

**SEMINARIO DE
DISCUSIÓN TÉCNICA**

**MANEJO DEL PASTOREO
Y SUPLEMENTACIÓN EN
SISTEMAS LECHEROS**

Jueves 14 de noviembre de 2002

Potencial de intervención sobre la eficiencia de producción de leche en vacas Holando a través del manejo y control del tiempo de pastoreo

Pablo Chilibroste, Ing. Agr. (Ph.D)

Profesor Adjunto Bovinos de Leche

Francisco Elizondo, Ing. Agr.

Ayudante Bovinos de Leche

Introducción

Si se toma la producción de leche a escala mundial se puede establecer una correlación fuertemente negativa entre el precio de la leche que recibe el productor y la utilización de pasturas. Una correlación aún más estrecha se puede establecer entre la proporción de área para ser utilizada en régimen de pastoreo directo y el costo de producción de leche (Clark and Jones, 1995).

La producción de leche en Uruguay ha crecido en más de un 300 % en las últimas tres décadas pasando de 400 a 1311 millones de litros anuales (DIEA, 2001). El número de productores de leche, en tanto, descendió significativamente, desapareciendo más de 2000 productores en los últimos 20 años. El aumento de la producción de leche ha estado basado fundamentalmente en una mejora en los índices de productividad promedio de los tambos en los que los litros por hectárea se multiplicaron por 2 y los litros por vaca en ordeño y por vaca masa por 1.6 y 1.95 respectivamente. (DIEA, 2001). Si bien durante este período se constató un incremento en los niveles de suplementación (concentrado y forraje conservados), la base del sistemas de producción de leche en Uruguay sigue siendo esencialmente pastoril (> 70 % de la dieta) y de ahí la relevancia de los aspectos relacionados a la producción y utilización de forrajes bajo pastoreo.

La interrelación entre la pastura y el rumiante en pastoreo es un proceso dinámico y de doble vía donde, por un lado, los aspectos físico-químicos y morfológicos de las pasturas influyen el material ingerido por el animal; por el otro, el forraje removido determina la cantidad y tipo de material remanente que a la postre tiene una influencia determinante en la capacidad de rebrote de la pastura. El control de estos procesos está en la base del manejo de los sistemas pastoriles.

La base forrajera de los sistemas lecheros integra una gama importante de variedades de gramíneas y leguminosas, sembradas solas o asociadas. El mayor aporte de nutrientes de los forrajes está constituido por polisacáridos unidos por enlaces β 1-4 no susceptibles a hidrólisis por las enzimas secretadas por el rumiante. Afortunadamente los rumiantes poseen un sistema digestivo altamente especializado en el que se destaca la presencia del retículo – rumen con alta capacidad de almacenamiento y mezclado, lo que disminuye la velocidad de pasaje del alimento a través del tracto digestivo y permite el desarrollo y estabilización de una densa masa microbiana con un importante potencial de desdoblar enlaces β 1-4. El resultado neto de la acción de los microorganismos sobre el forraje, es la síntesis de nuevos compuestos que, en función del rol que cumplen en el metabolismo del animal huésped, se clasifican en glucogénicos (ácido propiónico), cetogénicos (ácido acético y butírico) y aminogénicos (proteína microbiana). También se

generan subproductos que no tienen valor para el rumiante (ej. metano) que son eliminados del sistema.

La extracción y utilización de nutrientes para fines productivos por parte de los ruminantes involucra una triple interacción entre el animal, el alimento y la población microbiana. Aspectos particularmente importantes de esta interacción y determinantes de la eficiencia de producción en pastoreo, son, por una lado, las características de las pasturas y por otro el comportamiento ingestivo del animal. Según varíen estos dos factores, resultará en cambios en la masa y actividad de la población microbiana y como consecuencia en la dinámica de producción de nutrientes para el animal huésped. En los sistemas intensivos de producción de leche del Hemisferio Norte la manipulación de la cantidad y tipo de nutrientes disponibles para el rumiante se realiza a través de cambios en el nivel y tipo de suplemento utilizado. En los sistemas pastoriles del Hemisferio Sur donde la pastura es el componente principal de la base alimenticia y las relaciones de precio son notoriamente menos favorables que en el Hemisferio Norte, la manipulación de la cantidad y tipo de nutrientes disponibles para el rumiante basados en el control del proceso de pastoreo, aparece como la vía tecnológica con mayor potencial de lograr cambios en la cantidad y calidad del producto obtenido sin variar en forma significativa los costos de producción.

En este trabajo se detallan algunos principios que regulan el comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo y se anexan experimentos realizados en la estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" durante los años 1999 – 2001 en primavera – verano¹.

Comportamiento ingestivo

El modelo conceptual simple adoptado por Allden y Whittaker (1970) en el que el consumo de materia seca (g día^{-1}) fue expresado como el producto de tasa de consumo (g hora^{-1}) y el tiempo de pastoreo (horas día^{-1}), ha formado la base de gran parte de la investigación llevada a cabo en las últimas décadas. La tasa de consumo a su vez ha sido expresada como el producto del peso de cada bocado individual (g bocado^{-1}) por el número de bocado por hora (bocado hora^{-1}). Laca *et al.* (1992), utilizando pasturas artificialmente construidas, ubicaron a la altura y la densidad del forraje como los factores más importantes en la definición de la profundidad y área de bocado y consecuentemente en el peso de bocado. Es a nivel del bocado individual que se ha establecido la ligazón funcional entre el aparato ingestivo del animal y las características morfológicas y espaciales de la pasturas (Laca *et al.*, 1994). Adicionalmente, ha sido reconocido el peso del bocado individual en la determinación de la tasa de consumo lograda por los ruminantes (Hodgson, 1990; Ungar, 1996). Los hallazgos científicos realizados en la última década han sido elegantemente sintetizados por Parsons y Chapman (1998) quienes establecieron

¹ El contenido de este material ha sido parcialmente publicado en:

- Chillbroste, P. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal. In X Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Ed. Centro Médico Veterinario, Paysandú. pp 90-96
- Chillbroste, P., Mattiauda, D.A. y Bruni, M. A. 2000. Suplementación con forrajes conservados y control del tiempo de pastoreo de vacas lecheras en verano. Revista Cangué Nro 20.
- Elzondo, F., Chillbroste, P., Mattiauda D. A y Bruni, M. A. 2000. Manejo de la franja diaria sobre la producción y composición de leche en vacas Holando. Revista Cangué Nro 20.

que "si bien los técnicos y productores visualizan la utilización de pasturas como un problema a resolver potrero a potrero, los ruminantes están forzados a resolver sus requerimientos diarios **bocado a bocado**". Un diagrama ilustrativo de las principales relaciones entre las características de la pastura y la tasa de consumo instantánea, se presenta en la Figura 1.

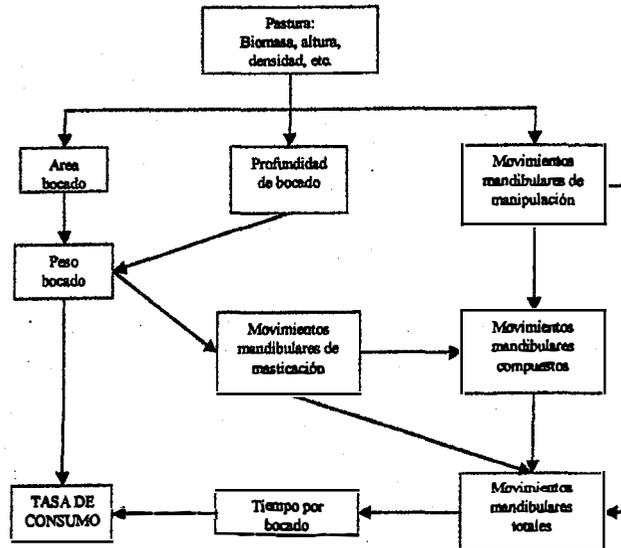


Figura 1. Componentes del comportamiento ingestivo que median entre la estructura de la pastura y la tasa de consumo. Adaptado de Ungar (1996).

Comportamiento ingestivo y parámetros de la pastura

Varios parámetros han sido utilizados para describir el estado de la pastura incluyendo disponibilidad de materia seca ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), disponibilidad de forraje verde ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) y altura (cm). Penning *et al.* (1994), trabajando con ovinos encontró que la altura de lámina verde más que la altura de la biomasa total, fue la mejor base para correlacionar consumo de materia seca con atributos de la pastura. Wade (1991), encontró la misma relación trabajando sobre pasturas de raigrás con vacas lecheras. En ambos casos se trató de pasturas con una defoliación rápida y donde la relación hoja tallo fue variando también rápidamente. Más allá de estos hallazgos la altura de la biomasa total ha recibido considerable atención, no sólo por la mayor facilidad de determinación respecto a otros atributos, sino por constituir a su vez un factor directamente relacionado al peso de bocado (McGilloway *et al.*, 1999). Adicionalmente la altura del forraje ha probado ser un descriptor útil de la pastura tanto para la investigación (Birchman y Hodgson, 1983), como para establecer lineamientos de manejo del pastoreo a nivel comercial (Hodgson, 1990).

En general, una relación curvilínea ha sido observada entre la altura de la pastura y el peso de bocado, con incrementos decrecientes en peso de bocado a medida que aumenta la altura de la pastura. Esta relación que es funcionalmente estable está fuertemente influenciada en los valores absolutos por la densidad de la pastura (Laca *et al.* 1992; Mayne *et al.*, 2000).

Variación en la composición de la pastura a lo largo del día

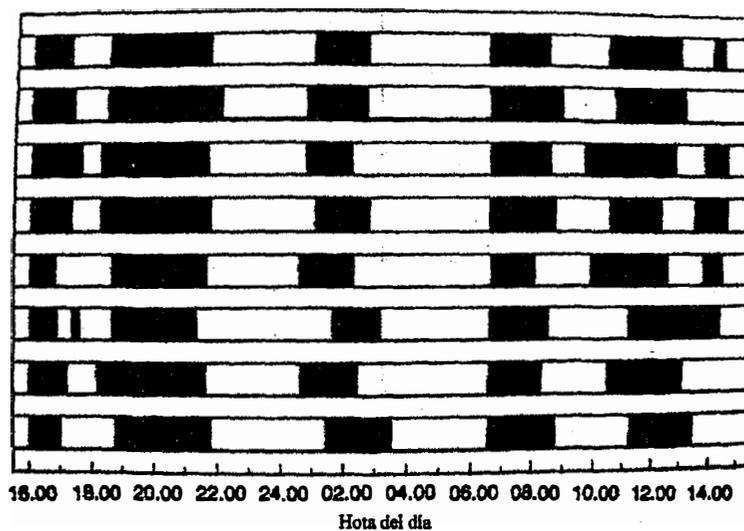
Tanto la concentración de materia seca (MS) como la concentración de carbohidratos solubles (CS) de la pastura, aumentan a lo largo del día a través de la pérdida de materia seca y la acumulación de productos de la fotosíntesis. Orr *et al.* (1997), reportaron incrementos entre las 7:30 y las 19:30 horas de 150 a 236 g MS kg⁻¹ de materia fresca y 156 a 183 g CS kg⁻¹ MS en gramíneas pastoreadas por ovinos en régimen de pastoreo continuo. Similares variaciones fueron observadas por Van Vuuren *et al.* (1986) para pasturas de raigrás: 130 a 175 g CS kg⁻¹ MS en verano y 80 a 120 g CS kg⁻¹ MS en otoño correspondiendo los mayores valores al final del día. Variaciones importantes en contenido de MS y proteína cruda (PC) fueron reportados para pasturas de avena por Chilbroste *et al.* (1999). Desde hace más de 30 años el bajo contenido de materia seca de los forrajes ha sido establecido como una limitante al consumo voluntario de los rumiantes (Verite y Journet, 1970; John y Ulyatt, 1987), si bien los mecanismos de acción no han sido aún claramente establecidos (Chilbroste 1999). Más recientemente, Gibb *et al.* (1998), han establecido la presencia de agua superficial sobre la pastura como una restricción a altas tasas de consumo instantáneo, ya que podría afectar la turgencia de las hojas y dificultar la capacidad de prehensión y corte por parte de los animales.

Patrón de comportamiento ingestivo

Los vacunos exhiben un patrón básico de comportamiento en pastoreo (Hodgson, 1990). Los patrones de pastoreo para vacas lecheras han sido establecidos en condiciones de pastoreo continuo (Rook *et al.*, 1994; Gibb *et al.*, 1997) donde se distinguen tres o eventualmente 4 sesiones importantes de pastoreo ubicándose las más importantes en la mañana temprano y al final del día (Figura 2). Similares patrones de comportamiento han sido demostrados para ovinos (Penning *et al.*, 1991; Orr *et al.*, 1997).

En el caso de las vacas lecheras el evento de retirar los animales para el ordeño ejerce una influencia fundamental sobre el patrón natural de comportamiento ingestivo, concentrándose las dos sesiones principales de pastoreo a la salida de los ordeños (Figura 2). No obstante, aun en sistemas en que el movimiento de los animales es fuertemente alterado como el caso de los sistemas lecheros, se mantiene la predominancia de la sesión de la tarde sobre la sesión de la mañana (Gibb *et al.*, 1997; Barrett *et al.*, 2001). Este comportamiento de los animales puede constituir tanto una respuesta a la mayor densidad energética de las pasturas al final del día, como un intento de los animales por obtener la mayor cantidad de alimento posible antes de que llegue la noche, período en el que, en condiciones silvestres, los rumiantes estarían más expuestos a la presencia de predadores.

a) Vacas en producción en pastoreo continuo



b) Vacas en producción en pastoreo en franjas

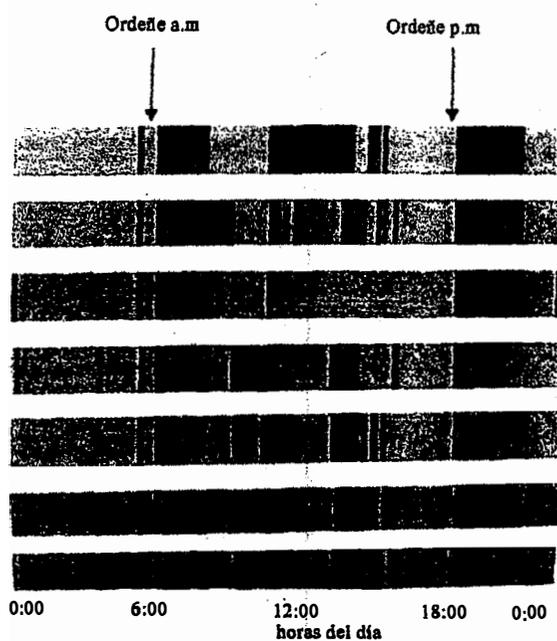


Figura 2. Patrón de consumo de vacas lecheras en régimen de pastoreo continuo (a) y rotativo (b). Barras negras indican períodos en que las vacas están pastoreando.

Gibb *et al.* (1998), en un estudio más detallado, estudiaron el efecto de la hora del día sobre el comportamiento ingestivo de vacas lecheras. El consumo de forraje fresco (kg de material fresco por hora) no varió significativamente a lo largo del día aunque las diferencias en valores absolutos fueron importantes (Tabla 1). La tasa de consumo determinada a las 7:00 a.m. fue alta comparada con las determinaciones realizadas en otros momentos del día. La tasa de consumo de materia seca se incrementó linealmente durante el día, resultando en un incremento de un 35 % entre la primera (7:00 a.m.) y la última (19:00 p.m.) determinación realizada. El momento del día no parece tener un efecto significativo en el número total de movimientos mandibulares aunque sí en la relación entre movimientos mandibulares de prehensión (bocados) sobre movimientos mandibulares totales. En los pastoreos que siguieron a los ordeñes, la tasa de bocado no varió significativamente ubicándose en torno a los 52 bocados por minuto. Sin embargo, en la sesión de pastoreo que se realizó tarde en la mañana la tasa de bocado se redujo significativamente (47 bocados minuto⁻¹), mientras que en la sesión de pastoreo de la tarde las vacas incrementaron la tasa de bocado (59 bocados minuto⁻¹), aumentando fundamentalmente la proporción de movimientos mandibulares destinados a la prehensión del forraje. Estas observaciones sugieren que las vacas maximizan la cosecha de forraje en la tarde donde conjugan una alta tasa de consumo con la sesión de pastoreo más extensa y que la estrategia para lograr altas tasas de consumo está ligada a la reducción de los bocados destinados a la manipulación y/o masticación del forraje durante la ingestión (Laca *et al.*, 1994).

Tabla 1. Efecto del momento del día sobre la tasa de consumo, las tasa y peso de bocado (Adaptado de Gibb. *et al.*, 1998).

	Hora del día			
	7:00	11:30	16:00	19:00
Tasa de consumo (kg hora⁻¹)				
Materia fresca	4.5	3.3	3.9	4.2
Materia seca	1.0 ^a	1.1 ^a	1.4 ^b	1.4 ^{ab}
Movimientos mandibulares (minutos⁻¹)				
Prehension	52.6 ^{ab}	47.5 ^a	51.6 ^{ab}	59.4 ^a
Totales	77.3	79.3	76.7	80.8
Peso bocado (gramos bocado⁻¹)				
Materia fresca	1.6	1.2	1.3	1.2
Materia seca	0.33 ^a	0.38 ^{ab}	0.48 ^b	0.40 ^{ab}

Los trabajos de Gibb *et al.* (1998), fueron realizados en condiciones de pastoreo continuo donde la altura del forraje fue relativamente constante y se mantuvo un equilibrio entre el crecimiento y el consumo de forraje. Este sistema de manejo determina una alta calidad del forraje consumido ya que los animales consumen el crecimiento nuevo de forraje.

Seguramente diferente es la situación en sistemas de pastoreo en franjas diarias, donde los animales ingresan a pasturas con mayor altura que en condiciones de pastoreo continuo pero ocurre una rápida desaparición del forraje disponible a medida que progresa la sesión de pastoreo. Barrett *et al.* (2001), realizaron un interesante experimento con el objetivo de poder separar el efecto sobre las variables de comportamiento ingestivo del momento del día en que ocurre la ingestión del efecto de los cambios en la cantidad, composición y estructura del forraje disponible. Con vacas lecheras pastoreando raigrás en

frangas diarias realizaron determinaciones de consumo de MS en 4 momentos del día (6:00, 11:00, 14:00 y 19:00 horas), simulando condiciones de pastoreo en cada momento similares a las condiciones de pastoreo al comienzo del día (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto del momento del día sobre la tasa de consumo, las tasa y peso de bocado (Adaptado de Barrett *et al.*, 2001).

	Hora del día			
	6:00	11:30	14:00	19:00
Tasa de consumo (kg hora⁻¹)				
Materia fresca	12.8	11.04	10.24	11.24
Materia seca	1.92	1.96	1.93	2.23
Movimientos mandibulares (minutos⁻¹)				
Prehension	44.8	40.4	41.1	46.2
Totales	61.8	59.6	57.7	64.2
Peso bocado (gramos bocado⁻¹)				
Materia fresca	4.73	4.62	4.56	4.13
Materia seca	0.71	0.82	0.86	0.82

Las características de la pastura no variaron en los momentos en que se realizaron las determinaciones presentando una altura promedio de 17.9 cm y una disponibilidad de 1707 kg MS (> 4 cm de altura). Es interesante notar que el peso de bocado no varió significativamente a lo largo del día si bien varió de 0.71 a 0.82 entre la primera y última sesión de pastoreo (Tabla 2). La misma tendencia se observó para la tasa de consumo instantánea ya que no se registraron variaciones importantes en la tasa de bocado o en movimientos mandibulares totales. En cada sesión de pastoreo los animales removieron aproximadamente un 32 % de la altura del forraje disponible lo cual muestra un patrón de defoliación consistente a lo largo del día. Las diferencias en valores absolutos en tasa de consumo instantánea entre los experimentos en condiciones de pastoreo continuo (Tabla 1) y pastoreo rotativo (Tabla 2), seguramente reflejen las diferencias en estructura del forraje disponible, fundamentalmente altura: 6.5 vs. 17.9 cm para pastoreo continuo y rotativo, respectivamente. Las vacas en condiciones de pastoreo rotativo y en las condiciones de pastoreo descritas pueden lograr bocados profundos y voluminosos, los que resultan en pesos de bocados individuales altos, que a la postre, son determinantes para alcanzar altas tasas de consumo.

Proceso de defoliación

La profundidad de bocado tiene una importancia determinante en la utilización de pasturas ya que determina la altura del forraje residual, y por tanto, la capacidad de rebrote de la pastura. Más allá de que los atributos de la pastura determinantes de la profundidad de bocado han sido bien establecidos (Laca *et al.*, 1992; 1994), la profundidad de bocado óptima, dada cierta condición de la pastura, permanece en debate. La hipótesis de que el animal remueve una proporción relativamente fija de la altura total de la pastura va ganando aceptación (Demment *et al.*, 1995; Parsons y Chapman, 1998). Un pastoreo por horizontes ha sido propuesto para novillos (Laca *et al.*, 1994) y para vacas lecheras (Wade 1991; Barrett *et al.*, 2001) y aparece como la estrategia más efectiva ya que el animal realiza bocados tan grandes como sea posible en la medida que no comprometa la capacidad de masticarlos durante la ingestión o a través de la rumia

posterior. Chilbroste *et al.* (1997; 1998; 2000), trabajando con vacas lecheras en sesiones cortas de pastoreo, encontraron una relación curvilínea entre altura de la pastura y altura del horizonte de pastoreo removido por el animal (Figura 3). Integrando la información de los tres experimentos se ajustó un modelo simple de rendimiento decrecientes entre altura inicial (H) y altura removida (HR) con un nivel mínimo de altura del forraje por debajo del cual los animales no pueden pastorear. Es llamativo la concordancia entre el valor asintótico predicho por el modelo (28.6 %) y el observado por Wade (1991) y Barrett *et al.* (2001), quienes también trabajaron con vacas lecheras pastoreando raigrás. Cabe aclarar que la asíntota predicha por el modelo de la Figura 3 puede subestimar la profundidad de bocado, desde que en los experimentos referidos se trabajó con una asignación de forraje muy alta y la altura del horizonte desaparecido integra áreas pastoreadas y no pastoreadas. El modelo estima también un horizonte mínimo en torno a los 3 cm por debajo del cual las vacas no pastorean, ya sea por las presencia de barreras físicas (Arias *et al.*, 1990; Illius *et al.*, 1995) o porque simplemente rechazan pastorear en un horizonte tan restrictivo.

Si este modelo de pastoreo en horizontes se confirma como sistemático la reducción en tasa de consumo durante el pastoreo podría ser estimada simplemente como la reducción en peso de bocado por desaparición del horizonte de pastoreo inicial y la aparición de un segundo horizonte de pastoreo con características cualitativas, cuantitativas y morfológicas diferentes. Este enfoque contiene un enorme potencial en las posibilidades de predecir la tasa de consumo y fundamentalmente el consumo de nutrientes a lo largo del día, en sistemas intensivos de producción de leche o carne que se manejan en sistemas de franja diaria u ocupaciones de pocos días.

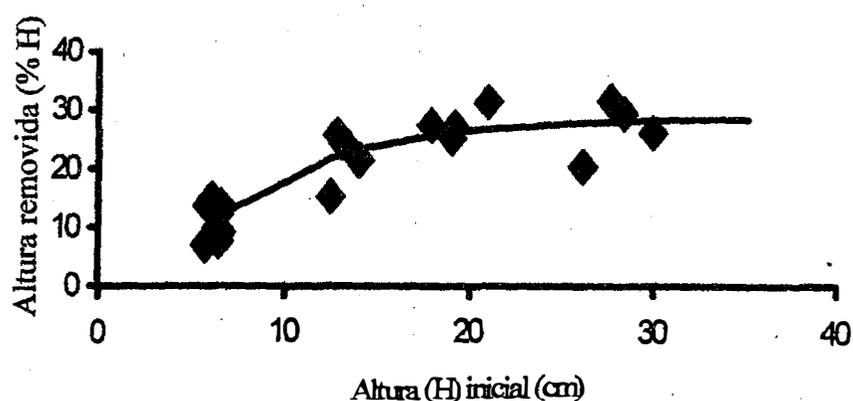


Figura 3. Relación entre altura inicial del forraje (H) y altura removida por los animales (HR). $HR = 28.6 \pm(2.6) \times \exp(-0.15 \pm(0.06) \times (H-2.96 \pm(1.4)))$, $RSE = 3.79$.

Estado fisiológico de los animales y patrón de comportamiento ingestivo

Si bien las características de la pastura ejercen una influencia dominante sobre el comportamiento ingestivo de los animales, éste se ve modificado por cambios en el estado fisiológico de los mismos. Penning *et al.* (1995), encontraron que ovejas lactando exhibieron mayores pesos de bocados y mayores tasa de consumo que ovejas secas en condiciones de pastoreo en pasturas mantenidas a 7 cm de altura. En las mismas condiciones de pastoreo Gibb *et al.* (1999), registraron mayores tasas de consumo para vacas lactando que para vacas secas: 1.4 y 1.2 kg MS h⁻¹, respectivamente. Es importante destacar que más allá de las diferencias en peso de bocado y tasa de consumo, el mecanismo de respuesta más importante frente a cambios en el estado fisiológico de los animales es la variación en tiempo de pastoreo. En el caso del trabajo de Gibb *et al.* (1999), registraron tiempos de pastoreo de 582 y 451 min. día⁻¹ para las vacas lactando y secas, respectivamente.

El ayuno previo al pastoreo también ejerce una influencia sobre el patrón de ingestión de los animales. Chacon y Stobbs (1977), Patterson *et al.* (1998), y Soca (2000), registraron aumentos en tamaño de bocado para vacunos pastoreando gramíneas, y Dougherty *et al.* (1989), para vacunos pastoreando leguminosas, cuando fueron expuestos a un período de ayuno previo al pastoreo. El ayuno previo afecta también el tiempo de pastoreo total, induciendo en general menor cantidad de sesiones de pastoreo de mayor duración. Chilibroste *et al.* (1997), reportaron aumentos significativos en el largo de la primera sesión de pastoreo (+ 38 min.) de vacas expuestas a 16.5 h de ayuno *vs.* vacas con 2.5 h de ayuno. Soca *et al.* (1999), estudiando el efecto de la ubicación durante el día de la sesión de pastoreo, encontraron que el largo de la primera sesión de pastoreo fue significativamente más larga (120 *vs.* 82 min.) en las vacas que experimentaron un período de ayuno previo al ingreso al pastoreo. Estas evidencias concuerdan con las observaciones de Soca (2000), quien trabajando sobre una pastura naturalizada de raigrás en el sur de Chile observó que las vacas restringidas a pastorear solamente entre el ordeño p.m. y a.m. tuvieron una sesión vespertina de pastoreo significativamente más larga que las vaca que pastorearon día y noche (219 *vs* 80 min, respectivamente).

Resultados Experimentales obtenidos en la EEMAC

Experimento 1. SUPLEMENTACION CON FORRAJES CONSERVADOS y CONTROL DEL TIEMPO DE PASTORERO de VACAS LECHERAS EN VERANO

En diciembre de 1998 se realizó un experimento en la la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC), con el objetivo de evaluar el efecto de restringir el tiempo de pastoreo en conjunto con diferentes estrategias de suplementación, sobre la producción y composición de la leche de vacas holando. El trabajo se realizó entre el 25 de noviembre y el 24 de diciembre de 1998. Se utilizaron 48 vacas del rodeo lechero de la EEMAC que al comienzo del experimento producían 17.4±2.8 litros de leche con 3.75±0.46 % de grasa y 3.07±0.29 % de proteína, pesaban 570±10 kg y tenían 210± 14 días en lactancia.

Los tratamientos consistieron en dos estrategias de pastoreo (mañana y tarde vs. tarde) y la suplementación o no durante el período de restricción con una fuente de forraje conservado, conformando así 3 tratamientos:

Tratamiento 1 (T1): Pastoreo de mañana y de tarde, retirándose los animales de la pastura previo a los ordeñes.

Tratamiento 2 (T2): Pastoreo vespertino, restringido al período comprendido entre el ordeño p.m y el ordeño a.m. Durante la mañana los animales permanecieron encerrados con acceso a sombra y agua.

Tratamiento 3 (T3): Pastoreo vespertino ídem a T 2. Durante la mañana los animales permanecieron encerrados con acceso a sombra y agua y fueron suplementados con 9.6 kg MS de henolaje.

Todos los tratamientos fueron suplementados con 4 kg de concentrado comercial. Posterior al ordeño a.m. los animales del T1 fueron llevados al pastoreo (aproximadamente 8:00 h), mientras los animales de T2 y T3 fueron trasladados a los encierros correspondientes. Posteriormente al ordeño p.m., todos los animales pastorearon juntos en parcelas de 4 o 5 días de ocupación. Las determinaciones en los animales se realizaron en dos períodos que se correspondieron con el pastoreo de dos pasturas diferentes. El período I (10-14/12) correspondió a una pastura de avena y trébol rojo y el período II (21-24/12) a una pastura de lotus y trébol blanco, ambas sembradas en 1998. En ambos períodos, las determinaciones fueron precedidas por 10 días de adaptación de los animales a la nueva pastura.

En el Cuadro 1 se presenta las características físico químicas de las pasturas utilizadas en el experimento. En el período I la pastura estaba dominada por avena en estado reproductivo, reflejándose en el alto contenido de MS y FDN y en los bajos valores de PC. En el período II la pastura estaba dominada por leguminosas presentando menores valores de MS y FDN y mayores valores de PC que en el período I. Adicionalmente, tanto la masa de forraje disponible como la asignación fueron menores durante el período I que en el período II.

Cuadro 1. Masa, asignación y utilización de forraje.

	Período I	Período II
Disponible kg MS ha ⁻¹	2703	3465
Rechazo kg MS ha ⁻¹	537	622
Asignación kg MS vaca d ⁻¹	9.4	13.6
Utilización %	81	82
Composición química	Forraje disponible	
MS g kg ⁻¹	400	253
PC g kg ⁻¹ MS	111	161
FDN g kg ⁻¹ MS	568	473
Composición química	Henolaje	Concentrado comercial
MS g kg ⁻¹	641.2	916.0
PC g kg ⁻¹ MS	187.1	215.6
FDN g kg ⁻¹ MS	404.1	240.8

MS= materia seca, PC= proteína cruda, FDN= fibra detergente neutro

Producción y composición de la leche.

La producción promedio de leche durante el experimento no fue significativamente diferente entre los tratamientos comparados (Cuadro 2). La producción de leche fue significativamente mayor en período II respecto al período I (18.1 vs 16.7) debido a la mayor asignación de forraje y mejores valores de composición química de la pastura (Cuadro 1). La presencia de una interacción significativa entre tratamiento y período es indicativo de un comportamiento diferencial de los tratamientos en cada período. En efecto en el período I el T3 produjo más leche que el promedio de T2 y T1 ($p < 0.05$), mientras que en el período II no se registraron diferencias significativas en producción de leche entre los tratamientos.

Cuadro 2. Producción y composición de la leche.

	Período I			Período II			Efecto		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	Trat.	Per.	Int.
Leche L	16.2	15.8	18.0	18.6	17.9	17.9	NS	***	**
Grasa %	3.59	3.63	3.40	3.59	3.52	3.64	NS	NS	***
Proteína %	3.09	3.08	3.10	3.25	3.20	3.27	NS	***	NS

Trat. = tratamiento, Per. = período, Int. = interacción, NS = no significativo, *** = $p < 0.01$, ** = $p < 0.05$.

El contenido de grasa de la leche no fue diferente entre tratamientos ni entre períodos (Cuadro 2). En el período I el T3 tendió a producir leche con menor contenido graso que T1 ($p < 0.08$) y T2 ($p < 0.05$), probablemente debido a la dilución de la producción de grasa en un mayor volumen de leche. El contenido de proteína en la leche no fue afectado por los tratamientos en ninguno de los dos períodos. Los valores de proteína fueron mayores en el período II respecto al período I resultado probablemente del mayor consumo de energía en dicho período en respuesta a la mayor asignación y al mejor valor nutritivo del forraje ofrecido.

De la información presentada se puede concluir que:

- ✓ Los animales con pastoreo restringido (T2), fueron capaces de compensar el menor tiempo de pastoreo disponible, logrando niveles de producción y composición de la leche similares a la de los animales sin restricciones (T 1) en las dos pasturas evaluadas.
- ✓ La suplementación de los animales restringidos con forraje conservado (T3) mejoró significativamente la producción de leche cuando las condiciones de pastoreo fueron muy restrictivas en cantidad, calidad y estructura del forraje ofrecido a los animales (período I). Cuando la condición de la pastura mejoró (período II) la suplementación con forraje conservado no tuvo efectos significativos sobre la producción de leche.

Experimento 2. MANEJO DE LA FRANJA DIARIA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LECHE EN VACAS HOLANDO

Entre el 11 de octubre y el 4 de noviembre de 1999, se llevó a cabo un experimento con el objetivo específico de evaluar las posibilidades de intervenir sobre el

manejo del pastoreo -frecuencia y momento del día de cambio de la franja diaria- para modificar con ello el consumo de materia seca (MS), la producción y composición de leche en vacas Holando en lactancia media. Se utilizaron 32 vacas del rodeo lechero de la EEMAC paridas en otoño, que al inicio del experimento tenían 169 días promedio de lactancia. Los animales pastorearon praderas de segundo año compuestas por trébol rojo y achicoria, con una asignación de forraje fija de 36 kgMS/vaca/día para todos los tratamientos. El pastoreo se manejó en franjas diarias, con diferencias entre tratamientos en la forma en que esta franja se ofreció a los animales a saber:

Tratamiento T1: Se ofreció toda la franja diaria de una vez. Entrada a la franja: 16:30h. Tiempo de permanencia en la franja: 20h 30m (aprox.)

Tratamiento T2: La franja diaria se dividió en dos parcelas iguales, ingresando a una nueva mitad después de cada ordeño. Entrada a la primera parcela: 16:30h y a la segunda a las 7:00h. Tiempo de permanencia en la primera parcela 12h 30m y en la segunda 8h.

Tratamiento T3: La franja diaria se dividió en tres parcelas iguales. Los animales ingresaban a las nuevas parcelas después de cada ordeño (16:30 y 7:00hs), siendo el ingreso a la tercera parcela a las 11:30h. Tiempo de permanencia en la primera parcela: 12h 30m, en la segunda 4h 30m y en la tercera 3h 30m.

Tratamiento T4: La franja diaria se divide en dos parcelas iguales (similar a T2), pero los animales ingresan a cada mitad a las 16:30h y 11:30h. Entre las 7:00 y las 11:00h los animales permanecieron en un encierro con 1 kg de heno de moha por animal y por día. Tiempo de permanencia en la primera parcela: 12h 30m y en la segunda 3:30h.

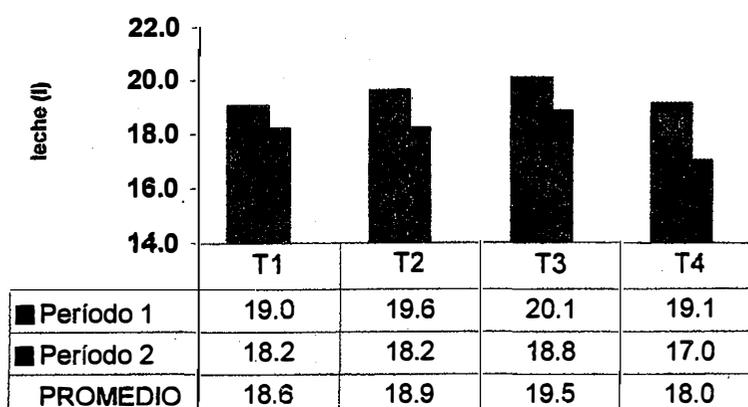
Las vacas se ordeñaron dos veces al día, a las 05:30 y 15:30hs. En el ordeño de la mañana se suministró en sala 0.500 kg de concentrado que sirvió de vehículo de sales minerales y productos antimeteorizantes. El agua se ofreció en los ordeños, y entre las 11:00h y las 12:00h. Las condiciones de sequía existentes en la primavera de 1999 afectaron seriamente la producción de forraje de las praderas; como consecuencia de esto, en la cuarta semana del experimento se debió sustituir el potrero en uso, por otro que también contaba con una pradera de achicoria y trébol rojo de 2º año, pero que presentaba menor proporción de trébol rojo y la achicoria en un estado fenológico más avanzado (tallos reproductivos ya desarrollados). Teniendo en cuenta las diferencias en la pastura, el período experimental fue dividido con fines analíticos, en dos partès: Período 1 (P1) correspondiente a las tres primeras semanas, y Período 2 (P2) para la cuarta semana.

El cambio en las características de la pastura se evidenció en las mayores alturas de forraje registradas y en el menor porcentaje de proteína cruda (PC) obtenidas en el segundo período (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características de las pasturas utilizadas.

	Período 1	Período 2
Disponible (kgMS/ha)	1529 ± 16	1917
Altura (cm)	7,7 ± 1,0	14,2
Proteína Cruda %	20,0 ± 0,3	16,5

En la Figura 1 se presenta la producción de leche promedio en cada tratamiento para todo el período experimental y para los períodos 1 y 2.

**Figura 1.** Producción de leche en los diferentes tratamientos.

Las diferencias observadas en producción de leche no fueron estadísticamente significativas. El tratamiento que aparece como más estable frente a los cambios en las condiciones de la pastura es el T1, con una caída en la producción entre el P1 y P2 de un 4%, frente al 6-7% de los tratamientos 2 y 3, y al 11% de disminución para el T4. Debido a que durante todo el período experimental se mantuvo invariable la cantidad de quilogramos de materia seca que se ofrecía a cada animal, las diferencias en producción que se observaron para cada tratamiento entre el P1 y el P2, se pueden atribuir a los cambios en las características de la pastura. Estos cambios afectaron tanto la calidad, como la facilidad de cosecha del forraje. Por este motivo, aquellos animales que tuvieron el tiempo de pastoreo más restringido (T4) fueron los más perjudicados, debido a la limitación que ofrecía la pastura para lograr altas tasas de consumo. El contenido de sólidos no fue estadísticamente diferente entre tratamientos aunque se observó una tendencia ($P < 0.16$) a aumentar la concentración en el porcentaje de grasa en leche a medida que aumenta la frecuencia en los cambios de franja. En el Tratamiento 4, la incapacidad para compensar las restricciones en el tiempo de pastoreo, mediante un incremento en la tasa de consumo debido a las características de la pastura, determinó una tendencia a producir menos leche, pero con un mayor contenido de grasa. Esto último se atribuye al efecto de la inclusión de una fuente de fibra en la dieta (heno de moha), y a la propia restricción en el tiempo de pastoreo, que actúa limitando la oportunidad de selección del forraje a consumir.

Experimento 3. EFECTO DEL SISTEMA DE PASTOREO SOBRE EL CONSUMO DE FORRAJE DE VACAS PASTOREANDO PRADERAS PLURIANUALES.

Entre el 20 de noviembre y el 13 de diciembre del año 2000 se llevó a cabo un experimento con el objetivo de determinar el potencial de intervenir sobre el manejo del pastoreo (frecuencia y momento del día de los cambios de franja diaria) para lograr cambios en la producción y composición de leche en vacas Holando en lactancia media, consumiendo pasturas plurianuales. Los tratamientos contemplaron cambios tanto en la frecuencia de cambio de franja (1 y 2 cambios) como en el momento del día de acceso a nueva oferta de forraje (mañana o tarde). La descripción de los tratamientos es como sigue:

Tratamiento T1: Pastoreo en franjas diarias (entrada a la franja: 16:30h)

Tratamiento T2: Pastoreo en franjas diarias (entrada a la franja: 06:30h)

Tratamiento T3: Pastoreo en franjas ½ diarias (entrada franja: 06:30 y 16:30h)

Las pasturas utilizadas eran de primer año, y estaban compuestas principalmente por Lotus y Avena. Las vacas utilizadas fueron de la parición de otoño e invierno (205 ± 50 días de lactancia), que al momento del experimento tenían una producción promedio de 21 ± 2 l leche/vaca/día. Los animales se ordeñaron dos veces al día: 5:00 y 15:30. En el ordeño de la mañana se ofreció ½ kg de una mezcla compuesta por: un producto para reducir el riesgo de meteorismo (Blokker), sales minerales y ración comercial (utilizada como vehículo). El pastoreo fue la única fuente de alimentación. Se busco alcanzar una asignación de forraje única de 50 kg MS/vaca/día para todos los tratamientos. En todos los tratamientos los animales se retiraron de la pastura a las 11:30h y quedaron cerca de la sala de ordeño con acceso a sombra y agua hasta el ordeño vespertino.

En el cuadro 4 se presenta los resultados obtenidos en producción de leche.

Cuadro 4. Producción de leche

	Producción diaria de leche (l/v/d)
T 1	20.3 ± 0.4
T 2	21.3 ± 0.4
T 3	20.5 ± 0.5

Las diferencias en producción de leche no fueron estadísticamente significativas. Los valores de contenido de proteína (3.15, 3.12 y 3.13 % para T1, T2 y T3, respectivamente) y de contenido graso (3.45, 3.82 y 3.56 % para T1, T2 y T3, respectivamente) no difirieron significativamente entre tratamientos.

Para las condiciones del presente experimento el manejo del pastoreo no influyó significativamente sobre ninguna de las variables analizadas. Con los registros de temperatura y humedad obtenidos en el período experimental se elaboró un "índice de temperatura" (ITH) según la ecuación de Johanson (citado por Invernizzi *et al.*, 1998). Los valores de ITH se encuentran por encima del límite crítico a partir del cual los

animales se enfrentan a una situación de estrés térmico. Es probable que la condición de estrés térmico haya primado como factor principal en la determinación de la eficiencia de producción y composición de la leche.

Referencias

Allden, W.G. and Whittaker, I.A.McD. 1970 The determinants of herbage intake by grazing sheep: Interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Science*, **21**: 755-766.

Arias J.E, Dougherty C.T, Bradley N.W, Cornelius P.L, and Lauriault L.M. 1990. Structure of tall fescue swards and intake of grazing cattle. *Agronomy Journal*, **82**:545-548.

Barrett, P.D., Laidlaw, A.S., Mayne, C.S. and Christie, H. 2001. Pattern of herbage intake rate and bite dimensions of rotationally grazed dairy cows as sward height declines. *Grass and Forage Science*, **56**: 362-373.

Bircham, J.S. and Hodgson, J. 1983. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. *Grass and Forage Science*, **38**: 323-332.

Chacon, E.A. and Stobbs, T.H. 1977. The effects of fasting prior to sampling and diurnal variation on certain aspects of grazing behaviour in cattle. *Applied Animal Ethology*, **3**: 163-171.

Clark, D.A and Jones, F. 1995. High forage use in sustainable dairy systems. In: *Recent developments in the Nutrition of Herbivores. Proceedings of the IVth International Symposium on the Nutrition of Herbivores*. M. Jornet, E. Grenet, M.-H. Farce, M. Theriez, and C. Demarquilly, ed. INRA Editions, Paris. Pp. 497-526

Demment, M.W., J.-L. Peyraud, and E.A. Laca 1995. Herbage intake at grazing: a modelling approach. In *Recent developments in the Nutrition of Herbivores. Proceedings of the IVth International Symposium on the Nutrition of Herbivores*. M. Jornet, E. Grenet, M.-H. Farce, M. Theriez, and C. Demarquilly, ed. INRA Editions, Paris. Pp. 121-141.

Chilibroste, P. (1999) *Grazing time: the missing link. A study of the plant-animal interface by integration of experimental and modelling approaches*. PhD thesis Agricultural University, Wageningen, 191 pp.

Chilibroste, P., Tamminga S, Boer, H., Gibb, M. J. and Den Dikken, G. (2000) Duration of regrowth of ryegrass (*Lolium perenne*) effects on grazing behavior, intake, rumen fill, and fermentation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* **83**: 984-995.

Chilibroste, P., Soca, P. and Mattiauda, D. A. (1999) Effect of the moment and length of the grazing session on: 1. Milk production and pasture depletion dynamics. In: *Proceedings of International Symposium Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*, pp. 292-295.

Chilibroste, P., Tamminga, S., Van Bruchem, J. and Van der Togt, P. L. (1998) Effect of allowed grazing time, inert rumen bulk and length of starvation before grazing, on the weight, composition and fermentative end-products of the rumen contents of lactating dairy cows. *Grass and Forage Science*, **53**: 146-156.

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

DIEA, 2001. Estadísticas del sector lácteo 2000. Trabajo Especiales Nº 24. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca.

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

Gibb, M.J., Huckle, C.A., Nuthall, R. and Rook, A.J. 1997. Effect of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein-Friesian cows. *Grass and Forage Science*, **52**: 309-321.

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

Gibb, M.J., Huckle, C.A., Nuthall, R. and Rook, A.J. 1999. The effect of physiological state (lactating or dry) and sward surface height on grazing behaviour and intake by dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, **63**: 269-287.

Hodgson, J. 1990. *Grazing management. Science into practice*. Logman Scientific & Technical: Harlow.

Illius, A.W., Gordon, I.J., Milne, J.D. and Wright, W. 1995. Costs and benefits of foraging on grasses varying in canopy structure and resistance to defoliation. *Functional Ecology*, **9**: 894-903.

Invernizzi, G. y Mariziotte, G. 1998. Efecto de diferentes confort térmico sobre la producción de leche en verano. Tesis Facultad de Agronomía. Montevideo.

John, A. and Ulyatt, M.J. 1987. Importance of dry matter content to voluntary intake of fresh grass forages. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, **47**: 13-16.

Laca, E.A., Ungar, E.D., Seligman, N. and Demment, M.W. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science*, **47**: 91-102.

Laca, E. A., Ungar, E. D. and Demment, M. W. (1994) Mechanisms of handling time and intake rate of a large mammalian grazer. *Applied Animal Behaviour Science*, **39**: 3-19.

Mayne, C.S., Wright, I.A. and Fisher, G.E.J. 2000. Grassland management under grazing and animal response. In *Grass: its production and utilization*, 3rd edition (ed. A. Hopkins), pp 247-291. Blackwell Science Ltd, Oxford.

McGilloway, D.A., Cushnahan, A., Laidlaw, A.S., Mayne, C.S. and Kilpatrick, D.J. 1999. The relationship between level of sward height reduction of a rotationally grazed sward and short-term intake rate of dairy cows. *Grass and Forage Science*, **54**: 116-126.

Orr, R.J., Rutter, S.M., Penning, P.D., Yarrow, N.H. and Champion, R.A. 1997. Sward state and ingestive behaviour by Friesian dairy heifers under rotational grazing. *Proceedings of the 5th Research Meeting, British Grassland Society, Seale Hayne*, pp 51-52. British Grassland Society, Reading.

Parsons A.J. and Chapman D.F. 1998. Principles of grass growth and pasture utilization. In *Grass for Dairy Cattle*. J.H. Cherney and D.J.R. Cherney, ed. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK. Pp 283-309.

Patterson, D.M., McGilloway, D.A., Cushnahan, A., Mayne, C.S. and Laidlaw, A.S. 1998. Effect of duration of fasting period on short-term intake rates of lactating dairy cows. *Animal Science*, **66**: 299-305.

Penning, P.D., Rook, A.J. and Orr, R.J. 1991. Patterns of ingestive behaviour of sheep continuously stocked on monocultures of ryegrass or white clover. *Applied Animal Behaviour Science*, **31**: 237-250.

Penning, P.D., Parsons, A.J., Orr, R.J. and Hooper, G.E. 1994. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. *Grass and Forage Science*, **49**: 476-486.

Penning, P.D., Parsons, A.J., Orr, R.J., Harvey, A. and Champion, R.A. 1995. Intake and behaviour responses in sheep, in different physiological states, when grazing monocultures of grass or white clover. *Applied Animal Behaviour Science*, **45**: 63-78.

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

Soca, P. (2000) Efecto del tiempo de pastoreo y nivel de suplementación sobre el consumo, conducta y parámetros productivos de vacas lecheras. MSc Thesis. Universidad de Chile, 98 pp.

Soca, P., Chilbroste, P. and Mattiauda, D. A. (1999) Effect of the moment and length of the grazing session on: 2. Grazing time and ingestive behaviour. In: *Proceedings of International Symposium Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Pp. 295-298.

Ungar, E.D. 1996. Ingestive behaviour. In: *The Ecology and Management of Grazing Systems*. J. Hodgson and A.W. Illius, ed. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK. Pp. 185-218.

Vérité, R., and Journet, M. (1970). Influence de la teneur en eau et de la déshydratation de l'herbe sur sa valeur alimentaire pour les vaches laitières. *Annales de Zootechnie*, **19**, 255-268.

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. Ph.D. Diss., Université de Rennes, France.