aumento en la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo son utilizados como mecanismos compensatorios del animal en respuesta a la disminución en el tamaño de bocado, debido a las condiciones de la pastura. La capacidad de compensar de éste mecanismo es limitada de manera que en algunos casos disminuye el consumo diario de forraje por efecto del tamaño de bocado. Particularmente en alturas bajas de forraje el animal no es capaz de compensar el menor tamaño de bocado con el tiempo de pastoreo, (Hodgson 1985).

Dadas las condiciones de la pastura, al restringir el tiempo de pastoreo, los animales sólo podrían compensar con mayor tasa de bocado, aunque ésta capacidad no fue suficiente para alcanzar los niveles de consumo del tratamiento 1, en dónde la restricción del tiempo de pastoreo fue menor, lo que concuerda con lo expresado por Hodgson (1985).

4.3.1.2. Composición botánica

El porcentaje de las diferentes especies en el rechazo, no presenta diferencias significativas.

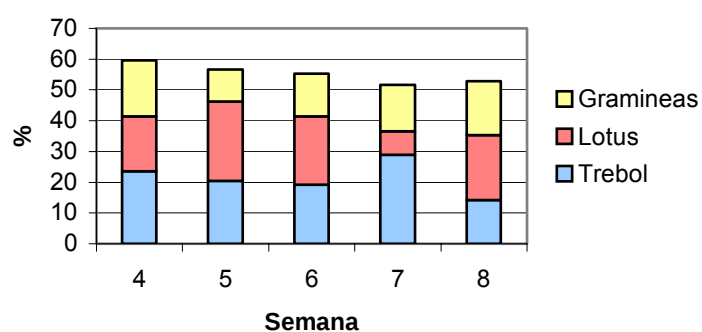


Figura N° 7. Porcentaje de Trébol, Lotus y Gramíneas en el rechazo según semana.

4.3.1.3. Composición química

Cuadro N° 6. Composición química en base seca del rechazo.

<i>Trat</i>	MO	PC	FDN	FDALC
1	78,93	15	51,14	19,55
2	76,4	15,23	45,56	18,9
3	83,63	16,07	40,47	21,93

Si bien no existen diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.1$) para ninguna de las fracciones analizadas, se observan tendencias a mayor proporción de FDN del tratamiento 1, con respecto al tratamiento 3 ($p<0.103$), y mayor FDALC del tratamiento 3, con respecto al tratamiento 2 ($p<0.118$). Esto era esperable ya que las alturas de rechazo fueron diferentes entre tratamientos.

4.4. CONSUMO

Cuadro N° 7. Consumo de materia seca, ensilaje y forraje, y digestibilidad de la materia seca según tratamiento.

Trat.	Cons. MS		Cons. ensilaje	Cons. forraje		Digest. MS
1	19,08	a	4,68	8,30	a	68,43
2	16,95	b	4,25	6,60	b	66,13
3	16,98	b	4,58	6,50	b	66,09

*Letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente ($p> 0.1$)

En el cuadro se muestran los datos de consumo de materia seca total, de ensilaje y forraje, y no se exhiben los datos de consumo de materia seca de ración, debido a que al no presentarse rechazos, fue el mismo para todos los tratamientos (6.09 Kg MS/día), en el anexo N° 6 se presentan los detalles de consumo y digestibilidad de la materia seca consumida por vaca.

Se observan diferencias significativas en el consumo total de materia seca, explicado por las diferencias en el consumo de materia seca de forraje ($p<0.052$) que fue mayor para el tratamiento 1 (8.3 Kg MS/día) respecto a los tratamientos 2 ($p<0.071$) y 3 ($p<0.084$).

En los tratamientos dónde los animales son sometidos a sesiones cortas de pastoreo, utilizarían la mayor proporción del tiempo para la ingestión del forraje a altas tasas, con baja eficiencia de masticación y baja selectividad del alimento, sin interrumpir el pastoreo con periodos de rumia, como sucede con sesiones de pastoreo más largas, lo que no permite la liberación de los componentes solubles de las células hasta que este período sucede. Es en éstas situaciones dónde el llenado del rumen puede determinar el cese del consumo (Chilibroste, 1998 a), incrementando el tiempo de rumia luego del pastoreo (Greenwood, 1989, citado por Laca et al. 1996). Con tiempos disponibles para pastoreo más largos, aumentaría la eficiencia de masticación, intercalando períodos de rumia permitiendo la evacuación del material del rumen y retomar el consumo. Cuando se acortó el tiempo disponible de pastoreo, el aumento de la tasa de consumo no permitió compensar el mayor largo de sesión resultando en un menor consumo total.

4.5. COMPORTAMIENTO

El comportamiento ingestivo se midió en los tratamientos con sesiones de pastoreo corta (T2 y T3). El tiempo de pastoreo fue mayor en la sesión de la mañana que en el de la tarde, mientras que el tiempo dedicado a la rumia fue mayor para el tratamiento en el que pastorearon durante la tarde.

Se puede observar en el anexo N° 2 que el tratamiento 3 tiene menor tiempo de pastoreo pero más de rumia lo que nos hace pensar en que éste comió más rápido a expensas de una menor masticación (que lleva a mayor tiempo de rumia posterior).

Los animales que pastorearon en la mañana registraron mayor tiempo de pastoreo, posiblemente por la presencia de agua superficial sobre la pastura

como una restricción a altas tasas de consumo instantáneo, ya que podría afectar la turgencia de las hojas y dificultar la capacidad de prehensión y corte por los animales (Gibb et. al., 1998).

Aunque el peso de bocado es mayor a primera hora del día, cuando se mide el peso de bocado como materia seca o materia orgánica, éste aumenta a lo largo del día determinando mayor tasa de consumo de materia seca en la tarde. El aumento en el peso de bocado, con el correr del día, no puede ser explicado por mayor tamaño de bocado sino, por mayor contenido de materia seca de la pastura posiblemente por la acumulación de productos de la fotosíntesis (Gibb et. al., 1998). El mayor tamaño de partícula consumido, indica que los animales con tiempo de ayuno previo al consumo de la pastura estarían teniendo mayor tasa de consumo, menor eficiencia de masticación (Chilibroste et al., 1998 c) y de la tasa de pasaje del material, más lenta degradación en el rumen, y mayor llenado del mismo (Greenwood et al., 1998). Ésto no permitiría que el pastoreo en la tarde supere el consumo de materia seca del tratamiento con sesión en la mañana.

4.6.PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE

En el anexo N° 8 se presentan los análisis estadísticos de producción y composición de leche.

4.6.1. PRODUCCIÓN DE LECHE

Como se muestra en la figura N° 8 y acorde a los resultados obtenidos en experimentos anteriores (Chilibroste, et al. 2000 a), la producción de leche no fue afectada por restricción en el largo de la sesión de pastoreo, ni con el momento de pastoreo, con un nivel de significancia de 18,4%.

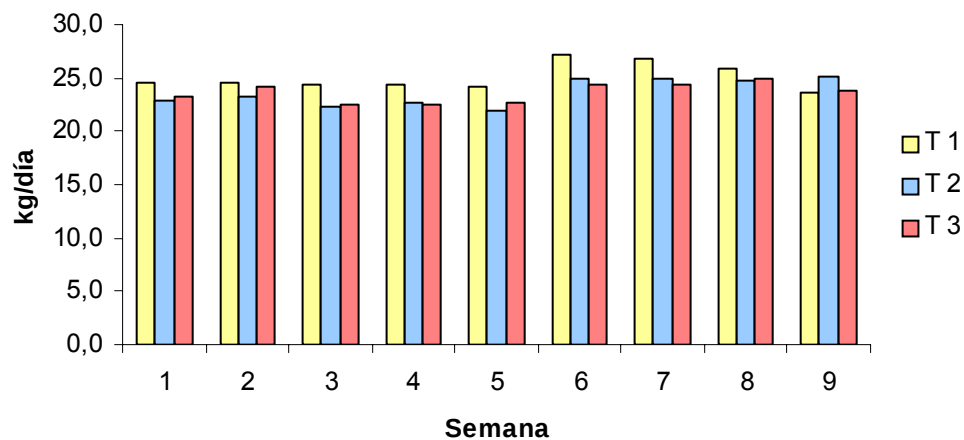


Figura N° 8. Producción de leche kg/vaca/día según tratamiento y semana.

No existen diferencias significativas en producción de leche diaria entre tratamientos ($p > 0.05$). Sin embargo, en la figura se observa una tendencia a mayor producción del tratamiento 1, respecto a los tratamientos 2 ($p < 0.13$) y 3 ($p < 0.098$).

Animales con tiempo de pastoreo restringido (sesión de pastoreo más corta) han sido capaces de lograr niveles de producción y composición de la leche similares a la de los animales sin restricciones (Chilibroste, et al. 2000 a). En el experimento se observó mayor consumo de forraje en el tratamiento con mayor tiempo de pastoreo, lo que estaría explicando las diferencias productivas. Por otro lado Soca, (2000), encontró que el cambio en el tiempo y momento de acceso al pastoreo modificó el porcentaje de grasa y proteína de la leche. Los cambios en el comportamiento ingestivo, frecuencia y secuencia de ingestión de forraje podrían explicar el efecto del tiempo de acceso al pastoreo sobre la composición de la leche (Soca, 2000).

4.6.2. Porcentaje y producción de proteína

Según la bibliografía consultada, el acortamiento de la sesión de pastoreo, y específicamente la ubicación de la misma en la tarde, no tiene efecto negativo en el porcentaje de proteína de la leche, manteniendo los niveles encontrados con sesiones más largas y desde la mañana (Chilibroste et al., 1999; Gorlero et al., 1999).

Cuadro N° 8. Porcentaje y producción diaria de proteína de la leche según tratamiento.

Trat.	% Proteína	kg Proteína
1	3,04	0,752
2	2,98	0,696
3	2,99	0,709

Ni el porcentaje de proteína ni la producción presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$), Pero se observa una tendencia a mayor producción diaria de proteína láctea del tratamiento 1, respecto a los tratamientos 2 ($p<0.047$) y 3 ($p<0.11$), que se explica por la tendencia a mayor producción de leche del tratamiento 1, manteniendo la concentración proteica de la leche.

La proteína de la leche para ser sintetizada en la glándula mamaria depende de la energía disponible y de la cantidad de aminoácidos absorbidos en el intestino delgado (Rearte, 1992). La posibilidad de alterar la cantidad de éstos nutrientes, que llegan a la glándula, es mínima y el rango de variación en la producción de proteína es muy acotado. Si bien en el experimento se observaron diferencias en consumo de materia seca y ambiente ruminal (Ruggia *et al.*, 2002) entre tratamientos, éstas no fueron suficientes como para marcar diferencias en concentración de proteína.

4.6.3. Producción y porcentaje de grasa

Cuadro N° 9. Producción y porcentaje de grasa butirosa por día según tratamiento.

Trat.	% Grasa B	Kg Grasa B
1	4,13	0,987 a
2	3,74	0,881 b
3	3,66	0,868 b

*Letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente ($p<0.05$).

El porcentaje de grasa de la leche presentó una clara tendencia a diferenciarse entre tratamientos ($p < 0.057$), con tendencia a mayor concentración del tratamiento 1, con respecto a los tratamientos 2 ($p < 0.05$) y 3 ($p < 0.03$).

La producción de grasa, medida como kg/día, presentó diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0.05$) a favor del tratamiento 1, respecto a los otros dos tratamientos.

La diferencia encontrada en kilogramos de grasa producida se estaría explicando por un mayor consumo de forraje por el tratamiento 1, ésto provocaría una mayor producción total de ácidos grasos volátiles que se traducen en una mayor producción de grasa total.

Por otra parte, la restricción en el tiempo de pastoreo resulta en menor frecuencia de alimentación, lo cual produce mayores variaciones en el pH ruminal, en la concentración de metabolitos y flujo de la digesta al intestino delgado. Ésto disminuiría la oferta de ácidos grasos volátiles, de aminoácidos al flujo sanguíneo y glándula mamaria (Rearte, 1998) y la relación acetato-propionato lo cuál conduce a un contenido menor de grasa en la leche (Kaufmann, 1976 citado por Bines, 1983).

En un experimento en paralelo realizado por Ruggia et al., (2002), se tomaron medidas de pH ruminal para los tratamientos 2 y 3, en los cuales se observó un marcado descenso del pH. Éste fue de mayor duración para el tratamiento 3 (6 horas vs. 4 horas). Estas variaciones en el pH ruminal no fueron suficientes para marcar diferencias productivas entre tratamientos, pero si pueden estar explicando parte de las diferencias en producción de grasa de la leche de estos tratamientos con respecto al tratamiento 1.

En el anexo N° 7 se presentan los valores de ph ruminal observados por Ruggia et al., 2002.

4.6.4. Leche corregida por grasa

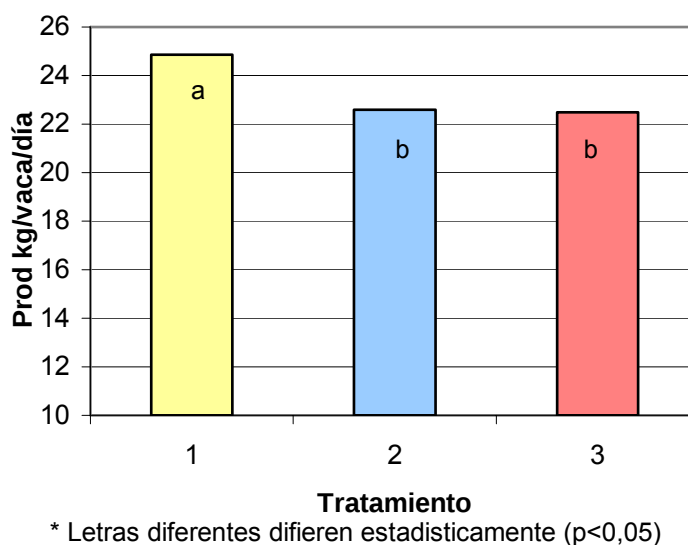


Figura N° 9. Producción de leche corregida por grasa al 4% según tratamiento.

La producción de leche corregida por grasa al 4% varió significativamente entre tratamientos, siendo mayor para el tratamiento 1 respecto a los otros dos tratamientos ($p < 0.05$), ésto es debido a que se potencializan las tendencias a mayor producción de leche y porcentaje de grasa.

4.7. PESO VIVO Y ESTADO CORPORAL

El análisis de peso vivo y estado corporal al final del experimento no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$). Las medias de dichas variables fueron 541kg y 2.59 respectivamente. En el anexo N° 3 se presentan los pesos vivos y condición corporal por animal al inicio y al final del experimento.

5. CONCLUSIONES

Al reducir la duración de la sesión de pastoreo se produjo un menor consumo de materia seca total, explicado por un menor consumo de forraje. La ubicación de la sesión a lo largo del día no tuvo efecto sobre el consumo.

Los mecanismos compensatorios, que el animal utiliza cuando se restringe la duración del pastoreo, no fueron suficientes para mantener los niveles de consumo que logran los animales con sesiones de pastoreo más largas.

Los tratamientos 2 y 3 presentaron patrones diferentes de comportamiento. La ubicación de la sesión en la mañana presentó un mayor tiempo de pastoreo, mientras que la sesión vespertina tuvo mayor tiempo de rumia.

El tratamiento con mayor tiempo de pastoreo presentó diferencia significativa en kilos de grasa producida y en leche corregida por grasa al 4 %, con una tendencia a mayor concentración de grasa en la leche con respecto a los otros tratamientos. No existiendo, así, diferencias en producción de leche, % proteína y Kg. de proteína total; mientras que para el momento de pastoreo no hubo efecto en la producción y composición de la leche.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar la respuesta en producción y composición de leche, el comportamiento ingestivo y consumo de materia seca de vacas holando, pastoreando praderas plurianuales en el período otoño-invernal, suplementadas con concentrado y ensilaje de maíz, cuando se modifica la sesión de pastoreo en duración y momento del día. El experimento se llevó a cabo en la E.E.M.A.C. (Paysandú-Uruguay) en el período mayo-julio de 2001. Los tratamientos fueron T1, con 8 horas de pastoreo de 7:00 a 15:00; T2, con 4 horas de pastoreo en la mañana de 7:00 a 11:00; y T 3 con pastoreo en la tarde de 11:00 a 15:00. El concentrado se suministró durante los ordeñes (5:00 y 15:30), el ensilaje se suministró a las 17:00 y el resto del tiempo permanecieron en encierro.

Semanalmente se midió producción y composición de leche, se registró comportamiento en los tratamientos 2 y 3, mediante el uso de “grazing recorder”, y la estimación de consumo se realizó a través del método indirecto con el uso de n-alcanos dosificados y de la pastura como marcadores.

El T 1 presentó mayores niveles de consumo de materia seca total, explicado por un mayor consumo de forraje. Esto provocó una diferencia significativa en kilos de grasa producida y en leche corregida por grasa a 4 por ciento, con una tendencia a mayor concentración de grasa en la leche con respecto al los otros tratamientos. No existieron diferencias en producción de leche, porcentaje de proteína y kilos de proteína total. Los T 2 y T 3 presentaron patrones diferentes de comportamiento; mientras que el T 2 presentó un mayor tiempo de pastoreo que el T3, este último tuvo mayor tiempo de rumia, explicado por el efecto del ayuno. Las vacas del T3 comieron mas rápido pero con una menor eficiencia de masticación.

7. SUMMARY

The aim of this work is to evaluate the effect of the length and moment the grazing session on milk production and composition, ingestive behavior and dry matter intake of lactating dairy cows, grazing a sward of *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*. In the autumn-winter period, supplemented with concentrate and silage maize. The experiment took place in the E.E.M.A.C. (Paysandú, Uruguay) between May-July, 2001. The treatments were T1, with 8 hours of grazing from 7:00 to 15:00; T 2, with 4 hours of grazing from 7:00 to 11:00; y T 3, with grazing from 11:00 to 15:00. The concentrate was provided during the milking 5:00 and 15:30, the silage maize was provided at 17:00 and the rest of the time the cows reminded locked.

Weekly, production and composition of milk was measured, ingestive behavior was recorder in T 2 and T 3, through the use of “grazing recorder”, and the intake determination was carried out through the indirect method with the used of dosed and herbage n-alkanes as markers.

Dry matter intake was higher for T1, explained by forage intake. This resulted in a significant difference in kilogram of fat milk production and in fatty corrected milk. Fat milk content tended to be higher for T1 than the other treatments. There were no difference in milk production, protein percentage, and kilogram of total protein. T2 spent more time grazing than T3, this one had a more rumination time, explained by the fast effect. Daily milk cows in T3 ate faster than in T2 but with less efficiency of chewing.

8 BIBLIOGRAFÍA

- 1) AIZCORBE, F.; PEYRONEL, K.; 2001. Efecto del manejo del pastoreo y de la suplementación en la conducta de pastoreo de la recría holando pos desleche. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía Montevideo, Uruguay. pp121.
- 2) BAILE, C. C.; MCLAUGHLING, C. L. 1987. Mechanisms controlling feed intake in ruminants: a review. Journal of Animal Science 64: 915-922.
- 3) BARRETT, P. D.; LAIDLAW, A. S.; MAYNE, C. S.; CHRISTIE, H.; 2001. Pattern of herbage intake rate and bite dimensions of rotationally grazed dairy cows as sward height declines. Grass and Forage Science, 56: 362-373
- 4) BATAJOO, K, K.; SHAVER, R, D. 1994. Impact of nonfiber carbohydrate on intake, digestion, and milk production by dairy cows. Journal of Dairy Science 77: 1580-1588.
- 5) BEEVER, D. E.; SIDDON, R. C.;1986. Digestion and metabolism in grazing ruminants. pp 479-497. In Control of digestion and Metabolism in ruminants, Milligan, L. P.; GROKUM, W. L. and DOBSON, A. Englenfield Ciff, New Jersey.
- 6) BINES, J. A.; 1983. Consumo voluntario de alimentos. In Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. BROSTER, W.H. SWAN, H. A.G.T. pp 21-37.

- 7) BROSTER, W. H.; SUTTON, J. D.; BINES, J. A. 1988. La relación concentrado forraje para las vacas lecheras de alta producción. In Avances de nutrición de rumiantes. Harsing, W. Acribia, Zaragoza. pp 359-389
- 8) BRUNI, M; RODRIGUEZ, F.; CHILIBROSTE, P. 1994. Alimentación otoño invernal de la vaca lechera. Cangüé 4: 13-16.
- 9) CADORNIGA, C.; SATTER, L. D. 1993. Protein vs. energy supplementation of high alfalfa silage diets for early lactation cows. Journal of Dairy Science 76 (7): 1972-1977.
- 10) CARÁMBULA, M. 1997. Pasturas naturales mejoradas. Hemisferio Sur. Capitulo 16. pp 309-324.
- 11) CARVALHO, P.R.; DOMICIO DO NASCIMENTO JR. Aspectos do consumo en ruminantes sob pastejo. Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de visçosa. <http://www.ufv.br/dzo/forragem/dzo.htm>.
- 12) CHACON, E.; STOBBS, T.H. 1976. Influence of Progressive Defoliation of a Grass Sward on the Eating Behaviour of Cattle. Australian Journal of Agriculture Resarch 27: 709-727.
- 13) CHILIBROSTE, P. 1998 a. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: 1. Predicción del consumo. In XXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú. 1-12,36.

- 14) _____. 1998 b. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: 2. Balance de nutrientes. In XXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú. 1-12,36.
- 15) _____. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el periodo otoño invernal. http://www.agro.uba.ar/catedras/p_lechera/chilibroste.pdf
- 16) _____. MATTIAUDA, D. ; BRUNI, M. 2000 a. Suplementación con forrajes conservados y control del tiempo de pastoreo de vacas lecheras en verano. Cangüé 20: 5-8.
- 17) _____. MATTIAUDA, D; FAVRE, E; ELIZONDO, F.; BRUNI, M. 2001. Explotación del potencial animal en sistemas lecheros: El caso de la parición de otoño. Cangüé 21: 6-10.
- 18) _____. SOCA, P.; MATTIAUDA, D. 1999. Effect of the moment and length of the grazing session on: 1. Milk production and pasture dynamic depletion. In. Proceedings of International Symposium "Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology". Eds. Moraes, A., Nabinger, C., Carvalho, P.C., Alvez, S.J. and Lustosa, S.B. pp 292-295. Agosto 1999.Curitiba. Brasil.
- 19) _____. TAMMINGA, S; BOER, H; GIBB, M. J.; DIKKEN, G. 2000 b. Duration of regrowth of ryegrass (*Lolium perenne*) effects on grazing behavior, intake, rumen fill, and fermentation of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 83: 984-995.

- 20) _____. TAMMINGA, S; VAN BRUCHEM, J.; VAN DER TOGT, P. L. 1998 c. Effect of allowed grazing time, inert rumen bulk and length of starvation before grazing on the weight, composition and fermentative end-products of the rumen contents of lactating dairy cows. Grass and Forage Science 53: 146-156.
- 21) DALLEY, D. E; ROCHE, J. R; GRAINGER, C.; MOATE, P. J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pastures at different herbage allowance in spring. Australian Journal of Experimental Agriculture 39: 923-31.
- 22) DOUGHERTY, C. T.; BRADLEY, N. W.; CORNELIUS, P. L.; LAURIAULT. L. M. 1987. Herbage intake rate of beef cattle grazing alfalfa. Agronomy Journal 79:1003-1008.
- 23) DOUGHERTY, C. T.; BRADLEY, N. W.; CORNELIUS, P. L.; LAURIAULT. L. M. 1989. Short – term fasts and the ingestive behaviour of grazing cattle. Grass and Forage Science. 44: 295-302
- 24) FORBES, T.D.A. 1988 Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. Journal of animal science 66: 2369-2379.
- 25) FRANCIS, S. A. Investigating the role of carbohydrates in the dietary choices of ruminants with an emphasis on dairy cows. The University of Melbourne 2002 Submitted in total fulfilment of the requirements of degree of Doctor of Philosophy. <http://thesis.lib.unimelb.edu.au/adt-root/uploads/approved/adt-VU2003.0006/public/03chapter2.pdf>

- 26) GALLARDO, M. 1999. Importancia de la fibra de otoño.
<http://rafaela.Inta.gob.ar/revistas/cha0499.htm>.
- 27) GARCIARENA, A. D.; 2002. Subproductos en la alimentación de rumiantes. *In* XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú.
- 28) GIBB, M. J.; ORR, R; 1997. Grazing Behaviour of Ruminants.
http://www.iger.bbsrc.ac.uk/igerweb/IGER_Innovations/in97/Ch9.pdf
- 29) GIBB, M. J; HUCKLE, C. A.; NUTHALL, R. 1998. Effect of time of day on grazing behaviour by lactating dairy cows. Grass and Forage Science 53: 41-46.
- 30) GORLERO BANDEIRA, I. J.; IBARLUCEA MENDOZA, M. 1999. Efecto del momento y tiempo de pastoreo en la producción y composición de la leche de vacas holando pastoreando avena y suplementadas con silo de maíz y concentrado. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 73p.
- 31) GREENWOOD, G. B. ; DEMMENT, M.W. 1998. The effect of fasting on short-term cattle grazing behaviour. Grass and Forage Science 43: 377-386.
- 32) HAGESMEISTER, H.; LÜPPING, W.; KAUFMANN, W. Síntesis de proteína microbiana y digestión en las vacas lecheras de alta producción. In Avances de nutrición de rumiantes. Haresign, W. 1988. Acribia, Zaragoza. pp 35-52.

- 33) HODGSON, J. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. Proceedings of the Nutrition Society 44: 339-346.
- 34) HODGSON, J. 1990. Herbage intake. In Grazing management Science into Practice. Logman Scientific & Technical: Harlow.
- 35) JOHN, A.; ULYATT, M.J.; 1987. Importance of dry matter content to voluntary intake of fresh grass forages. Proceeding of the New Zealand of Animal Production 47:13-16.
- 36) KRYSL, L. J.; HESS, B. W. 1993 Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. Journal of Animal Science 71 (9):2546-2555.
- 37) LACA, E. A. ; DEMMENT, M. W. 1996. Foraging strategies of grazing animals. The Ecology and Management of Grazing Systems. Chapter 5: 137-158.
- 38) MAYES, R.W.; LAMB, C.S.; COLGROVE, P.M. 1986. The use of dosed and herbage n-alkanes as marker for the determination of herbage intake. Journal of Agronomy Science.107: 161-170
- 39) MCDONALD, P; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J.F.D. 1986. Nutrición Animal. 3a. ed. Acribia. Capítulo 15 pp 321-371.
- 40) MCDONALD, P; EDWARDS, R. A; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A.; 1995. Nutrición Animal. 5^{ta} ed. Acribia. Capítulo 17 pp 393-407.
- 41) MCGILLOWAY. D. A.; CUSHNAHAN, A.; LAIDLAW, A. S.; MAYNE. C. S.; KILPATRICK, D J. 1999 The relationship between level of sward height

reduction in a rotationally grazed sward and short-term intake rates of dairy cows. Grass and Forage Science, 54: 116-126.

- 42) MILLER, T. K; HOOVER, W. H; POLAND, W. W; WOOD, J. R.; WOOD, R. W. 1990. Effects of low and high fill diets on intake and milk production in dairy cows. Journal of Dairy Science 73:9.

- 43) OLDHAM, J. D.; SUTTON, J. D. 1983 Composición de la leche y la vaca de alta producción. In BROSTER, W.H. and SWAN, H. Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. A.G.T. pp 84-180.

- 44) PATTERSON, D. M.; McGILLOWAY, D. A.; CUSHNAHAN, A.; MAYNE, C. S.; LAIDLAW, A. S. 1998 Effect of duration of fasting period on short-term intake rates of lactating dairy cows. Animal Science 66: 299-305.

- 45) PULIDO, R. G.; LEAVER, J. D. 2001. Quantifying the influence of sward height, concentrate level and initial milk yield on the milk production and grazing behaviour of continuously stocked dairy cows. Grass and Forage Science 56: 57-67.

- 46) RADICCIÓN, D.; TARANTO, V.; ZIBIL, S.; 1993. Efecto de la suplementación de vacas lecheras en pastoreo. I. Ambiente ruminal y composición de la leche. Tesis Ing Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo Uruguay. pp. 102

- 47) REARTE, D. H. 1992. Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. Balcarce, Argentina, Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria. Centro Regional Buenos Aires Sur. pp 94.

- 48) REARTE, D. H. 1998. Nutrición para una alta producción de leche
<http://www.Agroconnection-Lecheria-Nutricion para una alta producción de Leche.htm>
- 49) RINALDI , C., MATTIAUDA , D.; FAVRE , E. 1996. Uso de un disco de resistencia para la estimación indirecta de la cantidad de forraje. Primer congreso uruguayo de producción animal. pp 297-300.
- 50) ROBINSON, P. H; CHALUPA, W; SNIFFEN, C. J; JULIEN, W. E; SATO, H; FUJIEDA, T; WATANBE, K.; SUZUKI, H. 1999. Influence of postruminal supplementation of methionine and lysine, isoleucine, or three amino acids on intake and chewing behavior, ruminal fermentation, and mild and mild component production. Journal of Animal Science 77: 2781-2792.
- 51) ROVIRA, J., 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Hemisferio Sur. Capitulo 3 pp. 29-41.
- 52) RUGGIA, A. P.; URRICARIRT, V. E. 2002. Efecto del momento de la sesión de pastoreo sobre la digestión ruminal de vacas lecheras pastoreando praderas plurianuales en otoño-invierno. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. pp 101.
- 53) RUIZ, T. M; BERNAL, E; STAPLES, C. R; SOLLENBERGER, L. E.; GALLEAR, R. N. 1995. Effect of dietary neutral detergent fiber concentration and forage source on performance of lacting cows. Journal of Dairy Science 78 (2): 305-319.

- 54) SARWARD, M; FIRKINS, J. L.; EASTIDGE, M. L. 1992. Effects of varying forage and concentrate carbohydrates on nutrient digestibilities and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 75(6): 1533-1542.
- 55) SOCA, P. 2000. Efecto del tiempo de pastoreo y nivel de suplementación sobre el consumo, conducta y parámetros productivos de vacas lecheras. Tesis presentada como parte de los requisitos para obtener el grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias Mención Producción Animal. P.M. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela Post-grado pp 98.
- 56) SOCA, P.; BERETTA, V.; HEINZEN, M.; BENTANCUR, O. 2002. Effect of pasture height and control of grazing time on grazing behaviour and defoliation. dynamics of growing beef cattle. Estación Experimental M. A. Cassinoni, Ruta 3 km 363, Paysandú 60000, Uruguay.
<http://www.bsas.org.uk/meetings/occpdfs/mexico03/061.pdf>.
- 57) SOCA, P.; CHILIBROSTE, P.; MATTIAUDA, D. 1999. Effect of the moment and length of the grazing session on: 2. Grazing time and ingestive behaviour. In *Proceedings of international Symposium "Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology"*. Eds. Moraes, A., Nabinger, C., Carvalho, P.C., Alvez, S.J.; Lustosa, S.B. pp 295-298. Agosto 1999. Curitiba. Brasil.
- 58) STAKELUM, G.; DILLON, P. 1990. Dosed and herbage alkanes as feed intake predictors with dairy cows: The effect of feeding level and

frequency of perennial ryegrass. Paper M4 pp1-5. Proc of the VIIth European Grazing Workshop, Wageningen, Holland.

- 59) UNGAR, E. D. 1996. Ingestive Behaviour. The Ecology and Management of Grazing Systems. Chapter 7: 185-212.
- 60) URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Tomo 1. Clasificación de suelos. pp 83.
- 61) VAN VUREN, A. M; VAN DER KOELEN, C. J.; VROONS-DE BRUIN, J. 1986. Influence of level and composition of concentrate supplements on rumen fermentation patterns of grazing dairy cows. Netherlands Journal of Agricultural Science 34: 457-467.
- 62) WILKINS, R. J. 1988. Valor nutritivo de los ensilados. In Avances de nutrición 1987 Y de rumiantes. Haresign, W. 1988. Acribia, Zaragoza. pp 291-307.
- 63) ZIMMERMAN, C. A.; RADES, A. H. 1991. Effects of protein level and forage source on milk production and composition in early lactation dairy cows. Journal of Dairy Science 74 (3) pp 980.

9. ANEXOS

ANEXO N° 1 Rechazos del ensilaje durante la dosificación de alcanos.

Vaca	14-Jul	15-Jul	16-Jul
311	3.5	3.5	2.5
314	1	1.1	0
414	2.8	1.1	0.75
515	3.3	1.5	1
516	2.6	0.8	2.75
518	1.3	1.1	0.25
526	1.3	0.1	2.25
606	0.8	0.6	1.25
607	2.7	0.5	1
611	2	4.1	2.25
618	1.2	0.9	3.5
619	0.5	1.3	0.75
704	1.7	3.1	1.5
718	5	0	3.75
725	0.3	0.4	0.5
727	6.5	1.5	5.5
812	0.3	1.4	2.75
816	2.9	0	0

ANEXO N° 2 Tiempo dedicado a actividades de pastoreo y rumia (min.día⁻¹)

Tratamiento	Pastoreo	Rumia
2	257.5 a	386.58
3	201.5 b	421.79

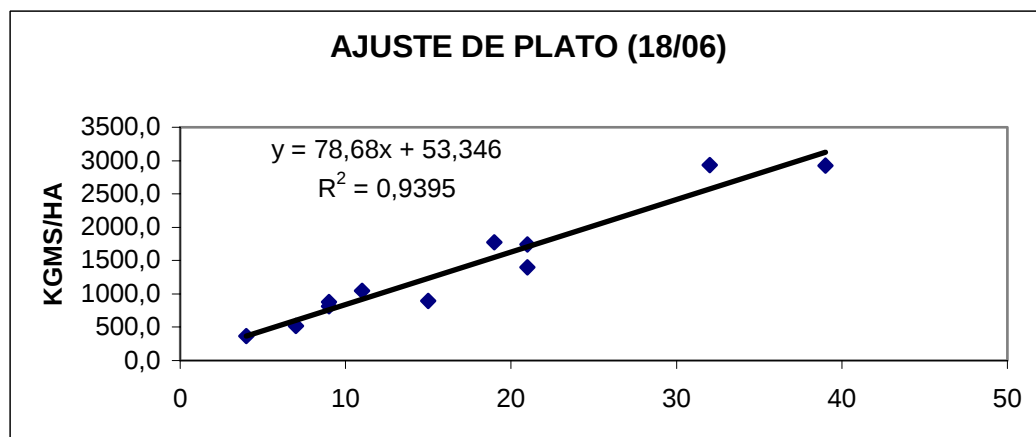
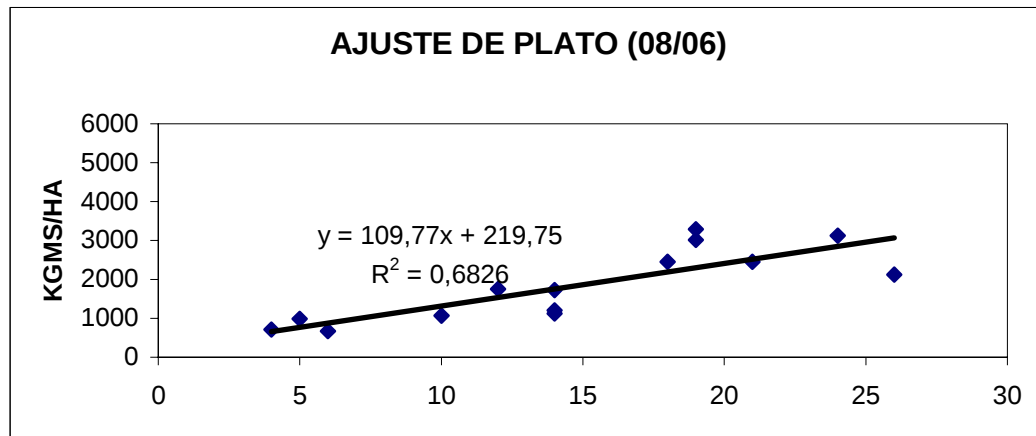
*Letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

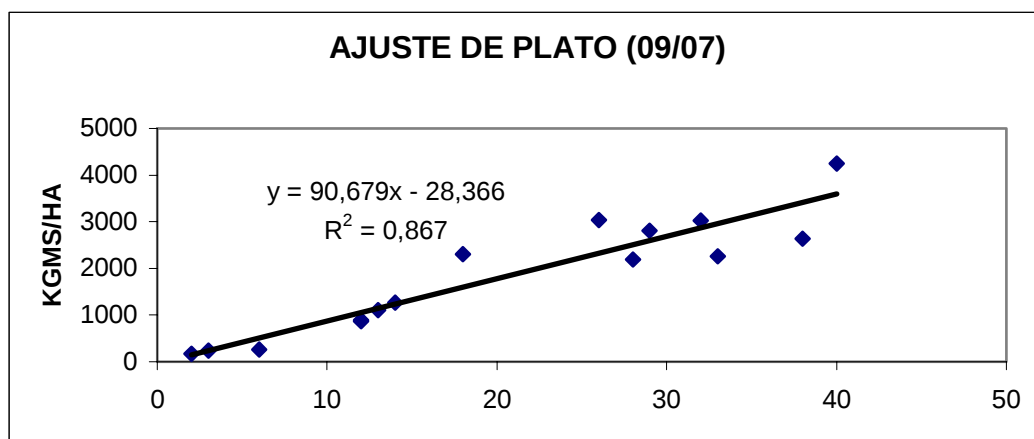
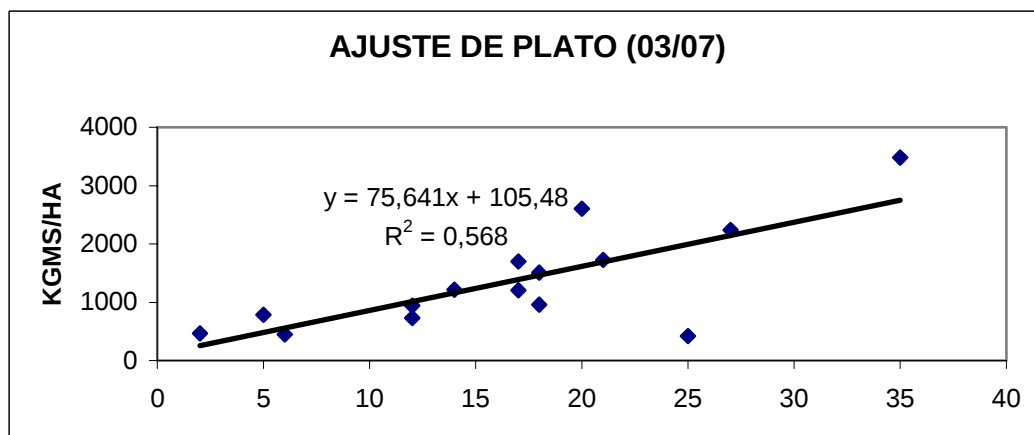
Nota: los datos hay que tomarlos con cautela, debido a que fueron las primeras experiencias en el uso de los “grabadores de comportamiento” y como se observa las vacas del tratamiento dos pastorearon por mayor tiempo que el largo de la sesión.

ANEXO N° 3 Características de los animales seleccionados al comienzo y final del experimento.

VACA	tratamiento	bloque	Parto	PV i	PV final	EC inicio	EC final
425	1	1	27-Mar	544	532	2,00	2,25
607	1	2	15-Abr	592	558	3,25	2,00
518	1	3	22-Mar	510	550	3,00	3,00
615	1	4	01-Abr	634	592	2,00	3,00
526	1	5	02-Abr	527	508	3,00	2,00
516	1	6	02-Abr	604	618	2,50	2,75
619	1	7	21-Mar	536	560	2,25	2,50
718	2	1	13-Mar	495	510	2,50	2,00
611	2	2	02-Abr	580	574	2,75	2,75
414	2	3	06-Abr	564	554	2,25	3,25
606	2	4	31-Mar	502	486	2,50	3,00
727	2	5	25-Mar	506	479	2,75	2,25
515	2	6	12-Abr	600	600	3,50	2,75
314	2	7	18-Mar	600	600	2,50	2,75
816	3	1	20-Mar	451	477	3,00	2,50
704	3	2	05-Abr	566	534	2,75	2,75
812	3	3	29-Mar	494	499	2,25	2,50
618	3	4	17-Abr	634	606	2,25	3,25
311	3	5	16-Mar	536	538	2,00	2,50
642	3	6	29-Mar	580	544	2,75	3,00
725	3	7	09-Mar	520	516	2,00	2,25

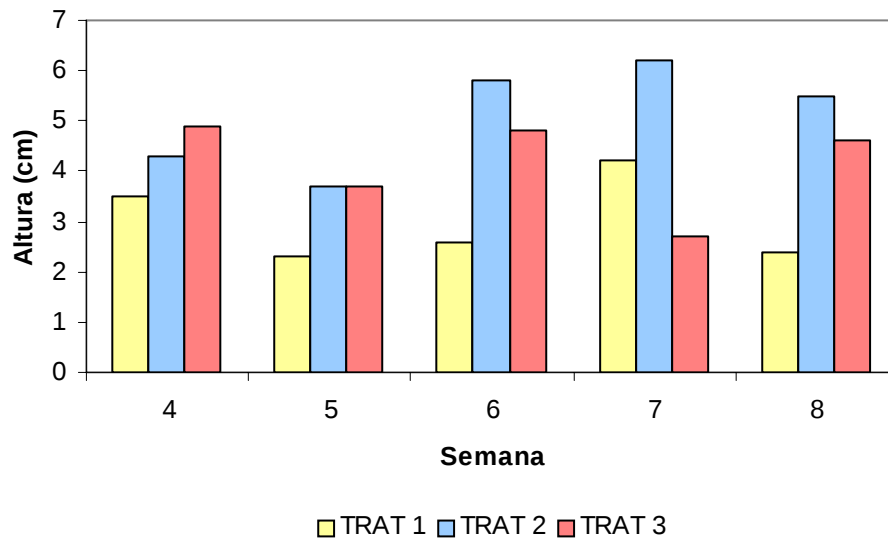
ANEXO Nº 4 . Regresiones para estimar el forraje asignado por semana.



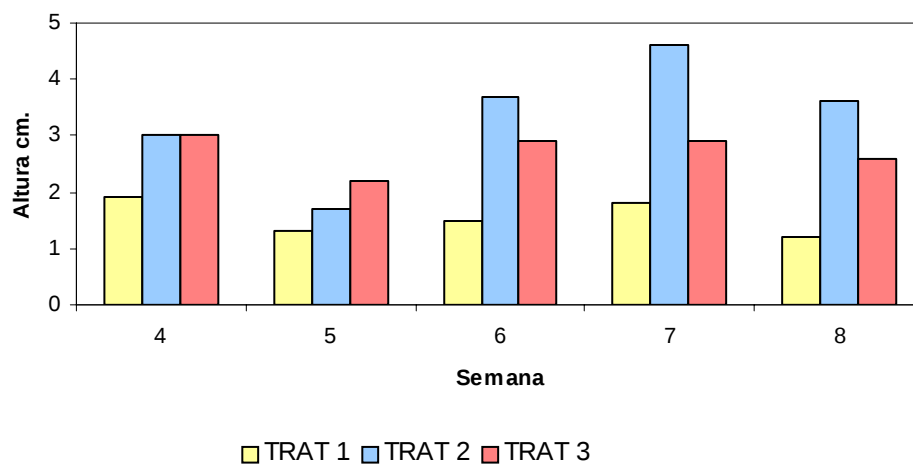


ANEXO N° 5 .Descripción del rechazo por altura promedio y por altura de máxima concentración.

Altura promedio del rechazo por tratamiento y por semana.



Altura máxima concentración del rechazo por tratamiento y por semana.



ANEXO N° 6 CONSUMO PROMEDIO (Kg MS/vaca/día).

*estimado con C₃₃:C₃₂

Dosis C₃₂: 646 mg/día

Fecha: 2/10/2002

	TRATAMIENTO	CONCENTRADO	ENSILAJE	PASTURA*	TOTAL MS
311	T3	6,09	4,1	7,2	17,4
414	T2	6,09	4,6	7,2	17,9
515	T2	6,09	4,5	5,4	16,0
516	T1	6,09	4,5	7,1	17,7
518	T1	6,09	4,8	9,4	20,3
526	T1	6,09	4,7	7,0	17,8
607	T1	6,09	4,7	9,7	20,5
611	T2	6,09	4,2	7,0	17,3
704	T3	6,09	4,4	6,6	17,1
727	T2	6,09	3,7	6,8	16,6
812	T3	6,09	4,6	6,9	17,6

DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA MATERIA SECA IN VIVO (DMS).

Fecha: 2/10/2002

*Estimada con C₃₅

VACA	TRATAMIENTO	DMS (%) *	CONSUMO TOTAL MS (kg/d)
311	T3	70,5	17,4
414	T2	66,6	17,9
515	T2	64,0	16,0
516	T1	68,7	17,7
518	T1	66,6	20,3
526	T1	66,6	17,8
607	T1	71,8	20,5
611	T2	65,4	17,3
704	T3	65,6	17,1
727	T2	68,5	16,6
812	T3	63,1	17,6

CONCENTRACIÓN DE ALCANOS (mg/Kg MS)

Fecha de análisis: 2/10/2002

muestra	c23	c25	c27	c29	c31	c32	c33	c35
ensilaje	2,23	3,18	14,89	24,42	32,31	2,89	28,31	6,21
concen	2,43	4,59	13,03	21,83	8,06	1,38	3,39	0,91
past-T1	3,80	14,52	48,72	100,29	156,86	6,61	88,77	6,74
past-T2	3,99	13,65	51,42	126,31	176,64	5,86	90,67	6,36
past-T3	4,56	11,70	44,59	95,83	165,59	6,96	89,07	6,98
311AM	5,38	20,78	43,52	95,64	197,93	103,41	123,27	15,78
311PM	4,56	11,84	50,04	113,87	207,29	130,63	131,92	15,98
414AM	3,67	13,55	62,99	123,86	185,24	120,60	126,82	13,48
414PM	3,53	9,80	41,15	82,89	155,40	124,70	108,67	13,30
515AM	3,34	10,81	46,73	98,96	174,65	119,15	113,04	11,09
515PM	4,70	15,71	50,03	103,64	162,87	126,79	110,17	12,44
516AM	3,94	15,37	70,07	148,80	192,48	109,34	129,31	14,66
516PM	4,17	10,70	44,75	93,02	172,40	116,33	116,73	14,76
518AM	3,56	14,65	63,44	156,09	218,31	87,51	132,87	15,04
518PM	3,05	12,57	56,41	132,41	180,28	93,12	112,73	14,08
526AM	5,01	11,71	45,51	99,88	204,95	124,09	129,99	14,49
526PM	8,25	15,93	46,81	91,77	163,40	100,45	113,46	13,06
607AM	6,17	17,79	63,75	129,17	223,59	95,38	145,46	17,09
607PM	6,69	21,76	56,61	107,21	202,56	106,99	135,01	17,50
611AM	3,84	11,21	49,32	112,03	195,83	103,45	122,11	12,97
611PM	3,72	10,71	45,07	105,97	168,44	105,58	105,89	12,45
704AM	4,25	10,16	39,16	89,13	171,60	101,30	109,96	12,92
704PM	4,45	10,40	44,28	95,93	175,89	116,17	114,64	14,00
727AM	7,50	17,09	55,33	121,08	232,09	122,05	143,78	14,46
727PM	3,74	10,32	40,95	92,00	189,18	127,32	120,14	13,02
812AM	3,88	11,53	47,65	96,35	161,75	107,49	108,67	11,79
812PM	3,56	12,21	56,09	121,46	170,30	106,99	120,80	13,58

ANEXO N°.7 Fluctuaciones del ph ruminal. Fuente Tesis Ruggia Urricariet

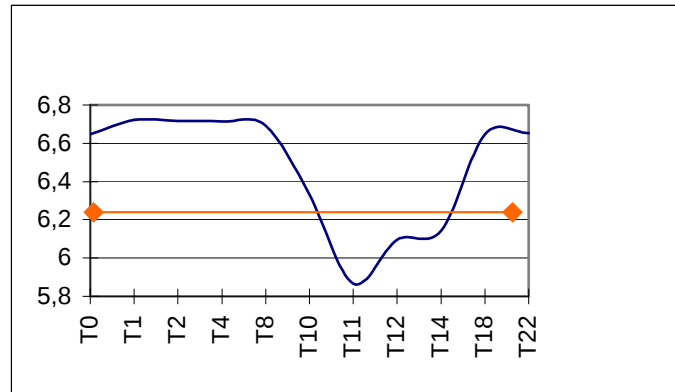


Figura 1 . Animales que ingresaron al pastoreo a las 7:00 (T 0) y pastorearon durante 4 horas.

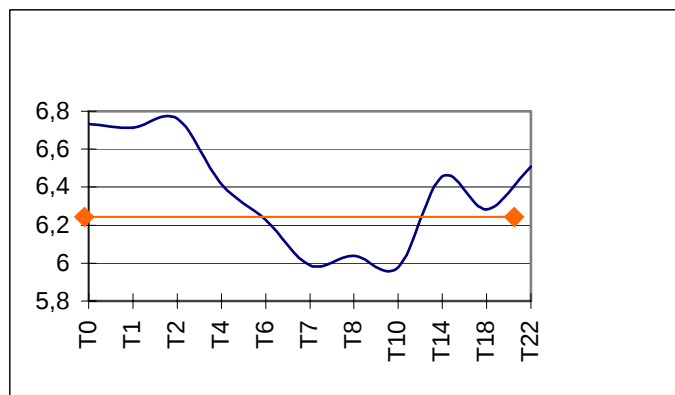


Figura 2 . Animales que ingresaron al pastoreo a las 11:00 (T 0) y pastorearon durante 4 horas.

ANEXO N° 8. Análisis estadístico para las variables productivas.

Producción de leche.

	GL	F	Pr>F
Bloque	6	4.78	0.0103
Tratamiento	2	1.96	0.1839
Semana	6	5.57	0.0001
Semana*trat	12	1.05	0.4067

Análisis de comparación entre tratamientos (prueba Tukey-Kramer)

Efecto	Trat	Trat	Diferencia	Error std	t	Pr>t
Trat	1	2	1.744	0.973	1.79	0.0982
Trat	1	3	1.575	0.970	1.62	0.1305
Trat	2	3	0.169	0.970	0.17	0.8646

Producción de leche corregida por grasa a 4%.

	GL	F	Pr>F
Bloque	6	4.32	0.0150
Tratamiento	2	6.25	0.0138
Semana	5	2.06	0.0787
Semana*trat	12	0.93	0.5068

Análisis de comparación entre tratamientos (prueba Tukey-Kramer)

Efecto	Trat	Trat	Diferencia	Error std	T	Pr>t
Trat	1	2	2.256	0.753	3.00	0.0111
Trat	1	3	2.355	0.748	3.15	0.0084
Trat	2	3	0.010	0.741	0.13	0.8952

Porcentaje de grasa

	GL	F	Pr>F
GIM	1	1.93	0.1848
Tratamiento	2	3.48	0.0573
Semana	5	7.20	0.0001
Semana*trat	12	1.12	0.3586

Análisis de comparación entre tratamientos (prueba Tukey-Kramer)

Efecto	Trat	Trat	Diferencia	Error std	T	Pr>t
Trat	1	2	0.386	0.181	2.13	0.05
Trat	1	3	0.456	0.188	2.42	0.03
Trat	2	3	0.070	0.184	0.38	0.71

Producción de grasa (Kg/día).

	GL	F	Pr>F
Bloque	6	2.17	0.119
Tratamiento	2	5.94	0.016
Semana	5	2.74	0.024
Semana*trat	10	0.96	0.482

Análisis de comparación entre tratamientos (prueba Tukey-Kramer)

Efecto	Trat	Trat	Diferencia	Error std	T	Pr>t
Trat	1	2	0.106	0.038	2.80	0.016
Trat	1	3	0.119	0.038	3.16	0.008
Trat	2	3	0.013	0.037	0.35	0.736

Porcentaje de proteína

	GL	F	Pr>F
GIM	1	37.92	0.0001
Tratamiento	2	0.79	0.4701
Semana	5	6.96	0.0001
Semana*trat	12	0.57	0.8325

Producción de proteína (Kg/día)

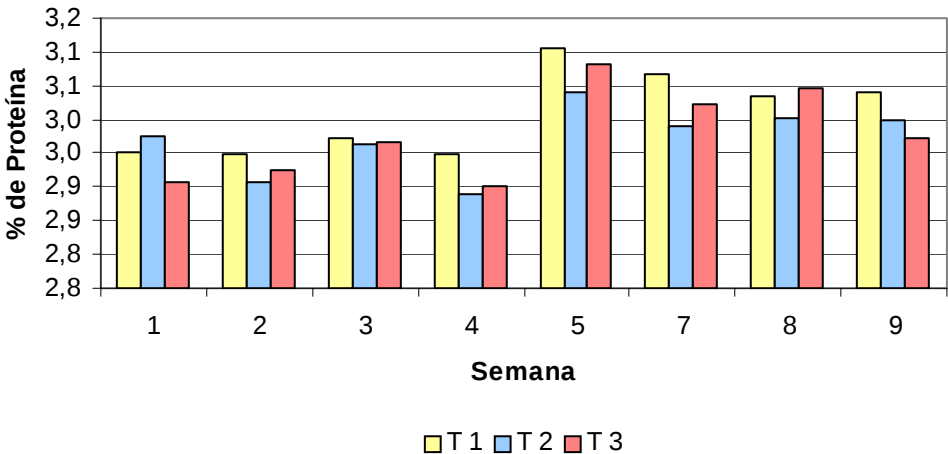
	GL	F	Pr>F
Bloque	6	2.59	0.0759
Tratamiento	2	2.68	0.1092
Semana	5	6.46	0.0001
Semana*trat	10	1.39	0.1977

Análisis de comparación entre tratamientos (prueba Tukey-Kramer)

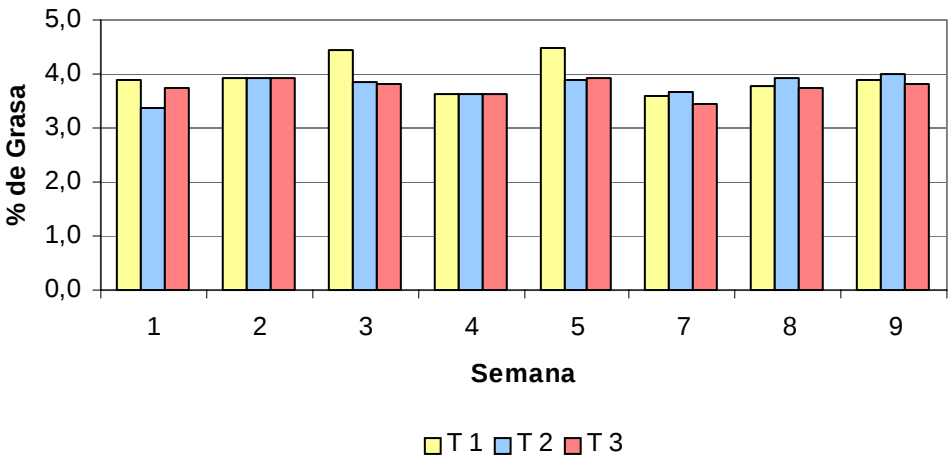
Efecto	Trat	Trat	Diferencia	Error std	T	Pr>t
Trat	1	2	0.0557	0.025	2.21	0.047
Trat	1	3	0.0428	0.025	1.71	0.11
Trat	2	3	0.0129	0.025	0.52	0.61

ANEXO N° 9 Producción y composición de leche por tratamiento según semana

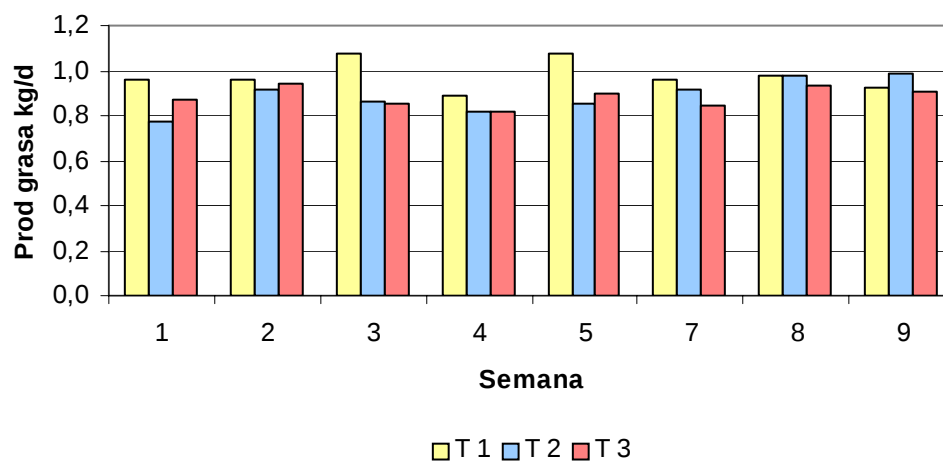
Porcentaje de proteína por tratamiento según semana.



Porcentaje de grasa por tratamiento según semana.



Producción de grasa diaria por tratamiento según semana.



Producción diaria de leche corregida por grasa por tratamiento según semana.

