

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**RESTRICCIÓN EN EL TIEMPO DE ACCESO A LA PASTURA EN
TERNERAS: EFECTO SOBRE EL CONSUMO Y LA DIGESTIBILIDAD DE LA
MATERIA SECA, EL COMPORTAMIENTO Y EL RITMO DE INGESTION**

por

**Santiago ROJA
Nicolás TORTEROLO**



TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
(Orientación Producción Animal)

MODALIDAD Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2011**



TESIS aprobada por:

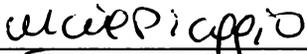
Presidente de Mesa:


Ing. Agr. María de Jesús Marichal

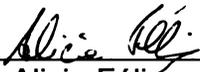
Segundo Miembro (Tutor):


Ing. Agr. MSc. Alejandro Mendoza

Tercer Miembro:


Ing. Agr. Lucia Piaggio

Co-tutor:


Dra. Alicia Félix

Co-tutor:


Dr. José Luis Repetto

Fecha:

26 de julio de 2011

Autores:


Br. Santiago Roja

Br. Nicolás Torterolo

FACULTAD DE VETERINARIA

Aprobado con 11 (once) 

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecemos a nuestras familias y todas aquellas personas que nos ayudaron y brindaron su apoyo durante toda la carrera universitaria, lo que ha sido de fundamental importancia para desarrollarnos como seres humanos y futuros profesionales.

Al Ing. Agr. Alejandro Mendoza, Dra. Alicia Félix y Dr. José L. Repetto por su tutoría y co-tutoría en este trabajo y el respaldo brindado hacia nosotros.

A todos los integrantes del Departamento de Bovinos y Nutrición Animal de Facultad de Veterinaria, especialmente a Cecilia Cajarville, Martín Aguerre, Natalia Hernández, Álvaro Santana, Analía Pérez y Sebastián Brambillasca por ayudarnos en los trabajos de campo y laboratorio que fueron necesarios para poder realizar este ensayo.

A todos los compañeros y bachilleres con los que compartimos el trabajo experimental y a todo el personal del Campo Experimental N° 2 (Libertad) de la Facultad de Veterinaria, que facilitaron que nuestro trabajo se pudiera llevar adelante.

Para no olvidarnos de nadie, quisiéramos agradecerles a todas aquellas personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar esta tesis de grado.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	VI
LISTA DE ABREVIATURAS	VII
1. RESUMEN	8
2. SUMMARY	9
3. INTRODUCCIÓN	10
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
4.1. LAS PASTURAS TEMPLADAS COMO BASE DE LA ALIMENTACIÓN DE LOS RUMIANTES	12
4.2. CONSUMO, COMPORTAMIENTO Y DIGESTIÓN DE RUMIANTES EN PASTOREO	13
4.3. RESTRICCIÓN DEL TIEMPO DE ACCESO A LA PASTURA	15
4.3.1. Efecto sobre el consumo y comportamiento.....	15
4.3.2. Efecto sobre la digestibilidad	16
5. HIPÓTESIS	16
6. OBJETIVOS	19
6.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
7. MATERIALES Y MÉTODOS	20
7.1. ANIMALES Y DISEÑO EXPERIMENTAL	20
7.2. MEDICIONES REALIZADAS	20
7.2.1. Ritmo de ingestión	20
7.2.2. Comportamiento ingestivo	21
7.2.3. Consumo de pastura.....	21
7.2.4. Digestibilidad aparente	21

7.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	21
8. RESULTADOS.....	22
8.1. COMPORTAMIENTO Y RITMO DE INGESTIÓN.....	22
8.2. CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA.....	23
9. DISCUSIÓN	25
9.1. COMPORTAMIENTO Y RITMO DE INGESTIÓN.....	25
9.2. CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA.....	27
10. CONCLUSIONES.....	30
11. BIBLIOGRAFÍA.....	31

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Página

Cuadro I. Efecto del tiempo de acceso a la pastura en la proporción de tiempo dedicado a distintas actividades en terneras.....	22
Cuadro II. Efecto del tiempo de acceso a la pastura en el ritmo de ingestión de terneras	22
Cuadro III. Efecto del tiempo de acceso a la pastura en el consumo y la digestibilidad aparente de la materia seca de terneras	24
Figura I. Evolución del ritmo de ingestión en terneras según el tiempo de acceso a la pastura.	23

LISTA DE ABREVIATURAS

AGV: Ácidos grasos volátiles.

FAD: Fibra ácido detergente

FND: Fibra detergente neutro.

MS: Materia seca.

N: Nitrógeno.

NH₃: Amoníaco.

PB: Proteína bruta.

PV: Peso vivo.

PV^{0,75}: Peso metabólico.

1. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el comportamiento, el ritmo de ingestión, el consumo y la digestibilidad aparente de la materia seca (MS) de terneras con diferentes tiempos de acceso a la pastura. En este experimento se utilizaron 24 terneras Hereford y cruza Hereford x Angus (PV= 153 ± 18 kg), alojadas en jaulas metabólicas, distribuidas en cuatro tratamientos según un diseño completo de bloques al azar. La pastura (*Lolium multiflorum* y *Trifolium repens*) fue cortada y ofrecida diariamente como único alimento durante 4, 6, 8 y 24 horas diarias para los tratamientos T4, T6, T8 y T24 respectivamente. El consumo de MS, el ritmo de ingestión, el comportamiento (come, rumia, bebe y otros; por observación directa), y la digestibilidad aparente de la pastura fueron determinados. Los resultados de comportamiento y ritmo de ingestión fueron analizados como medidas repetidas en el tiempo con un modelo lineal mixto, mientras que el consumo y la digestibilidad de la MS se analizaron con un modelo lineal general. Las terneras más restringidas (T4 y T6) mostraron una mayor proporción del tiempo dedicado a comer que los animales no restringidos, pero no se observaron diferencias entre grupos restringidos. La proporción de animales comiendo y rumiando se vio afectada por el tiempo; mientras que la proporción de animales que realizaron actividades de consumo disminuyó, la proporción de animales que rumiaron aumentó de la hora 1 a 4 de medición. El ritmo de ingestión fue afectado por el tratamiento, la hora y la interacción tratamiento x hora. Se observó que el ritmo de ingestión fue mayor en la primera hora de medición en los tratamientos restringidos respecto a T24, pero en el período restante no se vieron diferencias entre tratamientos. Las medias de consumo de MS fueron 2030, 2686, 2865 y 3492 g MS (SEM = 189,4) para los tratamientos T4, T6, T8 y T24, respectivamente. El consumo de MS fue menor en los animales más restringidos (T4 y T6) en comparación con los que estaban en T24, pero no se detectaron diferencias entre T6 y T8, ni T8 y T24. En cuanto a la digestibilidad aparente de la MS no existieron diferencias significativas entre tratamientos. Se concluyó que la restricción en el tiempo de acceso a una pastura templada de alta calidad determina cambios en el comportamiento y el ritmo ingestivo de las terneras. Cuando el tiempo de acceso fue menor a 8 horas, estos cambios no son suficientes para evitar una caída en el consumo de MS respecto al acceso irrestricto, aunque la digestibilidad de la MS no fue afectada.

2. SUMMARY

The aim of this research was to observe the behavior, consumption rate and apparent digestibility of dry matter (DM) in female calves with different accessing times to pasture. In this experiment 24 calves Hereford and crossbreed Hereford x Angus were used ($LW = 153 \pm 18$ kg), placed in metabolic cages grouped in 4 treatments according to a random grouping design. The pasture (*Lolium multiflorum* and *Trifolium repens*), was cut and presented daily as the only food for each animal during 4, 6, 8 and 24 hours, for treatments T4, T6, T8 and T24 respectively. The DM intake, the consumption rate, the behavior (eating, ruminating, drinking and others-through visual observation) and the apparent digestibility of pasture were measured individually. The results of behavior and consumption rate were analyzed as repeated measurements in time following a mixed lineal model, while the consumption and digestibility of DM were analyzed following a general lineal model. The most restricted female calves (T4 and T8) showed a better proportion of the time devoted to eating than the no restricted animals, but no differences were observed among restricted animals. The proportion of animals eating and ruminating was affected by time while the proportion of animals which performed consumption activities dropped and the proportion of ruminating animals increased from hour 1 to 4 of measuring. The intake rate was affected by treatment. It was observed that the intake rate was larger during the first hour of measuring of restricted treatments in relation to T24, but in the remaining period no differences were observed among treatments. The DM intake measurements were 2030, 2686, 2865 and 3492 g DM (SEM= 189,4) for treatments T4, T6, T8 and T24, respectively. The DM intake was smaller in more restricted animals (T4 and T6) comparatively with the ones which were in T24, but no differences were found between T6 and T8 hours, or T8 and T24. With regards to DM apparent digestibility there were no relevant differences among treatments. It was concluded that the restriction in accessing time to a high quality mild pasture provokes changes in the behavior and intake rate of female calves.

When the accessing time was shorter than 8 hours these changes are not enough to prevent a drop in the DM intake with relation to the unrestricted access even though the DM digestibility was not affected.

3. INTRODUCCIÓN

FAC

En Uruguay, en los sistemas semi-intensivos de producción de carne y leche generalmente se utilizan pasturas templadas de buena calidad como parte fundamental de la dieta, las que proporcionan al rumiante cantidades importantes de nutrientes que en su casi totalidad son aprovechados en el rumen (Cajarville y Repetto, 2005). Además del aspecto nutricional, la utilización de pasturas es muy importante desde el punto de vista económico, ya que al ser menos costosas que los concentrados, su uso abarata de forma relevante los costos de producción. El uso de pasturas como alimento en dietas de ruminantes tiene otros beneficios, entre ellos puede mencionarse su contribución con el medio ambiente, el bienestar animal y la mejora de la calidad del producto final en cuanto a la concentración de sustancias nutraceuticas (Chaudry, 2008).

Si bien la calidad de las pasturas templadas es generalmente elevada, la misma puede variar a lo largo del año. También la cantidad de pastura que se dispone puede ser limitante, como por ejemplo en condiciones invernales o estivales. En esta situación es posible contar con pasturas de buena calidad pero de oferta reducida, y por lo tanto es necesario hacer el mejor aprovechamiento posible de este recurso escaso, sobre todo en el caso de animales con altos requerimientos. La restricción del tiempo de acceso a la pastura aparece como una herramienta para hacer un uso eficiente de la pastura, y evitar problemas por sobre-pastoreo y destrucción de la misma por pisoteo (Chilibroste *et al.*, 2007).

Según Alden y Whittaker (1970), cuando se limita el acceso a la pastura el animal desencadena un mecanismo adaptativo con el fin de lograr el mismo consumo de materia seca (MS), aumentando la tasa de consumo (g/min), peso de bocado (g/bocado) y/o tasa de bocado (bocado/min), y aumenta el tiempo de pastoreo efectivo (min/día). Limitar el tiempo de acceso a la pastura lleva a que aumente el período de ayuno, lo que hace que al finalizar dicho período los animales ingieran el alimento ofrecido con una mayor voracidad, o a un ritmo de ingestión más acelerado (Forbes y Mayes, 2002). Esta alta tasa de ingestión puede llevar a una alta producción de ácidos grasos volátiles (AGV), lo que genera una disminución del pH ruminal, que puede llegar a afectar la digestión de la fibra (Cajarville y Repetto, 2005).

Podría plantearse que los efectos de la restricción en el tiempo de acceso al forraje sobre el animal dependen de la severidad y duración de la restricción. Sin embargo, los resultados a veces son contradictorios. Por ejemplo, algunos experimentos reportaron que la restricción del tiempo de acceso a la pastura de 8 a 4 horas diarias redujo el consumo de pastura y la producción de leche (Chilibroste *et al.*, 2007; Pérez-Ramírez *et al.*, 2008), mientras que en otro trabajo no se reportaron diferencias en estas variables (Kennedy *et al.*, 2009) entre vacas pastoreando por más de 22 horas o entre 6 y 9 horas diarias.

Por lo tanto, resultaría de interés caracterizar cómo se adaptan los animales a una restricción en el tiempo de acceso a una pastura templada de alta calidad desde el punto de vista del comportamiento, y qué impacto tiene sobre el consumo y la digestibilidad de la MS. A su vez, sería interesante poder identificar el tiempo de acceso a este tipo de pastura que no afecta negativamente el consumo del animal.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. LAS PASTURAS TEMPLADAS COMO BASE DE LA ALIMENTACIÓN DE LOS RUMIANTES

Las especies forrajeras que se utilizan en nuestro país en los sistemas intensivos de producción animal están representados principalmente por gramíneas C3, leguminosas y sus mezclas (Repetto y Cajarville, 2009). En términos generales, este tipo de pasturas juega un importante rol en la alimentación del ganado, tanto desde el punto de vista nutricional como económico. En primer lugar, las pasturas templadas son alimentos de alta calidad y proporcionan al rumiante cantidades importantes de nutrientes que en su casi totalidad son aprovechados en el rumen (Cajarville y Repetto, 2005). En segundo lugar, debido al menor costo relativo de este alimento respecto a los concentrados, el incremento en el uso de este tipo de pasturas permitiría abaratar de forma importante los costos de producción.

De acuerdo con un relevamiento realizado en nuestro país, que incluyó pasturas provenientes de más de 40 parcelas de establecimientos productivos, las mismas presentaron una composición característica de un alto valor nutritivo (Caramelli *et al.*, 2008). Cortadas en el momento que en los predios se consideraba óptimo para su consumo, la composición promedio fue la siguiente (base seca): 18% de MS, 19% de proteína bruta (PB), 40% de fibra detergente neutro (FDN) y entre un 6 y un 10% de azúcares, dependiendo fundamentalmente de la época del año y del momento del día.

Como resultado de las características químicas de estas pasturas, la fermentescibilidad de las mismas cuando se la mide a través de la producción de gas *in vitro* es elevada (Berthiaume *et al.*, 2006; Caramelli *et al.*, 2008; Britos *et al.*, 2009). La alta fermentescibilidad lleva a que la concentración media de AGV en el rumen sea también alta. En experimentos realizados por el Departamento de Nutrición de Facultad de Veterinaria con bovinos y ovinos consumiendo exclusivamente praderas, la concentración media de ácidos grasos volátiles (AGV) fue de 95 mmol/mL de líquido ruminal, con picos máximos de 130 mmol/mL luego de 4 horas del comienzo de la ingesta (Cajarville *et al.*, 2006 b). Estas concentraciones son superiores a las comunicadas por la bibliografía para dietas forrajeras, además de tener una elevada proporción de ácido propiónico. En general, se espera que dietas basadas en forrajes, ricas en celulosa, pobres en almidón y con contenidos intermedios de azúcares, resulten además en una elevada proporción de acetato dentro de los AGV (Church, 1993, Van Soest, 1994).

Las características de alta fermentescibilidad y por lo tanto, de alta producción de AGV, promueven, cuando la pastura no es limitante en cuanto a cantidad, ambientes ruminales que se caracterizan por valores de pH relativamente bajos, fundamentalmente en los horarios posteriores a pastoreos intensos (Cajarville *et al.*, 2006 a y b, Cazulli *et al.*, 2007).

4.2. CONSUMO, COMPORTAMIENTO Y DIGESTIÓN DE RUMIANTES EN PASTOREO

De forma general, la productividad de un rumiante está determinada por el consumo de MS, la concentración de nutrientes digestibles de la misma y la eficiencia con que estos nutrientes son utilizados y transformados en producto animal. De estos componentes, generalmente se considera al consumo como el determinante del nivel de productividad que puede alcanzar un animal (Van Soest, 1994).

El consumo total de materia seca y la selección del forraje en pastoreo son mediados por el comportamiento ingestivo, que resulta de la integración por parte del animal de señales de corto y largo plazo (Forbes, 1995). Como resultado de la integración de estas señales a nivel del sistema nervioso central, los animales alternan durante el día periodos de pastoreo, rumia, descanso y otras actividades (Gibb *et al.*, 1997).

El patrón de consumo de los vacunos está relacionado con el foto-período, concentrándose las sesiones de pastoreo más largas durante las horas del día. En ambientes templados, el 80 % de la actividad de pastoreo ocurre durante las horas de luz (Rook *et al.*, 1994). En vacas lecheras, se han observado dos sesiones principales de pastoreo ubicándose una en la mañana y la mayor en la tarde (Gibb *et al.*, 1997; Rook *et al.*, 1994). Gibb *et al.* (1998) evaluaron distintos momentos de inicio del pastoreo en vacas lecheras, y encontraron que los animales que comenzaron a pastorear más hacia la tarde expresaron diferencias significativas respecto a los de la mañana en términos de mayor tasa y peso de bocado (g MS), lo que resultó en un mayor consumo de MS. Esta mayor intensidad de pastoreo durante la tarde, ha sido interpretada como una estrategia de pastoreo óptimo, en procura de cosechar forraje de mayor digestibilidad, concentración de azúcares solubles y contenido de MS (Gibb *et al.*, 1998).

El consumo de rumiantes en pastoreo puede ser esquematizado según el modelo conceptual propuesto por Alden y Whittaker (1970), en el que el consumo de MS se expresa como el producto de tasa de consumo (g/hora) y el tiempo de pastoreo (horas/día). La tasa de consumo a su vez se expresa como el producto del peso de cada bocado (g/bocado) por el número de bocados por hora (bocados/hora). De acuerdo al modelo conceptual señalado, son numerosos los factores que pueden afectar el consumo de rumiantes en pastoreo. De forma general, los mismos podrían agruparse en aquellos relacionados con la pastura, el ambiente, el animal y la suplementación. Por ejemplo, con respecto a los factores vinculados con la pastura adquieren importancia el tipo de especie forrajera, el contenido de nutrientes, y la estructura de la misma (altura, densidad). En relación al factor animal se destaca el nivel de producción, estado fisiológico, selectividad, y nivel de ayuno. Sobre este último punto se profundizara más adelante en esta revisión.

En oposición al modelo conceptual adoptado por Allden y Whittaker (1970), existen otras teorías que no han sido contundentes a la hora de explicar los factores que afectan el consumo en pastoreo. Conrad *et al.* (1964) sugirió que la capacidad del tracto gastrointestinal sería el principal responsable del control del consumo en rumiantes, ya que un animal puede consumir hasta que el "nivel de llenado del rumen" produce una distensión de las paredes ruminales suficiente como para activar los receptores mecánicos, quienes enviarían información al sistema nervioso central. Una vez procesada esta información, señalaría el cese del consumo. Según Conrad *et al.* (1964) este tipo de regulación operaría hasta un determinado nivel de digestibilidad de la dieta, a partir del cual el control dependería de los requerimientos energéticos del animal. El modelo asume que el animal procura un consumo constante de energía (determinado por sus requerimientos) y de ahí que una vez superadas las limitantes físicas, el consumo de energía se mantiene constante y baja el consumo de materia seca al aumentar la digestibilidad de la dieta. Sin embargo, distintos trabajos realizados en condiciones de pastoreo demuestran que la regulación del consumo de los rumiantes en estas condiciones sería más complicada, y que dependería además de otros factores que son independientes de la calidad de la pastura. Por ejemplo, algunos de estos factores podrían ser la presión osmótica (Grofum, 1987, cit. por Chilbroste, 1998) y/o la concentración de AGV en el líquido ruminal de animales consumiendo forrajes frescos de buena calidad (Van Vuuren, 1993, cit. por Chilbroste, 1998).

En condiciones de pastoreo no alcanza con conocer la cantidad de alimento ingerido, sino que es preciso considerar dicho proceso asociado al de digestión. Esto es necesario para comprender y predecir el suministro de nutrientes a rumiantes con o sin utilización de suplementos (Baumont *et al.*, 2004; Chilbroste, 2002). El mayor aporte de nutrientes de las pasturas son polisacáridos unidos por enlaces β 1-4 que solo pueden ser digeridos por las enzimas producidas por la masa microbiana presente en el rumen. En este proceso se producen nuevos compuestos que pueden ser glucogénicos (ej: ácido propiónico), cetogénicos (ej: ácido acético y butírico) y aminogénicos (ej: proteína microbiana) (Chilbroste *et al.*, 2007).

Esta capacidad de los rumiantes de utilizar el forraje como alimento depende de que existan determinadas condiciones en el rumen. De acuerdo con Rearte (1992) y Van Soest (1994) estas condiciones óptimas se caracterizan por un pH cercano a la neutralidad (6,7 – 6,8), concentraciones de amoníaco de al menos 5 a 8 mg/dL, una concentración de AGV de 75 a 90 mmol/L con una relación acético/propiónico de 3,5/1.

Cuando los rumiantes consumen pasturas templadas de alta calidad, la cantidad de N degradable en la dieta, que aporta NH_3 en el rumen no sería limitante para un óptimo crecimiento microbiano. Por ejemplo, trabajos realizados por el Departamento de Nutrición de la Facultad de Veterinaria con bovinos pastoreando praderas (mezcla de gramíneas y leguminosas), reflejaron que las concentraciones de amoníaco ruminales son elevadas (20,1 mg/dL en

promedio), no habiéndose registrado valores por debajo de los considerados limitantes (Repetto y Cajarville, 2009). Además, se ha observado que entre 55 y 70% de las paredes celulares de este tipo de pasturas son potencialmente, degradables en rumen, lo que causa que cuando los animales consumen estas pasturas se produzcan grandes cantidades de AGV, los cuales pueden causar una disminución marcada del pH en el rumen (Cajarville y Repetto, 2005). Si estas pasturas son consumidas a elevados ritmos de ingestión podrían provocar disminuciones de pH ruminal hasta niveles considerados de acidosis (Nordlund, *et al.*, 2004).

4.3. RESTRICCIÓN DEL TIEMPO DE ACCESO A LA PASTURA.

Los sistemas de producción de rumiantes de base pastoril están expuestos a una gran variación estacional en producción de forraje tanto en cantidad como en calidad. Esto se explica principalmente por la condición climática de nuestro país donde en el invierno el crecimiento de las pasturas es afectado debido a una menor radiación solar, mientras que en el verano se debe a la elevada evapo-transpiración.

Es conocida la suplementación con concentrados o reservas forrajeras como método para sobrellevar dichos periodos de déficit de pasturas (Cajarville y Repetto, 2005). Otra herramienta que podría ser útil para usar más eficientemente la pastura disponible en momentos de escasez es el manejo del pastoreo, y específicamente la restricción en el tiempo de acceso al pasto.

Es importante señalar el impacto que pueden tener medidas de manejo "simples" como es un control más ajustado del pastoreo sobre la producción de la pastura. Por ejemplo, monitoreos realizados a nivel comercial han demostrado incrementos en la producción de forraje del orden del 30% durante otoño e invierno, por efecto de controlar la condición de la pastura por tomar decisiones de ingreso y salida de los animales del pastoreo (Zanoniani *et al* 2004). A continuación se presentan algunos resultados obtenidos en el animal cuando se modifica el tiempo de acceso a la pastura.

4.3.1. Efecto sobre el consumo y comportamiento

La reducción en el tiempo de acceso al alimento implica que se alarga el período durante el cual el animal se encuentra en ayuno. En general, el ayuno previo al pastoreo afecta el tiempo total del mismo, 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 minutos) 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 la duración de la primera sesión de pastoreo fue significativamente más larga (120 vs. 82 min.) en las vacas que experimentaron un período de ayuno antes del inicio del pastoreo. Gregorini *et al.* (2009) trabajando con vacas lecheras encontraron una primera sesión de pastoreo más larga en vacas con acceso a la pastura por 8 horas en

relación a 22 horas. A su vez, las vacas restringidas dedicaron más tiempo a comer en los primeros 60 minutos y menos a rumiar.

En general, períodos de ayuno previo al pastoreo incrementan el peso de bocado en vacunos (Patterson *et al.*, 1998; Dougherty *et al.*, 1989). Independiente del tiempo de restricción, Dougherty *et al.* (1989a) mostraron una reducción lineal en el peso de bocado a medida que pasaba la sesión de pastoreo.

Los resultados experimentales reportados en la literatura son controversiales en la descripción del efecto del ayuno sobre la tasa de bocado. Por ejemplo, en vacas ayunadas por 1 o 6 horas se encontró un aumento tanto del peso como de la tasa de bocado a mayor grado de ayuno (Patterson *et al.* 1998). Este incremento en la tasa de bocado fue asociado a una reducción en el tiempo dedicado a la selección de forraje. Por otra parte, Dougherty *et al.* (1989b) no informaron de ningún impacto del ayuno sobre la tasa de bocado en novillos pastoreando festuca. Se ha planteado que las respuestas en tasa de bocado podrían estar subordinadas a las respuestas de variables tales como peso de bocado y tiempo de pastoreo. Independientemente del grado de ayuno, a medida que la sesión de pastoreo avanza, la tasa de bocado declina, pero esta reducción es menor en aquellos animales con acceso restringido a la pastura (Patterson *et al.*, 1998).

4.3.2. Efecto sobre la digestibilidad

Los cambios en el patrón de consumo de los animales pueden verse reflejados a nivel del ambiente ruminal (Bargo y Muller, 2005). La restricción en el tiempo de acceso al pastoreo conduce a altas tasas instantáneas de consumo, sobre todo al inicio de la sesión de pastoreo, lo que puede llevar a una alta producción de AGV, con la consecuente disminución de pH ruminal. Esto se ve mayormente reflejado en las pasturas templadas que se caracterizan por presentar mayor cantidad de fibra potencialmente degradable.

Greenwood y Demment (1988) y Soca *et al.* (1999) han demostrado que los bovinos con ayuno previo comprometen la rumia en pos de una alta tasa de consumo instantáneo. Este incremento de la tasa de consumo se logra a través de un aumento en el tamaño de las partículas ingeridas, lo que tendrá consecuencias sobre el patrón de llenado y fermentación en el rumen (Chilibroste, 1998). Esto se debe a que la masticación del material ingerido es un proceso obligado para permitir el comienzo de la digestión microbiana del material en el rumen.

Es poca la información que existe sobre el efecto de la longitud de la sesión de alimentación con pasturas en el ambiente ruminal y la digestión de rumiantes en pastoreo. En un trabajo hecho en Uruguay con ovinos se reportó que la reducción en el tiempo de acceso a una pastura de *Lotus corniculatus* de 24 a 6 horas diarias, si bien modificó el comportamiento ingestivo de los animales, no alteró el pH o la concentración de NH₃ ruminal, o la digestibilidad de los

nutrientes (Pérez-Ruchel, 2010). Por otra parte, Chilibroste *et al.* (2007) en un trabajo realizado con vacas lecheras con diferente tiempo de acceso a la pastura (8 vs 16 h/día) reportaron que en los animales con acceso restringido el pH declinó de forma más marcada desde el comienzo de la sesión de pastoreo y alcanzó un valor menor que en vacas con acceso no restringido. Esto podría estar asociado a que las vacas en este último tratamiento interrumpieron la actividad de pastoreo antes que las vacas con acceso de 8 h.

5. HIPÓTESIS

(FA)

- La restricción en el tiempo de acceso a la pastura templada determinará adaptaciones en el comportamiento, como por ejemplo, un aumento de la proporción del tiempo comiendo en detrimento de otras actividades, así como un mayor ritmo ingestivo, sobre todo en las primeras horas de oferta de alimento.
- Los mecanismos de adaptación operarán con distinto grado según el tiempo de restricción, no siendo suficientes para mantener el consumo de MS en los animales más restringidos.
- La restricción en el tiempo de acceso a la pastura resultará en una menor digestibilidad MS, asociada a los cambios en el comportamiento de los animales.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del tiempo de acceso a una pastura templada sobre la ingestión y digestión de la materia seca en terneras.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Demostrar si el tiempo de acceso a la pastura templada afecta el consumo de materia seca.
- Demostrar cómo se ve afectada la digestibilidad de la MS frente a una restricción en el tiempo de acceso a la pastura.
- Demostrar los cambios en el comportamiento de acuerdo al grado de restricción en el tiempo de acceso a la pastura.
- Demostrar las diferencias en el ritmo de ingestión según la restricción en el tiempo de acceso a la pastura.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo del experimento fue realizado en el Campo Experimental N°2 de Facultad de Veterinaria en Libertad, departamento de San José, entre los meses de agosto y setiembre de 2010, y el análisis de muestras en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Veterinaria en Montevideo.

7.1. ANIMALES Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizaron 24 terneras Hereford y cruza Hereford x Angus, de entre 7 y 10 meses de edad, con un peso vivo (PV) al inicio del experimento de $153,1 \pm 18,1$ kg. Durante el experimento los animales consumieron únicamente una pastura compuesta principalmente por trébol blanco (*Trifolium repens*) y raigrás anual (*Lolium multiflorum*). La misma contaba con 52,7% de leguminosas, 29,9% de gramíneas, y 17,4% de malezas y restos secos. La disponibilidad de pastura al inicio del experimento fue de 2705 Kg MS/ha, presentando la siguiente composición química: MS 15,3%; PB 19,1%; FND 48,2%; FAD 26,2% y cenizas 11,68%. Los animales fueron agrupados por peso en 6 bloques y dentro de cada bloque fueron distribuidos al azar en 4 tratamientos:

- T4: acceso a la pastura durante 4 horas diarias;
- T6: acceso a la pastura durante 6 horas diarias;
- T8: acceso a la pastura durante 8 horas diarias; y
- T24: acceso a la pastura durante 24 horas diarias.

El periodo experimental fue de 26 días. Los primeros 14 días fueron de adaptación por parte de los animales a la dieta y a la estabulación que requería el trabajo experimental, mientras que los siguientes 12 días fueron de mediciones. Los animales fueron alojados en bretes individuales, donde tuvieron libre acceso al agua y se les suministró pastura *ad libitum* durante el tiempo determinado para cada tratamiento.

La pastura fue cortada diariamente a 10 cm del suelo con una segadora de discos y suministrada el mismo día de ser cortada, a partir de las 0800 h para todos los animales (hora 0), independientemente del tratamiento. La pastura se pesaba previamente en bolsas de 4 kg (base fresca), y a medida que iba siendo consumida por los animales se procedía a la reposición de la misma, dentro del tiempo determinado en cada tratamiento. Al finalizar el plazo estipulado para cada tratamiento, se procedía a retirar y pesar la pastura que aún permanecía en el recipiente, con el objetivo de calcular el rechazo de alimento de cada animal.

7.2. MEDICIONES REALIZADAS

7.2.1. Ritmo de ingestión

El ritmo de ingestión se evaluó durante el día 1 del período de mediciones; se efectuó la medición estableciendo la diferencia de la cantidad de alimento

ofertado y alimento rechazado a cada hora desde el comienzo de la ingestión (hora 0) hasta la hora 4 (1200 h). Los resultados se expresaron como g MS/hora, g MS/hora/kg PV y g MS/hora/kg PV^{0,75}.

7.2.2. Comportamiento ingestivo

El estudio del comportamiento ingestivo en el experimento se realizó el día 2 del período de mediciones, por medio de la observación directa cada 5 minutos durante 4 horas (comenzando a la hora 8:00 y culminando a la hora 12:00) observándose la actividad que realizaba cada animal durante dicho periodo (48 observaciones por animal). Se consideraron 4 categorías para clasificar el comportamiento ingestivo de los animales: come; bebe; rumia y otros. Transcurridas las 4 horas de observación y para cada hora se calculó la frecuencia relativa (expresada en porcentaje) de las diferentes actividades realizadas por cada animal durante el tiempo de medición.

7.2.3. Consumo de pastura

El consumo de forraje fue individualmente medido, diariamente durante 10 días consecutivos a partir del día 3 del período de mediciones. El consumo de MS de alimento se estimó mediante la diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada. Los resultados se expresaron como g MS/animal/día, g MS/kg PV/día, g MS/kg PV^{0,75}/día.

7.2.4. Digestibilidad aparente

La digestibilidad aparente del alimento se estimó individualmente durante 5 días consecutivos a partir del día 8 del período de mediciones. Para ello, se midió la producción total de materia fecal de cada animal en cada día, utilizando bandejas plásticas. Cada día se tomó una sub-muestra de materia fecal, que fue congelada a -20 °C. Luego las sub-muestras fueron secadas a 60 °C hasta peso constante, con el objetivo de determinar el contenido de MS. El coeficiente de digestibilidad aparente de la MS de la pastura fue calculado como:

$$(\text{cantidad ingerida (g)} - \text{cantidad eliminada (g)}) / \text{cantidad ingerida (g)}$$

7.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados de ritmo de ingestión y comportamiento se analizaron con un modelo de medidas repetidas en el tiempo (PROC MIXED, SAS, 9.1) que incluyó los efectos fijos del tratamiento, la hora de muestreo y la interacción tratamiento por hora de muestreo, y los efectos aleatorios del bloque, interacción tratamiento por bloque, y animal. La estructura de covarianza usada fue AR(1). El consumo y la digestibilidad de la MS se analizaron con un modelo que incluyó el efecto del tratamiento y el bloque (PROC GLM; SAS, 9.1). En todos los casos las medias se separaron con el Test de Tukey, y se consideró como significativa una probabilidad menor a 0,05.

8. RESULTADOS

Para la mayoría de las variables analizadas no se detectó interacción tratamiento por hora de medición. Por lo tanto, solamente se hará referencia a los efectos tratamiento y hora por separado, salvo en aquellos casos en que la interacción fuera significativa.

8.1. COMPORTAMIENTO Y RITMO DE INGESTION

En el Cuadro I se presenta la frecuencia relativa de cada actividad registrada a lo largo de las 4 h de observación, cuando todos los animales tuvieron acceso a la pastura.

Cuadro I. Efecto del tiempo de acceso a la pastura en la proporción de tiempo dedicado a distintas actividades en terneras.

	Tratamiento				EEM	T	H	T*H
	T4	T6	T8	T24				
Come	0,73 ^b	0,76 ^b	0,66 ^{ab}	0,54 ^a	0,05	0,024	<0,001	0,945
Rumia	0,01	0,01	0,04	0,08	0,02	0,121	<0,014	0,617
Bebe	0,024	0,024	0,003	0,014	0,010	0,396	<0,122	0,889
Otros	0,24	0,21	0,30	0,37	0,05	0,142	<0,001	0,504

T: efecto del tratamiento; H: efecto de la hora de medición; EEM: error estándar de la media

Los animales restringidos (T4 y T6) dedicaron una mayor proporción del tiempo disponible a comer comparándolo con los animales del T24 (no restringidos) ($P=0,024$), pero no existieron diferencias entre los tratamientos restringidos. Por otra parte, las actividades de rumia ($0,03\pm 0,02$), bebe ($0,02\pm 0,01$) y otros ($0,28\pm 0,05$) no fueron afectadas por los tratamientos.

Tanto la actividad de comer como de rumia fueron afectadas por la hora ($P<0,001$ y $P=0,014$, respectivamente). A medida que transcurren las horas desde la hora 1 a la hora 4, la proporción de animales comiendo disminuye ($0,93$ vs $0,46\pm 0,05$, $P<0,001$) y de animales rumiando se incrementa (0 vs $0,08\pm 0,02$, $P=0,017$).

En el Cuadro II se detallan los resultados referidos al ritmo de ingestión cuando todos los animales tuvieron acceso a la pastura.

Cuadro II. Efecto del tiempo de acceso a la pastura en el ritmo de ingestión de terneras

	Tratamiento				EEM	T	H	T*H
	T4	T6	T8	T24				
g MS/h	510,0 ^b	540,0 ^b	518,5 ^b	371,4 ^a	39,1	0,013	<0,001	0,095
g MS/h/kg PV	3,25 ^b	3,58 ^b	3,46 ^b	2,42 ^a	0,24	0,004	<0,001	0,191
g MS/h/kg PV^{0,75}	11,48 ^b	12,52 ^b	12,11 ^b	8,52 ^a	0,79	0,003	<0,001	0,149

T: efecto del tratamiento; H: efecto de la hora de medición; EEM: error estándar de la media

Con respecto a la variable g MS/hora, se detectó un efecto tanto del tratamiento como de la hora pos inicio de ingesta, pero también se detectó una tendencia hacia una interacción entre ambos efectos ($P < 0,10$; cuadro II). Los tratamientos con algún tipo de restricción tuvieron una mayor tasa de ingesta de MS durante la primera hora de acceso, pero esta diferencia no existió durante el período de medición restante (figura I).

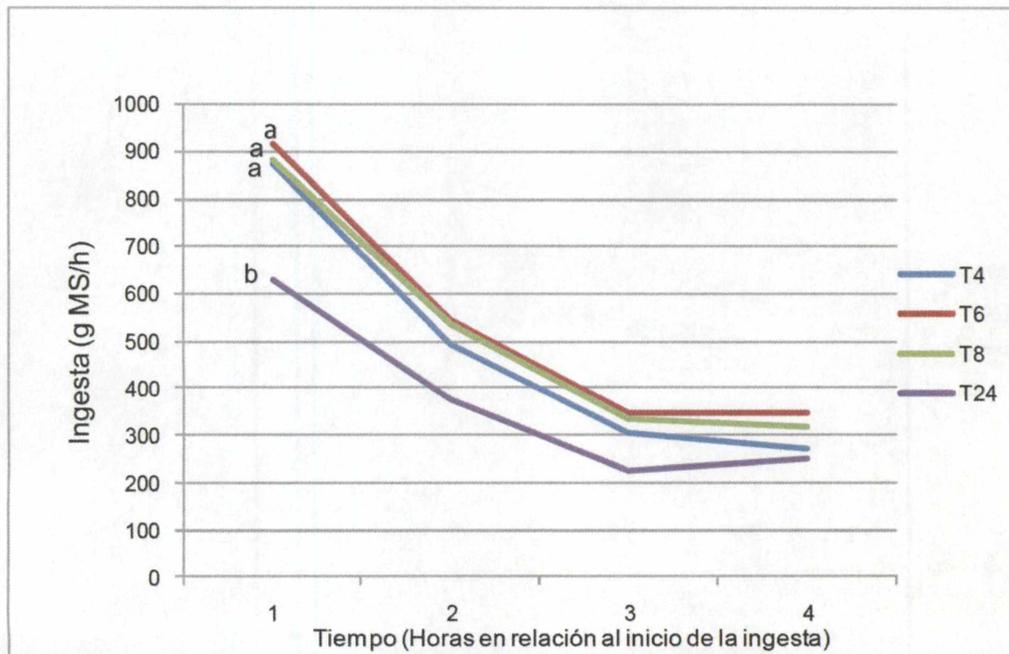


Figura I. Evolución del ritmo de ingestión en terneras según el tiempo de acceso a la pastura. Letras distintas para una hora de medición indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,02$).

En lo que se refiere a las variables g MS/kgPV/h y g MS/kgPV^{0.75}/h, se evidenció tanto un efecto tratamiento como un efecto hora, no detectándose interacción (tratamiento * hora). En los animales con algún tipo de restricción, se observó una mayor tasa de ingestión de MS tanto en relación al peso vivo, como al peso metabólico respecto a los animales no restringidos.

8.2. CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DE LA MS

En el cuadro III se presentan los resultados de consumo de MS así como la digestibilidad de la misma (%MS). El consumo de MS fue menor en los animales a los cuales se les aplicó las restricciones más severas (T4 y T6) en comparación a los animales no restringidos T24 ($P < 0,001$), pero no existieron diferencias entre los tratamientos T6 y T8, ni entre T8 y T24, independientemente de la forma de expresión del consumo.

La digestibilidad aparente de la MS no fue afectada por los tratamientos, presentando un valor medio de 73,2%.

Cuadro III. Efecto del tiempo de acceso a la pastura en el consumo y la digestibilidad aparente de la materia seca de terneras.

	Tratamiento				EEM	T
	T4	T6	T8	T24		
Consumo						
g MS	2030,7 ^a	2686,0 ^{ab}	2865,7 ^{bc}	3492,3 ^c	189,4	<0,001
g MS/kg PV	13,0 ^a	17,8 ^b	19,1 ^{bc}	22,6 ^c	1,2	<0,001
g MS/ kg PV^{0,75}	46,0 ^a	62,2 ^b	66,7 ^{bc}	79,7 ^c	4.35	<0,001
Digestibilidad, %	74,1	73,1	71,4	74,4	2.4	0,816

T: efecto del tratamiento; EEM: error estándar de la media

9.1. COMPORTAMIENTO Y RITMO DE INGESTIÓN.

A nivel internacional se hicieron experimentos comparando distintos tiempos de acceso a la pastura, la mayoría usando vacas lecheras. Gregorini *et al.* (2009) encontraron que vacas con acceso al pasto de 8 horas vs. 24 horas dedicaron mayor proporción del tiempo a comer y menor proporción a búsqueda y rumia, y tuvieron una mayor tasa de consumo, relacionado con una mayor tasa de bocado, aunque no un mayor peso de bocado. Kennedy *et al.* (2009) en otro trabajo realizado con vacas con 22, 9 o 6 horas de acceso a pastura (esta última dividida en dos sesiones de 3 horas) registró que los animales con acceso restringido dedicaron una mayor proporción del tiempo disponible a comer en comparación con los animales sin restricción (81-96% vs. 42%). Los animales más restringidos tuvieron una mayor tasa de consumo que los que disponían de 9 o 22 h, lo que estuvo relacionado a un mayor peso de bocado, pero no a cambios en la tasa de bocado. Pérez-Ramírez *et al.* (2008 y 2009) en dos experimentos distintos, uno comparando 4 u 8 horas de acceso a una pastura y con distinto nivel de suplementación, y otro comparando 22, 9 o 5 horas de acceso a pastura (esta última dividida en dos sesiones de 2,75 horas), reportaron que restringir el tiempo de acceso incrementó la proporción del tiempo disponible dedicado a pastorear (0,87 vs. 0,68 para 4 u 8 horas en el primer experimento, y 0,93 vs. 0,77 vs. 0,40 para 5, 9 o 22 horas en el segundo experimento). En el segundo experimento este aumento fue mayor en situación de baja oferta de forraje por vaca que de alta oferta. En ambos experimentos la restricción en el tiempo de acceso determinó una mayor tasa de consumo, pero en el segundo experimento solo fue mayor entre el tratamiento de 5 horas y los restantes.

En el país se realizaron dos experimentos con vacas lecheras usando pasturas con alta disponibilidad por animal, donde se compararon dos tiempos de acceso (8 y 16 horas al día) y se encontró que los animales con 8 horas de acceso dedicaron entre 75 y 80 % del tiempo disponible a actividades de pastoreo, y a su vez el tiempo de rumia fue superior para las vacas con mayor tiempo de acceso a la pastura, mientras que no vieron diferencias en la tasa de bocado (Chilibroste *et al.*, 2007). En otro trabajo realizado en nuestro país pero con ovinos donde se compararon animales no restringidos vs. animales restringidos (6 horas de acceso a la pastura), no se registraron diferencias significativas entre tratamientos en la frecuencia empleada para las actividades de ingestión (49,4 y 52,1%) , rumia (25,4 y 13,7%) y descanso (24,6 y 33,3%). En lo que refiere al ritmo de ingestión encontró que animales a los cuales se les aplicó una restricción de 6 horas de acceso al pasto aumentaron la tasa de ingestión respecto a los animales no restringidos (Pérez-Ruchel, 2010).

Chilibroste *et al.* (2007) cita dos trabajos hechos por su equipo que evaluaron diferentes tiempos de acceso al pasto (8 horas vs. 6 horas, y 8 horas vs. 4

horas, respectivamente), en este caso con baja disponibilidad por animal, encontraron diferencias en la proporción de tiempo dedicado a actividades de pastoreo, siendo mayor en el caso de los animales a los que se les aplicó una restricción más severa. Estos autores expresan resultados diferentes a los encontrados en este experimento. Estas discrepancias pueden deberse básicamente a que los animales utilizados en los trabajos primeramente mencionados fueron vacas Holando en producción. Los altos requerimientos nutricionales de dichos animales repercutirían en que pequeñas variaciones en el tiempo asignado para pastoreo hagan que los mismos modifiquen su comportamiento, aumentando el tiempo dedicado a actividades de pastoreo con el fin de maximizar el consumo.

En general, los resultados encontrados en los experimentos citados coinciden con lo obtenido en nuestro trabajo, donde la reducción del tiempo de acceso a la pastura de 24 a 4 o 6 horas aumentó la proporción de tiempo dedicado a comer durante las primeras 4 horas luego del inicio de la comida. Sin embargo, en nuestro experimento no se encontraron diferencias entre tiempos de acceso de 8 y 24 horas, que sí fueron observadas en algunos experimentos entre sesiones de acceso a pastura de 8 o 9 horas vs. 16 o 22 horas (Chilibroste *et al.*, 2007; Kennedy *et al.*, 2009; Pérez-Ramírez *et al.*, 2009). En los trabajos realizados por estos diferentes autores se utilizaron vacas que se encontraban en distintas fases de lactancia, y con mayores necesidades nutricionales que los animales utilizados en nuestro trabajo. Esto permite suponer que 8 horas de acceso a la pastura serían suficientes para vaquillonas en crecimiento pero no para vacas en producción. Por debajo de este valor, independiente de la categoría, los animales se verían obligados a aumentar la proporción de tiempo dedicado a comer para compensar el acortamiento de la sesión de pastoreo.

La proporción del tiempo dedicado a comer en nuestro trabajo es alta si la comparamos con los datos expuestos por Pérez Ruchel (2010), quien trabajando con ovinos restringidos (6 horas) y no restringidos (24 horas) obtiene como resultado 51% de tiempo dedicado a actividades de pastoreo, sin diferencias significativas entre tratamientos. Por el contrario nuestros resultados son menores a lo expuesto por Pérez Ramírez *et al.* (2008) y Pérez Ramírez *et al.* (2009), quienes encontraron un valor de 86% de tiempo utilizado en actividades de pastoreo en los tratamientos restringidos, frente al 71% (promedio de los tratamientos restringidos) que arroja nuestro estudio.

En los trabajos citados el aumento de la proporción de tiempo pastoreando ocurrió a expensas de disminuciones en la proporción del tiempo dedicado a la rumia y a otras actividades. Ello no ocurrió así en nuestro trabajo, donde no se detectaron diferencias en las actividades de rumia, beber y de otro tipo entre tratamientos, si bien numéricamente los tratamientos restringidos redujeron el tiempo destinado a rumia y otras actividades. En parte podría explicarse debido a que el comportamiento fue registrado solo por 4 horas y en general estas actividades tienden a ocurrir más avanzada la sesión de alimentación. Por lo tanto, la eficiencia de rumia y masticación no habrían sido afectadas en nuestro trabajo, si bien según Chilibroste (1998) la alta tasa de ingestión en animales

ayunados durante la primera hora de pastoreo, que está asociada a una baja selectividad, podría causar una baja eficiencia de masticación del alimento ingerido, lo que podría reducir la disponibilidad inmediata de nutrientes para la microbiota ruminal.

Nuestro trabajo coincide con los anteriores respecto a que cuando se restringe el tiempo de acceso a la pastura, los animales no solo incrementan la proporción de tiempo dedicado a comer sino que aumentan la tasa de consumo. Por ejemplo, en trabajos realizados por Pérez Ramírez *et al.* (2008), Pérez Ramírez *et al.* (2009) y Kennedy *et al.* (2009) se reportó que vacas lactantes sometidas a tiempos de restricción de acceso a la pastura de entre 4 y 9 horas tuvieron una mayor tasa de consumo que vacas con 22-24 horas de acceso. Ello estuvo asociado a una mayor tasa de bocado y esa diferencia se dio en la primera sesión de pastoreo. Sin embargo, y distinto a lo que sucede en nuestro trabajo, estos autores también encuentran diferencias entre los animales restringidos, siendo los tratamientos con mayor restricción los que presentaron mayor ritmo de ingestión.

9.2. CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA.

Pérez Ramírez *et al.* (2008) trabajando con vacas lecheras recibiendo suplementación, encontraron diferencias entre 4 y 8 horas de acceso a una pastura templada, siendo mayor el consumo de MS para el segundo grupo. Pérez Ruchel (2010) trabajando con ovinos encontró un menor consumo de MS en animales con acceso restringido (6 horas/día) a una pastura de leguminosas respecto a animales con 24 horas de acceso a la misma. Ambos autores trabajando con tratamientos diferentes expresan similares resultados a los encontrados en nuestro experimento.

Gregorini *et al.* (2009) no registraron diferencias en el consumo de MS entre animales con acceso restringido (8 horas) y no restringido (24 horas) a una pastura. Al igual que en nuestro experimento, donde no se evidenciaron diferencias entre el grupo T8 y T24. Estos autores sí expresan diferencias en el consumo cuando el mismo fue medido solo por 4 horas, siendo el grupo con acceso de 8 horas quien presentó el mayor valor de consumo. Esto se asoció a que este tratamiento es el que presentó un mayor ritmo de ingestión durante esas 4 horas. Probablemente si en nuestro experimento se hubiese medido consumo solo en 4 horas como se hizo para comportamiento, los valores de consumo de MS de los grupos T8 y T24 hubiesen sido diferentes. Por su parte Kennedy *et al.* (2009) y Pérez Ramírez *et al.* (2009) encuentran diferencias en el consumo entre 9 horas y 22 horas de acceso al pasto, situación que no existió en este experimento. Las diferencias en los resultados expuestos por Kennedy *et al.* (2009) y Pérez Ramírez *et al.* (2009), frente a Gregorini *et al.* (2009) y nuestro trabajo quizás se expliquen porque estos últimos trabajos usaron animales con menor demanda de nutrientes que los primeros (vacas lecheras de alto potencial en producción).

La limitación del tiempo de acceso a la pastura lleva a que aumente el período de ayuno, lo que hace que al finalizar dicho período los animales ingieran el alimento ofrecido con una mayor voracidad, o a un ritmo de ingestión más acelerado (Forbes y Mayes, 2002). Esta alta tasa de ingestión de MS que puede fermentar en el rumen puede llevar a una alta producción de AGV, lo que genera una disminución del pH ruminal (Cajarville y Repetto, 2005). Esto se acentuaría cuando se utilizan pasturas templadas de alta calidad. Por ejemplo, ha sido reportado por Cajarville y Repetto (2005) que las pasturas templadas de alta calidad, similares a las usadas en este experimento, presentan altos contenidos de materia orgánica fermentescible, que se puede ver en las altas producciones de gas cuando son puestas a fermentar *in vitro* (Caramelli *et al.*, 2008; Britos *et al.*, 2009). Esta característica tendría un efecto en el ambiente ruminal disminuyendo el pH del mismo, y en dichas condiciones se vería afectada la degradación de la fibra. Por ejemplo, según Cardoso *et al.* (2000), tanto la síntesis microbiana como la degradabilidad de FDN disminuyen cuando el pH es inferior a 6,2.

En base a lo anterior eran de esperar diferencias en la digestibilidad entre T24 y los tratamientos restringidos T8, T6 y T4 debido a que en un resumen previo del presente trabajo Félix *et al.* (2011) reportan diferencias en los valores de pH registrados, siendo menor en T24, no existiendo diferencias entre los tratamientos restringidos. Sin embargo, en este trabajo no se observaron diferencias en la digestibilidad de la MS debidas al tiempo de acceso a la pastura, lo que es similar a lo obtenido por Pérez Ruchel (2010) con ovinos sometidos a 6 o 24 horas de acceso a una pastura de leguminosas.

La inexistencia de diferencias respecto a la digestibilidad de la MS entre los tratamientos podría explicarse ya que los valores promedio de pH reportados por Félix *et al.* (2011) estuvieron por encima de los valores óptimos, y durante una gran proporción del día el pH estuvo por encima de dichos valores. Kolver y de Veth (2002) expresan que la fermentación ruminal podría ser mantenida a pesar de largas variaciones de pH ruminal si el mismo se mantiene en niveles óptimos (5,68 a 6,61) por una suficiente proporción del día. Aparte, la digestibilidad de la dietas de alta calidad es menos comprometida por la disminución del pH ruminal (Mould *et al.*, 1984). Como fue expuesto, la digestibilidad aparente de la MS fue alta en nuestro experimento (73%) comparada con los reportes de Pérez-Ruchel (2010) en ovinos (61-64%) y Aguerre (2010) en vaquillonas (64%).

Otro aspecto por el cual se hubiera esperado una menor digestibilidad de la MS sería por una mayor tasa de pasaje de la digesta, asociada al mayor ritmo de ingestión de los animales restringidos, como fuera reportado por Pérez-Ruchel (2010). Esto es debido a que el aumento del ritmo de ingestión llevaría a un aumento del tránsito intestinal, lo que daría menos tiempo a que los nutrientes fueran aprovechados y absorbidos a lo largo del tracto digestivo (Van Soest, 1994). Según Kolver y de Veth (2002) las pasturas de alta calidad se degradan de forma bastante extensa y rápida a nivel del rumen, y es por ello quizás que

cambios en la tasa de pasaje no hayan tenido efecto sobre su digestibilidad, ya que en cualquier caso es elevada.

10.CONCLUSIONES

Se concluyó que los animales restringidos modificaron el comportamiento aumentando la proporción del tiempo dedicado a actividades de pastoreo, así como el ritmo de ingestión.

A pesar de lo anterior, los animales sometidos a restricciones menores a 8 horas (T4 y T6) no lograron igualar el consumo de MS de los animales no restringidos.

En cuanto a la digestibilidad de la MS no existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguerre, M. (2010). Suplementación con grano de sorgo a vaquillonas consumiendo una pastura templada: efecto sobre el consumo, el aprovechamiento digestivo y el metabolismo de la glucosa. Tesis de maestría en nutrición de rumiantes. Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. Uruguay, 57p.
2. Allden, WG, Whittaker, M. (1970). The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research* 21:755–766.
3. Bargo, F, Muller, JL. (2005). Grazing behavior affects daily ruminal pH and NH₃ oscillations of dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science* 88:303-309.
4. Baumont, RD, Cohen-Salmon, GH, Prache S. (2004). A mechanistic model of intake and grazing behaviour in sheep integrating sward architecture and animal decisions. *Animal Feed Science and Technology* 112:5–28.
5. Berthiaume, R, Tremblay, G, Castonguay, Y, Bertrand, A, Bélanger, G, Lafrenière, C, Michaud, R. (2006). Length of the daylight period before cutting improves rumen fermentation of alfalfa assessed by in vitro gas production. *Journal of Dairy Science*. 89 (Suppl. 1): 102.
6. Britos, A, Mendoza, A, Claramunt, M, Karlen, M, Kelly, G, Magallanes, L, Ramírez, S, Zunini, A, Repetto, JL, Cajarville, C. (2009). Effect of carbohydrate source on rumen fluid pH and in vitro gas production (GP) in heifers fed pasture silage. *Journal of Animal Science* 87 (E-Suppl. 2): 152.
7. Cajarville, C, Aguerre, M, Repetto, JL. (2006a). Rumen pH, NH₃-N concentration and forage degradation kinetics of cows grazing temperate pastures and supplemented with different sources of grain. *Animal Research* 55:511-520.
8. Cajarville, C, Pérez, A, Aguerre, M, Britos, A, Repetto, JL. (2006b). Effect of the timing of cut on ruminal environment of lambs consuming temperate pastures. *Journal of Dairy Science* 89 (Suppl. 1): 103.
9. Cajarville, C, Repetto, JL. (2005). Uso de concentrados para optimizar el aprovechamiento digestivo de las pasturas. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p: 121-128.
10. Caramelli, A, Antúnez, M, Britos, A, Zanoniani, R, Repetto, JL, Boggiano, P, Cajarville, C. (2008). Efecto del horario de corte sobre la producción de gas in vitro de pasturas. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p: 265-266.

11. Cardoso, RC, Valadares Filho, SC, Coelho da Silva, JF, Paulino, MF, Valadares, RFD, Cecon, PR, Costa, MAL, Oliveira, RV. (2000). Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados, em novillos F1 Limousin x Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29:1844–1852.
12. Cazzuli, G, Repetto, JL, Pérez, A, Britos, A, Aguerre, M, Garín, D, Cajarville, C. (2007). Dinámica de pH y N-NH₃ en terneras alimentadas con pastura templada en horarios restringidos. *Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay*, p: 338-339.
13. Chaudry, AS. (2008). Forage based animal production systems and sustainability, an invited keynote. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37 (Supl. E.), p. 78-84.
14. Chilbroste, P, Soca, P, Mattiauda, DA, Bentancur, O, Robinson, PH. (2007). Short term fasting as a tool to design effective grazing strategies for lactating dairy cattle: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47:1075–1084.
15. Chilbroste, P. (2002). Evaluación de modelos detallados de rumen para predecir disponibilidad de nutrientes en sistemas intensivos de producción de leche bajo pastoreo. *Archivos Latinoamericanos de Producción animal*, 10 (3): 232-240.
16. Chilbroste, P. (1998). Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: I. Predicción del consumo. *Facultad de Agronomía, EEMAC, Paysandú*, p: 1-8.
17. Chilbroste, 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 lactating dairy cows. *Grass and Forage Science* 52:249-257.
18. Church, DC. (1993). *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza, Acribia, 641p.
19. Conrad, HR, Pratt, AD, Hibbs, JW. (1964). Regulation of feed intake in dairy cows. I. Changes in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *Journal of Dairy Science* 47: 54-62.
20. Dougherty, CT, Cornelius, PL, Bradley, NW, Lauriault, LM. (1989a). Ingestive behavior of beef heifers within grazing sessions. *Applied Animal Behaviour Science* 23:341–351.

21. Dougherty, CT, Bradley, NW, Cornelius, PL, Lauriault, LM. (1989b). Shortterm fasts and the ingestive behaviour of grazing cattle. *Grass and Forage Science* 44:295–302.
22. Forbes, JM, Mayes, RW. (2002). Food choice. En: Freer, M., Dove, H. (Eds), *Sheep nutrition*, CAB International, Wallingford, p: 51-69.
23. Forbes, J.M. (1995). Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB Wallingford, 532p.
24. Gibb, MJ, Huckle, CA, Nuthall, R. (1998). Effect of time of day on grazing behaviour by lactating dairy cows. *Grass and Forage Science* 53:41–46.
25. Gibb, MJ, Huckle, CA, Nuthall, R., Rook, AJ. (1997). Effect of sward surface height on intake and grazing behavior by lactating Holstein Friesian cows. *Grass and Forage Science* 52:309–321.
26. Greenwood, GB, Demment, MW. (1988). The effect of fasting on short-term cattle grazing behaviour. *Grass and Forage Science* 43:377-386.
27. Gregorini, P, Clark, CEF, Jago, JG, Glassey, CB, McLeod, KLM, Romera, J. (2009). Restricting time at pasture: Effects on dairy cow herbage intake, foraging behavior, hunger-related hormones, and metabolite concentration during the first grazing session. *Journal of Dairy Science* 92:4572-4579.
28. Kennedy, E, McEvoy, M, Murphy, JP, O'Donovan, M. (2009). Effect of restricted access time to pasture on dairy cow milk production, grazing behavior, and dry matter intake. *Journal of Dairy Science* 92:168-176.
29. Kolver, ES, De Veth, MJ. (2002). Prediction of ruminal pH from pasture-based diets. *Journal of Dairy Science* 85:1255–1266.
30. Mould, FL, ER Ørskov, and SO, Mann. (1984). Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. *Animal Feed Science and Technology* 10:15–30.
31. Nordlund, KV, Cook, NB, Oetzel, GR. (2004). Investigation strategies for laminitis problem herds. *Journal of Dairy Science* 87:27-36.
32. Patterson, DM, McGilloway, DA, Cushnahan, A, Mayne, CS, Laidlaw, AS. (1998). Effect of duration of fasting period on short-term intake rates of lactating dairy cows. *Animal Science* 66:299–305.
33. Pérez-Ramírez, E, Delagarde, R, Delaby, L. (2008). Herbage intake and behavioural adaptation of grazing dairy cows by restricting time at pasture under two feeding regimes. *Journal of Dairy Science* 91:1384–1392.

34. Pérez-Ramírez, E, Peyraud, JL, Delagarde, R. (2009). Restricting daily time at pasture at low and high pasture allowance: Effects on pasture intake and behavioral adaptation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92:3331-3340.
35. Pérez Ruchel, A. (2010). Tiempo y forma de acceso al forraje y uso de buffers o levaduras: efecto sobre el aprovechamiento digestivo de la dieta en ovinos. Tesis de maestría en nutrición de rumiantes. Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. Uruguay, 100p.
36. Rearte, D.H. (1992). Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. CERBAS-INTA BALCARCE, 94p.
37. Repetto, JL, Cajarville, C. (2009). ¿Es posible lograr la sincronización de nutrientes en sistemas pastoriles intensivos? XXXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p: 60-67.
38. Rook, AJ, Huckle, CA, Wilkins, RJ. (1994). The effects of sward height and concentrate supplementation on the performance of spring calving dairy cows grazing perennial ryegrass-white clover swards. *Animal Production*, 58:167-172.
39. Soca, P, Chilbroste, P, Mattiauda, DA. (1999). Effect of the moment and length of the grazing session on: 2. grazing time and ingestivo behaviour. En: 'Proceedings of the international symposium on grassland ecophysiology and grazing ecology, Curitiba, Brazil'. (Eds A Moraes, C Nabinger, PC Carvalho, SJ Alvez, SB Lustosa) p. 295–298.
40. Van Soest, PJ. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, Cornell. University Press, 476p.
41. Zanoniani, R, Zibil, S, Ernst, O, Chilbroste, P. (2004). Manejo del pastoreo y producción de forraje: resultados del monitoreo realizado durante el año 2003. Proyecto "Interacción Alimentación – Reproducción". Informe final 2003. Acuerdo de trabajo EEMAC – CONAPROLE, p.25-33.