

Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal.

Pablo Chilibroste, Ing. Agr. Ph.D

Departamento Producción Animal y Pasturas

Grupo Utilización de Pasturas

Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”.

Facultad de Agronomía, Ruta 3 km 363, CP 6000, Paysandú.

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 se constató un incremento en los niveles de suplementación (concentrado y forraje conservados), la base del sistema 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 en 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. Otros componentes importantes de los forrajes lo constituyen las proteínas, azúcares solubles, lípidos, minerales y vitaminas. 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 rumiantes 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 intensivo 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 las implicancias que de ellos se derivan en la definición de estrategias de pastoreo y suplementación de vacas lecheras.

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 rumiantes (Hodgson, 1990; Ungar, 1996). Los hallazgos científicos realizadas en la última década han sido elegantemente sintetizado por Parsons y Chapman (1998) quienes establecieron que “*si bien los técnicos y productores visualizan la utilización de pasturas como un problema a resolver potrero a potrero, los rumiantes 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.

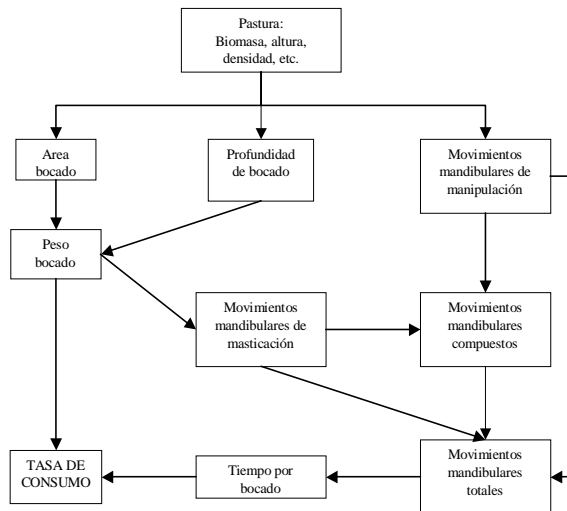


Figura 1. Componentes del comportamiento ingestivo que median entre la estructura de la pastura y la tasa de consumo. Adaptado de Ungar (1996).

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), reportó 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 Chilibroste *et al.* (1999). Desde hace más de 30 años que 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 (Chilibroste 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

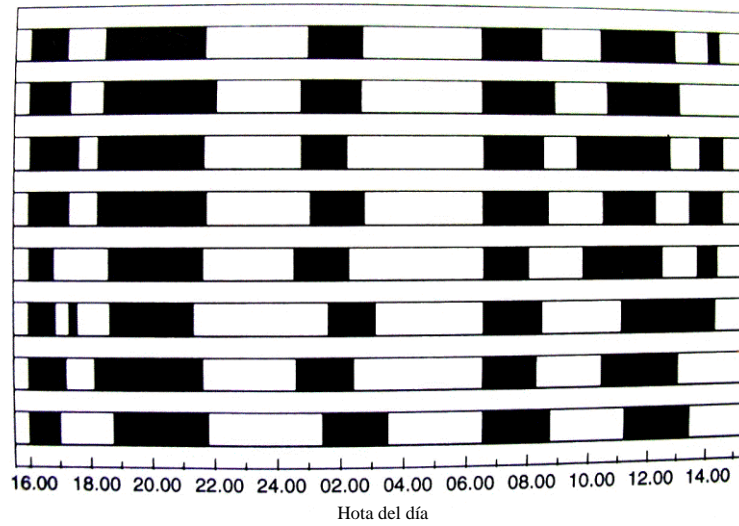
Patrón de comportamiento ingestivo

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.

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 prehension (bocados) sobre movimientos mandibulares totales. En los pastoreos que siguieron a los ordeños, 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 ($47 \text{ bocados minuto}^{-1}$), mientras que en la sesión de pastoreo de la tarde las vacas incrementaron la tasa de bocado ($59 \text{ bocados minuto}^{-1}$), aumentando fundamentalmente la proporción de movimientos mandibulares destinados a la prehension 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).

Vacas en producción en pastoreo continuo



Vacas en producción en pastoreo en franjas

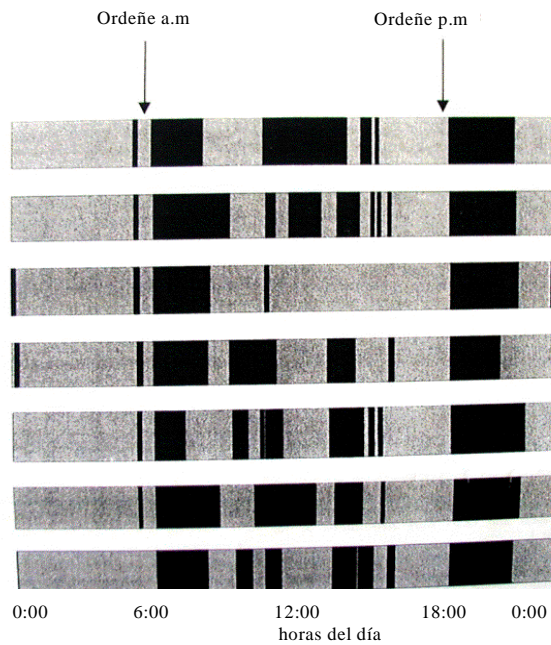


Figura 2. Patrón de consumo de vacas lecheras en régimen de pastoreo continuo y rotativo. Barras negras indican períodos en que las vacas están pastoreando.

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 franjas 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 descriptas 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 que determinan 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 contienen 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.

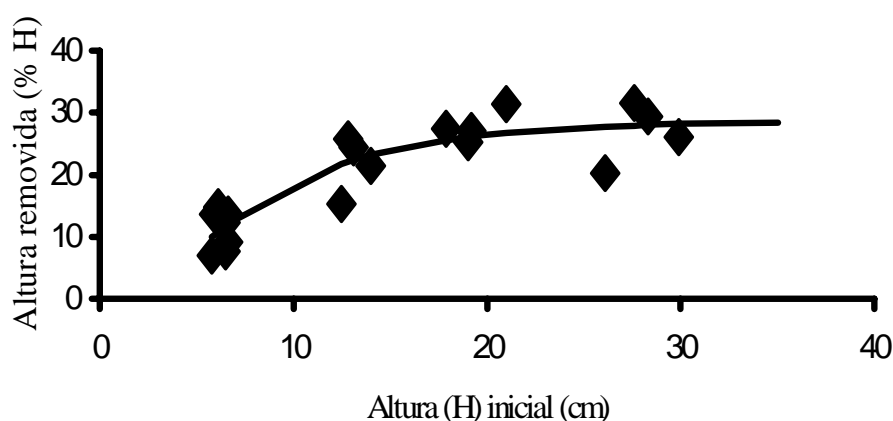


Figura 3. Relación entre altura inicial del forraje (H) y altura removida por los animales (HR). $HR = 28.6 \pm(2.6) \times \exp (-0.15 \pm(0.06) \times (H-2.96 \pm(1.4)))$, RSE= 3.79.

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), encontró 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. Chilbroste *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 vacas que pastorearon día y noche (219 vs 80 min, respectivamente).

Implicancias productivas

En la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” se han llevado a cabo una serie de experimentos con el objetivo de evaluar el impacto sobre la respuesta en producción y composición de la leche de la integración de los conceptos discutidos anteriormente. En el año 1998 se realizó un experimento con vacas lecheras (Chilbroste *et al.*, 1999; Soca *et al.*, 1999), en el que se evaluó el efecto de cambiar la ubicación de la sesión de pastoreo en vacas lecheras a las que se les ofreció una misma cantidad de insumos. A todos los tratamientos se les ofreció una franja diaria de avena con una asignación de forraje de aproximadamente 15 Kg. MS d⁻¹, 12 kg (base fresca) de ensilaje de maíz y 7 kg (base fresca) de concentrado distribuido en partes iguales entre los dos ordeños. En la Tabla 3 se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos.

Tabla 3. Resultados productivos y comportamiento ingestivo de vaca lecheras en que se modificó el tiempo y momento de acceso a la pastura.

	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Horario de acceso a la pastura	6:30 – 14:30	8:30 – 12:30 16:30 – 18:30	12:30 – 14:30 16:30 – 20:30
	Datos productivos		
Leche L vaca d ⁻¹	17.7	18.2	20.0
Grasa %	3.48	3.25	3.15
Proteína %	3.07	3.02	3.01
	Comportamiento ingestivo (probabilidades)		
Pastoreo	0.57 ^a	0.59 ^a	0.81 ^b
Rumia	0.24 ^a	0.15 ^a	0.05 ^b
Descanso	0.19 ^a	0.23 ^a	0.09 ^b
	Comportamiento ingestivo (bocado min ⁻¹)		
Tasa bocado	39 ^a	44 ^b	44 ^b

La producción de leche tendió a ser mayor en el tratamiento en el que pastoreo se concentró más tarde en el día (T3, Tabla 3). La oferta de ensilaje de maíz y concentrado fue consumida totalmente en los tres tratamientos lo que pone de manifiesto la importancia de la dinámica de consumo de forraje en la eficiencia de utilización de nutrientes totales por parte de los animales. Las observaciones de comportamiento ingestivo permitieron determinar que las vacas ingresadas más tarde en el pastoreo manifestaron sesiones de pastoreo significativamente más largas, a expensas de una reducción en las actividades de rumia y descanso. La tasa de desaparición de forraje durante el pastoreo se ajustó a un modelo exponencial con una tasa fraccional constante de desaparición no diferente entre tratamientos. Cuando en el análisis se consideró solamente las primeras 4 horas de pastoreo, la tasa de desaparición de la pastura fue más alta en T3 que en los otros tratamientos. En todos los tratamientos se registró una alta tasa de desaparición del forraje durante las primeras horas de ocupación de la franja. La MS del forraje cosechado por las vacas al inicio de la sesión de pastoreo fue de 14 % para las vacas que ingresaron a las 6:00 a.m. y 18% para las

que ingresaron a las 12:30. Esta observación determina que los animales del T3 no sólo manifestaron un patrón de ingestión diferente sino que “cosecharon” una dieta diferente.

Las vacas del tratamiento 3 tendieron a producir leche con menor tenor graso ($p < 0.07$) que la de los otros tratamientos. Estos cambios pueden estar reflejando cambios en la dieta (mayor consumo de carbohidratos solubles y mejor balance energía-proteína), efectos negativos sobre el medio ambiente ruminal afectando la tasa de producción de precursores cetogénicos y/o cambios en la sincronización de nutrientes entre los diferentes componentes de la dieta. A los efectos de investigar si la caída en contenido graso de la leche respondía a factores nutricionales, se llevó a cabo un nuevo experimento en el año 1999 (Chilibroste *et al.*, 2001). Nuevamente todos los tratamientos accedieron a la misma cantidad de alimento: una franja diaria de avena con una asignación de aproximadamente 15 kg de MS, 15 kg de ensilaje de maíz (base fresca), 3,7 kg MS de concentrado comercial (16 % PC) y 2 kg de semilla de algodón por animal y por día. Los tratamientos se diferenciaron en la duración de la sesión de pastoreo T1 = 8 horas (7:30 - 15:30) vs T2 y T3 = 4 horas (11:30 - 15:30) h y en el acceso o no de los tratamientos restringidos a fardo de moha (*Setaria itálica*), que estuvo disponible solamente para los animales pertenecientes a T3 En la Tabla 4 se presenta los principales resultados obtenidos.

Tabla 4. Efecto del tiempo de pastoreo y la inclusión de fibra sobre la producción y composición de la leche de vacas Holando.

	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Leche L vaca d ⁻¹	20.8	21.4	23.0
Grasa %	3.49	3.60	4.07
Proteína %	2.96	2.84	2.94

La producción de leche no difirió significativamente entre tratamientos a pesar de los mayores valores absolutos observados en los tratamientos restringidos en el tiempo de acceso a la franja diaria de avena. El contenido de grasa en la leche tendió a ser diferente entre tratamientos ($p < 0.079$), mientras que el contenido de proteína no varió significativamente. La producción diaria de grasa en tanto fue significativamente mayor en T3 respecto a T2 ($p < 0.016$) y a T1 ($p < 0.01$). Este trabajo confirma la relevancia del control del tiempo de pastoreo para intervenir en la eficiencia de

utilización de los recursos alimenticios disponibles, especialmente el forraje verde fresco. El efecto positivo de la inclusión de una fuente de fibra larga seca, sobre el contenido y producción de grasa de los animales, pone de manifiesto la posible carencia de fibra efectiva en la dieta de las vacas durante el período otoño – invernal. Esta limitante se extrema en tratamientos donde se orienta a los animales hacia tasas de ingestión altas, con baja eficiencia de masticación durante la ingestión (Laca *et al.*, 1994).

Dados los resultados positivos encontrados en los trabajos de tipo exploratorio realizados durante los años 1998 y 1999, en el año 2001 se continuó con la investigación integrando la cuantificación de los mecanismos implicados en la respuestas observadas (Mattiauda 2001, sin publicar). Se realizaron experimentos con vacas lecheras en el que además de evaluar las variables de respuesta a nivel productivo, se realizaron registros de comportamiento ingestivo (tasa de bocado, tiempos de pastoreo, de rumia y descanso), se relevaron variables para caracterizar el medio ambiente ruminal (pH, concentración de amonio y ácidos grasos volátiles, y degradabilidad de la fracción fibra), se determinó consumo de MS total y de los diferentes componentes de la dieta y finalmente se realizaron estimaciones de la dinámica del contenido ruminal a lo largo del día. Las vacas pastorearon pradera y fueron suplementadas con forraje conservado y concentrados. Los tratamientos consistieron en la separación de los efectos del largo de la sesión de pastoreo (8 vs. 4 h) y de la ubicación a lo largo del día de la sesión de pastoreo (mañana vs. tarde). El análisis preliminar de los resultados (Mattiauda, comunicación personal) revela diferencias significativas en las variaciones de pH, nitrógeno amoniacal, degradabilidad ruminal de la MS y eficiencia de masticación durante la ingestión entre tratamientos. Los animales en que la sesión de pastoreo se trasladó hacia la tarde, y que por tanto, experimentaron un período de ayuno previo al pastoreo, tendieron a tener caídas de pH más acentuadas, picos de amonio menores y una proporción mayor de partículas largas en el contenido ruminal a la salida del pastoreo, reflejando seguramente una menor eficiencia de masticación durante la ingestión de estos tratamientos.

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

alimenticios y animales disponibles. Esta afirmación es particularmente relevante para los sistemas dominantes de producción de leche en Uruguay, donde en la eficiencia de producción y utilización del forraje se asienta buena parte de la competitividad del sistema en el largo plazo y donde el proceso de pastoreo del forraje disponible ha demostrado ser “quien tiene el mando del sistema” en el corto plazo.

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 Jans, 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., Mattiauda, D. A. and Bruni, M. A. (2001) Efecto de la duración de la sesión de pastoreo y la inclusión de una fuente de fibra larga, sobre la producción y composición de la leche de vacas Holstein pastoreando avena (*Avena sativa*). *Revista Argentina de Producción Animal* **21**: 73-75.

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 N° 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.

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. 1995a. 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.

Van Vuuren, A.M., C.J. Van der Koelen, J. Vroons-de Bruin, 1986. Influence of level and composition of concentrate supplements on rumen fermentation patterns of grazing dairy cows. *Netherland Journal of Agricultural Science*, **34**: 457-467.

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.