UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EFECTO DE LA CARGA ANIMAL Y EPOCA DEL AÑO SOBRE LA CONDUCTA y PERFORMANCE DE VACUNOS EN PASTOREO DE *FESTUCA ARUNDINACEA*.

por

Guzmán GARCÍA CARRIQUIRY

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2006

Tesis aprobada por:

Director: _____
Nombre completo y firma

_____
Nombre completo y firma

_____
Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autor:

_____
Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, quienes son responsables aun de todas las oportunidades y gran parte de los frutos de mi vida, allanando el camino y apuntalando con principios, todo en su justa medida y posibilidad. Quienes me consideran verdadero hijo de la vida, pero han dejado impresa la huella de gente con ganas de luchar por un “Seamos realistas intentemos lo imposible”, bajo la consigna de “Siempre se pierde el 100% de los intentos que no se hacen” o un “vuelve a empezar”. Gracias.

A mi novia y compañera por su tiempo y dedicación no sólo en el apoyo emocional sino también en el trabajo. A mis hermanos siempre interesados en mi trabajo, intentando aportar lo que tienen a mano ó en mente para sumar en la construcción de este, mi-nuestro trabajo final.

Al establecimiento “La Invernada” por la oportunidad, el interés y atenciones brindadas durante el período de trabajo de campo, en especial al Sr. Abel San Martín.

Al profesor MSc. Pablo Soca, orientador de este trabajo, por su atención, tiempo y dedicación, gracias por dar el aporte con la precisión justa. A todos mis educadores desde mis comienzos en el jardín “El Chicharrón”, posteriormente en la escuela Nº 1 JP. Varela, en especial a mi maestra Griselda, a profesores y compañeros del Col. y Lic. San Miguel, y del Lic. Nº 1 JM. Campos, y por ultimo a docentes, funcionarios no docentes y compañeros de la Facultad de Agronomía de la U. de la R.

A la AeA donde el sentido de justicia como igualdad de oportunidades continua siendo un principio de base y donde se encuentra gente dispuesta a trabaja para mejorar lo que le tocó como educación, un lugar de formación y una casa donde he conocido gente gente y de donde me llevo muy lindos recuerdos. Especialmente agradezco a los compañeros con quienes pasamos momentos difíciles defendiendo la idea de que el internado en la EEMAC es una gran oportunidad la cual merece y debe ser tenida muy en cuenta como tal.

Gracias

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACIÓN.....II
AGRADECIMIENTOS.....III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....V

1.

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No. Página

Figura No. Página

Gráfica No. Página

1. INTRODUCCIÓN

Para el Uruguay son necesarias opciones forrajeras con persistencia y alta producción, condiciones que acotan las opciones básicamente a especies perennes y estrategias de manejo que lo permitan. Con este objetivo, se torna necesario comprender y desarrollar técnicas de producción y utilización que permitan obtener los rendimientos productivos buscados tanto animal como vegetal, con los materiales disponibles.

El análisis de registros de 37 predios lecheros del Uruguay, permitió identificar y cuantificar la importancia de la baja eficiencia en la producción y utilización del forraje. La elevada carga animal efectiva explicada por el desbalance en la rotación agrícola-forrajera, indicó que a nivel predial las pasturas perdieron potencial de producción por baja oferta, cantidad y altura, poco tiempo entre pastoreos y menor nivel de producción (Chilibroste et al., 2003). En síntesis la carga animal y el manejo define la intensidad o presión de pastoreo, productividad y utilización de la pastura.

En base a estos antecedentes, se lleva a cabo un convenio de trabajo entre la EEMAC y la empresa Wrighston Pass, con el objetivo de estudiar el impacto de la carga animal sobre la producción de forraje, carne y persistencia de la Festuca arundinacea cv Quantum en un sistema invernador.

Los experimentos que cuantifican la producción animal bajo pastoreo, logran captar y registrar variaciones en atributos de la pastura como la producción de forraje (tasa de crecimiento, cantidad de forraje a la entrada y salida del pastoreo) y performance animal (ganancia de peso y/o estado corporal). La conducta de animales en pastoreo puede ubicarse como un nexo funcional entre la estructura de la pastura y la ganancia diaria de peso vivo, lo cual permitió plantear como hipótesis que la descripción de la conducta en pastoreo contribuye a mejorar la explicación de los resultados productivos agregados.

La estrategia de pastoreo integra el efecto del estado interno del animal sobre el consumo de forraje, composición química de la dieta, conducta animal, y parámetros productivos, constituyendo información necesaria para interpretar resultados productivos

y plantear sistemas de manejo de pastoreo que mejoren la eficiencia de utilización de recursos (suelo-pastura-animal) (Soca et al., 2001).

Este trabajo se planteó con el objetivo de estudiar el efecto de la carga animal y subperíodo del año sobre atributos de la pastura, performance y conducta de vacunos en pastoreo de *Festuca arundinacea*.

Objetivos específicos:

a) Identificar patrones en la distribución espacial horizontal y temporal de la pastura colectados con el método de Rising Plate y su relación con la carga animal.
b) Describir las decisiones de los vacunos en el sitio y la estrategia diaria (cómo el animal distribuye su tiempo de pastoreo en búsqueda y elección de sitios de alimentación) de pastoreo.
c) Relacionar el comportamiento ingestivo (número de visitas, tiempo de estancia en el sitio, estimación de defoliación y tasa de bocado) con los atributos de la pastura sobre sitios individuales de la pastura, en los distintos momentos de la sesión de pastoreo para diferentes días y subperíodos.
d) Relacionar la performance animal con el comportamiento ingestivo y atributos de la pastura.

Hipótesis

La descripción conjunta en tiempo y espacio de atributos de la pastura (*Festuca arundinacea*) y el comportamiento animal de novillos en crecimiento, permite identificar estrategias de pastoreo y factores que afectan la decisión animal al momento de seleccionar los sitios de pastoreo, lo cual permite inferir que impacto tendrá el pastoreo a nivel pastura y animal.

- La carga animal afecta los atributos de la pastura (proporción de verde, composición botánica, cantidad de forraje y dinámica de la defoliación) los cuales explican el comportamiento animal en: Actividad (Pastoreo, Rumia y Descanso), tasa de bocado, número de animales pastoreando, ciclos y asistencia a los sitios.

- El patrón de conducta animal (animales pastoreando y tasa de bocado) según carga animal se encuentra relacionado con la estructura de la pastura y la performance animal.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.

2.1 ESTRATEGIA DE PASTOREO DE RUMIANTES

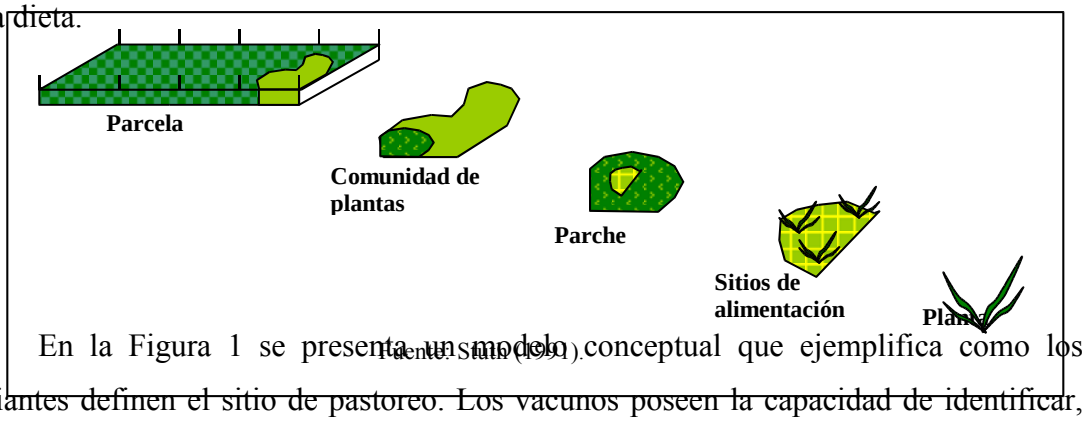
La estrategia de pastoreo presenta un patrón de jerarquías según las necesidades fisiológicas del animal, donde este prioriza la búsqueda de agua y sombra sobre sitios de pastoreo, determinando el punto de partida del pastoreo (Stuth, 1991). La selectividad animal es el componente principal en la estrategia de pastoreo.

2.1.1 Selectividad

Lo que el animal prefirió consumir define preferencia, mientras que selección es lo que el animal logra consumir frente a un ambiente con restricciones, es la preferencia modificada por el ambiente (Rutter, 2006).

La selectividad en pastoreo responde a otro patrón jerárquico, seleccionando a nivel parcela en comunidad de plantas, parche, sitio de alimentación, planta individual y parte de la planta (Figura 1).

Figura 1. Escala jerárquica empelada por el rumiante a pastoreo en la selección de la dieta.



Fuente: Stuth (1991).

En la Figura 1 se presenta un modelo conceptual que ejemplifica como los rumiantes definen el sitio de pastoreo. Los vacunos poseen la capacidad de identificar, establecer y ubicar los parches en los cuales sucederá activamente el pastoreo. La cantidad, tamaño y distribución de los parches va a repercutir en el patrón de pastoreo y ubicación en el espacio. La carga animal afectó las proporciones relativa de dichos parches con diferente utilización (Cid et al., 1998). Los herbívoros rápidamente aprenden o memorizan la distribución de los parches con alimento preferido dentro de la pastura lo cual puede aumentar fuertemente el éxito del pastoreo (Dumont et al., 2002).

2.1.1.1 Factores del animal y la pastura que afectan la selectividad

Ha sido propuesto que la estrategia de los animales a pastoreo se orientaría por una función que maximiza el consumo de nutrientes limitado en aquellas situaciones en las cuales los animales se vean restringidos o reconozcan costos concernientes a la disponibilidad del alimento (Wallis de Vries et al., 1994).

En el Cuadro 1 se presenta una síntesis de las teorías formuladas para explicar la selección de la dieta de animales a pastoreo.

Cuadro 1. Descripción de principios teóricos planteados para explicar la selectividad del animal en pastoreo.

Teoría	Objetivo	Mecanismo	Consecuencia
Máximo consumo	Optimización de consumo (Krebs et al., 1984).	Incremento en la **tasa de consumo** y disminución del período de pastoreo. (Dove et al., 1996)	Mejoras en la eficiencia y habilidad de cosecha para maximizar la tasa de consumo. (Kenney et al. 1984, Forbes et al. 1995).
Balance nutricional de la dieta.	Obtener una dieta balanceada (Westoby, 1974)	Los animales poseen **experiencia** en el **conocimiento** nutricional de los alimentos que les permite realizar la mejor opción en función de su condición fisiológica y ambiente ruminal (Provenza et al., 1990)	Permite seleccionar un correcto balance de nutrientes y evitar aquellos que causan toxicidad (Forbes et al., 1995).
Aprendizaje.	Selecciona para mantener el **balance** de energía y evitar alimentos que generan rechazos.	El **aprendizaje** a través de los hábitos de consumo modifican por medio de **efectos posingestivos** positivos o negativos, el lugar donde nació, creció y la interacción social.	Permite desarrollar la habilidad de modificar su comporta-miento ante situaciones de rechazos y preferir alimentos que permitan mantener los niveles de energía.
Señales postingestivas al Sistema Nervioso Central.	Selecciona hasta lograr **saciado**. (Provenza et al., 2003)	**Señales** provenientes de receptores químicos, mecánicos y osmóticos, ubicados en el **TGI e hígado**, también intervienen metabolitos y hormonas en sangre.	Logrado un nivel de saciedad, cese del consumo.
Experiencia adquirida.	Optimizar la selección.	La experiencia adquirida a lo largo de los años.	Mejora la habilidad de cosecha del alimento y optimiza la selección.
Consumo eficiente (Provenza et al., 2003)	**Maximizar el consumo de energía** por unidad de esfuerzo.	Consume la mayoría de los alimentos que conocieron en su alimentación temprana.	Optimizan el consumo de nutrientes y toxinas, **previa experiencia** con las mezclas ofrecidas.
Valor Marginal MVT (Sibbald et al., 2003)	Máximo beneficio (energético) en la alimentación.	Abandona la zona una vez que el costo de moverse es menor que el beneficio de quedarse pastoreando.	Define si permanece de a cuerdo a la relación costo beneficio a la que llega.

¿Los animales prefieren el trébol blanco (*Trifolium repens*) por aumentar la tasa de consumo o la tasa de consumo aumentó debido a que la leguminosa fue el forraje preferido por los animales?. Experimentos orientados a conocer la selectividad de cabras concluyeron que ésta se orientó en base a forrajes que maximizan la tasa de consumo (Rutter et al., 2004). No obstante se ha constatado que los animales seleccionan parches con baja disponibilidad, los cuales poseen pastura con mejor concentración de nutrientes, reducción en el tamaño de bocado e incremento en la tasa de bocado (Wallis de Vries et al., 1994) (Teoría de Consumo eficiente, Cuadro 1). Sin embargo vacas lecheras bajo

pastoreo de Raigras perenne (*Lolium multiflorum*) dieron más bocados y aumentaron el tiempo de residencia en sitios de pastoreo con mayor altura, lo que a corto plazo a sido interpretado como una estrategia de optimización de la relación entre el consumo de nutrientes y costo energético de cosecha de forraje (Griffith et al., 1996). Es posible suponer que existe en este ultimo caso una limitante en el tiempo dedicado al pastoreo, con períodos de ayuno y una fuerte demanda de nutrientes, lo cual establece presión sobre "maximizar el consumo" de energía (Selección por señales postingestivas al Sistema Nervioso Central, Cuadro 1).

Si el tiempo diario de pastoreo no resulta limitado, el vacuno maximiza el consumo diario de energía mediante la selección de alta digestibilidad y menor variabilidad eligiendo mayoritariamente parches bajos (Wallis de Vries et al., 1994). Esta estrategia de pastoreo podría resultar compatible con la maximización del consumo de nutrientes digestibles (Laca et al. 1995, Cid et al. 1998). El rebrote de los parches con alta utilización de forraje es preferido antes que la vegetación madura de las áreas con baja utilización.

¿CÓMO LOGRAN PERCIBIR?

Los animales poseen receptores de gusto, olor y tacto que interactúan con los receptores viscerales de modo que el feedback de la interacción, vía neuronal, facilita la discriminación entre alimentos (Provenza, 2003).

La preferencia por alimentos con mayor porcentaje de proteína o energía es gobernada en parte por el estado interno y nutricional de los rumiantes. Este balance afecta la tasa de producción de "producto final" de la fermentación, por parte de los microorganismos del rumen, como ácido orgánico y amonio (Provenza, 2003). La diferencia entre gramíneas y leguminosas resultó de la proporción relativa de nutrientes que estos contienen, las leguminosas con elevados niveles de N en relación al C respecto a las gramíneas (Rutter, 2006). La simulación de fermentación ruminal demostró que el nivel óptimo para maximizar la síntesis de proteína microbiana se obtuvo con 70-30% leguminosas-gramíneas (Merry et al., 2002). Similares niveles de consumo de leguminosas promediaron las observaciones de preferencias en rumiantes a pastoreo

(Rutter, 2006) (Anexo 2). Esto soporta la hipótesis de que los rumiantes consumen dieta mezcla dirigida a suministrar un correcto balance de nutrientes (principalmente C y N) al rumen como forma de optimizar la eficiencia en la síntesis de proteína microbiana (Rutter, 2006).

La velocidad con que logran aprender los animales dependerá de la magnitud y tiempo que duró el disturbio que afectó el estado interno. Un joven rumiante es capaz de recordar si un alimento a provocado consecuencias postingestivas positivas o negativas por al menos uno a tres años, no habiendo exposición a este alimento, aun así, en algunos casos la asociación se perdió en una semana (Kyriazakis et al., 1999).

Este estado interno puede ser afectado en el corto y largo plazo (tiempo necesario para que los efectos de una opción incorrecta sean detectados), el primero afectado por metabolitos y hormonas durante el día, cambios que pueden ocurrir por eventos de alimentación u otros, en horas, y que a su vez pueden modificar la siguiente comida. En el largo plazo se reflejan cambios fisiológicos como el crecimiento o fases del ciclo reproductivo del animal y puede ocurrir en meses o años (Kyriazakis et al., 1999).

En selección por aprendizaje, conociendo la preferencia por el trébol blanco de las ovejas, se detectó que ovejas con ayuno previo al pastoreo tuvieron menor preferencia por la leguminosa que aquellas sin ayuno. Este efecto se explicó por acción de la memoria o aprendizaje de los animales con respecto a timpanismo asociado a elevado consumo de leguminosas. Los animales por tanto diluyeron la dieta incluyendo más gramíneas para evitar dicha condición (Rutter, 2006).

¿POR QUE MEZCLAN EL ALIMENTO?

Puede estar relacionado con la tasa de gratificación que generan las diferentes proporciones de alimentos y la necesidad de mantener efectiva la función del rumen (Rutter et al., 2004). Es probable que animales consumiendo solamente leguminosas sufran una reducción en la eficiencia de digestión del forraje comparado con aquellos animales que consumieron algo de gramínea (Rutter et al., 2004). Los animales minimizan la necesidad de pastorear en la noche, pastoreando forraje con reducida tasa de digestión y pasaje (Penning et al. 1998, Rutter et al. 2004).

La similitud en el patrón diurno y la parcial preferencia por leguminosas entre ovejas lactando y vacas lactando a pesar de las diferencias en edad y estado fisiológico, sugiere bases biológicas comunes para explicar la selectividad de ambas especies (Parson et al. 1994, Rutter et al. 2004),

El mecanismo de selección de la dieta empleado por los animales y el motivo por el cual los animales incluyen gramíneas en sus dietas cuando tienen la posibilidad de no hacerlo, se asociaría con la evolución de la especie, donde se mantuvieron individuos con flora microbiana de gran espectro, la cual les permitió digerir diversos alimentos durante periodos de restricción severa. Las dietas en base a leguminosas (con bajo contenido en fibra) cambian la población de microorganismos del rumen y la habilidad del animal para digerir fibra es menor comparado con aquellos animales que mantuvieron gramíneas en su dieta (Rutter, 2006).

El cuadro 2 se presenta un resumen de los factores de la pastura relacionados con la selectividad.

Cuadro 2. Factores de la pastura implicados en la selectividad.

Fracción seleccionada	Generalidades	Autor	Resultado
Especies	Los animales en pastoreo seleccionan entre especies de plantas.	Parsons et al. (1994)	Encontraron que ovejas prefieren inicialmente leguminosas y posteriormente a lo largo del día gramíneas.
		Seman et al. (1999).	Existe más selección por novillos en pasturas mezclas de Alfalfa y Festuca, que en monocultivo, evidenciado por incremento en el Tiempo de pastoreo (Diferencias No Significativas).
		Rutter et al. (2004).	Vacas lecheras consumieron más leguminosas en la mañana y mayor porcentaje de gramíneas en la tarde, indicó preferencia.
Parte de la planta	Prefieren ingerir hojas ante tallos.	U de la R. Morales, A.	Establecieron que prefieren consumir hojas nuevas antes que viejas y estas antes que tallos.
	Prefieren ingerir rebrotes ante material maduro.	Cid et al. (1998).	Prefieren comer rebrotes en parches pastoreados intensamente antes que material maduro pastoreado con menor intensidad.

ión personal.

sitiva y alta retroalimentación posingestiva sobre el consumo y viceversa cuando la retroalimentación

es negativa (Provenza et al., 2003). Se infirió que la tasa de retroalimentación posingestiva está en función de la calidad nutricional de la pastura y la tasa de consumo.

Los animales habitualmente seleccionan especies o parte de plantas con mayor valor nutritivo que el promedio general ofrecido (Rabotnikof et al., 2005). De este modo el valor nutritivo de la pastura y dieta seleccionada fue positivamente asociada (Sollenberger et al., 2001).

La calidad y el estado fisiológico del alimento son más importantes que las propiedades físicas al momento de seleccionar. Frente a alimentos de similar calidad la estructura se vuelve importante al momento de realizar la elección (Provenza et al., 2003).

En animales que seleccionaron de forma restringida debido al costo de búsqueda, no se observó que seleccionaran especies dentro de los parches, debido a esta observación puede inferirse que la especie no tiene el peso que si tiene la estructura de la planta en la selección, siendo la selección, en este caso, poco pronunciada pero consistente (Wallis de Vries et al., 1994).

En gramíneas, el peso de bocado fue negativamente asociado con la selección de la dieta, lo cual implicaría que el peso de bocado propendió a funcionar como el mediador entre características del canopeo y la tasa de consumo en el corto plazo (Sollenberger et al., 2001).

2.1.1.2 Interacción social y distribución del alimento

Frente a una pastura que presenta parches, el espaciado de los animales dentro del grupo podría ser afectado por la selección de la dieta e interrelación social. La conducta social mantiene cierta flexibilidad, la presencia de parches en la vegetación provocó en el animal la necesidad de elegir entre mantener la distancia entre animales o alterarla para pastorear la pastura preferida. Dicha opción puede agravarse cuando los parches se encuentran distantes y el pastoreo de estos implica el traslado de todo el grupo ó cuando los parches son pequeños y su distribución provoca encuentros agresivos de los animales mas dominantes (Sibbald et al., 2003).

Bajo pastoreo de vacunos y ovinos en pastoreo, donde se generaron parches de diferente tamaño y distribución, se encontró que en los parches pequeños (3*3 m) se dificulto el acceso de todos los animales debido a que en la interacción social se estableció dominancia y algunos animales quedaron relegados a los bordes de dichos parches. Cuando los sitios de preferencia fueron mas agregados los animales aumentaron la concentración de pastoreo y por ende denotaron una mayor preferencia (Dumont et al., 2002). Las ovejas visitaron los parches de forma frecuente y durante cortos periodos, lo cual sugiere que los animales eran sacados de los parches como resultado de la competencia (Sibbald et al., 2003). Los resultados de este trabajo muestran interacción entre el comportamiento social y de pastoreo en pasturas heterogéneas (Sibbald et al., 2003).

El tiempo de residencia de vacunos u ovinos fue mayor cuando los parches estaban mas distantes y el promedio del tiempo de residencia incremento a través de las dos horas de evaluación, lo cual indica que una vez reconocida el área se concentra el pastoreo en las zonas de preferencia (Sibbald et al., 2003).

Las mayores distancias entre animales estuvo dada con distancias intermedias y grandes entre parches de la pastura, y no evidenciaron diferencias los tratamientos sin parches y parches a corta distancia (Sibbald et al., 2003).

La tasa de bocado fue mayor en los parches comparada con la del resto del área, pero no hubieron diferencias entre tratamientos (Sibbald et al., 2003). Dicha conducta pone de manifiesto que aun bajo diferentes distribución de los parches la estrategia de defoliación mantiene un mismo patrón debido a que son similares las características de la pastura de los tratamientos y el área que ocupan.

El tiempo de residencia en los parches a sido relacionado inversamente con la distancia entre los parches para ganado vacuno (Sibbald et al., 2003). Tanto vaquillonas como ovejas, a medida que los parches fueron mas agregados la opción por los parches fue mas sincronizada y el índice de selección por Raigras fue mayor cuando este fue menos abundante. Los parches mas agregados alterarían tanto el costo de explorar, buscar y ubicar el alimento (Dumont et al., 2002).

2.1.2 Patrón de actividad

La conducta en pastoreo se caracteriza por alternar durante el día, pastoreo, rumia, descanso y actividad social (Phillips, 1989), lo que permite definir al pastoreo como un proceso integrado en diferentes escalas de tiempo y espacio (Demment et al., 1994).

Los vacunos exhiben un patrón diario básico de comportamiento en pastoreo, el cual varía en función de la calidad del forraje, balance térmico y estabilidad del forraje suministrado y con el nivel productivo de los animales (Hodgson 1990, Stuth 1991, Pulido et al. 2001).

El estado interno del animal, atributos de la pradera (cantidad y heterogeneidad), nivel y tipo de suplemento, determinan la estrategia de pastoreo diaria empleada por vacas lecheras, para la obtención de nutrientes en ecosistemas pastoriles (Gibb et al., 1997).

Los patrones que fueron establecidos en condiciones de pastoreo continuo distinguieron tres o cuatro sesiones importantes de pastoreo durante la mañana temprano y final del día (Rook et al. 1994, Gibb et al. 1997). Los períodos de inactividad pueden darse por digestión, conservación de la energía o para evitar predadores (Rutter, 2006). Los animales evitan pastorear de noche para no exponerse a predadores y pastorean en las últimas horas del día para abastecer el rumen de alimento. Aunque los animales domésticos como ovejas y ganado vacuno son normalmente protegidos de los predadores y su domesticación a llevado a disminuciones en el comportamiento anti-predadores (Mignon-Grasteau et al., 2005), estos exhiben estrategias para evitarlos y son similares a los animales silvestres (Rutter, 2006). La presencia de luz debido a la luna brillante a mostrado aumentos en la proporción del pastoreo ocurrido en la noche por vacas lecheras y búfalos (Rutter, 2006). Esto sugiere que la escasez de pastoreo en la noche es en alguna medida directamente relacionado al bajo nivel de iluminación, y por ende no es totalmente explicado por las necesidades de digestión o conservación de energía de por si (Rutter, 2006).

Otra posible explicación puede ser el mayor contenido de carbohidratos (CHO'S) en la pastura en horas de la tarde, provocando que esta sea mas apetecida por los animales. Ovejas presentaron un patrón de preferencia de alimento en horas del día mostrando que la preferencia por pastura en estado reproductivo aumentaba en horas de la tarde. El forraje en estado reproductivo posee mayor contenido de fibra cruda que el forraje vegetativo, manteniendo la hipótesis de que las ovejas buscan dietas con alta concentración de fibra en la tarde (Dumont et al., 1995). Dicho estudio ayuda a desestimar la alternativa planteada que explica el patrón diurno de preferencias de forraje basado en los cambios ocasionados en el contenido de carbohidratos solubles en agua de la pastura (Rutter, 2006).

En un experimento con novillos, el tiempo diario de pastoreo no difirió significativamente entre pastorear Alfalfa y Festuca en monocultivo, o mezclas. Si bien existió una tendencia a aumentar el tiempo de pastoreo (TP) en las mezclas, se encontró que los animales pastoreando Alfalfa pura y mezclas con 2/3 de Alfalfa presentaron un patrón de pastoreo de corta duración y frecuente, mientras que mezclas con 1/3 de Alfalfa y Festuca pura tuvieron un patrón de pastoreo diferente en el cual realizan tres comidas espaciadas con intervalos de 8 hs. (Seman et al., 1999) (Anexo 3). Las características del alimento que logran consumir los animales afecta el patrón de pastoreo, si bien en este caso no se identifican cuales factores son los causantes de dicha diferencia sí se logró relacionarlo con el tipo de alimento.

A medida que los parches de Raigras fueron mas agregados, el número de turnos de pastoreo en estos disminuyo y el promedio de tiempo de estos turnos incremento (Dumont et al., 2002).

Vacas lecheras incrementaron el tiempo destinado al pastoreo diurno en los animales de más producción, pero dicho aumento no se correlacionó con la caída en la tasa de bocado en el día, debido a estas variaciones se explicó el incremento en el consumo. También observaron que el aumento del tiempo de pastoreo de las vacas mas productoras, provocó una disminución significativa del tiempo destinado a descanso (tanto paradas como echadas) (Pulido et al., 2001).

Ovejas pastoreando Raigras mostraron una caída en el tiempo de pastoreo acumulado dentro de los parches durante la sesión (Sibbald et al., 2003) (Anexo 3).

El tiempo dedicado por las vacas lecheras a pastorear y rumiar fue mayor al 60% del día (más de 14 hs) (Pulido et al., 2001), concordando con lo reportado por Stockdale et al. (1983), Hodgson (1990). En la actividad animal el tiempo de rumia (TR) se encontró mayor en vacas mas productoras comparado con vacas menos productoras pero solo fue significativo durante la noche (Pulido et al., 2001) (Anexo 3). Los animales a medida que transcurre el pastoreo buscan más y caminan más lo que provoca menor tasa de bocado (Soca et al., 2001).

Día a día dentro de una misma parcela, los animales reducen el tiempo de pastoreo debido a que disminuye la digestibilidad del forraje y baja la tasa de pasaje (Stuth, 1991).

Menor calidad (mayores proporción de fibra) de la pastura disponible (campo natural mejorado con *Lotus Subbiflorus*) dificultó la aprehensión de forraje verde por los animales desestimulando el pastoreo (Patiño et al., 2003).

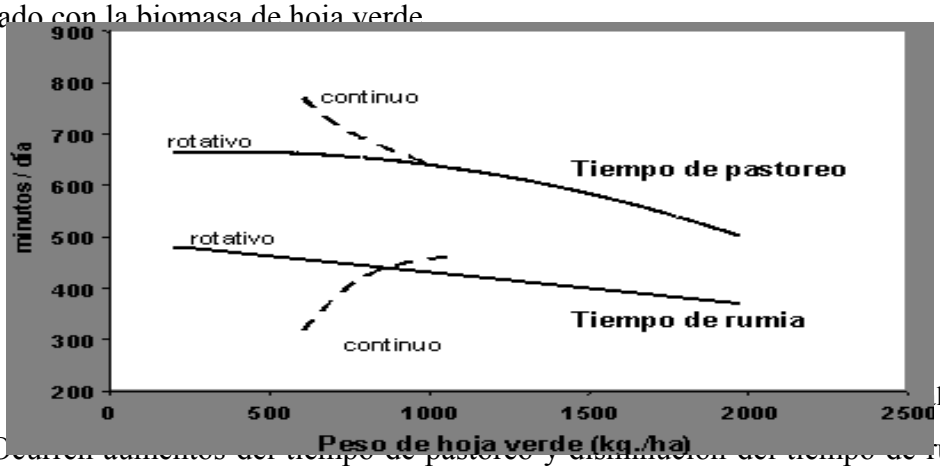
Fue encontrado un patrón similar al mencionado sobre el tiempo de pastoreo, aunque se observó mayor tiempo de pastoreo el segundo día disminuyendo progresivamente hasta igualarse el primer y quinto día. El comportamiento del primer día se adjudicó a un período de acostumbramiento (Seman et al., 1999) (Anexo 3).

Ante una reducción en la altura de la pastura y o incremento de los requerimientos por lactancia, el mecanismo de compensación empleado para lograr igualar la cantidad de forraje consumido resultó en un incremento del tiempo dedicado al pastoreo. Con niveles críticos de altura y/o requerimientos muy elevados, no existen adaptaciones posibles, el animal tiende a detener el pastoreo al detectar una relación desfavorable entre costo de cosecha y consumo de energía (Rook et al., 1994).

El tiempo de pastoreo aumentó hasta estabilizarse en condiciones de pastoreo rotativo, y continuó aumentando progresivamente en pastoreo continuo, a medida que disminuye el peso de hoja verde. A partir de 1000 Kg. de hoja verde, disminuye tiempo de pastoreo y el tiempo de rumia en ambos sistemas de pastoreo (Penning et al., 1994).

Ante una defoliación progresiva y su disminución de hojas verdes, provocaron una disminución del apetito y una reducción en el tamaño de bocado y tiempo de pastoreo (Chacon et al., 1976); similares resultados fueron encontrados por (Hendricksen et al. 1980, Seman et al. 1999). En la gráfica 1 se presentan las variaciones del tiempo de pastoreo y tiempo de rumia para dos sistemas de pastoreo, con relación al peso de hoja verde existente.

Gráfica 1. Tiempo de pastoreo y rumia en pastoreo continuo y rotativo relacionado con la biomasa de hoja verde



l. (1994).

Ocurren aumentos del tiempo de pastoreo y disminución del tiempo de rumia al reducir los Kg /ha de hoja verde en pastoreo continuo (Penning et al., 1994).

En un experimento donde los novillos pastorearon Festuca y realizaron elevado consumo de fibra detergente neutra (FDN), se detectó mayor tiempo destinado a rumia comparado con el consumo en base a leguminosas (Seman et al., 1999). Ovejas maduras presentaron menor tasa de rumia y mayor tasa de breakdown pastoreando leguminosa vs Raigras perenne (Penning et al., 1991).

La proporción de hoja verde o masa de hoja verde fue positivamente asociada con el peso de bocado y con la dieta que fue seleccionada por el animal, entretanto la proporción de hojas secas fue negativamente asociada con la dieta seleccionada y la proporción de tallos negativamente asociada con el volumen de bocado (BV). La densidad del canopeo fue negativamente asociada con el numero de recorridos de la lengua, BV, y peso de bocado (Sollenberger et al., 2002).

El peso de bocado funcionó como mediador entre las características de la pastura y la tasa de consumo en el corto plazo (Sollenberger et al., 2002).

2.1.2.1 Condicionantes de la estrategia de pastoreo

En ganado lechero la tasa de bocado pos ordeñe no varió significativamente (52 bocados por minuto), pero cuando se realizó la sesión de pastoreo tarde en la mañana, se observó que las vacas maximizan la cosecha de forraje en la tarde donde conjugan una alta tasa de bocado (59 vs. 47 bocados por minuto en PM y AM respectivamente) con la sesión de pastoreo mas extensa, la alta tasa de consumo se explicó por una manipulación y masticación mas rápida (Chilibroste, 2002).

Durante la sesión de pastoreo la tasa de bocado se reduce, la reducción resultó inferior en animales con mas tiempo de ayuno (Soca et al., 2001).

Vaquillonas con ayuno nocturno, exhibieron alta tasa de consumo en la primera hora de pastoreo con menor selección de dieta, y una disminución progresiva en la segunda y tercera hora de pastoreo (Dougherty et al., 1987).

El ayuno y posterior pastoreo en una pastura de buena calidad provocaron incremento en la tasa de consumo, tamaño de bocado y tasa de bocado. El incremento en la tasa de bocado se asoció con la reducción en la proporción del tiempo dedicado a la selección del forraje, y no al incremento en el número de movimientos mandibulares totales (MMT) (Soca et al., 2001).

El largo de la primera sesión de pastoreo de vacas con 16.5 vs. 2.5 hs de ayuno fue mayor (Chilibroste et al., 1997), también se observó que vacas restringidas a pastorear durante la noche tuvieron una sesión vespertina de pastoreo significativamente mas larga que las vacas que pastorearon día y noche (219 vs. 80 min., respectivamente) (Soca et al., 2000).

El ayuno de novillos fistulados no afectó la calidad de la dieta seleccionada (Fisher et al., 1989).

Durante los períodos de estrés térmico, los animales reducen el pastoreo de la tarde incrementando las horas dedicadas a este temprano en la noche, resultados

similares fueron encontrados en la literatura (Forbes et al. 1995, Patiño et al. 2003), a diferencia de lo que sucede en invierno que acumulan mas horas en la tarde, y en primavera distribuyendo mas equitativamente las horas de pastoreo durante el día (Stuth, 1991).

La suplementación en pastoreo altera el comportamiento, provocando menor tiempo de pastoreo diurno, tiempo de rumia, tasa de bocado, numero de bocados totales, mayor tiempo dedicado a caminata y descanso, liberando mas tiempo para selección del alimento (Patiño et al., 2003).

2.1.3 Características de la pastura asociada a la conducta de vacunos en pastoreo

Las características físicas de la pastura afectan el consumo en forma directa a través del peso de bocado y la tasa de bocado, e indirectamente a través del tiempo de pastoreo (Provenza et al., 1999). Estas características son el principal factor determinante de los cambios en el consumo y la selección en el corto plazo.

Existen limitantes desde la pastura sobre el pastoreo, las cuales pueden variar a lo largo de la sesión de pastoreo, pueden evitar o prevenir el inicio de la defoliación o la defoliación del rebrote, provocada por características del canopeo o de las especies de plantas que lo integran (Sollenberger et al., 2001). Debido a que estas restricciones pueden afectar el comportamiento ingestivo a través de cortos periodos de tiempo, estos pueden ser suficientemente libres de anular el uso de los componentes del comportamiento ingestivo para una satisfactoria estimación del consumo de forraje diario (Sollenberger et al., 2001).

Considerando pastoreo rotativo y continuo, ante un aumento en la presión de pastoreo, aumentará la proporción de vaina ingerida en el primero, mientras que en el caso de pastoreo continuo sobre Raigras perenne el consumo consistirá principalmente en hojas, a su vez dicho contraste entre ambos métodos aumentará a medida que aumente la presión de pastoreo. Estas diferencias podrían alterar el tiempo de rumia restando o dejando libre tiempo para pastoreo (Wade et al., 2001). Hodgson (1990)

encontró similitudes entre ambos métodos particularmente en términos de niveles de consumo diario y de producción o performance animal.

Evidentemente cuando tratamos de analizar con profundidad los factores que realmente determinan los niveles de consumo bajo pastoreo, tenemos que buscarlos mas allá, tanto de la digestibilidad, como de la altura de la pastura, ganando terreno las características morfológicas de la pastura (Wade et al., 2001).

Con alta carga animal se generó menor heterogeneidad en la pastura, provocando áreas con menor biomasa por unidad de superficie, mayor concentración de nitrógeno y densidad de biomasa viva, comparado con baja carga animal (Cid et al., 1998). La heterogeneidad se vio perjudicada al sobrepasar un umbral de carga crítico, donde se provocó sobrepastoreo en las áreas de alta utilización, quedando las áreas de pastoreo restringido acotadas a pastura con heces ó cardos, lo cual provoco caída en la ganancia de peso de los animales (Cid et al., 1998). Con baja carga animal, se generaron parches que permanecieron estables a lo largo del tiempo, ya que los animales retornaron repetidamente a esas áreas intensamente utilizadas. Esta conducta reforzó la idea de que a bajas y moderadas densidades de carga animal los vacunos pueden generar un beneficio nutricional pastoreando en manchones (Cid et al., 1998) (Anexo 3).

La calidad de una pastura de monocultivo de Festuca a lo largo de cinco días tuvo menor variación comparada con alfalfa pura y sus mezclas, debido principalmente al propio habito de crecimiento y estructura de las plantas que componen la pastura. En dicha pastura se observó una lineal disminución en proteína cruda y digestibilidad, un incremento lineal en Fibra detergente neutro y Celulosa, y un cambio cuadrático en lignina y cenizas (Seman et al., 1999).

El rebrote de los parches resultó superior en digestibilidad que la vegetación que lo rodea, sugiriendo una nutrición facilitada (Cid et al., 1998). Como resultado coexisten vegetaciones que difieren en cantidad y calidad de biomasa, dentro de la misma parcela.

Las diferencias (respecto a la composición botánica) sobre la ingestión de forraje se deben en gran parte a la diferente composición química estacional existente entre

plantas, la cual determina el tiempo de retención de la materia orgánica en el rumen (Muslera, 1983).

En la vegetación, la abundancia de una especie preferida, puede ser importante cuando la tasa de "hallazgos" es afectada y resulta en diferente tiempo y energía el localizarla (Dumont, 2002). A medida que se achica el área de la especie preferida se pronuncia la selección por esta (Dumont, 2002). Ovejas pastoreando Raigras con parches de pastura mejorada, estuvieron pastoreando 44% mas tiempo que en el área restante siendo el área de los parches el 1.6% del total. La preferencia por los parches fue mayor cuando el contraste con la pastura aumento (Sibbald et al., 2003). A mayor distancia entre parches mayor fue el tiempo de residencia y el número de animales pastoreando dentro de los parches (Sibbald et al., 2003).

Frente a una pastura de Festuca con parches de Raigras, el área de la pastura menor a 1 metro de distancia al parche fue usualmente mas seleccionada que la pastura por fuera de este limite (Dumont et al., 2002).

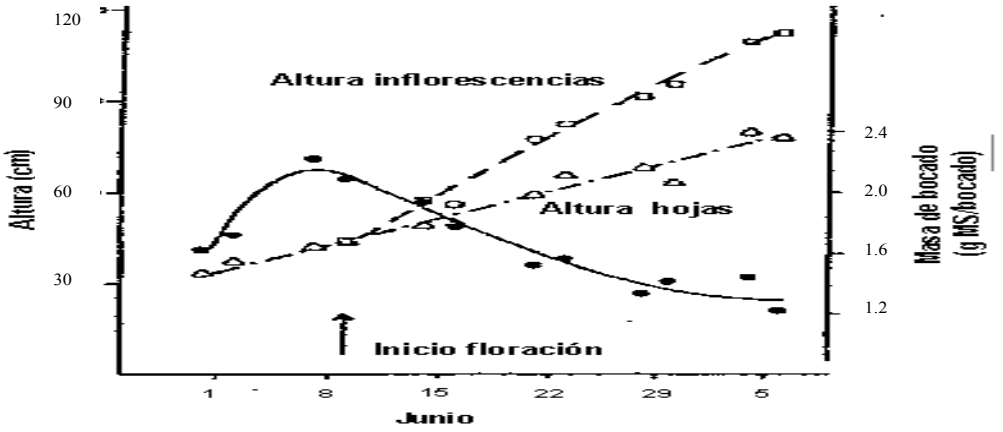
La proporción de hoja verde o masa de hoja verde estuvo positivamente asociada con el peso de bocado y a la dieta seleccionada por el animal, mientras que la proporción de hojas secas fue negativamente asociada con la selección de la dieta, y la proporción de "tallos" negativamente asociado con el volumen de bocado (Sollenberger et al., 2001).

Una mayor altura de pastura es determinante de una mayor masa por bocado debido a un aumento en la accesibilidad del alimento (Wade et al., 2001).

En algunos casos no se ha encontrado relación lineal entre la masa por bocado y la altura. En una pastura de Bromus se encontró que al inicio la masa por bocado aumento con la altura para luego disminuir coincidentemente con la aparición de inflorescencias (grafica 2. Forbes, 1988). Puede ser explicada esta respuesta debido a la interferencia de las estructuras reproductivas sobre el proceso de selección, en favor de las hojas (Hongo, 1998). También se atribuyó esta respuesta a dificultades en la aprehensión de dicha fracción como consecuencia de la disminución en su densidad dentro del estrato pastoreado de la pastura (Stobbs, 1973). En la grafica 2 se presentan tres curvas que indican la evolución en el tiempo de la altura de inflorescencias, altura de

las hojas y la masa por bocado de animales en pastoreo como resultante, indicando específicamente el inicio de la floración como evento de peso en los resultados.

Gráfica 2. Evolución de la masa de bocado y altura de la pastura a través de los días de ocupación de la parcela



disminución de la digestibilidad del pasto: primero porque este es un proceso gradual y normalmente es el resultado de la maduración de las inflorescencias y no del momento de su aparición. Segundo, porque difícilmente la calidad nutritiva pueda afectar la tasa de consumo en forma directa antes de que el forraje sea ingerido (Forbes, 1988). El tiempo de pastoreo es la unión entre la tasa de consumo (TC) en el corto plazo y el consumo diario de materia seca, fueron negativamente relacionados con hoja verde (Sollenberger et al., 2001).

La elección de parches cortos vs. altos o encañados puede deberse al aumento de tiempo o costo energético que significa la selección en dichos parches. En ambientes complejos y dinámicos la flexible preferencia por los parches cortos puede ser por lo tanto una simple pero óptima estrategia de aproximarse al máximo consumo de energía diario (Wallis de Vries et al., 1994).

2.1.3.1 Limites al pastoreo propuestos por la pastura

En una serie de días o dentro de un mismo día existen limites al pastoreo que fueron señales de la pastura tomados por el animal a raíz de múltiples factores. En la Figura 2, lograron identificar cinco situaciones posibles de encontrar (Sollenberger et al., 2001).

Al inicio del pastoreo y con razonable cantidad de forraje, el perímetro de las heces resultaría el limite funcional cuando los animales pastorean uniformemente, no hay restricciones por parte de la pastura ni limites inducidos por el animal que operen modificando el proceso de pastoreo (Fig. 2 a). Mas tarde, comienzan las restricciones por parte de la pastura a nivel vertical y horizontal las cuales modificaron el comportamiento ingestivo (Fig. 2 b). En la Fig. 2 c simula el pastoreo en bloques (por ejemplo, comunidades de especies de plantas) y el área entre bloques no resultó suficientemente pastoreada transformándose en límites del área de pastoreo. El ejemplo propuesto en la Fig. 2 d, consiste en pastoreo de zonas altas y bajas indiscriminadamente, este pastoreo casual de zonas altas cambia el comportamiento ingestivo presentado en Fig. 2 c, y puede considerarse normal bajo situaciones restrictivas. Existe el típico pastoreo en parches observado en pasturas donde el animal pastorea principalmente el rebrote inmaduro (Fig. 2 e). Induce a que los animales aumenten la carga animal efectiva en las áreas de pastoreo siendo reducido el pastoreo entre los parches, los cuales son inducidos inicialmente por decisiones del animal y subsecuentemente terminan siendo plantas que limitan el comportamiento ingestivo. Dichas restricciones pueden ser de suficiente magnitud como diferentes alturas en la pastura o mayor proporción de macollos encañados, como para reducir el consumo diario de los animales y subsecuentemente la performance animal (Coleman et al., 1998).

Figura 2. Situaciones de pastoreo asociadas con restricciones impuestas por el manejo o la propia pastura.

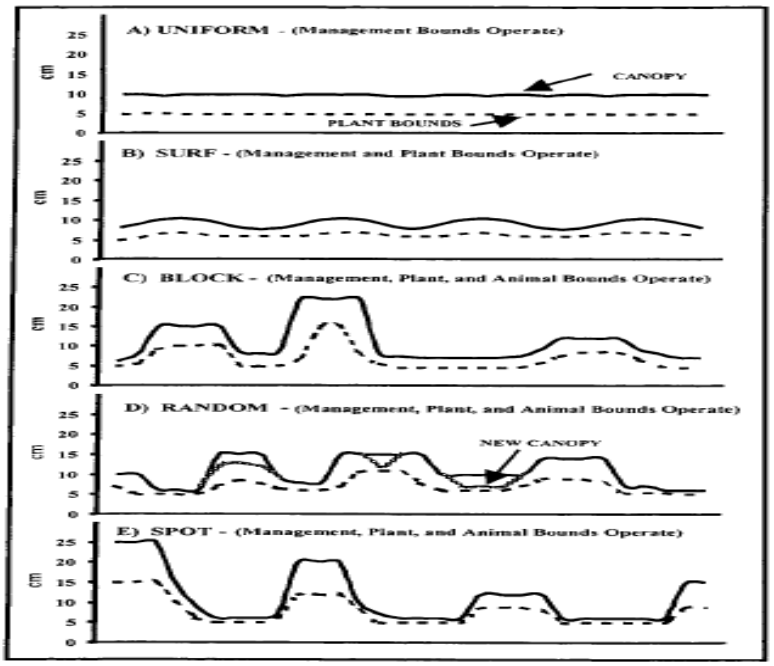


Fig. 4. Five grazing situations associated with management-imposed bounds and pasture canopy constraints interacting with animal grazing behavior.

Fuente: Sollenberger et al. (2001).

Como regla general siempre que la masa de forraje declinó se redujo el peso de bocado, pero la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo aumentaron tanto como para compensar la reducción en el peso de bocado (Sollenberger et al., 2001), en la interacción de factores los limites propuestos por la pastura desencadenan una serie de trastornos en la conducta animal ocasionando nuevos equilibrios, el concepto desarrollado puede tomarse como base en la explicación del comportamiento animal y en la comprensión del efecto sobre los limites de la pastura.

En el proceso de pastoreo se expresan restricciones a partir de la pastura tanto en la distribución vertical como horizontal, las cuales son generadas por las especies pastoreadas y el proceso de pastoreo del propio animal. Dichas restricciones alteran el comportamiento ingestivo del animal y en el corto plazo la tasa de consumo. El tiempo de pastoreo como nexo entre el consumo en el corto plazo y el consumo de forraje diario también puede ser alterado (Sollenberger et al., 2001).

2.2 PERFORMANCE ANIMAL

La respuesta animal en función del consumo de nutrientes digestibles depende del consumo de materia seca y la digestibilidad de ésta (Sollenberger et al., 2001). El porcentaje de hoja, masa de forraje verde y masa de hoja fueron positivamente correlacionadas con la ganancia diaria de novillos (Sollenberger et al., 2001).

El peso de bocado fue positivamente relacionado con la ganancia diaria (Sollenberger et al., 2001). La masticación de la ingesta es el comienzo o el principio del proceso de digestión cuando el forraje es reunido para cada bocado y, consecuentemente, tiene implicancias en la performance animal (Sollenberger et al., 2001).

De tres niveles de fraccionamiento de las partículas, la fracción larga (= ó > 1.7 mm) reclutada del esófago cuando se expreso como proporción de MS masticada, fue fuertemente correlacionadas (r >0.90) con la ganancia diaria. Las otras fracciones fueron negativamente relacionadas. La interrelación entre la concentración de cada clase de partícula con la digestibilidad de la MS in vitro (IVDMD) y el promedio de ganancia fueron siempre positivos (Sollenberger et al., 2001) (Anexo 4).

El tamaño de partícula y valor nutritivo deberían tener un rol de gran importancia en la estimación del consumo de forraje diario en el largo plazo (Sollenberger et al., 2001).

Un aumento en la carga reduce la cantidad de forraje ofrecido al ganado, y el consumo de materia orgánica, pero mejora la utilización del forraje ofrecido (Muslera, 1983).

Sobrepasando un umbral de carga crítico se provoca sobrepastoreo en las áreas de alta utilización, quedando las áreas de pastoreo restringido acotadas a pastura con heces ó cardos, lo cual provoca caída en las ganancias de los animales (Cid et al., 1998).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y PERIODO EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en el establecimiento "La Invernada", ubicado en ruta 14 Km. 22,5 camino vecinal al norte, Cololó-Soriano, latitud Sur sexagesimal 33º05 ´00 y longitud Oeste sexagesimal 57º26´00, durante el período Mayo - Setiembre del año 2004.

La información se colectó durante los subperíodos:

- 1 (mayo): 24 de mayo- 02 de junio
- 2 (julio): 23 - 28 de julio
- 3 (setiembre): 09- 14 de setiembre.

3.2 PASTURA

Se utilizó una pastura monocultivo de *Festuca arundinacea* cv Quantum, de tercer año, instalada mediante siembra directa. El Cuadro 3 presenta los niveles y fuentes de fertilizante empleados durante el año 2004.

Cuadro 3. Fertilizaciones en el período previo y durante la evaluación.

Meses, año 2004	Ene	Mar	Mar	Jun
Elemento	N	N	P	N
Dosis (unidades)	30	40	40	40

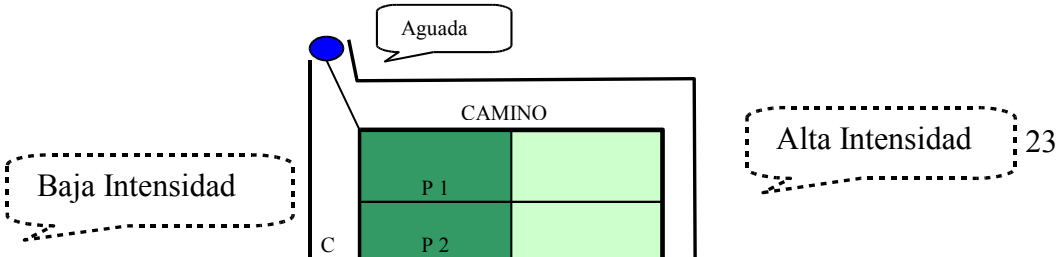
3.2.1 Tratamientos

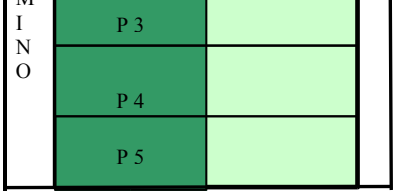
En dos grupos de 5 parcelas, de 0.8 ha cada una, se asignaron las cargas animales de 13 y 9 vacunos identificándose como Alta (A) y Baja (B) carga respectivamente. La carga Alta mantuvo 3.25 animales por hectárea (Ha) y una carga instantánea de 16.25 animales por Ha, Baja carga mantuvo 2.25 animales por Ha y una carga instantánea de 11.25 animales por Ha.

3.2.2 Parcela

En la Figura 3 se presenta el diseño general del experimento, con una superficie total de 8 hectáreas y diez parcelas de igual superficie.

Figura 3. Plano de disposición espacial del experimento.





Las determinaciones de la pastura y conducta animal se realizaron en P2 de cada tratamiento.

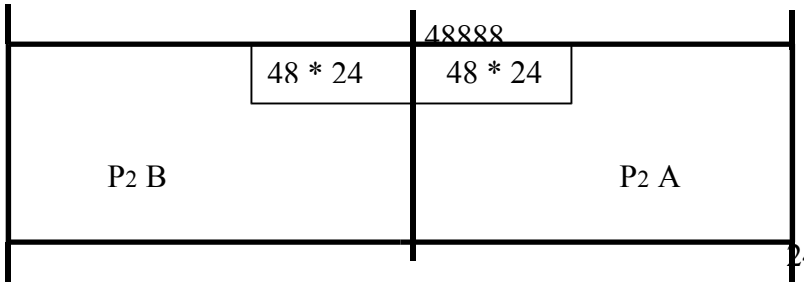
3.2.3 Cuadrícula

En la parcela se ubicó una cuadrícula rectangular de 48*24 m (Figura 4) con el objetivo de formar una red de puntos fijos sin ser señalados de modo de evitar referencias visuales a los animales, donde se procedió a describir la pastura y la conducta de pastoreo a diversas escalas de tiempo y espacio.

Las dimensiones del sitio, se basaron en experimentos de dinámica de defoliación con vacas lecheras, donde se documentó un área diaria de exploración de 210 m² /animal durante el primer día de pastoreo (Wade, 1991). Se planteó la hipótesis que en un área (48 *24 m) de esas dimensiones la probabilidad de ingreso de los animales (número y tiempo) era lo suficientemente alta para describir con precisión el pastoreo y tiempo de ocupación.

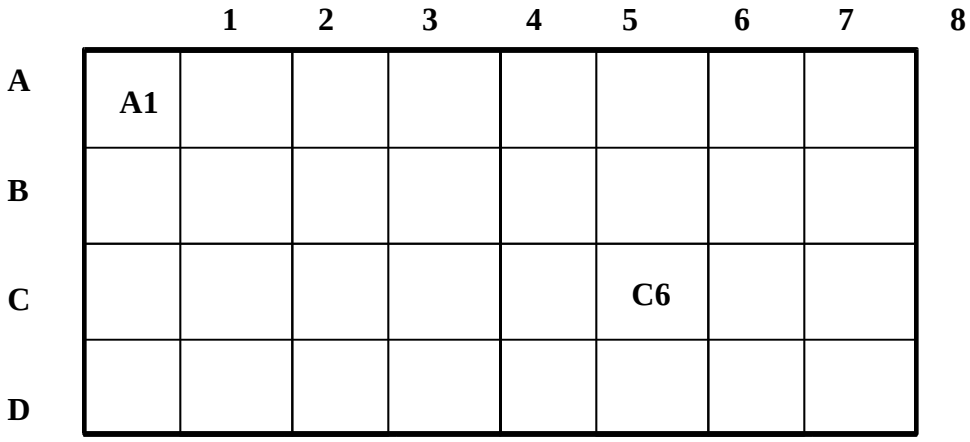
En la figura 4 se presenta la ubicación de ambas cuadrículas dentro de la parcela 2.

Figura 4. Plano de P2 y la disposición de las cuadrículas dentro de estas para ambos tratamientos.



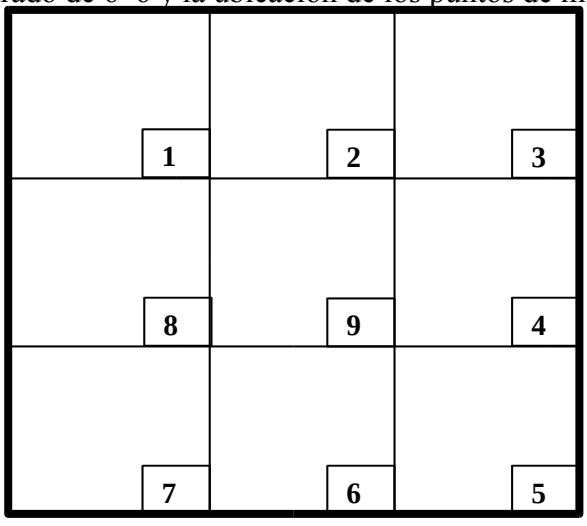
Cada cuadricula de 48*24 m se dividió en 32 cuadros de 6*6 m los cuales fueron identificados con letras y números como lo indica la figura 5.

Figura 5. Cuadrícula con las referencias de ubicación de los cuadrados.



Los cuadrados de 6*6 m fueron divididos en nueve cuadros de 2*2 identificados en sentido horario comenzando por el cuadro NW y siguiendo en forma de caracol como lo indica la figura 6.

Figura 6. Cuadrado de 6*6 y la ubicación de los puntos de medición.



Sobre una superficie de 0.3*0.3 m, en el ángulo inferior derecho o Sur-Este de los cuadrados de 2*2, se procedió a colectar los registros de la pastura.

Los puntos fijos se ubicaron utilizando cuerdas marcadas cada dos metros, sobre los bordes de cuadrados de 6*6 m. Como referencia, se procedió a colocar estacas ubicadas cada 6 metros en la periferia de la cuadrícula.

3.2.4 Determinaciones

En la parcela se registro Rising Plate RP cada diez puntos tomados cada dos pasos en dos transectas y un zigzag desde la entrada al fondo un total de 150 puntos diarios.

En la cuadrícula, previo al ingreso de los animales a inicio de cada subperíodo (día 0) se procedió a la descripción de los puntos de 0.30*0.30 m en base a:

- Composición botánica por apreciación visual (proporción de la materia seca total aportada por Festuca, Otras gramíneas perennes invernales, Trébol Blanco y malezas) (Tothill et al., 1978).
- Proporción de la materia seca correspondiente a la fracción verde y seca (estimación visual) (Tothill et al., 1978).
- Cantidad de forraje en base al empleo de una escala subjetiva visual donde se clasificó a cada sitio como: Alta, Media, Baja y Muy Baja cantidad de forraje (Tothill et al., 1978).
- Lectura con Rising Plate (RP).
- Nivel de defoliación: Se empleo una escala con cuatro niveles en base a apreciación visual: Nula, Media (defoliación sobre toda el área pero con remanente alto), Parcial (defoliación alta en parte del área) y Alta.

Durante los días siguientes se determinó el nivel de defoliación y lectura con Rising Plate en puntos fijos de medición dentro de los cuadrados de 6*6 m.

El RP es una técnica no destructiva que integra altura y densidad de pastura en la misma medida. La técnica consiste en un disco (cuadrado) de metal liviano o plástico

que tenga el peso suficiente que le permita resbalar por una varilla central, la cual baja hasta el suelo desde la altura fijada por la pastura donde se registra RP (Sanderson et al., 2001).

Para estimar la cantidad de forraje a partir del RP se utilizaron los modelos:

- Carga Alta Cantidad de forraje (Kg MS/ha) = 865,5 + 135,2 * (RP)
- Carga Baja Cantidad de forraje (Kg MS/ha) = 1170,7 + 103,1 * (RP)

Fuente: Información del acuerdo de trabajo EEMAC-Wrightson pass.

La estimación de la cantidad de forraje verde integró la cantidad total de materia seca por el porcentaje de verde.

3.3 ANIMAL

Se emplearon 22 animales machos castrados de año y medio de edad (Hereford, A. Angus y cruza) del mismo origen y un peso vivo promedio al 14 de Abril de 291 ± 20 Kg.

A inicio del experimento se realizó un período de acostumbramiento de siete días, donde se marcaron sitios, registró tiempo de pastoreo y actividad de los animales. Fue posible constatar que la actividad de pastoreo de los animales con libre acceso mantuvo tres turnos separados a lo largo del día. Dada la necesidad de captar principalmente la actividad de pastoreo, los animales se mantuvieron restringidos y fueron observados durante todo el período que permanecían en la pastura. El acceso al pastoreo fue limitado a horas de la tarde a partir de las 13:00 horas aproximadamente. El criterio para suspender el pastoreo diario en las parcelas se basó en la tasa de bocado y proporción de animales pastoreando.

Mensualmente a la misma hora del día, sin ayuno, fueron pesados todos los animales experimentales. El sistema de pastoreo fue rotativo con 5 días de ocupación de cada parcela. Los animales estuvieron sometidos a tratamiento sanitario supresivo.

El pastoreo inicial de P2 se efectuó el 06 de mayo y en promedio presentó 15, 30 y 32 días de descanso previo al ingreso de los animales durante mayo, julio y setiembre, respectivamente.

Mediante cálculos a partir de características de la pastura y de los animales se estimó un consumo potencial y relativo de aproximadamente 9 y 7 Kg de materia seca por animal y por día respectivamente. Este calculo estimativo fue utilizado para ejemplificar y desarrollar las diferencias en tasa de bocado de ambos tratamientos y para estimar la asignación de forraje por animal y por día de pastoreo.

3.3.1 Comportamiento Animal Grupal (CAg.)

Desde el ingreso a la parcela y a tiempo fijo cada cinco minutos, se registró el Número de animales Total Pastoreando (NTP) en la parcela y cuadrícula. Para calcular la proporción de animales que pastorean se empleo el indicador NTP sobre el Total de animales de cada tratamiento (NTP/T). En base a esta información se calculó la proporción de tiempo en que al menos un animal pastorea dentro de la cuadrícula y el numero de Ciclos de pastoreo. Se denominó "ciclos" al número de veces que uno o mas animales del lote entra a pastorear la cuadrícula hasta que salió de la misma el último.

La estimación del tiempo empleado en tomar 100 bocados (T100), la cual permitió estimar la tasa de bocado (TB), fue registrada en algunos animales como referencia (Hodgson, 1990).

3.3.2 Comportamiento Animal Individual (CAi.)

En tres animales de cada tratamiento, cada cinco minutos durante las sesiones de pastoreo, se registró la actividad que desarrollaban (pastoreo, rumia o descanso). A inicio mitad y fin de la sesión diaria de pastoreo se determinó el tiempo empleado en tomar 100 bocados de forraje (tasa de bocado) (T100) lo que permitió estimar la tasa de bocado (TB) (Hodgson, 1990).

Los animales marcados fueron "seguidos" al entrar en la cuadrícula y a tiempo fijo tres veces en cinco minutos (cada 1 minuto 40 segundos), se registró su posición en base a los cuadrados de la Figura 6 (cuadrados de 6*6 m). Se estimo el número de visitas como el número de veces que los animales marcados fueron identificados dentro de un cuadrado de 6 * 6 m. Estos datos se presentan como promedio de asistencia por tratamiento y subperíodo a los cuadrados. A su vez los datos obtenidos de la ubicación

se procesaron obteniendo la distancia recorrida entre cuadrados (6 * 6 m) dentro de la cuadrícula para cada animal (se asume en todos los casos que el animal está ubicado en el centro del cuadrado en el momento de la observación), la información se complemento con el tiempo que demoró en el traslado.

El momento dentro de la sesión se identificó como primer y segunda hora, y el tiempo restante a finalizar la sesión de pastoreo desde el ingreso a la parcela.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el cuadro 4 se presenta la descripción de las fuentes de variación con sus unidades, niveles y símbolos.

Cuadro 4. Descripción para las fuentes de variación de sus unidades, niveles y símbolos utilizados.

Fuentes de Variación	**Unidades**	**Niveles y Símbolos**
Tratamientos	Animales/ Ha.	Alta carga: 1, A ó AI Baja carga: 2, B ó BI
Subperíodos	Subperíodos	Mayo: 1, M ó May Julio: 2, J ó Jul Setiembre: 3, S ó Set
Días	Días de pastoreo.	Primer día: 1 ó 1° Tercer día: 3 ó 3° Quinto día: 5 ó 5°
Momentos	Horas	Primer hora: 1° hora, 1° h ó 1 Segunda hora: 2° hora, 2° h ó 2 Desde la segunda hora: Ultimo tiempo, Ult. ó 3

El efecto de la carga animal y subperíodo sobre los atributos de la pastura se analizó con un modelo de medidas repetidas en el tiempo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \delta_{ij} + \gamma_k + (\tau\,\gamma)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde: Yijk: es la variable de respuesta o dependiente; μ: promedio de los efectos; τi: es el efecto del tratamiento o carga animal (subparcela); βj: es el efecto día de pastoreo (subparcela); δij: error del Subperíodo (parcela grande); γk: efecto del subperíodo; (τ*γ)ik: interacción tratamiento subperíodo y εijk: representa el error experimental.

Mediante el PROC MIXED (SAS,) el método de estimación fue REML, y la estructura de la covarianza Autoregresiva.

El efecto de la carga animal y subperíodo sobre las variables categóricas como Defoliación y Cantidad de forraje se analizaron mediante el PROC GENMOD (SAS). La actividad durante el pastoreo se analizó mediante: modelos Logit, en base a Proc GENMOD.

Variable dependiente: CAi (tasa de bocado): Métodos de estimación REML, estructura de la covarianza Autoregresiva, método de varianza residual Profile, método de Suma de cuadrados efectos fijos Model-Based, método de grados de libertad Between-Within.

Las variables de respuesta, su definición, características y unidades así como sus niveles y símbolos se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Esquema de las variables de respuesta medidas durante el trabajo de campo.

Variable de respuesta		**Definición**	**Características y unidades**	**Niveles y Símbolos**
Pastura	Parcela	Lectura de RP.	Promedio de 10	RP
	Cuadrícula	Lectura de RP.	Puntos individuales	RP
		Proporción de Materia seca	Verde ó Seco / 100 % de Materia Seca	Prop. V ó Prop. S
		Proporción de Materia seca	Composición botánica	Festuca: F T. Blanco: T.B Maleza: M Otras gramíneas: Otras gram.
		Proporción del área	Heces y/o Suelo desnudo	H y SD
		Cantidad de forraje	Estimación visual	Alta: A o 3 Media: M o 2 Baja: B o 1 Muy Baja: MB Nula: N
		Nivel de defoliación	Estimación visual	Nula: N o 1 Media: M o 2 Parcial: P o 3 Alta: A o 4

V. de Respuesta		Definición	Características y unidades	Niveles y Símbolos
Animal	CAg.	Numero Total de animales Pastoreando	Numero que pastorea .	NTP
		Tasa de bocado	Tiempo demorado en 100 bocados ó bocados por minuto	T100 ó TB
		Proporción del NTP en en la cuadrícula.	Proporción	pNTP
		Proporción de animales pastoreando sobre el total.	Proporción	NTP/T
	CAi.	Actividad	Determinado cada cinco minutos.	Pastoreo: P Rumia: R Descanso: D
		Tasa de Bocado	Tiempo demorado en 100 bocados ó bocados por minuto	T100 ó TB
		Animales Pastoreando en la Cuadrícula.	Del total pastoreando cuantos lo hacen en la cuadrícula	NP-UB
		Asistencias o visitas	N° de veces que un animal es registrado en cada cuadrado de 6*6.	
		Prop. Tiempo	Proporción de tiempo que al menos un animal pastorea en la cuadrícula.	
		Dist. Recorrida	Distancia recorrida entre cuadrados de 6*6m.	DR.

al.

y el

nivel de detección las cuales fueron comparadas utilizando la prueba de Chi cuadrado.

Los resultados del análisis estadístico incluyendo la prueba de Tukey-Kramer ($P<0,05$) sobre los datos de la pastura y animales fueron procesados utilizando S.A.S.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ATRIBUTOS DE LA PASTURA

En el cuadro 6 se presenta un resumen de los valores registrados y el resultado de los modelos estadísticos empleados para analizar el efecto de la carga animal y los subperíodos sobre atributos de la pastura.

Cuadro 6. Resultados y Probabilidad de los efectos incluidos en el modelo para cada variable de respuesta.

Tratamiento	Alta Carga			Baja Carga			Efecto		
Subperiodo	M	J	S	M	J	S	Tratamiento	Subperíodo	Trat * Subp
RP Parcela	9.2	7.2	9.2	12.7	11.0	17.3	P<0.0001	P<0.0001	**P<0.0001**
RP Cuadricula	8,69	6,12	9,72	11,67	10,06	18,27	P<0.0001	P<0.0001	**P<0.0001**
Festuca	0,983	0,992	0,985	0,964	0,976	0,969	**P<0.0092**	**P<0.0157**	P<0.9217
T. Blanco	0,001	0,000	0,001	0,011	0,009	0,004	**P<0.0037**	P<0.1335	P<0.1194
Maleza	0,012	0,004	0,010	0,010	0,008	0,005	P<0.8169	P<0.2336	P<0.1489
Otras	0,004	0,004	0,004	0,016	0,007	0,022	**P<0.0051**	**P<0.0544**	P<0.0650
S D	1,04	2,47	1,77	1,74	2,20	0,63	P<0.5616	**P<0.0253**	P<0.7926
Heces	0,69	1,77	3,23	0,69	1,37	1,70	P<0.2402	**P<0.0598**	P<0.5712
Verde	0,671	0,668	0,645	0,643	0,648	0,657	P<0.0342	P<0.4422	**P<0.0046**

- Tratamiento: Alta y Baja Carga animal.
- RP: registros con Rising Plate
- Festuca, T. Blanco, Maleza y Otras: corresponde a la proporción de MS de la fracción Festuca, Trébol Blanco, Maleza y Otras gramíneas.
- SD y Heces: corresponden a las áreas que ocupan el Suelo Desnudo y Heces respectivamente.
- Verde: corresponde a la proporción de verde del total de materia seca.

- Efecto: Indica la probabilidad de los efectos.

Se encontró efecto de la interacción carga animal * subperíodo sobre RP en parcela y cuadrícula, y en la proporción de material verde de la cuadrícula.

La carga animal afectó la proporción de la materia seca de Festuca, T. Blanco y Otras Gram. Se encontró efecto del subperíodos sobre SD y Heces, así como en la proporción de Festuca y Otras gramíneas (Cuadro 6.).

El promedio de RP según tratamiento y subperíodo entre la cuadrícula y parcela mantuvo similares características indicando estrecha relación entre ambos grupos de datos, lo cual resulta importante al rectificar que la cuadrícula efectivamente reprodujo

las características de la parcela, evitando un efecto diferencial en el pastoreo (anexo 5 cuadro 1).

Resulta importante comenzar ubicando la situación forrajera en la cual se encontraron los animales en cada subperíodo para interpretar la conducta y la performance de estos posteriormente. Los registros de RP en la parcela y cuadrícula fueron afectados por la interacción carga animal * subperíodo (P<0.0001). En mayo y setiembre, el RP de A presentó datos similares mientras que en B el registro indicó un cambio importante con una fuerte acumulación de forraje en setiembre (Cuadro 6). El poco tiempo transcurrido entre los subperíodos (M y S) fue suficiente para marcar su efecto, posiblemente la carga y el manejo del pastoreo provocaron un agotamiento de reservas en las plantas de A y una acumulación mayor de forraje en B, que impidió similar recuperación del volumen de forraje (RP) en el mismo tiempo de descanso.

En el Cuadro 7 se presenta el efecto de la carga animal y el subperíodo sobre el promedio de RP y porcentaje de forraje verde.

Cuadro 7. Efecto de la carga animal y subperíodo sobre RP y Proporción de verde.

		Rising Plate				Fracción verde			
Subp.	Trat.	Prom.	DS	T	Kg MS/ha	Prom.	DS	T	Kg MS/ha V
M	B	11,7	4,2	b	2374	**0,643**	0,10	b	1526
J	B	10,1	4,9	c	2208	0,648	0,09	ab	1432
S	B	18,3	8,6	a	3054	0,657	0,08	ab	2005
M	A	8,7	2,8	d	2040	**0,671**	0,10	a	1369
J	A	6,1	2,3	e	1693	0,668	0,10	ab	1131
S	A	9,7	4,1	cd	2180	**0,645**	0,08	b	1407

R

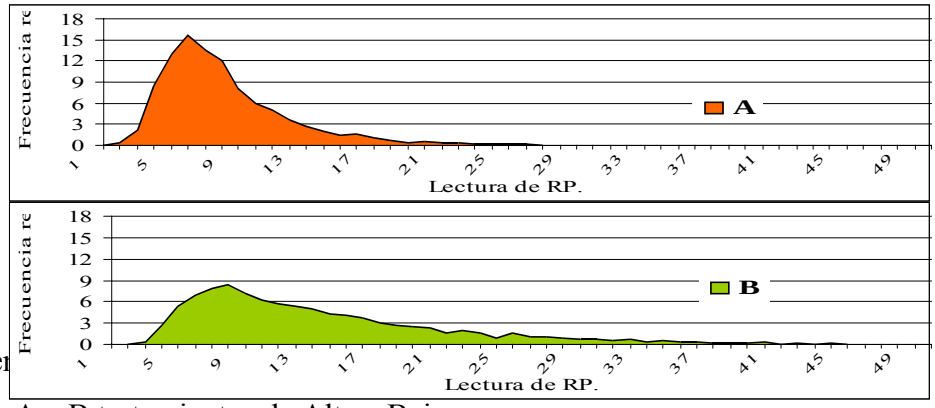
- Subp.: M, J y S subperíodo que corresponden a mayo, julio y setiembre.
- Trat: B y A tratamientos de carga baja y alta.

- Prom: valores promedio.
- DS: desvío estándar.
- Kg MS/ha: kilogramos de materia seca por hectárea estimados.
- Kg MS/ha V: producto de los kilogramos de materia seca por hectárea estimados y el promedio de la fracción verde.
- T: Letra diferente indican diferencias significativas, Tukey-Kramer ($P<0.05$).

Los registros de RP y T, indican diferente cantidad de forraje entre tratamientos y los subperíodos dentro de cada tratamiento, en julio y setiembre se registraron los menores y superiores valores de RP respectivamente, que junto a los niveles estimados de Kg de MS permitieron documentar la estacionalidad de la pastura con noción de cantidades (Cuadro 7) (ampliado en Anexo 5 cuadro 3) importante en el análisis de la conducta frente a cada situación.

Dentro de la variación en el forraje se presentan los resultados de distribución o heterogeneidad de cada tratamiento en la gráfica 3 presentando la frecuencia relativa de RP en cada cuadrícula.

Gráfica 3. Efecto tratamiento sobre la frecuencia relativa de RP en la cuadrícula.



Referen

- A y B tratamientos de Alta y Baja carga.
- RP: lecturas de Rising Plate de la cuadrícula.

- Frecuencia relativa: refiere al porcentaje de cada lectura de RP.

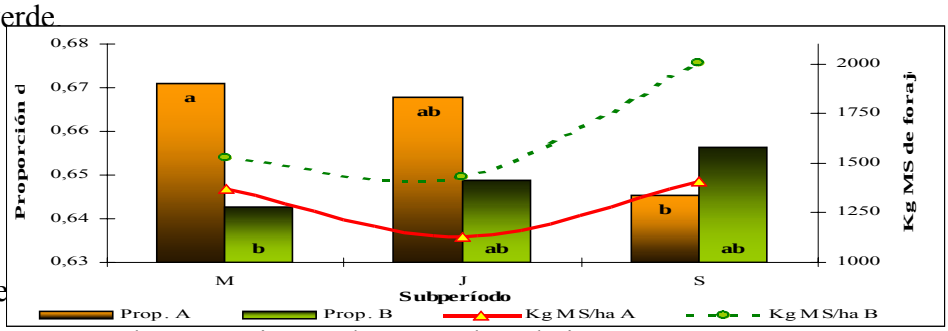
La mayor carga animal se asoció con reducción en la proporción de sitios altos lo cual podría interpretarse como una disminución de la heterogeneidad en la pastura. Los

parches en la pastura quedarían detectados a través de la magnitud que toma el desvío estándar (cuadro 7) y la frecuencia de RP (gráfica 3). Como resultado coexisten vegetaciones que difieren en cantidad y calidad de biomasa, dentro de la misma parcela ampliando el espectro de posibilidades de selección para los animales. La carga animal afectó las proporciones relativa de dichos parches con diferente utilización (Cid et al., 1998), a mayor carga aumenta la proporción de parches con alta utilización. Las preferencias de los animales en el consumo son, rebrote ante material envejecido y hojas ante tallos (cuadro 2), esta conducta reforzó la idea de que los vacunos pueden generar un beneficio nutricional pastoreando en manchones ya que el rebrote de los parches es más digestible que la vegetación que lo rodea, sugiriendo una nutrición facilitada (Wallis de Vries et al. 1994, Cid et al. 1998).

La proporción o masa de hoja verde ha sido reportada como positivamente asociada con el peso de bocado y calidad de la dieta que seleccionó el animal (Sollemberger et al., 2002). En este caso se encontró efecto de la interacción carga animal * subperíodo (P<0.0046) sobre la proporción de forraje verde (Cuadro 6 y 7).

En la gráfica 4. se presenta el efecto de la carga animal y subperíodo sobre la proporción de verde y la estimación de cantidad de forraje verde.

Gráfica 4. Efecto de la carga animal y subperíodo sobre la proporción y cantidad de forraje verde



Refe

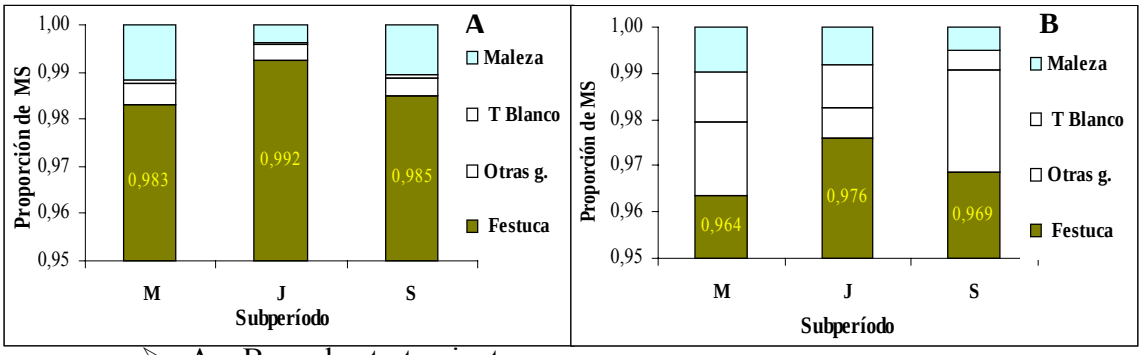
- A y B son los tratamientos de carga alta y baja.
- Prop. es la proporción de verde en la pastura
- Kg MS/ha son los kilogramos de materia seca por hectárea.
- M, J y S son los tres subperíodo que corresponden a mayo, julio y setiembre.
- Letra diferente indican diferencias significativas, Tukey- Kramer (P<0.05).

La proporción de verde resultó mayor en A, lo cual concuerda con lo esperable en situaciones con alta carga animal e intensidad de pastoreo, donde la utilización de la pastura se incrementa con aumento en remoción de forraje (verde y seco) o utilización, proporción de hojas jóvenes (del nuevo crecimiento) y de materia seca Verde en el tapiz (Cid et al., 1998). Respaldando la información, en el mismo sistema pero en un período de tiempo mayor (26/09/03 a 20/03/06), también hubieron diferencias significativas en la proporción de forraje verde en la interacción tratamiento * período sin afectar la tasa de crecimiento de la pastura entre los tratamientos (Soca et al., 2006).

El efecto del subperíodo sobre el porcentaje de área ocupada por heces y suelo desnudo fue significativo ($P<0.0598$) y ($P<0.0253$) respectivamente (Cuadro 6). El área ocupada por suelo desnudo presentó aumento en julio, lo cual se podría explicar por lento crecimiento de la pastura (15 y 11 Kg de MS/ha/día en A y B respectivamente). La carga animal y la interacción con el subperíodo no afectaron la proporción del área ocupada por suelo desnudo ni heces (Cuadro 4.1).

La Festuca fue dominante en la proporción de MS con 0.987 y 0.970 para A y B respectivamente (gráfica 5) y con el 88% de los puntos registrados con 100% de la MS Festuca, aun así se encontró efecto de la carga animal sobre el porcentaje de Festuca ($P<0.0092$), T. Blanco ($P<0.0037$) y Otras gramíneas ($P<0.0051$). El subperíodo afectó la proporción de Festuca ($P<0.0157$), siendo mayo menor a julio mientras que setiembre no registró diferencias (Anexo 5, Cuadro 1). En las demás fracciones no se encontraron diferencias significativas entre subperíodos ($P<0.05$) (cuadro 6). El gráfico 5, presenta el efecto del tratamiento y subperíodo sobre la composición botánica en la proporción de MS.

Gráfica 5. Efecto del tratamiento y subperíodo sobre la composición botánica.



- A y B son los tratamientos.
- M, J y S, los subperíodos correspondientes a mayo, julio y setiembre.
- Maleza, T Blanco, Otras g. y Festuca, corresponden a la composición botánica como proporción de la materia seca.

El aumento de la Festuca en julio podría explicarse principalmente por la reducción en malezas y Otras gramíneas. En A se infiere que el enmalezamiento no era el mismo que en B, dado que la tendencia indicó una disminución de mayo a julio posiblemente debido a que se trató principalmente de especies estivales anuales.

El Trébol Blanco mantuvo mayor proporción en B, pero no se modificó entre subperíodos. No se encontró interacción entre Tratamiento * subperíodo significativa. Se encontró estrecha relación inversa entre el porcentaje de Festuca y T. Blanco. Sólo 4 puntos de 1728 superaron el 50% de proporción de MS.

En el Cuadro 8 se presentan los resultados del análisis estadístico donde se encontraron diferencias en los atributos de la pastura descriptas por cantidad de forraje observado y niveles de Defoliación.

Cuadro 8. Resultado del modelo de análisis sobre la variable de respuesta cantidad de forraje y nivel de defoliación.

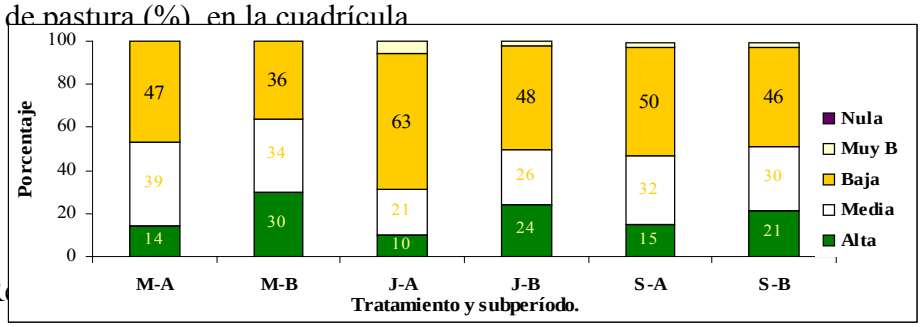
Variable de Resp.	Fuente de Variación					
	Subperíodos			Trat.	Trat * Subp.	Día (Subp.)
	Mayo	Julio	Setiembre			
Cantidad	P< 0.0001	P< 0.0001	P< 0.0067	P< 0.0001	P< 0.1556	
Defoliación	P< 0.0001	P< 0.0001	P< 0.0001	P< 0.0001	P<0.0001	P< 0.0001

o y Setiembre, Trat.= efecto de la Carga, Trat * Subp.= efecto de la interacción de Tratamiento y Subperíodo, Día (Subp.)= El efecto de los días dentro del subperíodo.

- Cantidad: refiere a la cantidad de forraje según niveles de forraje.
- Defoliación: refiere al nivel de defoliación según niveles de intensidad.

Ampliando la información del cuadro 8, en la gráfica 6 se presenta el efecto de la carga animal y subperíodo sobre la estimación visual de la cantidad de forraje. En todos los subperíodos B presentó aproximadamente el doble del área con Alta cantidad y similares niveles de Media con respecto de A, y el nivel de Baja cantidad de forraje aumentó absorbiendo la mayor parte de la diferencia, las cuales fueron significativa entre tratamientos (P<0.0001).

Gráfica 6. Efecto del tratamiento y subperíodo sobre la estimación visual de la cantidad de pastura (%) en la cuadrícula



R

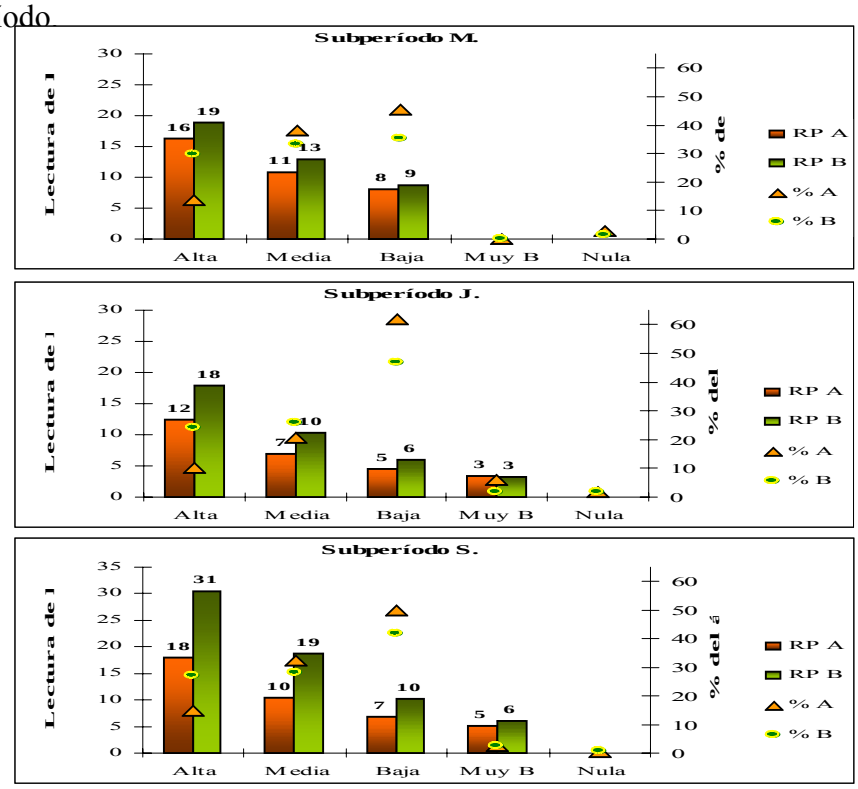
- A y B tratamientos de Alta y Baja carga.

- M, J y S subperíodos de mayo, julio y setiembre respectivamente.
- Nula, Muy baja, Baja, Media y Alta, niveles de cantidad de forraje estimados por apreciación visual.

Se observó un incremento en la frecuencia del nivel Baja cantidad de forraje en julio, en mayor medida para A registrando mas de un 60% del área. Este efecto puede interpretarse como un aumento en el área ocupada por los parches con alta utilización en los pastoreos previos.

La lectura promedio de RP para cada nivel de cantidad visual de forraje se presenta en la gráfica 7 (M, J y S).

Gráfica 7. Relación entre estimación visual de la cantidad de forraje y RP por subperíodo



Referencias:

- A y B son los tratamientos que corresponden a Alta y Baja carga.
- M, J y S: subperíodos que corresponden a mayo, julio y setiembre.
- RP y %: lectura promedio de Rising Plate y porcentaje de las observaciones totales de cada nivel de cantidad.
- Nula, Muy baja, Baja, Media y Alta: niveles de cantidad de forraje.

Los registros de RP de cada nivel de cantidad de forraje siempre fueron menores en A comparado con B. Tendió a ser importante la variación sobre el nivel de cantidad de forraje en los subperíodos para A, pasando de casi el 100% de la pastura con 8 RP o superior en mayo a aproximadamente un 90% menor a 7 RP en julio, lo cual sugiere, un inicio del pastoreo en julio con baja disponibilidad de forraje.

Los promedios de RP y la proporción de los diferentes niveles de cantidad de forraje registrados en mayo y setiembre fueron de similares características entre si.

Ambos tratamientos pasaron de 50% de los sitios con RP = 5 y 6 durante julio a aproximadamente nula frecuencia de los mismos valores en setiembre. Los niveles de RP alcanzados en B durante setiembre y la diferencia con respecto a A podría indicar una baja utilización de la pastura en los pastoreos de esta parcela en etapas previas y/o una mayor capacidad de rebrote por parte de la pastura (gráfica 7). Debe recordarse que la cantidad de forraje observada se obtuvo previo al ingreso de los animales a pastorear en la parcela.

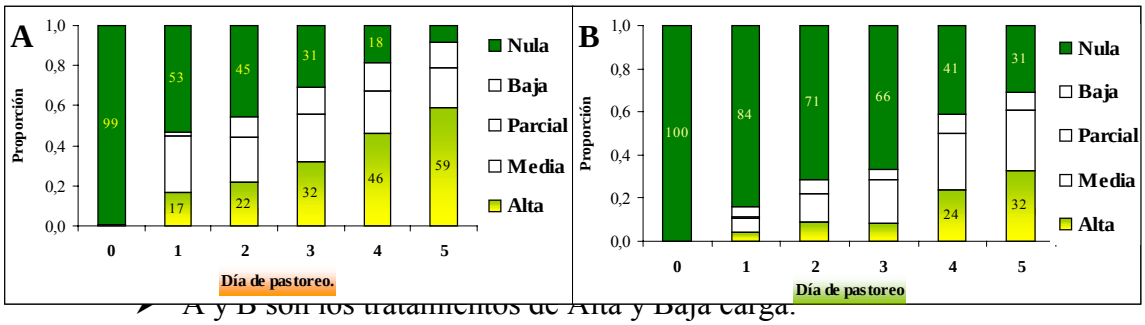
Relacionando la cantidad de forraje con la proporción de forraje verde, ahora sabemos que en julio los animales de B posiblemente necesitaron pastorear fuera de los parches de alta utilización debido a la reducción en la oferta y a las bajas tasas de crecimiento de la pastura (20% menor que en mayo). En este tratamiento parte de la pastura defoliada en julio, posiblemente tuviera alta proporción de restos secos y al removerla mejoraron la condición para el rebrote y fundamenta el incremento en el porcentaje de verde durante setiembre y el menor desvío estándar de la fracción verde de este subperíodo relacionado a un período de homogenización de la pastura (Cuadro 7).

La preferencias por dietas que buscan balancear el consumo de nutrientes puede darse en situaciones donde no hay pasturas mezclas y donde los animales busquen el equilibrio a nivel ruminal al pastorear los parches con baja disponibilidad, donde la relación C/N es menor (Rutter, 2006) y el rebrote es más digestible que la vegetación que lo rodea (Cid et al., 1998).

El nivel de defoliación obtenido por ambas cargas en cada subperíodo mantuvo diferencias significativas (P<0.0001), este sugiere que existieron características diferenciales de los niveles en los subperíodos . El análisis entre días de pastoreo dentro de cada subperíodo y la interacción Trat * Subp también mostró diferencias significativas (P<0.0001) (Anexo 5, Cuadro 2).

La interacción tratamiento * Subperíodo pueden observarse en Anexo 7, existieron diferencias notorias entre ambos tratamientos pero lo mas notable es dentro de A en la evolución de mayo claramente existió error al recabar los datos, posiblemente debido al poco tiempo de descanso de la pastura confundiendo luego del primer pastoreo defoliaciones recientes con antiguas. El gráfico 8 A y B presentan la proporción de los niveles de defoliación para los días de pastoreo según tratamiento, los que lograron conformar un esquema del proceso de pastoreo.

Gráfica 8. A y B. Evolución del efecto de ambos tratamientos y días de pastoreo sobre el nivel de defoliación.



- A y B son los tratamientos de Alta y Baja carga.
- De 1 a 5 son los días de mediciones post pastoreo, 0 corresponde a la medición previo al primer pastoreo.
- Nula, Baja, Parcial, Media y Alta: niveles de defoliación observados.

La diferente evolución en la defoliación nos hace pensar que los animales de los distintos tratamientos efectivamente tuvieron y mantuvieron diferentes características tanto en el patrón de ingestión como en la pastura resultado de las cargas. La similitud del nivel de defoliación logrado en el quinto día de pastoreo de B con el tercer día de A (gráfica 8) puede indicar la existencia de un ciclo en la defoliación de las parcelas, dado que A logró en tres días lo que a B le costó cinco días. En A se identificaron tres etapas en el proceso de pastoreo mientras que B cumpliría con la primera (pasos coincidentes con las fases a, b y e del punto: 2.1.3.2; Sollemberger et al., 2001). El ciclo de defoliación podría definirse con las siguientes etapas:

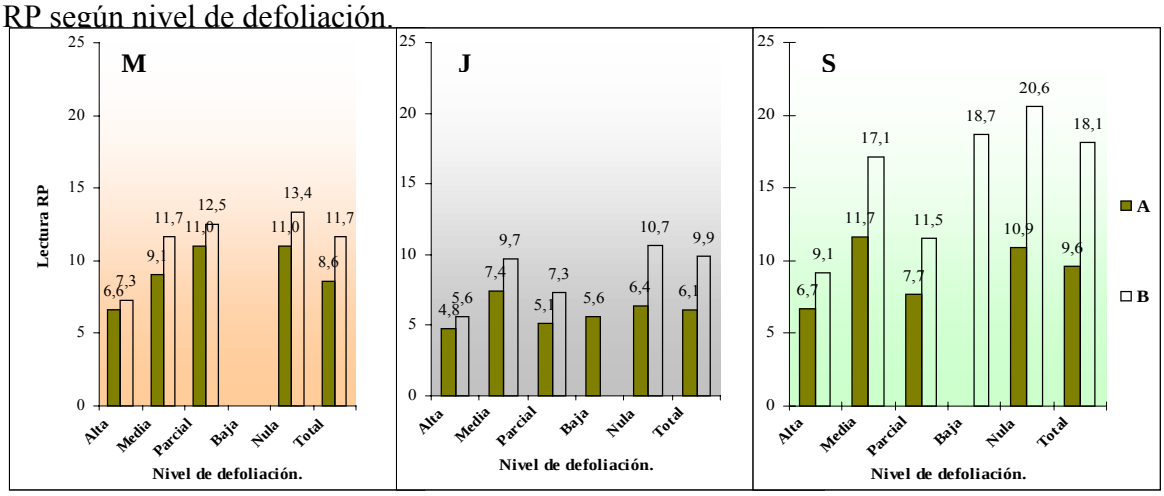
1) Primer día. Pastoreo de zonas medias altas (con volumen) pero no envejecidas, no hay defoliación de zonas cercanas a heces y/o con baja disponibilidad.

2) Tercer día. Pastoreo cercano a zonas con heces, repastoreo de algunas zonas (no solo aquellos puntos con defoliación media sino también los puntos con nula defoliación).

3) Quinto día. Pastoreo rente, quedan pocas hojas (solo laterales y bajas), frecuentemente pastorean crecimiento, disminuyen las zonas con heces (área abarcada por la pastura con sobre crecimiento), muy similar a la descripción realizada por Cid et al. (1998) (Anexo 3).

La gráfica 9. M, J y S indica la estimación visual del nivel de defoliación relacionada con la lectura de RP.

Gráfica 9. Efecto de los tratamientos y subperíodo sobre la lectura promedio de RP según nivel de defoliación.



Referencias:

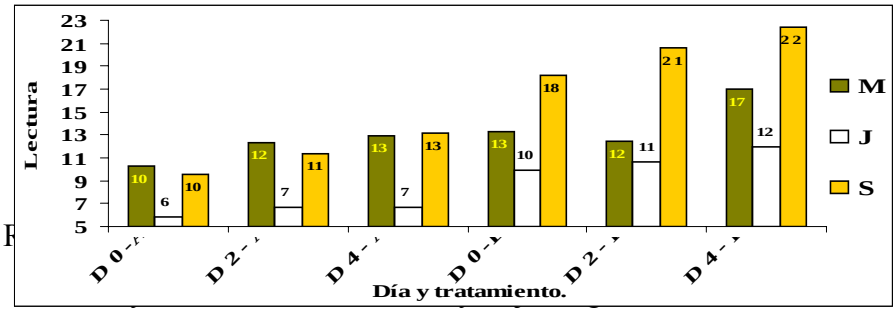
- A y B: tratamientos de Alta y Baja carga.
- Subperíodos: M: mayo, J: julio y S: setiembre.
- Nula, Baja, Parcial, Media y Alta: niveles de defoliación observados. Total: promedio general.
- RP corresponde a lectura de Rising Plate.

El nivel de defoliación Media mostró valores de RP superiores a los registrados para defoliación Nula, este efecto podría indicar que la defoliación de algunos puntos se produce en etapas dando lugar a defoliación en estratos en estos puntos de la pastura. En la gráfica 9 es notable en los niveles de Defoliación el aumento de los valores de RP promedio en setiembre, una mayor altura de pastura es determinante de una mayor masa por bocado debido a un aumento en la accesibilidad del alimento (Wade et al., 2001).

La diferencia general de los valores de RP en julio y particularmente en los valores de Alta defoliación en el quinto día de pastoreo de A (4,68 RP aproximadamente 5 cm) evidencian que los animales fueron forzados a realizar un pastoreo más profundo posiblemente aún en zonas ya pastoreadas, lo cual se asociaría con la necesidad de mantener el peso de bocado de modo de no disminuir al extremo la tasa de consumo. Para B la evolución del promedio de RP de Alta defoliación tuvo aumento en el quinto día de pastoreo sugiriendo que los animales realizaron alta defoliación en zonas donde esta no era frecuente, o sea que los animales sobre el final del subperíodo de julio se vieron obligados a explorar un área mayor, rectificando en parte la hipótesis de el cambio en la proporción de forraje verde observada en el subperíodo siguiente en este tratamiento.

La gráfica 10 indica los promedios de RP para el Nivel de Nula defoliación en tres días para cada subperíodo.

Gráfica 10. Efecto de los tratamientos, día y subperíodo sobre la lectura promedio de RP para Nula defoliación.



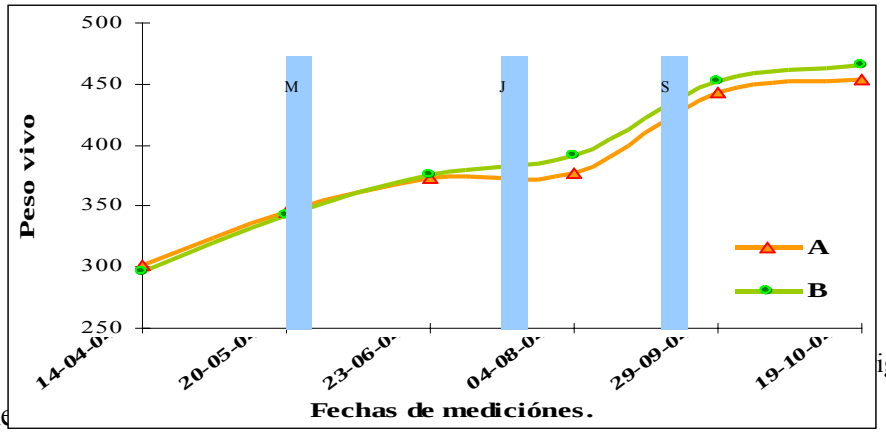
- D: día.
- Los subperíodos: M: mayo, J: julio y S: setiembre.
- Lectura RP: corresponde a lectura de Rising Plate.

Combinando los resultados RP y de la proporción de sitios con Defoliación Nula puede observarse una tendencia al aumento del promedio de RP y disminución en la proporción de esta área en ambos tratamientos. La tercera etapa del ciclo de pastoreo habla de esto, los animales a medida que pasan los días pastorean las zonas con heces desde los bordes hacia el centro (generalmente la zona con forraje mas alta). El extremo de llegar a un área muy pequeña de estos sitios afectará la ganancia de peso vivo de los animales (Cid et al., 1998).

4.2 PERFORMANCE ANIMAL

En el gráfico 11 se presenta la evolución de peso vivo animal en cada carga animal durante el período analizado.

Gráfica 11. Evolución del peso vivo promedio por tratamiento y ubicación de los subperíodos de evaluación del comportamiento.



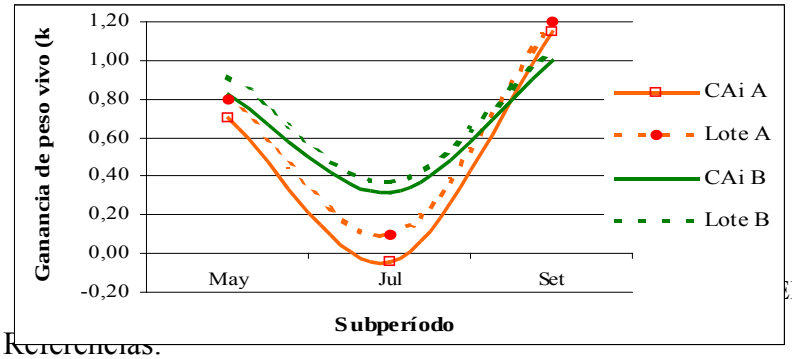
Re ighstons Pass.

- A y B: Alta y Baja carga.
- Columnas celestes (M, J y S): subperíodos de mayo, julio y setiembre.
- Las fechas corresponden a los días de pesada de los animales.

La ganancia diaria del período no resultó diferente entre cargas y si lo fue entre subperíodos (Soca et al., 2006). La evolución del peso vivo para ambos tratamientos indica una tendencia de tipo "crecimiento compensatorio parcial" en los animales de A, identificado por un corto período de mayor eficiencia y por no alcanzar los niveles de PV de B en el período posterior a Julio donde existió restricción en cantidad y acceso al alimento (Hornick et al., 1998).

El gráfico 12 presenta el efecto tratamiento y subperíodo sobre la ganancia diaria de ambos grupos de animales y el promedio de la ganancia diaria de los animales a los cuales se les registro la conducta (CAi).

Gráfica 12. Efecto del tratamiento y subperíodo sobre el promedio de ganancia diaria para los animales de comportamiento animal individual (CAi) y del lote.



EMAC-Wrighston Pass.

Referencias:

- A y B: Alta y Baja carga.
- CAi: datos de ganancia de peso de los animales seleccionados para la observación de comportamiento animal individual.
- Lote: ganancia de peso promedio de cada lote de animales según tratamiento.
- May, Jul y Set: subperíodos mayo, julio y setiembre respectivamente.

Los animales "marcados" mantuvieron la ganancia de peso vivo similar que el grupo de cada tratamiento. En ambos tratamientos los animales seleccionados tendieron a presentar ganancias menores respecto al promedio del lote.

Las observaciones de la conducta a campo sobre la interacción social podrían explicar parte de la diferencia en ganancia diaria de peso vivo del promedio de los animales marcados con respecto al lote (gráfica 12). En A el animal caravana Nº 8 asignado como Nº 3 en la evaluación de CAi, registró la mayor perdida de peso de todo el grupo en el período que va desde el 23 de junio al 04 de agosto, aun así pasó de ser el quinto animal mas pesado a ser el séptimo con lo cual queda claro que no se trataba del animal mas chico del lote, lo cual puede relacionarse con el rechazo y desplazamiento por parte de los demás animales durante el pastoreo dificultando el acceso de este a las áreas de mayor preferencia donde el forraje presente permitía una nutrición facilitada. La respuesta animal se asocia con el consumo de Materia Seca (Kg. /d) y la digestibilidad (%) (Sollenberger et al., 2001). El porcentaje de hoja, masa de forraje verde y masa de hoja fueron positivamente correlacionadas con la ganancia diaria de novillos (Sollenberger et al., 2001).

La evolución en la estimación de cantidad de forraje verde (Kg MS/Ha) (gráfica 4) en los subperíodos mantuvo características similares a la registrada en la evolución de ganancia de peso vivo de los animales (gráfica 12). Dada la relación indicada por Sollenberger et al. (2001), la ganancia de peso estaría relacionada con el volumen de forraje verde.

A su vez resulta clara la relación de la ganancia de peso vivo con los registros de RP y cantidad de forraje de los subperíodos, donde en A las áreas de pastoreo restringido fueron acotadas a pastura con heces ó cardos hacia el quinto día (observación de campo) lo cual indica que existieron reducciones importantes de forraje disponible provocando reducción en el peso de bocado y registrando niveles de ganancia muy bajos y hasta negativos en algún caso (gráfica 12).

4.3 COMPORTAMIENTO ANIMAL

En promedio de subperíodos, días y tratamientos los animales pastorearon durante 3 horas 30 minutos. En el Cuadro 9 se presenta un resumen del modelo de análisis estadístico y de los resultados del comportamiento animal grupal e individual.

Cuadro 9. Probabilidad de los efectos incluidos en el modelo según fuente de variación.

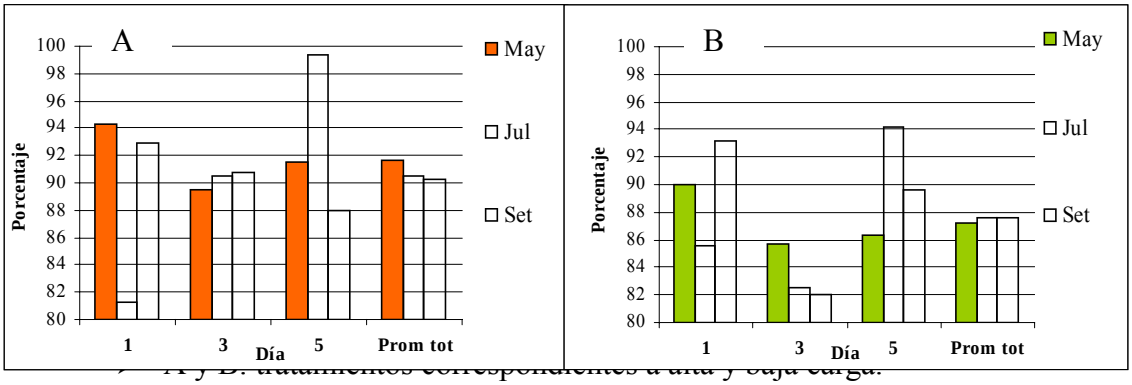
Carga	Alta			Baja			Efecto						
Subperiodo	M	J	S	M	J	S	Trat.	Subp.	Día (Subp)	Momento	Trat*subp	Día* Momento	Trat.* Momento
NTP/T	91,7	90,5	90,2	87,2	87,6	87,7	P<0.0001	P<0.953	P<0.0001	P<0.0001	P<0.6432	P<0.0001	**
TB (CAg)							P<0.9786	**	P<0.4591	P<0.1241	**	**	P<0.1320
Pastoreo	95	92	91	92	89	91	P<0.2365	P<0.1732	P <0.423	P<0.0886	P <0.2924	**	**
Descanso	5	8	6	8	11	9	P<0.1714	P<0.1631	P<0.4232	P<0.0981	P<0.7128	**	**
TB (CAi)	58,9	60,1	55,4	51,1	51,8	44,6	P<0.0021	P<0.0201	P<0.0037	P<0.0005	P<0.2401	**	P<0.2581
Ganancia PV (Kg)	0,80	0,10	1,20	0,92	0,37	1,06	NSD	DS	**	**	**	**	**
Dist. Recorrida	9,2	7,4	7,9	7,0	9,0	9,1	P<0.9003	P<0.8042	P<0.1522	**	P<0.1916	**	**
Asignación Est.	7,9	5,4	6,3	13,0	10,1	12,5							

- NTP/T: Numero de animales pastoreando sobre el total (%).
- TB: Tasa de Bocado o número de bocados por minuto.
- Pastoreo y Descanso: actividad que realizan los animales en la sesión de pastoreo (% de tiempo).
- Ganancia de PV: Ganancia de peso vivo promedio de animales y días, de cada tratamiento en Kg.
- CAg y CAi: Comportamiento Animal, g: Grupal e i: individual.
- Dist Recorrida: metros recorridos, promedio de las observaciones.
- Asignación Est.: Kg de MS cada 100 Kg de PV por día.

El efecto de la carga animal, día (Subp) y la interacción Día * Momento de la sesión afectaron el NTP/T (P<0.0001), dicha interacción indica que el tiempo dedicado a pastoreo no fue distribuido de igual manera a lo largo de la sesión de pastoreo para los diferentes días de pastoreo (Cuadro 9).

El NTP/T fue mayor en A, en la gráfica 13 se presenta el efecto del subperíodo y día de pastoreo sobre el porcentaje de animales pastoreando.

Gráfica 13. Efecto del tratamiento y día (subp) sobre el porcentaje de animales que pastorearon.



- A y B: tratamientos correspondientes a alta y baja carga.
- May, Jul y Set: subperíodos correspondiente a mayo, julio y setiembre.
- 1, 3 y 5: días de pastoreo; Prom. tot: es el promedio de los días por subperíodo.
- Porcentaje refiere al NTP/T de animales de cada tratamiento por cien.

El NTP/T de B presentó variación en los días de pastoreo con características similares entre subperíodos y particulares con respecto a lo observado. En este tratamiento la pastura registró en la primera etapa de pastoreo el 100% de Nula defoliación con 18 RP y ante el ultimo día de pastoreo 41% de Nula defoliación con 22 RP (Anexo 7). Una defoliación progresiva y la caída en cantidad de hojas verdes provoca disminución del apetito y del tiempo de pastoreo (Chacon et al. 1976, Hendricksen et al. 1980, Seman et al. 1999). Aunque la caída en calidad de las gramíneas (Festuca) es menor que las leguminosas (Alfalfa), cuando se analizaron los cambios en la composición química de la Festuca se encontró una lineal disminución en proteína cruda y digestibilidad, un incremento lineal en Fibra detergente neutro (FDN) y celulosa, y un cambio cuadrático en lignina y cenizas (Seman et al., 1999) con el avance de los días de pastoreo. No se dispone de análisis químico en el presente experimento pero se infiere que podría haber presentado un comportamiento similar.

El comportamiento animal general observado (gráfica 13) no concuerda con la bibliografía, donde el tiempo de pastoreo tiende a disminuir a través de los días conjuntamente con la reducción en la cantidad de forraje verde y calidad de la pastura

(Stuth 1991, Penning et al. 1994, Seman et al. 1999, Patiño et al. 2003). En B, el NTP/T descendió en el tercer día para los tres subperíodos (gráfica 13. B), lo cual podría relacionarse con un período de poca búsqueda y alimento suficiente en las zonas de pastoreo frecuente. Esto provocaría que los animales logren cosechar el forraje durante cortos períodos de tiempo y eviten permanecer pastoreando. Dicho patrón de conducta puede relacionarse con la Teoría planteada en "Selección por señales postingestivas al Sistema Nervioso Central", donde el animal cesa el consumo de alimento mediante señales emitidas desde el tracto gastrointestinal o hígado asociadas al nivel de saciedad (Provenza et al., 2003), y a la memoria de distribución de parches con alimento preferido dentro de la pastura lo cual puede aumentar fuertemente el éxito del pastoreo (Dumont et al., 2002). Como ya fue observado, la pastura de B presentó mayor posibilidad de selección al poseer mayor heterogeneidad, un 71% del área sin defoliación para el tercer día (gráfica 10 B) lo cual indica que aun mantendrían zonas de alta utilización sin defoliar posibilitando que los animales pastorearan con buena accesibilidad y calidad, actuando sobre el cese del consumo las señales gastrointestinales ayudadas por la memoria temporal.

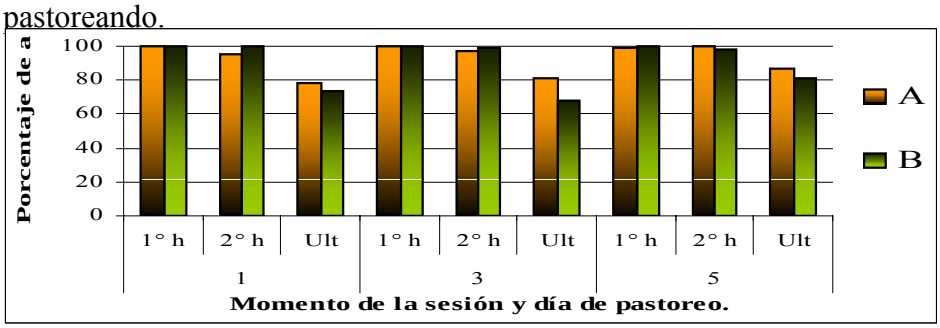
Para julio en A el NTP/T se incrementó desde el primer día hasta el quinto, este comportamiento puede interpretarse como una respuesta de los animales a los incrementos de suelo desnudo y principalmente a los menores registros de RP, cantidad observada y cantidad de forraje verde estimada. Cuando la masa de forraje declinó, el peso de bocado declinó pero el tiempo de pastoreo aumentó (Sollenberger et al., 2001), y en esta situación pudo existir efecto de la variación en calidad del forraje ya desarrollado.

En A durante setiembre el número de animales pastoreando disminuyó hacia el quinto día posiblemente debido a la conducta anticipatoria asociada a la memoria de los animales, quienes conociendo la frecuencia de la rotación reducen el tiempo de pastoreo previo al cambio de parcela, efecto magnificado en setiembre posiblemente a que estos animales tienen más experiencia sobre el manejo y las características de la pastura, la cual, a su vez, ofreció los mayores RP y cantidad de forraje verde. La pastura presentó

gran cantidad de forraje en la primer etapa del ciclo de defoliación con 100% de Nula defoliación y 10 RP promedio, y pocas posibilidades u oportunidades de búsqueda de alimento conforme hacia el final del subperíodo con 22% de Nula defoliación y 13 RP promedio, y 36% de Alta def. con 6,36 RP (Anexo 7).

La gráfica 14 presenta el efecto de la interacción del momento en la sesión y día de pastoreo sobre el porcentaje de animales pastoreando el cual resultó significativo (P< 0.0001) (cuadro 9).

Gráfica 14. Efecto del tratamiento, momento y día sobre el porcentaje de animales pastoreando.



Referencias:

- A y B: tratamientos correspondientes a Alta y Baja carga.
- 1° h, 2° h y Ult: primer hora, segunda hora y hasta terminar el pastoreo de los animales en la sesión diaria.
- 1, 3 y 5:días de pastoreo.

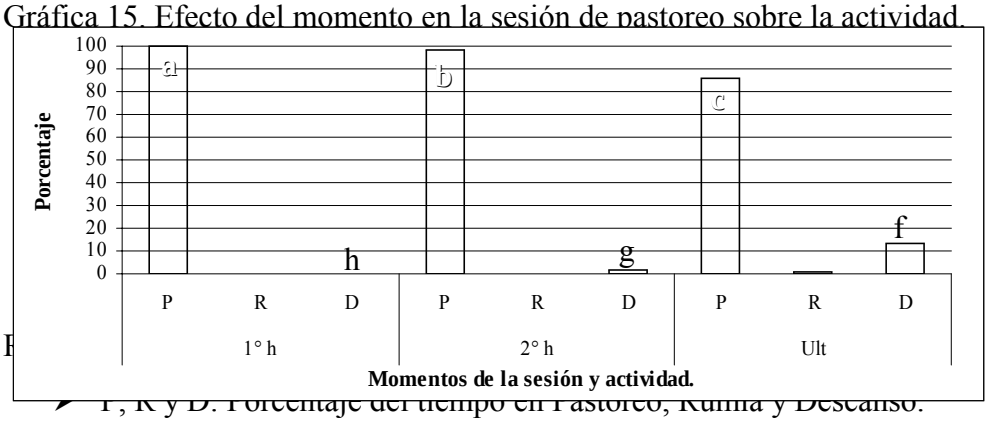
En los tres subperíodos y en ambos tratamientos, el cien por ciento de los animales se encontró pastoreando durante la primer hora, con reducciones en la segunda hora, no obstante la mayor caída ocurrió en el último momento dentro de la sesión de pastoreo. En A durante la segunda hora del primer y tercer día se encontró reducción en el porcentaje de animales que pastorean, posiblemente el ayuno al que fueron sometidos y la baja disponibilidad de forraje provocó elevada tasa de consumo de forraje desde el inicio obligando a algunos animales a pastorear en aquellos sitios que fueran rechazados

anteriormente que mantienen forraje con buena disponibilidad (altura y densidad), ocasionando un rápido llenado y cese del consumo (gráfica 14).

En B el patrón de conducta dentro en la sesión resultó diferente, el período inicial de pastoreo fue de aproximadamente dos horas y luego se redujo el número de animales que se mantuvieron pastoreando (gráfica 14). Posiblemente la mayor heterogeneidad y oferta plantearon mas opciones dificultando el proceso de selección y menor competencia entre individuos, alargando esa primer fase del consumo y ocasionando que sea única en algunos de los animales. En un caso donde los novillos no fueron restringidos pastoreando Festuca pura mostraron un patrón de pastoreo en el cual realizaron tres comidas espaciadas con intervalos de 8 hs. (Seman et al., 1999) (Anexo 3).

Hubo efecto del momento de la sesión en la actividad de pastoreo ($P< 0.0886$) y descanso ($P< 0.0981$), las cuales evolucionaron de manera diferencial. La gráfica 15 presenta el efecto del momento en la sesión sobre el porcentaje de animales que pastorearon y descansaron en ambos tratamientos.

Gráfica 15. Efecto del momento en la sesión de pastoreo sobre la actividad.



F

- P, R y D: Porcentaje del tiempo en Pastoreo, Rumia y Descanso.
- 1° h, 2° h y Ult.: primer, segunda hora y hasta terminar el pastoreo.
- Letra diferente indican diferencias significativas (Tukey-Kramer).

Con el avance de la sesión de pastoreo los animales modificaron su actividad, se redujo el pastoreo e incrementó el descanso. La rumia fue registrada en julio primer día B y en setiembre tercer y quinto día A. En el caso de B pudo explicarse por la condición de los animales al ingresar en la parcela que debido a los cambios de la rotación, se

mantuvieron un día mas en la parcela anterior lo cual generó restricción de alimento, sumado a las características de la pastura con parches de baja utilización en el subperíodo con el menor valor de RP, cantidad de forraje total y verde.

La rumia de A se adjudicó a que la pastura tuvo un período importante de descanso (32 días) en esta época parte de la población de macollos entró en fase reproductiva lo cual implica incremento en FDN y reducción en Digestibilidad (Dumont et al., 1995) transformándose en la principal diferencia con el período de Mayo a pesar de que no se encontraron diferencias de RP. En este caso se puede proponer que un elevado consumo de fibra detergente neutra (FDN) incrementó el tiempo destinado a rumiar (Seman et al., 1999).

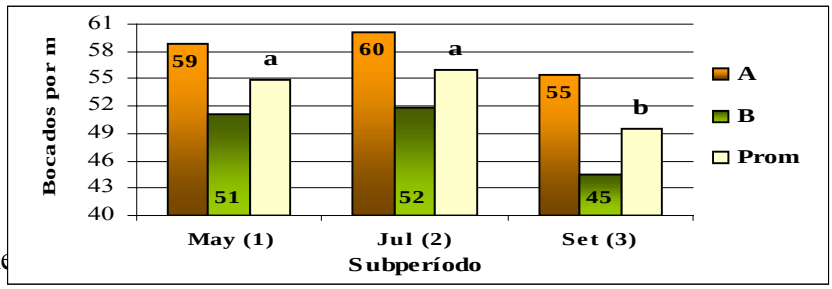
El encañado de la Festuca se asoció negativamente con la masa o volumen por bocado. El inicio de floración y durante el aumento de altura de las inflorescencias se correspondió con la caída de la masa de bocado (Forbes 1988, Sollenberger et al. 2001). Wallis de Vries et al. (1994), adjudicó la caída en el peso de bocado a la elección de parches cortos debido a maximización de la eficiencia en la cosecha con menor tiempo empleado o reducción en los costos energéticos. En A es posible que los animales hayan mantenido un peso de bocado suficiente como para lograr una elevada tasa de consumo, denunciado por la aparición de rumia posiblemente a causa del elevado consumo de fibra debido a que las posibilidades de selección y pastoreo en zonas de preferencia puedo sustituirse por una pastura lo suficientemente homogénea, con niveles mayores de RP y cantidad de forraje pero con fracción de forraje de elevado contenido de fibra.

Cuando el vacuno es restringido en el tiempo de pastoreo, como en este caso, el mecanismo que emplea como medio para mantener el consumo diario de forraje es un incremento en la tasa de consumo y de bocado (Soca et al., 2001). La alta tasa de consumo se explicaría por una manipulación y masticación mas rápida (Chilibroste, 2002), reducciones en la proporción del tiempo dedicado a la selección del forraje sin incrementos en el número de movimientos mandibulares totales (MMT) (Rook et al., 1994).

El efecto de la carga animal (P<0.0021), subperíodo (P<0.0201), día dentro de cada subperíodo (P<0.0037) y momento (P<0.0005) sobre la tasa de bocado de CAi resultaron significativos (Cuadro 9).

La tasa de bocado promedio de setiembre fue menor a la registrada durante mayo y julio (Gráfica 16). La tasa de bocado fue mayor para los animales en A y dentro de cada subperíodo la tasa de bocado promedio de A fue superior a la de B (Anexo 5, cuadro 3).

Gráfica 16 Efecto del tratamiento y subperíodo de pastoreo sobre la tasa de bocado promedio de los tres animales CAi.



Re

- A y B: tratamientos. Prom: es la media matemática.
- Los subperíodos May: mayo, Jul: julio y Set: setiembre.
- a, b y c indica diferencias significativas (Tukey-Kramer).

La información coincide con lo esperado, dado que los niveles de la oferta de forraje de mayo y julio a setiembre aumentaron, con el aumento de disponibilidad aumenta el peso y se reduce la tasa de bocado (Sollenberger et al. 2001, Wade et al. 2001) (Anexo 1). El incremento en la tasa de bocado se asoció con la reducción en la proporción del tiempo dedicado a la selección del forraje (Soca et al., 2001).

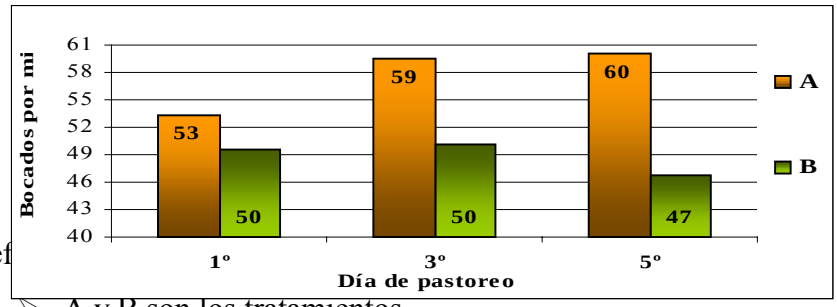
La caída en la tasa de bocado provocada posiblemente por un incremento del peso de bocado, reafirmado por la aparición de rumia, indican que la presencia de inflorescencias no tuvo la repercusión esperable sobre la conducta de ingestión (disminución de la masa por bocado con la aparición de inflorescencias, Forbes, 1988).

Partiendo de la base que los animales de ambos tratamientos no mostraron diferencias significativas en la ganancia de peso vivo pueden formularse dos hipótesis, una que los animales de ambos tratamientos consumieron la misma cantidad y características de forraje, y la otra que ambos tratamientos tuvieron diferencias en la cantidad o tipo de forraje consumido y diferencias en los costos de obtención de este. Indicando que la selectividad puede ser restringida por el costo de búsqueda y discriminación en los diferentes recursos forrajeros (Wallis de Vries et al., 1994)

La tasa de bocado en A fue en promedio un quince por ciento mayor que B, dicha diferencia con un mismo peso de bocado para ambos tratamientos, provocaría igual nivel de consumo mas de media hora antes en el tratamiento A. Manteniendo el mismo tiempo de pastoreo el tratamiento B tendría mayor peso de bocado y consumiría 0,11 gramos de MS mas por bocado. Integrando a la estimación la diferencia registrada en NTP/T la diferencia de peso de bocado de A y B seria de 0,13 gramos de MS ya que B pastoreo menos tiempo.

El día de pastoreo dentro de cada subperíodo tuvo efecto sobre la tasa de bocado y las diferencias fueron significativas ($P<0.0037$), la grafica 17 presenta el efecto del tratamiento y día de pastoreo sobre la tasa de bocado.

Grafica 17. Efecto del tratamiento y día de pastoreo sobre la tasa de bocado.



Ref

- A y B son los tratamientos.
- 1°, 3° y 5°, son los días de pastoreo.

En A se incrementó la tasa de bocado hacia el quinto día, posiblemente ese aumento sea provocado por la disminución en el peso de bocado. En B ocurrió a la inversa donde es posible que mantuvieran parches con baja utilización y que al quinto

día debieran pastorearlos provocando así aumentos en el peso de bocado con la consecuente disminución en la tasa de bocado.

La proporción de animales pastoreando en el tercer día decayó, principalmente en B (gráfica 13), la distancia recorrida en la cuadrícula tendió a disminuir (Anexo 8), y la tasa de bocado se mantuvo, lo cual indicaría tiempo suficiente en la elección de bocado con mayor peso o calidad quienes repercutirán con señales postingestivas provocando cese de consumo en menor tiempo.

En el quinto día de pastoreo de ambos tratamientos se encontró una mayor proporción de animales pastoreando durante la fase final de la sesión de pastoreo (grafica 14). Este efecto puede ser relacionado en A con una reducción del tamaño de bocado e incremento en la tasa de bocado y en B con mayor tiempo de búsqueda con menor tasa de bocado. Dicha evolución en los días no pudo ser contrastada con evoluciones de la pastura, pero si es claro que las diferencias entre tratamientos en la pastura pueden explicar en buena medida dicha estrategia.

Las bajas tasas de bocado en B sobre el final del subperíodo podría explicarse por la caída en calidad de la pastura y por ende mayor selectividad. También el manejo de los animales con cambios de parcela a tiempo fijo pudo intervenir sobre la memoria provocando reducción en el consumo compensable en el cambio de parcela (Anexo 6).

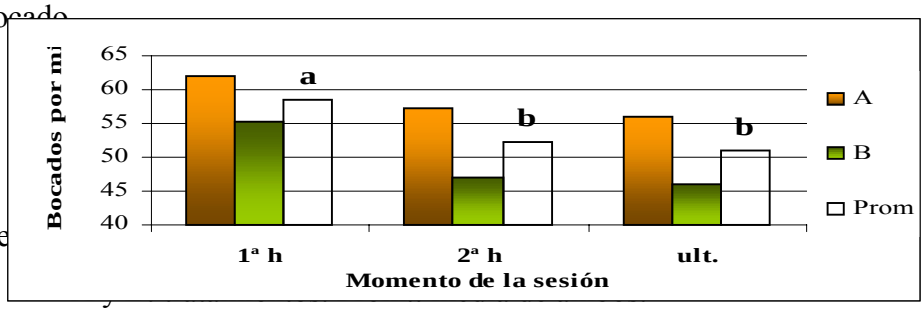
La caída en la tasa de bocado y leve aumento en el tiempo de pastoreo, para el quinto día de pastoreo, puede interpretarse como niveles satisfactorios de alimento y un mayor tiempo de búsqueda con mayor selección (Soca et al., 2001), estrategia observada en Anexo 6 M-B y S-B) donde se registraron los mayores valores de RP y Kg MS/ha. La tasa de bocado en J-B fue similar que la registrada en A durante el resto de los subperíodos.

La conducta de A (Anexo 6 M-A), con un aumento en la tasa de bocado para el día 3, y aumento del tiempo de pastoreo en el día 5, puede interpretarse como dos estrategias diferentes de los animales, dentro de un grupo, con el objetivo de lograr los niveles de alimentación buscados.

Durante julio los animales de ambos tratamientos no tuvieron alta disponibilidad en el forraje ofrecido y emplearon mecanismos para mantener el nivel de consumo, incremento en la tasa de bocado (aunque no difiere significativamente en ambos tratamientos la TB tiende a ser mayor en julio con respecto a mayo) y tiempo de pastoreo hacia el quinto día (Anexo 6, J-A y J-B). Cuando la masa de forraje declina, el peso de bocado declinará, pero la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo aumentarán en el intento de compensar la reducción del peso de bocado (Sollenberger et al., 2001).

El efecto del momento dentro de la sesión sobre la tasa de bocado presentó diferencias significativas (P<0.0005). En la gráfica 18, la primera hora de pastoreo tuvo mayor tasa de bocado sobre el tiempo restante, aunque las diferencias entre los dos momentos posteriores no son significativas la tendencias continúa con la caída en ambos tratamientos.

Gráfica 18. Efecto del tratamiento y el momento de la sesión de pastoreo sobre la tasa de bocado



Re

- 1°, 2° y Ult.: primer y segunda hora, y hasta terminar el pastoreo.
- Diferentes letras indican diferencias significativas (Tukey-Kramer).

Los animales permanecieron gran parte del día fuera de la parcela sin acceso a otra fuente de alimento, en la primer hora la tasa de bocado siempre resultó superior, cualquiera fuera el subperíodo, tratamiento o día de pastoreo, lo cual coincidió con resultados presentados, vaquillonas con ayuno nocturno exhibieron alta tasa de consumo en la primera hora de pastoreo con menor selección de dieta, y una disminución progresiva en la segunda y tercera hora de pastoreo (Dougherty et al. 1987, Soca et al. 2001).

La información del número de “ciclos” puede interpretarse como rotación de los animales dentro de la parcela, es común observar que los animales mantienen cierta agrupación (fenómeno de cohesión de Sibbald et al. (2003)) en el rodeo, la distancia entre animales dentro del rodeo se ve afectada por la situación de pastoreo que se presenta (por ejemplo la carga instantánea). El cuadro 10 indica el efecto de los tratamientos y días de pastoreo sobre el número de ciclos y proporción del tiempo en que al menos un animal pastorea dentro de la cuadrícula.

Cuadro 10. Efecto tratamiento y día de pastoreo sobre el promedio de la proporción de tiempo y número de ciclos.

	Día de pastoreo.					
	1º		**3º**		**5º**	
	Prop. Tiem.	Nº ciclo	Prop. Tiem.	Nº ciclo	Prop. Tiem.	Nº ciclo
A	0,39	4,7	0,55	3,7	0,41	6
B	0,33	2,3	0,32	5	0,45	6

- A y B son los tratamientos.
- 1º, 3º y 5º son los días de pastoreo dentro de cada subperíodo.
- Prop Tiem.: Es la proporción del tiempo de pastoreo en que al menos un animal del lote pastoreaba dentro de la cuadrícula.
- Nº ciclo: es el número de veces que uno o mas animales ingresaron a la cuadrícula sin que hubiera otro pastoreando dentro.

Aumentos en el tiempo dentro de la cuadrícula, bajo numero de ciclos y mayores distancia recorrida dentro de la cuadrícula (Anexo 8) (Ej.: 3º día A), indicó que la tendencia de los animales fue a separarse dentro de la parcela y pastorear más tiempo en una zona determinada, buscando y recorriendo más dentro de la zona. Esto indicaría que los animales de A en el tercer día tendieron a caminar y buscar mas dentro de una “sub parcela” lo cual provocaría menores tasas de bocado (Soca et al., 2001). Los resultados indican que en dicho tratamiento y día los animales aumentan la tasa de bocado, o que demoran menos tiempo en tomar los 100 bocados. Los animales tienden a caminar mas dentro de la “subparcela” y aumentan la tasa de bocado probablemente debido a que su traslado no agrega tiempo sino que lo integra con el tiempo de manipulación del alimento y búsqueda, y logra manipulación y masticación mas rápida (Chilibroste, 2002).

Las mayores distancias se registraron en mayo y julio (3er día) donde a su vez la posibilidad de búsqueda es limitada por enfrentar una pastura con baja disponibilidad (Anexo 8). La distancia recorrida tiende a ser mayor en un área menor pero la rotación del animal en la parcela tiende a ser menor, y es en este punto donde pudo confundirse y relacionarse el caminar mas con mayor búsqueda pero no implicaría necesariamente menor tasa de bocado. La discusión quedaría planteada sobre el área en la cual se registran los procesos, dado que las variables de respuesta animal puede presentar diferente relación entre si.

El cuadro 11 presenta el efecto del tratamiento y subperíodo sobre el número de asistencias promedio de los cuadrados de 6*6 m y su variación.

Cuadro 11. Efecto tratamiento y subperíodo sobre la asistencia promedio de los animales marcados, a los cuadrados de 6*6 m.

		Prom.	DS	CV
M	B	2,6	0,9	34,7
J	B	1,3	0,6	44,2
S	B	1,9	0,5	29,2
M	A	2,4	0,6	27,0
J	A	1,7	0,7	39,2
S	A	1,5	0,5	36,4

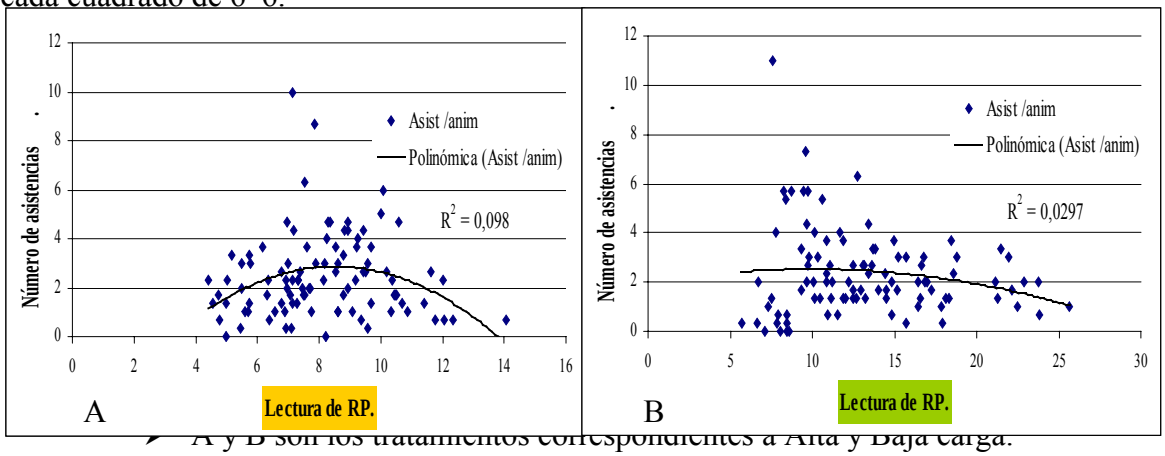
Referencias:

- A y B son los tratamientos correspondientes a Alta y Baja carga.
- DS es el desvíos estándar de B y A.
- CV es el coeficiente de variación de B y A.
- M, J y S son los subperíodos de mayo, julio y setiembre.

El número de visitas a los cuadrados tendió a ser mayor en el subperíodo de mayo para ambos tratamientos pero la diferencia en DS indica que los animales de ambos tratamientos asistieron similar número de veces a la cuadrícula pero los animales de A visitaron en forma mas homogénea los cuadrados, posiblemente por menor selección o preferencia por algún sitio y una pastura mas homogénea. Los animales del tratamiento B tendieron a asistir mas frecuentemente determinados cuadrados, denotando preferencia y o mayor selección por la pastura de estos.

El gráfico 19, presenta la relación entre lectura de RP promedio de los nueve puntos dentro de cada cuadrado de 6*6 y el numero de asistencia promedio.

Gráfica 19 A y B. Asociación del numero de asistencias y la lectura de RP de cada cuadrado de 6*6.



- A y B son los tratamientos correspondientes a Alta y Baja carga.
- Lectura de RP, corresponde al promedio de cada cuadrado de 6*6.
- Número de asistencias es el promedio de visitas a cada cuadrado de 6*6.

La razón que podría explicar la frecuencia de las visitas a cada cuadrado no resultaría el promedio de lectura de RP de cuadrados de 6 *6 m. La asociación entre ambas variables fue muy pobre, este resultado puede deberse a los métodos de evaluación de la pastura (escala y o metodología), animal (escala espacial y temporal) ó a

que simplemente no existe asociación entre ambas variables, o sea que los animales no tomen sus decisiones de asistencia a determinados sitios basadas en el volumen de forraje que encuentran.

Los datos de B en julio día tres, indican baja proporción de animales pastoreando y numero de ciclos, tienden a recorrer menor distancia, es el día con mayor proporción de tiempo que al menos un animal pastorea en la cuadrícula y mantiene la tasa de bocado como la del primer día. Estas observaciones pueden indicar que en este día los animales tuvieron baja rotación en la parcela, menor búsqueda, con tiempo para tomar lo que necesitaron y finalizar la actividad de pastoreo. Este fenómeno puede explicarse basado en la teoría de selección por máximo consumo (Krebs et al., 1984), la cual atribuye el incremento en la tasa de consumo y caída en el período de pastoreo debido a mejoras en la eficiencia y habilidad de cosecha; a su vez la teoría de consumo eficiente (Provenza et al., 2003) asume que el animal maximiza el consumo de energía por unidad de esfuerzo haciendo optimo el consumo de nutrientes y toxinas a través de su experiencia.

El incremento en la tasa de bocado se asoció con la reducción en la proporción del tiempo dedicado a la selección del forraje, y no al incremento en el número de movimientos mandibulares totales (MMT) (Rook et al., 1994).

No se encontraron diferencias significativas en el movimiento de los animales dentro de la cuadrícula indicando que los animales recorrieron similar distancias entre tratamientos, subperíodos y días (cuadro 9) (Anexo 8).

La diferente evolución en la defoliación nos hace pensar que los animales de los distintos tratamientos efectivamente tuvieron y mantuvieron diferentes características tanto en la pastura como en el patrón de ingestión producto de las diferentes cargas. La similitud del nivel de defoliación logrado en el quinto día de pastoreo de B con el tercer día de A (gráfica 10) y que en B se mantenga tasa de bocado similares a las registradas en el primer día de A (gráfica 17), refuerza la idea planteada sobre la existencia de un ciclo en la defoliación de las parcelas.

5. CONCLUSIONES

Existieron diferencias entre tratamientos en los aspectos relacionados a la estructura de la pastura como RP promedio, composición botánica (F, TB y Otras g.), cantidad de forraje, proporción forraje verde (estimación visual). Aun así el calculo estimativo de asignación de forraje y de requerimientos indicaría que la pastura proporcionó la cantidad de materia seca necesaria. La carga animal no afectó la ganancia diaria de peso vivo mientras que si hubieron diferencias en los registros de comportamiento ingestivo de los animales (tasa de bocado, NTP/T, nivel de Defoliación y profundidad de defoliación).

La proporción de animales pastoreando, tasa de bocado (con aumento en el transcurso de los días) y niveles de defoliación siempre fue superior en el tratamiento de Alta carga animal donde el análisis de la pastura mostró menor heterogeneidad, cantidad de forraje y cantidad como Kg MS Verde, menor RP en todos los niveles de cantidad de forraje y defoliación, donde al quinto día en promedio de los subperíodos el 60% de la pastura presentó alta defoliación.

En la pastura las diferencias entre subperíodos existieron y provocaron situaciones extremas en julio, donde la limitante en volumen de forraje disponible (lectura de RP y de Kg MS) resultado de la alta defoliación y baja tasa de crecimiento, provocaron menores ganancia diaria de peso vivo.

La caída en la tasa de bocado en setiembre, donde además de los mayores niveles de RP existieron inflorescencias y se produjeron los mayores niveles de ganancia de peso, puede responder a una estrategia animal de no reducir la masa de bocado aumentando el tiempo de masticación, manipulación y búsqueda.

Se puede interpretar que al no existir efecto del tratamiento sobre las ganancias de peso la “estrategia” de manejo con diferente carga animal introduce como fuerte punto en la discusión de base las posibilidades de persistencia de la pastura y cómo queda planteado el balance en la ecuación económica de largo plazo.

No fue posible conectar la conducta animal a lo largo de los días con una evolución de RP, y fue despreciable la asociación del promedio de RP con la asistencia a los cuadrados. Como los animales distribuyen su tiempo de pastoreo en búsqueda y elección de sitios de alimentación quedó limitado a la información de las distancias recorridas en ambos tratamientos, las que mostraron tendencias pero no fueron significativas, el numero de visitas a los cuadrados fue similar pero no igual. La aproximación planteada sobre la definición de en que aspecto de la pastura basan los animales la decisión, no fue logrado plenamente. Queda claro que las diferentes cargas generaron diferente pastura, aun así, la performance de los animales se mantiene inalterada, lo cual indica que los animales fueron capaces de compensar las diferencias de la pastura mediante estrategias en el patrón de pastoreo logrando el mismo niveles de consumo (energía, nutrientes o MS), o diferente nivel de consumo pero a diferente costo.

6. RESUMEN

Festuca arundinacea, especies forrajera perenne invernal pastoreada con animales de raza carnicera en terminación para dos situaciones de carga (A: 3,25 a/ha y B: 2,25 a/ha) en tres subperíodos (mayo, julio y setiembre). El análisis estadístico fue realizado en base a prueba de t y Chi-Cuadrado sobre los efectos y su interacción con medidas repetidas en el tiempo. La pastura de B tuvo mas forraje medido con RP y Cantidad visual que A (DS), siendo en julio menores y setiembre los mayores (DS). Se registró un aumento en la frecuencia de sitios con Baja cantidad de forraje en julio principalmente en A. Se pudo observar en B una pastura mas heterogénea con respecto de A, la cual tendió a aumentar en B a lo largo del período (Anexo 7). Existió disminución de RP para el nivel de Alta defoliación en julio, principal indicador de la profundidad adquirida por los bocados en este subperíodo. La composición Botánica mantuvo a la Festuca como principal aporte de MS con mayores cantidad en A y julio (DS). Los demás componentes variaron principalmente entre tratamientos y subperíodos, pero con bajo aporte de MS. La superficie ocupada por suelo desnudo y heces varió entre subperíodos, con máximos en julio (DS) y setiembre (DS) respectivamente. La proporción de MS verde de A fue mayor (DS), y disminuyó desde mayo a setiembre (DS), la evolución en B fue contraria (DNS). La cantidad en Kg de MS verde por Ha de ambos tratamientos fue mínima en julio y máximo en setiembre, teniendo B mas que A. Sobre la actividad de pastoreo y descanso existió efecto del momento de pastoreo. La proporción de animales que pastoreó fue mayor en A (DS), y en el quinto día en el último momento de la sesión (DS). La tasa de bocado fue mayor en A, y menor en setiembre con respecto a mayo y julio. En A la tasa de bocado aumenta con el transcurso de los días en la parcela, en B disminuyó. La tasa de bocado de la primer hora de pastoreo fue mayor que la del resto de la sesión, este comportamiento concuerda con el observado en animales con ayuno. Menor numero de ciclos, mayor proporción de tiempo en que al menos un animal se encontró en la cuadrícula y tendencias de aumento en las distancias recorridas en la cuadrícula (DNS), indicaría que existió menor circulación de animales en la parcela, este es el caso de A tercer día. La ganancia de peso vivo, al igual que la tasa de crecimiento de la pastura, no difirió significativamente entre tratamientos (DNS), pero si entre subperíodos (DS), los cálculos que estiman la asignación de forraje y el consumo relativos de los animales indicarían que la pastura logró los niveles necesarios de disponibilidad. A su vez como fuera indicado la pastura presentó diferencias estructurales debido principalmente a la carga, las cuales, en base a modificaciones en la conducta ingestiva no modificaron los resultados de performance.

Palabras clave: Animal de carne, Conducta ingestiva, Pastoreo, Festuca arundinacea.

7. SUMMARY

Festuca arundinacea, is a winter perennial forage grazed by beef cattle during the finishing period in 2 stocking rate situation (A: 3,25 a/ha y B: 2,25 a/ha) during three subperiods (May, July and September). The stadistic analisys was design based on the t probe and Chi-square over the efects and their interactions mesure repeatidly over the periods. The pasture in the B situation had more forage mesured with Rising Plate (RP) and visual quantity than the A (SD), being the lower forage quantity during July and the higger during September (SD). The B situation presented a more heterogeneus pasture than A. This situation tends to increase during the whole period (Attachment 7). There was a reduction on the RP for the high defoliation level during the July subperiod, this is the main indicator for higher bite depth during this period. The botanical composition kept the Fescue as the first dry matter (DM) supplier with higher quantities for the A situation and for July (SD). The other species varied principally between treatments and subperiods, but with a low DM supply. The surface ocuppied by nude soil and feces varied between subperiods, heading the maximum in July (SD) and September (SD) respectivly. The green DM proportion was higher (SD) for A and went down from May to September (SD), the opposite evolution ocurred in the B situation (NSD). The amount (in Kg) of green DM per hectare (ha) for both treatments was the lowest during July and higher in September, having B more than A. Over the grazing activity and animal rest it exists efect of the moment of grazed. The proportion of animals that grazed was higher in A (SD), and during the fifth day and in the last moment of the grazing sesion (SD). The bite rate was higher for A and lower during September than May and July. In the A situation the bite rate increased from the first to the fifth day in the plot, in the B situation it went down. The bite rate was higher during the first hour than during the rest of the grazing sesion, this behaviour was the same for the observed in fast animals. A lower number of cycles, higher proportion of time that at least one animal was inside the subplot and the tendence of increase in the distance traveled inside the subplot (NSD), indicates that it existed lower circulation of animals inside the plot, this is the case for the third day of the A situation. The live weight gain as well as the growing rate of the pasture did not difiered siginificativly between treatments (NSD) but it difiered between subperiods (SD), the estimation on the forage offer and the realitive intake of the animals indicates that the pasture reaches the necessary levels of availability. As it was indicated the pasture presented estructural differences due to, firstly the stocking rate. This, based on ingestive behaviour changes, did not modificate the animal performance.

Key words: beef cattle, ingestive behaviour, grazing, Festuca arundinacea.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. CID, M.S.; BRIZUELA, M.A. 1998. Heterogeneity in tall fescue pastures created and sustained by cattle grazing. Journal of Range Management. 51(6): 644-649.
2. COLEMAN, S.W.; FORBES, T.D.A. 1998. Herbage characteristics and performance of steers grazing old world bluestem. Journal of Range Management. 51 (4): 399-407.
3. CHACON, E.; STOBBS, T.H. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. Australian Journal of Agricultural Research. 27: 709-727.
4. CHILIBROSTE, P.; TAMMINGA, S.; BOER, H. 1997. Effect of length of grazing session, rumen fill and starvation time before grazing on dry matter intake, ingestive behavior and dry matter rumen pool sizes of grazing lacting dairy cows. Grass and Forage Science. 52:249-257.
5. _____. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño-invierno. In: Jornadas Uruguayas de Buiatria (2002, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Medico Veterinario. pp. 90-96.
6. _____.; IBARRA, D.; LABORDE, D. 2003. Proyecto Interacción Alimentación – Reproducción; Informe final. Montevideo, CONAPROLE. s.p.
7. DEMMENT, M.W.; LACA, E.A. 1994. Reductionism and synthesis in the grazing sciences: modems and experiments. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 20:6-16.
8. DOUGHERTY, C.T.; BRADLEY, N.W.; CORNELIUS, P.L.; LAURIAULT, L.M. 1987. Herbage intake rates of beef cattle grazing alfalfa. Agronomy Journal. 79:1003-1008.
9. DOVE, H.; MOORE, A.D. 1996. Using a least-squares optimisation procedure to estimate botanical composition based on the alkanes of plant cuticular wax. Australian Journal of Agricultural Research. 46: 1535–1544.

10. DUMONT, B.; D'HOUR, P.; PETIT, M. 1995. The usefulness of grazing tests for studying the ability of sheep and cattle to exploit reproductive patches of pastures. Applied Animal Behaviour Science. 45: 79–88.
11. _____.; CARRÉRE, P.; D´HOUR, P. 2002. Foraging in patchy grasslands; diet selection by sheep and cattle is affected by the abundance and spatial distribution of preferred species. Animal Research. 51: 367-381.
12. FISHER, D.S.; BURNS, J.C.; POND, K.R. 1989. Esophageal plug and fasting effects on particle size distribution and quality of extrusa from grass pastures. Agronomy Journal. 81: 129-132.
13. FORBES, T.D.A. 1988. Researching the plant-animal interface; the investigation of ingestive behaviour in grazing animals. Journal of Animal Science. 66: 2369-2379.
14. FORBES, J.M.; KYRIAZAKIS, I. 1995a. Food preferences in farm animals; why don't they always choose wisely? Proceedings of the Nutrition Society. 55: 429–440.
15. _____. 1995b. Voluntary food intake and diet selection in farms animals. Wallinford, CAB International. 532 p.
16. GIBB, M.J.; HUCKLE, C.A.; NUTHALL, R.; ROOK, A.J. 1997. Effect of sward surface height on intake and grazing behavior by lactating Holstein-Friesian cows. Grass and Forage Science. 52: 309-321.
17. GRIFFITHS, W.M.; HODGSON, J.; HOLMES, C.W.; ARNOLD, G.C. 1996. The use of a novel approach to determine the influence of sward charactaristic on the discriminatory grazing behaviour of dairy cows. Poceedings of the New Zeland Society of Animal Production. 56:269-275.
18. HENDRICKSEN R.; MINSON, D.J. 1980 The feed intake and grazing behavior of cattle grazing a crop of Lablab purpureus cv. Rongai. Journal of Agricultural Science (Cambridge). 95: 547-554.
19. HODGSON, J. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman Scientific and Technical. 203 p.

20. HONGO, A. 1998 Selective grazing in pure leaf and leaf/culm mixtures of herbage grasses by sheep. Journal of Agricultural Science (Cambridge). 131: 353-359.
21. HORNICK, J.L.; VAN EENAEME, C.; CLINQUART, A.; DIEX, M.; ISTASSE, L. 1998. Different periods of feed restriction before compensatory growth in Belgian Blue bulls; I. Animal performance, nitrogen balance, meat characteristics and fat composition. Journal of Animal Science. 76: 249-259.
22. KENNEY, P.A.; BLACK, J.L. 1984. Factors affecting diet selection by sheep. I. Potential intake rate and acceptability of feed. Australian Journal of Agricultural Research. 35: 551-563.
23. KREBS, J.R.; McCLEERY, H. 1984. Optimization in behavioural ecology. In: Krebs, J.R.; Davies, N.B. eds. Behavioural ecology; an evolutionary approach. 2nd. ed. Oxford, Blackwell. s.p.
24. KYRIAZAKIS, I.; TOLKAMP, B.J.; EMMANS, G. 1999. Diet selection and animal state: an integrative framework. Proceedings of the Nutrition Society. 58: 765-772.
25. LACA, E.A.; ORTEGA, I.M. 1995. Integrating foraging mechanisms accros spatial and temporal scales. In: International Rangeland Congress (5th., 1995, Salt Lake, Utah). Proceedings. s.n.t. pp. 204-215.
26. MERRY, R.J.; LEEMANS, D.K.; DAVIES, D.R. 2002. Improving the efficiency of silage-N utilisation in the rumen through the use of grasses high in water soluble carbohydrate content. In: International Silage Conference (13a., 2002, Auchincruive, Ayr). Proceedings. s.l., Scottish Agricultural College. pp. 374–375.
27. MIGNON-GRASTEAU, S.; BOISSY, A.; BOUIX, J.; FAURE, J.M.; FISHER, A.D.; HINCH, G.N.; JENSEN, P.; LE NEINDRE, P.; MORMEDE, P.; PRUNET, P.; VANDEPUTTE, M.; BEAUMONT, C. 2005. Genetics of adaptation and domestication in livestock. Livestock Production Science. 93: 3–14.

28. MORALES, A. 1995. Morfofisiología de especies forrajeras y las consecuencias en el manejo del pastoreo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 19 p.
29. MUSLERA, E.; RATERA, C. 1983. Praderas y forrajes; producción y aprovechamiento. Madrid, Mundi-Prensa. 702 p.
30. PARSONS, A.J.; NEWMAN, J.A.; PENNING, P.D.; HARVEY, A.; ORR, R.J. 1994a. Diet preference of sheep: effects of recent diet, physiological state and species abundance. Journal of Animal Ecology. 63: 465–478.
31. _____.; THORNLEY J.H.M.; NEWMAN J.A.; PENNING P.D. 1994b. A mechanistic model of some physical determinants of intake rate and diet selection in a two species temperate grassland sward. Functional Ecology. 8: 187–204.
32. PATIÑO PARDO, R.M.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M.; BAES MORENO, C.; FERREIRA, E.X.; VINHAS, R.I.; LIMA MONKS, P. 2003. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. Revista Brasileira de Zootecnia. 32 (6): 1408-1418.
33. PENNING, P.D.; ROOK, A.J.; ORR, R.J. 1991. Patterns of ingestive behavior of sheep continuously stocked on monocultures of ryegrass or white clover. Applied Animal Behaviour Science. 31: 237-250.
34. _____.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J.; HOOPER, G.E. 1994 Intake and behaviour response by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. Grass and Forage Science. 49: 476-486.
35. _____.; GIBB, M.J.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J.; HARVEY, A. 1998. Behavioural and physiological factors limiting intake by grazing ruminants. Pasture Ecology and Animal Intake. pp: 10-20.
36. PHILLIPS, C.J.L. 1989. Nutritional behavior. In: Phillips, C.J. ed. New techniques in cattle production. Bangor, UK, Butterworth. pp. 52-73.
37. PROVENZA, F.D.; BALPH, D.F. 1990. Applicability of five diet-selection models to various foraging challenges ruminants encounter. In: Hughes, R.N. ed

Behavioural mechanisms of food selection. Berlin, Springer-Verlag. pp. 423-459 (NATO ASI Series vol. G 20).

38. _____.; VILLALBA, J.J. 1999. Nutrient-specific preferences by lambs conditioned with intraruminal infusions of starch, casein, and water. Journal Animal Science. 77: 378–387.
39. _____.; _____.; DZIBA, L.E.; ATWOOD, S.B.; BANNER, R.E. 2003. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. Small Ruminant Research. 49: 257-274.
40. PULIDO, R.G.; BALOCCHI, O.; FERNANDEZ, J. 2001. Efectos del nivel de producción de leche sobre el comportamiento ingestivo en vacas lecheras en pastoreo primaveral. Archivos de Medicina Veteterinaria. 33 (2): s.p.
41. RABOTNIKOF, C.M.; FERRI, C.M.; STRITZLER, N.P.; PETRUZZI H.J. 2005. Selección animal bajo libre elección entre gramíneas perennes estivales. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. Boletín de Divulgación Técnica. no. 88: 15-18.
42. ROOK, A.J.; HUCKLE, C.A.; PENNING P.D. 1994. Effect of sward height and concentrate supplementation of the ingestive behavior of sring-calving dairy cows grazing grass-clover swards. Applied Animal Behavior Science. 40: 101-112.
43. RUTTER, S.M.; ORR, R.J.; YARROW, N.H.; CHAMPION, RA. 2004. Dietary preference of dairy cows grazing ryegrass and white clover. Journal Dairy Science. 87: 1317-1324.
44. _____. 2006. Diet preference for grass and legumes in free-ranging domestic sheep and cattle; current theory and future application. Applied Animal Behavior Science. 97:17-35.
45. SANDERSON, M.A.; ROTZ, C.A.; FULTZ, S.W.; RAYBURN, E.B. 2001. Estimating forage mass with a commercial capacitance meter, rising plate meter, and pasture ruler. Agronomy Journal. 93: 1281-1286.

46. SEMAN, D.H.; STUEDEMANN, J.A.; HILL, N.S. 1999. Behavior of steers grazing monocultures and binary mixtures of alfalfa and tall fescue. Journal of Animal Science. 77: 1402-1411.
47. SIBBALD, A.M.; HOOPER, R.J. 2003. Trade-offs between social behaviour and foraging by sheep in heterogeneous pastures. Behavioural Processes. 61: 1-12
48. SOCA, P. 2000. Efecto del tiempo de pastoreo y nivel de suplementación sobre el consumo, conducta y parámetros productivos de vacas lecheras. MSc. Thesis. Santiago de Chile, Chile. Universidad de Chile. 98 p.
49. _____.; GONZALES, H.; MANTEROLA, H. 2001. Estrategia de pastoreo de vacas lecheras. Santa Fe, INTA Rafaela. s.p.
50. _____.; CASTELLS, A.; MARCHESI, C.; DO CARMO, M.; CHILIBROSTE, P. 2006. Efecto de la carga animal y época del año sobre la producción de forraje, capacidad de carga y performance de vacunos en engorde bajo pastoreo de *Festuca arundinacea* cv Quantum. In: Congreso Argentino de Producción Animal (29º., 2006, Mar del Plata). Ciencia y Tecnología; herramientas para el crecimiento en los sistemas de producción animal. Mar del Plata, Argentina. Asociación Argentina de Producción Animal. s.p.
51. SOLLENBERGER, L.E.; BURNS, J.C. 2001. Canopy characteristics, ingestivo behaviour and herbage intake in cultivated tropical grasslands. Brazilian Science Animal Husbandry (Piracicaba). 2001: 321-327.
52. _____.; BURNS, J.C. 2002. Grazing behavior of ruminants and daily performance from Warm-Season Grasses. Crop Science. 42:873-881.
53. STOBBS, T.H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I Variation in the bite size of grazing cattle. Australian Journal of Agricultural Research. 24: 809-819.
54. STOCKDALE, C.R.; KING, K.R. 1983. Effects of stocking rate on the grazing behaviour and fecal output of lactating dairy cows. Grass Forage Science. 38: 215-218.

55. STUTH, J.W. 1991. Foraging behavior; grazing management an ecological perspective. Portland, Oregon, Timber. v.3, pp. 65-83.
56. TOTHILL, J.C.; HARGREAVES, J.N.G.; JONES, R.M. 1978. Botanal; a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. I. Field sampling, C.S.I.R.O. Aust., Div. Trop. Crops and Past., Trop. Agron. Technical Memories. no. 8. s.p.
57. WADE, M.H. 1991. Factors affecting the availability of vegetative Lolium perenne to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking rate and grazing method. PhD These. Rennes, France. Universite de Rennes.
58. _____.; AGNUSDEI, M. 2001. Morfología y estructura de las especies forrajeras y su relación con el consumo. Morfología y estructura de las especies forrajeras. Producción bovina de carne. Río Cuarto, Córdoba, Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. s.p.
59. WALLIS DE VRIES, M.F.; DALEBOUDT, C. 1994. Foraging strategy of cattle in patchy grassland. Oecologia. 100: 98–106.
60. WESTOBY, M. 1974. An analysis of diet selection by large generalist herbivores. American Naturalist. 108: 290–303.

9. ANEXOS

Anexo 1 Interrelación de la conducta ingestiva y las características del canopeo.

Table 1. General relationship between ingestive behavior measurements and pasture canopy characteristics.†

Animal measurements	Animal aspect‡					Canopy aspect§									
	BW	BR	GT	DS	SR	Ht	HM	GL	LM	DL	St	LS	BD	NV	Le
Warm-season grasses:															
Tongue sweep:															
Amplitude						+			−						
Number													−		
Bite volume						+					−		−		
Bite weight							− (+SR)¶	+	+				−		
Bite rate	−					−	−						−		
Diet selection	−							+		−				+	
Intake rate	+						−								
Grazing time	−				+			− (+SR)	−						
Intake			+	−											
Legumes:															
Bite weight						+		+	+			+			
Bite rate	−														−
Diet selection														+	
Grazing time		−													

† Taken from Coleman et al. (1989), Cosgrove (1997), Ungar (1998), and Sollenberger and Burns (2001).
‡ BW = bite weight, BR = bite rate, GT = grazing time, DS = diet selection (species and plant part), and SR = stocking rate.
§ Ht = height, HM = herbage mass, GL = green leaf (%), LM = leaf mass, DL = dead leaf (%), St = stem (%), LS = leaf to stem ratio, BD = bulk density, NV = nutritive value, and Le = legume (%).
¶ (+SR) = positive where stocking rate is a variable.

Fuente: Sollenberger et al. (2001).

Anexo 2 Preferencia por leguminosas en la selección.

Diet preference for legumes from a range of studies

Animal species	Lactating or dry	Herbage choice	% Legume	Reference
Sheep	Lactating	PG/WC	79.7	Parsons et al. (1994)
Sheep	Lactating	PG/WC	71.6	Penning et al. (1995)
Dairy sheep	Lactating	AG/Sulla	74	Rutter et al. (2005b)
Dairy cows	Lactating	PG/WC	70	Rutter et al. (1999)
Dairy cows	Lactating	PG/WC	78	Rutter et al. (2001)
Dairy cows	Lactating	PG/WC	73.8	Rutter et al. (2004a)
Sheep	Dry	PG/WC	65.8	Parsons et al. (1994)
Sheep	Dry	PG/WC	91.8	Newman et al. (1994)
Sheep	Dry	PG/WC	71.0	Harvey et al. (1996)
Sheep	Dry	PG/WC	88.4	Harvey et al. (1997)
Sheep	Dry	PG/WC	66.8	Harvey et al. (2000)
Sheep	Dry	PG/WC	70	Cosgrove et al. (2001)
Sheep	Dry	PG/WC	c60	Rook et al. (2002)
Dairy heifers	Dry	PG/WC	65[a]	Cosgrove et al. (1996)
Dairy heifers	Dry	PG/WC	68	Torres-Rodriguez et al. (1997)
Dairy heifers	Dry	PG/Lotus	70	Torres-Rodriguez et al. (1997)
Dairy heifers	Dry	PG/WC	63.9	Rutter et al. (2004b)
Beef heifers	Dry	PG/WC	60	Rutter et al. (2005a)

All the preference values quoted are from animals that had free choice of grazing from grass and legume monocultures, and had prior experience of this treatment before the start of the measurements. The data are from the first day that the measurements were recorded in each study. The figures given are the mean values across any treatment groups such that the preference represents that measured or expected when the animals are offered 50% grass and 50% legume by ground area. AG = annual ryegrass; PG = perennial ryegrass, WC = white clover.

[a] This is one of the 3 months studied. The preferences in the other 2 months were not significantly different from grazing at random i.e. 50:50.

ıtter (2006).

Anexo 3 Cuadro informativo sobre BIBLIOGRAFÍA revisada.

Autor y Año	Objetivo	Pastura-Animales	Tratamientos	RESULTADOS	
				Pastura	Animal
Cid et al. (1998)	Determinar si el pastoreo genera parches, medir el efecto de la carga sobre los parches, comparar estructura y concentración de nitrógeno de los parches inducidos y monitorear los cambios estacionales y anuales en la posición de los parches.	8 parcelas, base Festuca arundinacea Schreb y otras Gram.. 1987-88 Novillos Aberdeen Angus (200 Kg inicio)	Pastoreo continuo de 4 cargas diferentes. 1987= 2.3; 2.9; 3.5 y 4.1, en 1988 1.8; 2.3; 2.8 y 3.3 animales por ha. Todos los tratamientos se implementan con igual nº de animales cada año (5 y 4), cambia la superficie.	Los animales generaron parches a los diferentes niveles de carga. La biomasa de los parches con alta utilización tuvieron alta concentración de N	A altas cargas, donde la vegetación de los parches fue menos estable, estos resultaban en zonas de rechazo debido a heces o cardos. NDS para ganancia de peso
Paterson et al. (1996) ARINI Northerm Ireland	Efecto 4 tiempos de ayuno sobre comportamiento ingestivo, en animales consumiendo silaje de rg y consumiendo rg a pastoreo.	Rg perenne (2 cv monocultivo). 24 Holando 2ª lactancia	1,3,6,13 horas de ayuno, 12 vacas a pastoreo (3 por hora de ayuno) y 12 vacas (3 por hora de ayuno) comiendo ensilaje de Rg.	La comp. Química no difirió entre tratamientos.	Consumo MS incrementó en pastoreo y comiendo ensilaje con 1,3 y 6 hs ayuno DS. Tendió a incrementar de 6 a 13 hs ayuno DNS. TB incrementó con las horas de ayuno 1-6 hs DS y de 6 a 13 hs de ayuno DS. Declina con el tiempo de pastoreo, cae mas lento con 13 hs ayuno. Masa B incremento DS, con el incremento de hs ayuno. Tiempo 20 Bocados no fue influenciado por la duración del ayuno
Gibb et al. (1997), Rook Devon (1999)	Efecto del estado fisiológico en el comportamiento en pastoreo y respuestas en consumo a diferentes alturas de la pastura.	Rg perenne 27 vacas lactando y 27 vacas secas	6 ttos. 3 parcelas con 5, 7 y 9 cm, 3 con vacas secas y 3 con vacas lactando (se cambian 3 veces los grupos de vacas)		Masa B No difiere entre vacas secas y lactando, tendió a incrementar con mayor altura. Tiempo pastoreo Incremento con menor altura, asociado a menor tiempo para rumia. Producción DNS a diferentes alturas
Wallis de Vreis et al. (1994) Netherlands		Rg, Pastura mezcla (Agrostis, Fetuca y otras. 5 novillos por año	2 áreas, con 3 parches de pastura discriminando por madurez (menor a 7 cm., mayor a 7 cm. encañado o no encañado)		
Pulido et al. (2001). Chile	Estudiar el efecto del nivel de producción de leche, sobre el comportamiento ingestivo de vacas lecheras en pastoreo primaveral.	Pastura mejorada . 12 vacas Frizón negro.	4 kg de concentrado por vaca, pastoreo en franja por 12 hs.	Comp química Presentó un alto valor nutritivo y se observó una tendencia a bajar PC, EM y aumentó la FDN.	Tiempo pastoreo Aumento con vacas mas productoras, se incremento en el dia mas que en la noche. Otras act. disminuyó a medida que aumentó el nivel productivo. Tiempo rumia DNS tendió a aumentar en el dia para vacas mas productoras y en la noche para vacas menos productoras.

Seman et al. (1999)	Investigar cuanto tiempo es gastado en pastoreo y cambios en la tasa de consumo pastoreando A, F en monocultivo y 1-3 y 2-3 mezcla de ambos.	Pastura alfalfa y festuca en monocultivo y mezcla. 10 a 16 novillos (300Kg).	4 ttos pastura de alfalfa y festuca en monocultivo y mezclas con 1-3 y 2-3 de alfalfa.	Comp química La calidad de la festuca a traves de los dias varió menos que monocultivo de alfalfa y mezcla. Disminuyó la PC, digestibilidad, incrementó la FDN, C, L y Ceniza.	Consumo MS fue > con animales pastoreando A, 2-3 A, 1-3 A y F. TP aumento en pastura mezcla (gastaron + tiempo en selección) DNS comparado con monocultivo. Pastoreando F y 1-3 A realizaron 3 comidas diarias (cada 8 hs), en los otros ttos dominan periodos cortos y frecuentes. El pastoreo fué > el 2º día y disminuyó a través de los días. TR > en vacas pastoreando F en monocultivo por > FDN. Los novillos pastoreando F necesitan mas tiempo para rumiar.
Patiño et al. (2003)	Observar comportamiento ingestivo de novillos de carnen s-c suplemento.	Pastura nativa mejorada con lotus subiflorus. 38 novillos de carne.	3 tratamientos solo pastura, pastura y 0.75 % PV de sorgo molido, pastura y 1.5 % PV de sorgo molido.		Otras act. incrementaron a mayor nivel de suplemento.
Rutter et. al. (2004)	Investigar la preferencia por la dieta en vacas lecheras pastoreando pasturas adyacentes en monocultivo de leguminosas y gramíneas.	Dos parcelas de 1.2 has con Raigras y trébol blanco en monocultivo. 24 vacas lactando, 6 grupos por tratamiento.	Dos dietas, 75% leg y 25% de gramíneas uno y 25% leg y 75% gramíneas el otro.		Las vacas demostraron parcial preferencia por leguminosas en 74% aunque mayores consumos pudieran ser obtenios consumiendo solo leguminosas. Se detectó un patron diurno en el tiempo gastado en consumir leg, siendo mayor en la mañana que en la tarde.
Sibbald et al. (2003)	Identificar la opción de conducta social de ovejas a pastoreo en una vegetación heterogénea.	20 ovejas con un año de edad. PP predomina Raygras, parcelas de 30*33 m	En dos situaciones de pastura general, 4 ttos con parches, C: sin parches, N: a 1.5m, I: a 6m y F: 11.5m	La pastura de los parches fue mas y mas alta. Las pasturas de base difirieron entre si.	No hubo efecto de la distancia entre parches sobre el TP. El tiempo acumulado de pastoreo en los parches decae a medida que transcurre el T de medición. El T de residen-cia en los parches es mayor para F comparado con N. El promedio de T de residencia se incrementó a través del T de medición. La distancia entre vecinos fue alterada por los parches.

Anexo 4 Tamaño de partícula según promedio de ganancia diaria.

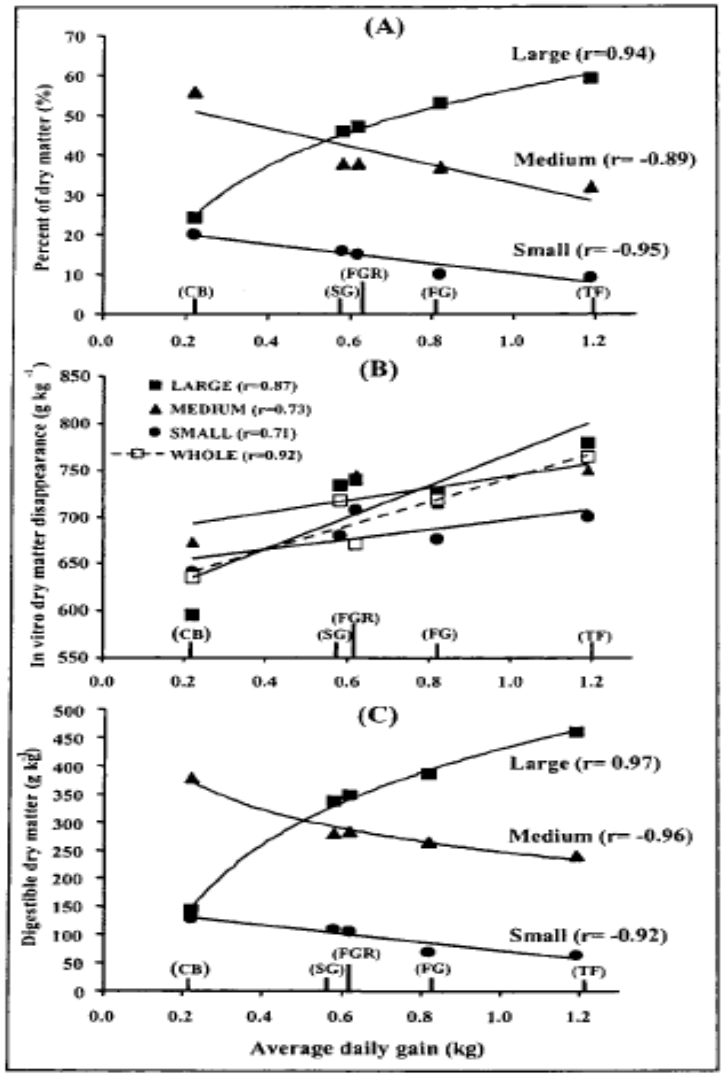


Fig. 3. Relationships between masticate dry matter (DM) and steer average daily gain for continuously stocked coastal bermudagrass (CB), switchgrass (SG), rotationally stocked flaccidgrass (FGR), flaccidgrass (FG), and tall fescue (TF) when expressed as (A) the proportion in large, medium, and small particle classes; (B) in vitro DM disappearance (IVDMD) of each particle size class, and (C) digestible DM concentration of each particle size class (proportion of masticate DM in each particle class × the IVDMD concentration of its DM).

Fuente: Sollenberger et al. (2001).

Anexo 5 Resumen del Análisis estadístico y prueba de Tukey.

Cuadro 1

	Fuente de variación		
Variable de respuesta	**Tratamiento**	**Subperíodo**	**Tratamiento * Subperíodo**
Parcela			
RP	P<0.0001 (B > A)	P<0.0001 S> M> J	**P<0.0001** **B.S> B.M> B.J> A.S> A.M> A.J**
Cuadrícula			
RP	P<0.0001 B(a), A(b)	P<0.0001 S(a), M(b), J(c)	**P<0.0001,** **B.S (a), B.M (b), B.J (c), A.S (cd), A.M (d), A.J (e)**
Festuca	P<0.0092 A (a), B (b)	P<0.0157 J(a), S(ab), M(b)	P<0.9217 A.J (a), A.S (ab), A.M (ab), B.J (ab), B.S (b), B.M (b)
T. Blanco	P<0.0037 B (a), A (b)	P<0.1335 J(a), S(a), M(a)	P<0.1194 B.M (a), B.J (ab), B.S (abc), A.M (bc), A.S (bc), A.J (c)
Maleza	P<0.8169 (aa)	P<0.2336 (aaa)	P<0.1489 (aaaaaa)
Otras gramíneas	P<0.0051 B (a), A (b)	P<0.0544 J(a), S(a), M(a)	P<0.0650 B.S (a), B.M (ab), B.J (b), A.M (b), A.S (b), A.J (b)
S D	P<0.5616 B (a), A (a)	P<0.0253 J(a), S(ab), M(b)	P<0.7926 (aaaaaa)
Heces	P<0.2402 B (a), A (a)	P<0.0598 J(a), M(ab), S(b)	P<0.5712 (aaaaaa)
Verde	P<0.0342 A (a), B (b)	P<0.4422 J(a), S(a), M(a)	**P<0.0046** **A.M (a), A.J (ab), B.S (ab), B.J (ab), A.S (b), B.M (b)**

Cuadro 2

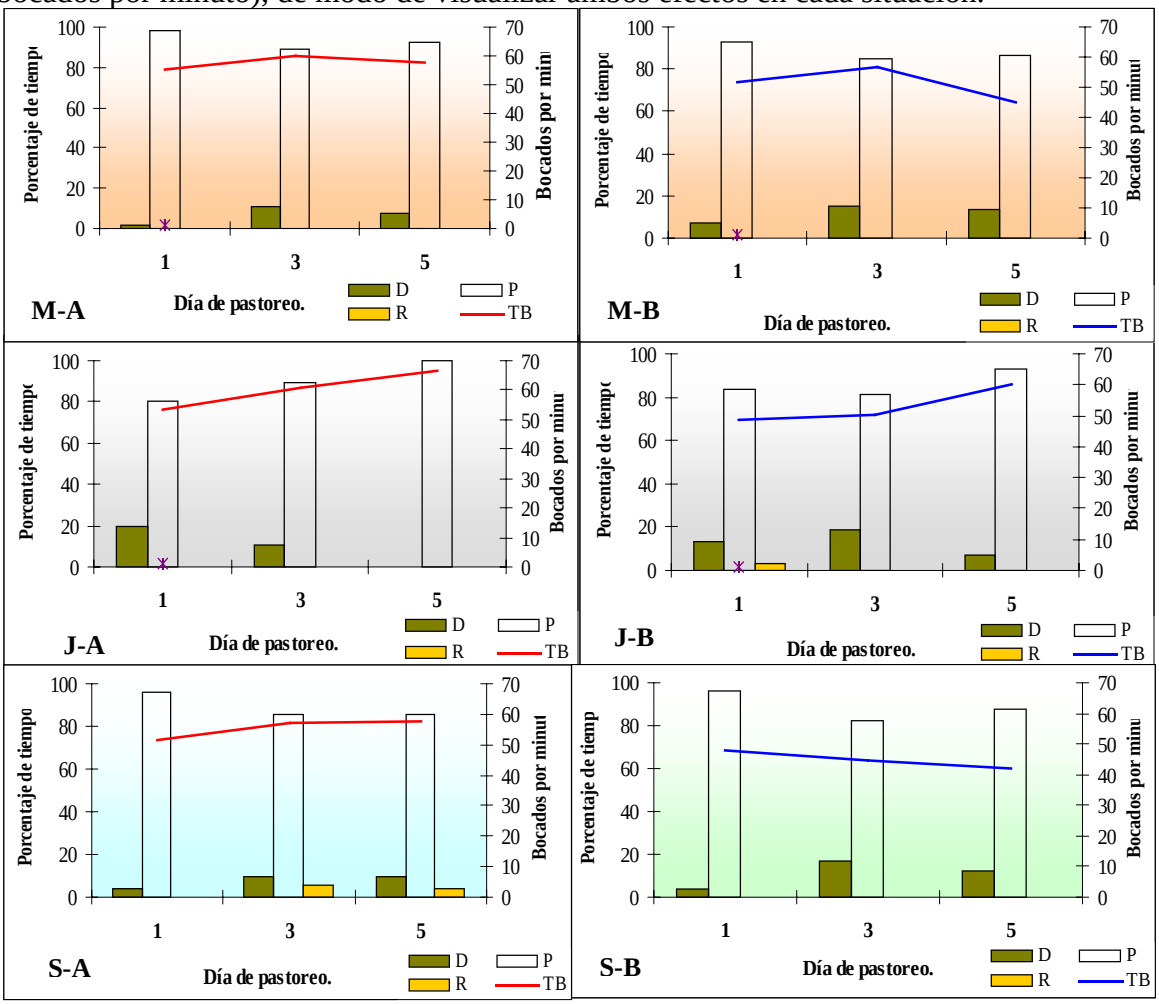
	Fuente de Variación					
Variable de Resp.	**Subperíodos**			**Trat.**	**Trat * Subp.**	**Día (Subp.)**
	Mayo	**Julio**	**Setiembre**			
Cantidad	P< 0.0001 A B 1-B: 47 % 36 % 2-M: 39 % 34 % 3-A: 14 % 30 %	P< 0.0001 A B 1-B: 63% 48% 2-M: 21% 26% 3-A: 10% 24% 4-MB: 6% 2%	P< 0.0067 A B 1-B: 50% 42% 2-M: 33% 28% 3-A: 15% 27% 4-MB: 2% 3%	P< 0.0001		
Defolia-ción	P< 0.0001 A B 1-N: 31% 56% 2-M: 23% 18% 3-P: 2% 3% 4-A: 44% 23%	P< 0.0001 A B 1-N: 57% 73% 2-M: 13% 12% 3-P: 11% 6% 4-A: 19% 9%	P< 0.0001 A B 1-N: 50% 65% 2-M: 14% 16% 3-P: 14% 8% 4-A: 22% 11%	P< 0.0001	P<0.0001	P< 0.0001

	Fuentes de Variación						
V de Resp.	**Trat.**	**Subp.**	**Día (Subp)**	**Momento**	**Trat* subp**	**Día* Momto**	**Trat.* Momto**
Comportamiento Animal grupal.							
NTP/T	P<0.0001 (A > B)	P<0.953	P<0.0001 (4>5>1>2>3)	P<0.0001 (1>2>3)	P<0.6432	P<0.0001	
TB	P<0.9786		P<0.4591	P<0.1241			P<0.1320
Comportamiento Animal individual.							
Pastoreo	P<0.2365	P<0.1732	P <0.4232	P<0.0886 1 h: (a) 2 h: (b) Ult.: (c)	P <0.2924		
Descanso	P<0.1714	P<0.1631	P<0.4232	P<0.0981 Ult.: (a) 2 h: (b) 1 h: (c)	P<0.7128		
T.B.	P<0.0021 A (a) B (b)	P<0.0201 J (a) M (a) S (b)	P<0.0037	P<0.0005 1 h: (a) 2 h: (b) Ult.: (b)	P<0.2401		P<0.2581

Cuadro 3

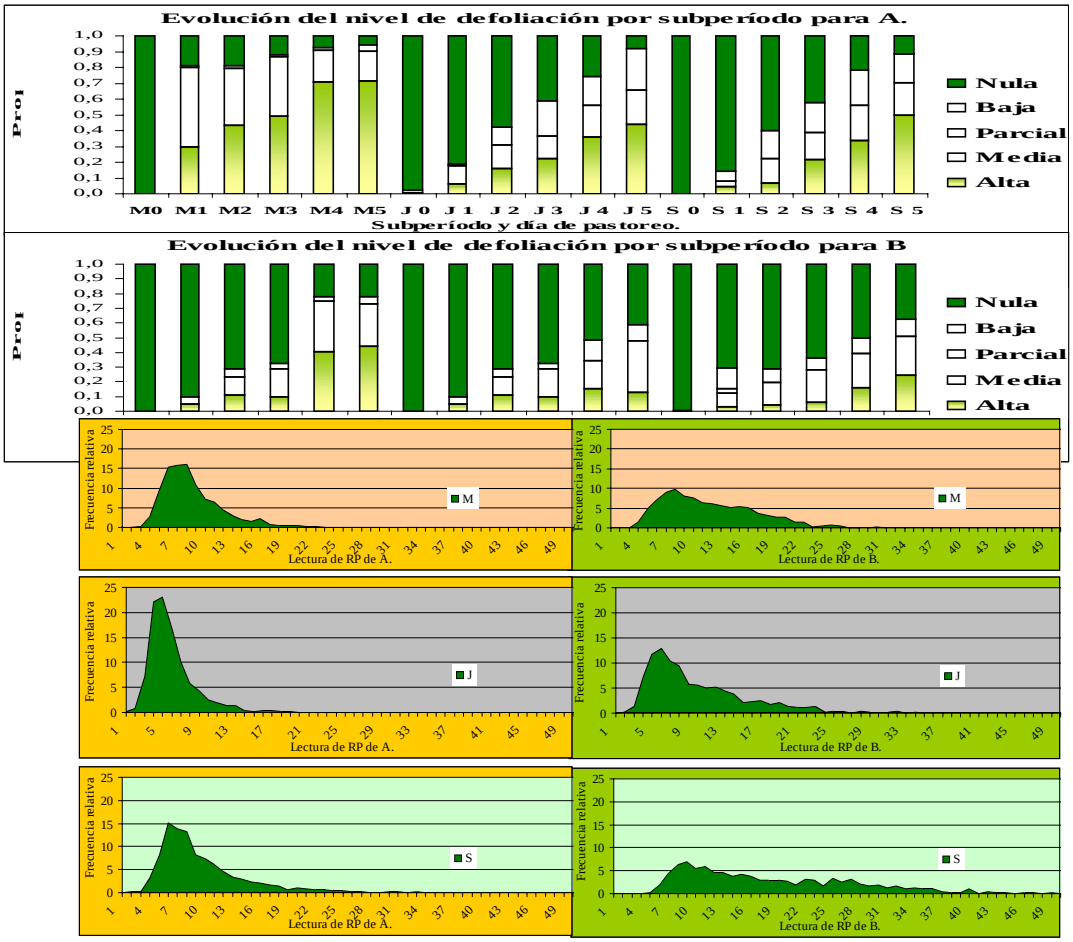
Anexo 6 Tasa de bocado y actividad

En las gráficas se presenta el efecto tratamiento, día de pastoreo y subperíodo sobre la actividad de los animales (pastoreo, rumia y descanso) y la tasa de bocado (TB: bocados por minuto), de modo de visualizar ambos efectos en cada situación.



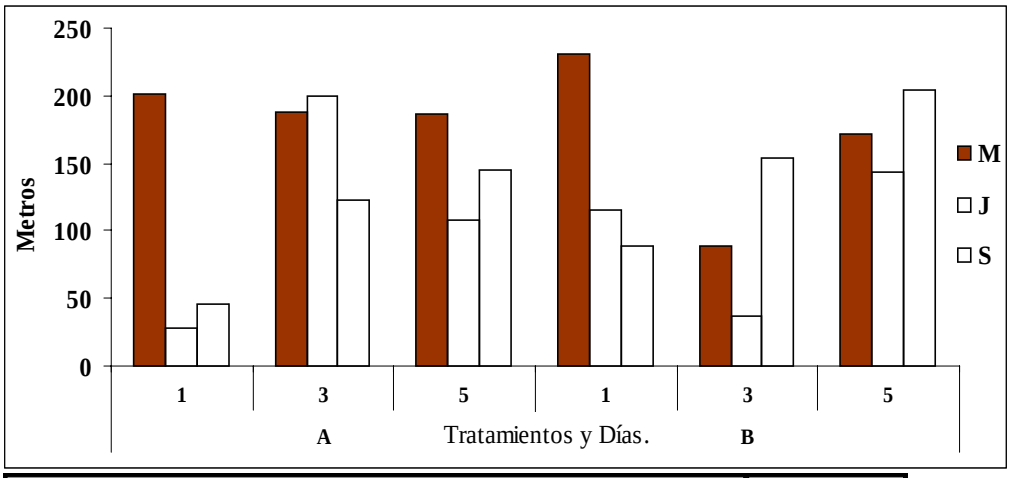
- 1, 3 y 5 corresponden a los días de pastoreo.

Anexo 7 Niveles de Defoliación



- De 1 a 5 son los días de mediciones post pastoreo, 0 corresponde a la medición previo al primer pastoreo.
- M, J y S: subperíodos de mayo, julio y setiembre.
- Nula, Baja, Parcial, Media y Alta: niveles de defoliación observados.

Anexo 8 Medición de los metros recorridos por animal en la cuadrícula, Tratamiento, Día y Subperíodo, dentro de la cuadrícula.



	A			B			A	B
Días	1	3	5	1	3	5	Prom	Prom
M	201,4	188,0	186,4	230,9	88,2	172,1	575,8	491,3
J	28,1	199,7	107,4	115,4	37,7	143,8	335,2	296,9
S	45,8	123,0	145,7	89,0	153,4	204,3	314,5	446,8
tot.	275,4	**510,7**	439,5	435,4	**279,3**	520,2	408,5	411,6

Referencias:

- A y B: tratamientos de Alta y Baja carga.
- 1, 3 y 5: días de observación.
- M, J y S: subperíodos de mayo, julio y setiembre.

Ciclos

	Mayo			Julio			Setiembre		
Día	1	3	5	1	3	5	1	3	5
A	7,0	4,0	7,0	4,0	3,0	5,0	3,0	4,0	6,0
B	2,0	6,0	7,0	2,0	4,0	7,0	3,0	5,0	4,0