

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

EFFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE UNA PASTURA TEMPLADA DE ALTA CALIDAD EN SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN A BASE DE RACIÓN TOTALMENTE MEZCLADA SOBRE EL CONSUMO, LA TASA DE CONSUMO Y EL COMPORTAMIENTO EN VACAS LECHERAS

“por”

COLLA, Rossana
GAUDENTI, Gonzalo
MARTIN, Maria Eugenia

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

MODALIDAD Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2013**

PÁGINA DE APROBACIÓN

TESIS aprobada por:

Presidente de Mesa:

Ing. Agr. MSc. Diego Mattiauda

Segundo Miembro (Tutor):

Ing. Agr. MSc. Alejandro Mendoza

Tercer Miembro:

Ing. Agr. PhD. Mariana Carriquiry

Co-tutor:

DMTV. PhD. Cecilia Cajarville

Autores:

Rossana Colla Picardo

Gonzalo Gaudenti Borra

Eugenia Martín Saavedra

AGRADECIMIENTOS

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 y a la Dra. Cecilia Cajarville 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 Álvaro Santana, Analía Pérez y Alicia Félix por ayudarnos en los trabajos de campo y laboratorio que fueron necesarios para poder realizar este ensayo.

A todos los compañeros 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.

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	Página
Cuadro I. Composición (% MS) de la ración totalmente mezclada.....	21
Cuadro II. Composición química de pasturas y RTM utilizadas.....	21
Cuadro III. Efecto de los diferentes tratamientos en la proporción de tiempo dedicado a distintas actividades	23
Cuadro IV. Efecto del tiempo de acceso a la pastura en el consumo de materia seca en kg / día.....	25
Figura I. Evolución de la proporción de animales comiendo en relación a la hora de inicio de la alimentación según tratamiento	24
Figura II. Evolución de la tasa de consumo en relación a la hora de inicio de la alimentación según tratamiento.....	25

Tabla de contenido

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	4
1. RESUMEN.....	7
2. SUMMARY.....	8
3. INTRODUCCIÓN.....	9
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
4.1. CONSUMO VOLUNTARIO Y REGULACIÓN DEL CONSUMO.....	11
4.1.1. Consumo voluntario de alimentos.....	11
4.1.2. Regulación del consumo.....	11
4.1.3. Regulación del consumo en rumiantes alimentados con pasturas de alta calidad.....	12
4.2. TASA DE CONSUMO Y COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	13
4.3. RACIÓN TOTALMENTE MEZCLADA COMO SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.....	14
4.4. EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE PASTURAS EN SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN CON RTM SOBRE EL COMSUMO Y EL COMPORTAMIENTO.....	14
5. OBJETIVOS.....	17
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
6. HIPÓTESIS.....	18
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
7.1. LOCALIZACIÓN.....	19
7.2. ANIMALES.....	19
7.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	19
7.4. PERÍODO EXPERIMENTAL.....	19
7.5. TRATAMIENTOS.....	19
7.6. MANEJO Y ALIMENTACIÓN.....	19
7.7. MEDICIONES.....	22
7.7.1. Comportamiento.....	22
7.7.2. Tasa de consumo.....	22
7.7.3. Consumo de materia seca.....	22

7.8. ANALISIS ESTADÍSTICO	22
8. RESULTADOS.....	23
8.1.COMPORTAMIENTO	25
8.2. TASA DE CONSUMO	24
8.3. CONSUMO DE MATERIA SECA.....	23
9. DISCUSIÓN	26
10. CONCLUSIONES.....	28
11. BIBLIOGRAFÍA	29

1. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento, consumo y tasa de consumo de vacas en producción, alimentadas con una dieta base de ración totalmente mezclada (RTM), con acceso durante diferentes períodos a una pastura templada de alta calidad. El mismo se llevo a cabo en el Campo Experimental N°2 de Facultad de Veterinaria (Libertad, departamento de San José, Uruguay). Se utilizaron 9 vacas Holstein (peso vivo: 572 ± 76 kg), multíparas, que se encontraban al inicio de la lactancia y con una producción en la lactancia anterior de más de 7000 litros. Las mismas fueron alojadas en bretes individuales y se asignaron a tres tratamientos de acuerdo a un diseño de cuadrado latino 3 x 3, replicado 3 veces. Cada período del cuadrado latino tuvo una duración de 20 días y divididos a su vez en 10 días de adaptación y 10 días de mediciones. Los tratamientos consistieron en: 24 horas de acceso a RTM (T0), 4 horas de pastura más 20 horas de RTM (T4), y 8 horas de pastura más 16 horas de RTM (T8). La RTM fue preparada diariamente, y la pastura cortada y ofrecida diariamente, los animales tuvieron acceso sin restricción en cantidad a los alimentos. Durante el período de mediciones, para cada tratamiento se registró el comportamiento individual (come, rumia u otros), mediante observación directa cada 5 minutos durante 12 horas consecutivas. El consumo de materia seca (MS) fue individualmente medido durante 7 días consecutivos y estimado mediante la diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada, multiplicado por el contenido de MS. La tasa de consumo de MS se evaluó pesando el alimento ofrecido y el remanente cada hora, durante 12 horas consecutivas, a partir del comienzo de los tratamientos. Los resultados indicaron que 4 horas de acceso a pastura (T4) alcanzaron para igualar el consumo total de MS que una dieta solo en base a RTM (T0). Los consumos de RTM no difirieron entre T4 y T0, siendo menores en el caso de T8, en el cual se observaron los mayores consumos de pastura. La tasa de consumo fue afectada por el tratamiento, la hora y la interacción tratamiento por hora. El tratamiento T0 comenzó con altos consumos al inicio de la alimentación mientras que en T4 y T8 se observó el aumento en la tasa de consumo cuando la dieta pasaba de pasto a RTM. En cuanto al comportamiento (come, rumia u otras) no se vio afectado por los tratamientos, pero si existió un fuerte efecto hora y tratamiento por hora. Cuando las dietas pasaban de pasto a RTM los animales dejaban de realizar otras actividades para dedicarse a comer. Se concluye que con la inclusión de más de cuatro horas de acceso a una pastura que se ofrece cortada, en una dieta base RTM, disminuyen los consumos de materia seca, y la tasa de consumo. La proporción del tiempo que los animales dedican a comer, rumiar u otras actividades, no varió al cambiar el tiempo de acceso a una pastura de alta calidad, aunque sí la forma en que estas actividades se distribuyeron a lo largo de la sesión.

2. SUMMARY

The purpose of this study was to analyze the behavior, intake and intake rate of lactating cows fed with a total mixed ration (TMR) diet, with different periods of access to a high-quality tempered pasture. The study took place at the experimental field N°2 of the Veterinary College (Libertad, San Jose, Uruguay). Nine multiparous Holstein cows were used (body weight = 572 ± 76 kg), in early lactation and with a production in the previous lactation of 7000 liters. The cows were housed in individual stalls, and they were assigned to three treatments according to a 3 x 3 Latin square, replicated 3 times. Each period lasted for 20 days, divided in a first period of 10 days of adaptation and the last 10 days for sampling. The treatments consisted on: 24 hours of access to TMR (T0), 20 hours of TMR and in addition 4 more hours of pasture (T4), and 16 hours of TMR and 8 more hours of pasture (T8). The TMR was daily prepared, and the pasture was cut and offered daily too. Animals had ad libitum access to each food. During the sampling period, individual behavior (eating, ruminating, or other) was recorded by direct observation of each cow every 5 minutes for 12 consecutive hours. The intake of dry matter (DM) was individually measured during 7 consecutive days as the difference between the amount offered and the amount rejected multiplied by the content of DM of each feed. The DM intake rate was evaluated weighing the food offered and the food rejected every hour, during 12 consecutive hours from the start of treatment. Results showed that 4 hours of access to pasture (T4) equalized the total DM intake with a diet based only on TMR (T0). TMR intakes were not different between T4 y T0, and were lower than in T8, where we observed the higher intake of pasture. The DM intake rate was affected by the treatment, the hour and the interaction of the treatment per hour. The treatment T0 began with high intakes from the start of the feeding, while in T4 y T8 these increase was observed when the diet changed from pasture to TMR. Regarding behavior (eating, ruminating, or other) it was not affected for treatments but there was a significant effect hour and treatment per hour. When diet change from pasture to TMR cows stop ruminating or doing any other activities and they dedicated to eat. We conclude that with the inclusion of more than 4 hours of access to cut pasture based on TMR diet the DM intake and the rate of consumption decrease.

3. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, la alimentación de vacas lecheras se basa fundamentalmente en el pastoreo directo de gramíneas y leguminosas forrajeras, asociado al uso de suplementos, como concentrados y/o forrajes conservados, principalmente en épocas de déficit de forraje, donde si bien éste puede ser de muy buena calidad, su oferta es restringida. En los últimos años, el crecimiento de otros rubros que compiten con la lechería por el recurso tierra, principalmente la agricultura de secano, ha llevado a la reducción del área destinada a la producción lechera. Esta situación sugiere que como forma de mantener su competitividad, la estrategia de producción de los predios lecheros debería pasar por una intensificación del uso de los recursos disponibles (Mendoza y col., 2011).

En nuestro país tanto el recurso suelo como el clima, permiten la producción de pasturas de alta calidad. Dentro de las ventajas de la alimentación en base a pastura se encuentran los bajos costos de producción y los beneficios que se producen sobre la salud humana y animal. Sin embargo, la alimentación con alta inclusión de pasturas no permitiría explotar el potencial genético de producción de leche de los animales. Por lo tanto, para hacer frente a los mayores requerimientos de estos animales, es necesario incrementar la concentración de nutrientes en la dieta.

Las RTM son un sistema de alimentación donde los forrajes y alimentos concentrados son completamente mezclados y de esta forma ofrecido a los animales (Mendoza y col., 2011). Administrar RTM ayuda a la vaca lechera a dar su máximo rendimiento. Esto se logra suministrando una ración nutricionalmente balanceada todo el tiempo, permitiendo a la vaca consumir lo mas cercano a sus requerimientos de energía, que sea posible y mantener las características físicas necesarias para la función apropiada del rumen (Lammers y col., 2002).

Dentro de las ventajas del sistema RTM se encuentran: a) aumenta la utilización de alimento, comparado con una ración convencional de forraje y grano administrados por separado, b) disminuye la incidencia de problemas digestivos y metabólicos, c) maximiza el consumo, lo que permitiría expresar mejor el potencial de producción de leche, y d) minimiza la selectividad por componentes individuales de la dieta (Lammers y col., 2002). Dentro de las desventajas se encuentra la inversión y mantenimiento de equipos necesarios para su implementación, como mezcladora e instalaciones para la alimentación del ganado.

Existe un nuevo sistema de alimentación en el que dietas RTM se combinan con el uso de pasturas. Este sistema se conoce como ración parcialmente mezclada, ya que la pastura no es una parte física dentro de la RTM (Bargo y col., 2002). Esto permitiría mantener las ventajas de una alimentación RTM, sin dejar de lado los beneficios que produce la utilización de pasturas sobre la salud humana y animal.

La cantidad de alimento que un animal puede consumir es, en forma individual, el factor más importante en la determinación de la performance animal (Chilibroste, 1998). Existe una larga lista de factores que afectan el consumo voluntario: factores inherentes al animal (raza, sexo, genotipo, peso vivo); al alimento (composición de la

dieta, digestibilidad, palatabilidad, contenido en materia seca); y al ambiente y manejo (temperatura, humedad, tiempo de acceso al alimento, frecuencia de alimentación, disponibilidad de espacio).

Sería interesante estudiar el impacto de incluir distintos niveles de pastura fresca en la dieta de vacas alimentadas con RTM, sobre el comportamiento y el consumo voluntario de materia seca.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. CONSUMO VOLUNTARIO Y REGULACIÓN DEL CONSUMO

4.1.1. Consumo voluntario de alimentos

El consumo voluntario de materia (CVMS) seca es el principal determinante de la producción en bovinos de leche y por lo tanto de los resultados productivos y económicos de cualquier establecimiento. El mismo se expresa generalmente como kilogramo de materia seca consumida por animal y por día, y va a estar determinado por factores pertenecientes al animal, al alimento, a las condiciones de alimentación y al ambiente.

Los rumiantes pueden ajustar su dieta tanto cuantitativamente, como cualitativamente según sus necesidades de nutrientes, este proceso de aprendizaje es ayudado por la considerable variación del día a día en la ingesta de los animales individuales (Forbes, 2007).

La predicción del CVMS es de particular relevancia en el manejo de sistemas de producción, especialmente en aquellos casos en que el alimento es escaso. Estos dos componentes (conocimiento-predicción) están fuertemente ligados desde que una buena capacidad predictiva del CVMS, necesariamente requiere una adecuada comprensión de los mecanismos que regulan su control (Chilibroste, 1998).

4.1.2. Regulación del consumo

Clásicamente la regulación del consumo se ha dividido en dos ramas: una regulación física y una metabólica. La regulación física es llevada a cabo por receptores de repleción y tensión ubicados en las paredes ruminales, los que envían señales de “llenado” al sistema nervioso central (SNC) cuando la capacidad del rumen se ve limitada. En cuanto a la teoría de regulación metabólica, la misma plantea que el animal consume hasta que sus requerimientos de nutrientes son cubiertos, y por lo tanto una ingesta excesiva de nutrientes produce el cese del consumo voluntario. El problema de esta teoría es identificar la sustancia que desencadena que se detenga el consumo, si la misma es un nutriente absorbido, hormona o metabolito producido por el animal. En los no rumiantes se cree que el cese del consumo voluntario es dado por el aumento de glucosa en sangre que se vería reflejado en un aumento de secreción de insulina, que sería la señal para el SNC de cesar la ingesta voluntaria (Forbes, 2007).

En el caso de los rumiantes desarrollados esta regulación es muy poco significativa dado que los valores de glucosa en sangre son relativamente constantes y no sufren un aumento post-prandial como en los monogástricos. La explicación a esta situación de glicemia constante sin hiperglicemia post-prandial es debido a que en los rumiantes la mayoría de los azúcares y el almidón son fermentados a nivel ruminal a ácidos grasos volátiles (AGV), y luego de esto el flujo de nutrientes al resto del tracto digestivo es relativamente constante. En el rumiante los niveles de glucosa en sangre son mantenidos por gluconeogénesis a partir de metabolitos producto de la digestión (Van Soest, 1994). Una serie de sustancias se han propuesto como las encargadas de ocasionar el cese de la ingesta voluntaria; entre ellos, los AGV

(principalmente acético y propiónico) son tradicionalmente nombrados como responsables de ser reguladores del consumo voluntario. La evidencia disponible indica que el ácido acético afecta los receptores presentes en la pared ruminal y el ácido propiónico afecta a nivel hepático y desde éste, vía sistema nervioso autónomo (SNA) la información es llevada al SNC (Forbes, 2007). La CCK (colecistoquinina) fue una de las primeras hormonas implicadas en la regulación del consumo de los animales domésticos, aunque en los rumiantes su importancia es menor en relación a las especies monogástricas. Recientemente se ha demostrado que la leptina está implicada en la regulación del consumo de los rumiantes; esta hormona es producida por los adipocitos y actuaría en el SNC inhibiendo el consumo (Forbes, 2007).

El consumo voluntario también se ve afectado por una serie de factores ambientales tales como la temperatura ambiente, competencia entre animales, entre otros. Los centros del cerebro que regulan el consumo están ubicados en el hipotálamo, éste integra toda la información y es el encargado de ocasionar o no el cese de la ingesta. Forbes (2007) plantea la teoría de regulación del consumo por el “mínimo discomfort”, en la cual el animal hace todo lo posible para disminuir el discomfort, el cual aumenta por distensión de las vísceras, presiones sociales, exceso o deficiencia de nutrientes, entre otros. Todo esto determina lo que el autor llama “discomfort total” el cual sería el responsable de regular el consumo. Esta teoría pretende integrar todos los mecanismos implicados en la regulación de la ingesta, y actualmente es la más indicada para explicar las variaciones que ocurren a nivel del consumo total de MS en animales estabulados.

4.1.3. Regulación del consumo en rumiantes alimentados con pasturas de alta calidad

Las pasturas templadas mezcla de gramíneas C3 y leguminosas son alimentos de alta calidad. Un relevamiento realizado en nuestro país, que incluyó forrajes provenientes de más de cuarenta parcelas de establecimientos productivos, presentaron un alto valor nutritivo. Cortados en el momento en el que los predios consideraban el óptimo para su pastoreo, la composición fue la siguiente, 18% PB, 19% MS, 40% FND y 6-10% de azúcares dependiendo de hora del día en que se cortaban (Cajarville y Repetto, 2005).

La proteína de estos forrajes es altamente soluble y de muy rápida degradación en rumen, lo que da como resultado una alta concentración instantánea de N-NH₃ en el rumen, creando un muy buen ambiente para el desarrollo microbiano. También proporcionan al rumiante cantidades interesantes de fibras potencialmente degradables (sobre todo en otoño-invierno). Esta alta degradación de las fibras (55 - 70% de la FND), lleva a que cuando los animales consumen la pradera se produzcan ácidos grasos volátiles en alta cantidad, mayormente cuando el acceso a la pastura es restringido (pocas horas) y los animales consumen grandes cantidades de forraje en poco tiempo (Cajarville y Repetto, 2005). Ello puede causar una disminución marcada del pH en el rumen hasta niveles considerados de acidosis (<5,5). Estos valores suelen ser similares a los observados en animales consumiendo grandes cantidades de granos.

En cuanto a la regulación del consumo en animales en pastoreo, además de los factores ya mencionados en el capítulo de regulación del consumo, influyen otros factores relacionados principalmente con la pastura y el tiempo de acceso a la misma. El consumo en animales pastoreando puede ser expresado como el tiempo de pastoreo multiplicado por la tasa de consumo, este último se puede desglosar en peso de bocado por tasa de bocado (bocados por unidad de tiempo). El peso de bocado puede verse afectado por la disponibilidad y altura de la pastura, estado vegetativo de la misma, entre otros factores (Chilibroste, 1998).

Las pasturas con alto porcentaje de humedad pueden ser causantes de la disminución del consumo total de MS. Esta reducción puede estar dada por una limitación física ya que el agua está "atrapada" dentro de la estructura celular y solo puede ser liberada a partir de la masticación durante la rumia (Chilibroste, 1998). Cabrera et al. (2004) concluyeron en su experimento que el consumo de MS, en vacas lecheras alimentadas con pastura fresca de alta calidad, se vio reducido a medida que el forraje aumentaba el porcentaje de humedad. Este no se vio afectado con el agregado de agua externa a la pastura. En promedio observaron un aumento de 134 gramos en el consumo de MS por unidad porcentual cuando el contenido de MS de la pastura pasaba de 12 a 30%.

En nuestro país, en el otoño el tenor de humedad de las pasturas supera fácilmente el 80%, sobre todo en las gramíneas anuales. Cuando las pasturas poseen un tenor de humedad excesivo, comienzan a producirse limitaciones en el consumo de forraje (Repetto y Cajarville, 2009).

4.2. TASA DE CONSUMO Y COMPORTAMIENTO INGESTIVO

La tasa de consumo puede ser descompuesta como el producto entre tasa de bocados (bocados/minuto) y peso de cada bocado individual (g) (Chilibroste, 1998). La misma puede ser utilizada por los animales como una estrategia para aumentar el consumo de alimento, cuando el mismo es ofrecido de manera restringida.

El proporcionar al ganado acceso a las pasturas produce beneficios sobre el bienestar animal, lo que le permite realizar una mayor gama de comportamientos normales, pero la preferencia de los animales de estar a pradera o en estabulación parece depender de varios parámetros, incluidos demandas nutricionales, condiciones climáticas y disponibilidad de sombra (Falk y col., 2012). Se considera que vacas lecheras de alta producción pueden no ser capaces de cumplir con sus necesidades nutricionales solo a base de pasturas, lo que traería aparejado que se conviertan en hambrientas, poniendo en peligro su bienestar (Charlton y col., 2011). A esto se suma que al aire libre el confort de las vacas puede verse afectado por varios factores, por ejemplo el estrés térmico puede dar lugar a una disminución de la ingesta y producción de leche.

Como la estabulación y el pastoreo pueden tener efectos tanto positivos como negativos sobre el bienestar, autores como Charlton y col. (2011) y Falk y col. (2012) realizaron estudios para determinar la preferencia de la vaca lechera de alto rendimiento, manejada en condiciones de pastoreo respecto a estabulación. Los resultados en el estudio de Charlton y col. (2011) indicaron que las vacas con mayor producción de leche tenían una preferencia parcial a la alimentación en establo, en

comparación con las vacas de menor rendimiento. Esto probablemente influenciado por la TMR, al permitirle a la vaca de alta producción satisfacer sus demandas nutricionales. La elección también se vio afectada por las condiciones climáticas, si bien no se observó ningún efecto de la temperatura o humedad, los días lluviosos los animales optaban por permanecer en el establo. En tanto los resultados de Falk y col. (2012) también demostraron un efecto del clima sobre la elección de las vacas. Las mismas disminuyeron el tiempo dedicado al pastoreo y prefirieron el establo con acceso a RTM cuando hubo aumento del índice de temperatura-humedad y de las precipitaciones. Por ello prefirieron pastar durante la noche y permanecer en el establo durante el día, excepto cuando hubo precipitaciones durante la noche, en las cuales también prefirieron el establo.

4.3. RACIÓN TOTALMENTE MEZCLADA COMO SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Las raciones totalmente mezcladas (RTM) son un sistema de alimentación donde los forrajes y alimentos concentrados son completamente mezclados, y de esta forma son ofrecidos a los animales (Mendoza y col., 2011). Esto permite consumir lo más cercano a los requisitos de energía que sea posible y mantener las características físicas necesarias para la función apropiada del rumen. Estos sistemas cuentan con ventajas como: 1) no es necesario suplementar en la sala de ordeño, por lo tanto parte de los costos de construcción se reducen, además las vacas son más silenciosas durante el ordeño y al parecer defecan menos, a su vez el movimiento a través de la sala es más rápido (Coppock y col., 1981); 2) maximiza el consumo individual; 3) aporta una dieta balanceada en nutrientes; 4) minimiza la selectividad por componentes individuales; 5) disminuye la incidencia de problemas digestivos y metabólicos. En conjunto, esto promovería el incremento de la producción individual de los animales, y facilitaría al nutricionista la tarea de formular una dieta más precisa que cuando se ofrecen los ingredientes por separado (Lammers y col., 2002). Como desventajas podría considerarse la necesidad de equipo e instalaciones para el almacenamiento, mezclado y distribución del alimento, y para el tratamiento de los efluentes generados.

4.4. EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE PASTURAS EN SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN CON RTM SOBRE EL CONSUMO Y EL COMPORTAMIENTO

Varios autores han propuesto un sistema de alimentación en el que a dietas RTM se le incluye pastura, denominándolo ración parcialmente mezclada (RPM), ya que la pastura no es una parte física dentro de la RTM (Bargo y col., 2002). Este sistema permite en una misma dieta mantener todas las ventajas de una RTM, sumado a las ventajas de alimentar con una pastura templada de alta calidad, como son los bajos costos de alimentación y la calidad del producto final, particularmente en lo que refiere al perfil de ácidos grasos (ácido ruménico y vaccénico). Resulta interesante identificar la combinación pastura – RTM como alternativa al tradicional uso de concentrados y reservas forrajeras por separado, que permita maximizar el consumo y por ende la producción total, logrando una intensificación de los sistemas de producción de leche. A continuación se presentan algunos resultados de trabajos, de autores que han investigado previamente sobre esta temática.

Bargo y col. (2002b) realizaron un experimento en que las vacas eran sometidas a tres tratamientos: pastura más concentrados (PC), RPM y RTM. Los resultados indicaron los mayores consumos para el sistema RTM (26,7 kg/día) y también mayor producción de leche, siendo los menores consumos para PC (21,6 kg/día) e intermedios para RPM (25,2 Kg. / día).

Kristensen y col. (2007) evaluaron la producción de leche, el consumo, tasa de consumo y comportamiento, en vacas lecheras de alta producción. Los tratamientos consistían en 4, 6.5 o 9 horas de pastoreo, en una pastura mezcla de gramíneas y leguminosas y el resto del día RTM *ad libitum*. Los resultados indicaron que la reducción en el tiempo dedicado al pastoreo cambió el comportamiento de los animales, los cuales dedicaron mayor proporción del tiempo disponible a pastorear que a otras actividades. Sin embargo el reducir la sesión de pastoreo de 9 horas a 4 horas disminuyó la producción de leche y el peso de los animales.

En dos experimentos realizados por Vibart y col (2008) (otoño vs. primavera) donde se evaluaron niveles crecientes de inclusión de pasturas de distinta calidad en dietas base RTM, llegaron a la conclusión que en ambos experimentos el consumo de RTM fue mayor para vacas alimentadas solo con RTM y disminuyó con el aumento de la proporción de pastura en las dietas. En otoño el incremento en la proporción de pastura (raigrás anual en estado vegetativo) en la dieta de 21 a 41% no afectó el consumo total, ni la producción de leche. En cambio en primavera cuando la pastura se encontraba en un estado más avanzado de madurez el aumento de su proporción de 11 a 35% redujo el consumo total de materia seca y la producción de leche.

En otro experimento realizado por Morales y col. (2010), sobre la utilización de pasturas en una dieta base RTM, se evaluaron tres tratamientos: 24 h de acceso a RTM, 12 h de acceso a RTM y 12 h a una pastura mezcla de gramíneas y leguminosas y 18 h RTM más 6 h de la misma pastura. Se demostró que a medida que aumentaron las horas de pastoreo aumentó el consumo de pastura y disminuyó proporcionalmente el consumo de RTM, con lo que no hubo diferencias significativas en el consumo de materia seca total, ni en la producción de leche.

Chapinal y col. (2011) evaluaron a vacas en dos tratamientos, uno con acceso por 24 h a RTM (grupo control), y el otro pastoreo durante la noche y RTM durante las horas del día. En el mismo observaron que las vacas que estaban a pradera durante la noche consumieron más RTM durante el día que el grupo control, principalmente en las primeras tres horas de acceso a la RTM. Este aumento de la ingesta fue el resultado de un mayor tiempo dedicado a comer y no del aumento en la frecuencia de alimentación. De esta manera fueron capaces de compensar la ausencia de RTM durante la noche, igualando la ingesta con el grupo control. También observaron que ambos grupos aumentaron la tasa de alimentación cuando se les ofreció el alimento fresco.

A nivel nacional pero utilizando vaquillonas cruza, Santana (2012) realizó una investigación que consistía en tres tratamientos: 24 h de acceso a RTM, 18 h de acceso a RTM más 6 h de pastura o 24 h de acceso a pastura, donde la misma era cortada y ofrecida a los animales en los bretes. Los resultados indicaron un menor consumo de materia seca para el tratamiento solo pastura, en comparación con los otros dos tratamientos los cuales no difirieron entre sí. Solo existió una tendencia en

el tratamiento RPM a consumir mayor cantidad de materia seca expresado como porcentaje del peso vivo.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de incluir en la dieta de vacas en producción consumiendo RTM, pastura fresca cortada durante horarios restringidos, sobre el comportamiento, la tasa de consumo y el consumo de materia seca.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudiar el comportamiento ingestivo de los animales y su variación a lo largo de la sesión de alimentación a medida que aumentan las horas de acceso a una pastura templada que se ofrece cortada, en vacas lecheras consumiendo una RTM como dieta base.

Estudiar si existen variaciones en el consumo y la tasa de consumo de materia seca a medida que aumentan las horas de acceso a una pastura templada que se ofrece cortada, en vacas lecheras consumiendo una RTM como dieta base.

6. HIPÓTESIS

- Vacas lecheras en producción consumiendo una RTM como dieta base, con diferente tiempo de acceso a la pastura cortada no tendrán el mismo comportamiento ingestivo.
- El incremento del tiempo en que las vacas lecheras en producción consumiendo una ración totalmente mezclada acceden a la pastura que se ofrece cortada, determinará cambios en el consumo total de materia seca y en la tasa de consumo.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. LOCALIZACIÓN

El trabajo de campo se realizó en el Campo Experimental N° 2 de Facultad de Veterinaria, ubicado en Ruta 1, kilómetro 42,5, localidad de Libertad, Departamento de San José, Uruguay.

7.2. ANIMALES

Todos los procedimientos fueron aprobados por la Comisión de Bioética de Facultad de Veterinaria. Se utilizaron 9 vacas, raza Holstein, con un peso vivo aproximado entre 572 ± 76 kg, multíparas, que se encontraban al día 100 ± 25 de lactancia al inicio del experimento, y con una producción en la lactancia anterior de 7079 ± 1226 L.

7.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue de un cuadrado latino 3×3 , replicado 3 veces. Los animales se bloquearon en 3 cuadrados según su peso vivo, producción al inicio del experimento, y producción en la lactancia previa; dentro de cada cuadrado se asignaron al azar los tratamientos.

7.4. PERÍODO EXPERIMENTAL

Cada período del cuadrado latino tuvo una duración de 20 días, que se dividieron en 10 días de adaptación de los animales a la dieta y 10 días de mediciones. La duración total del experimento fue de 60 días.

7.5. TRATAMIENTOS

Todos los tratamientos comenzaron a las 0900 h de cada día. Los mismos consistieron en:

- T0: 24 horas de acceso a RTM.
- T4: 4 horas de acceso a pastura cortada, más 20 horas de acceso a RTM.
- T8: 8 horas de acceso a pastura cortada, más 16 horas de acceso a RTM.

7.6. MANEJO Y ALIMENTACIÓN

Los animales se alojaron individualmente en bretes, teniendo libre acceso al agua, y se le suministró alimento sin restricción en cantidad, según cada tratamiento. Cuando tenían RTM disponible no tenían acceso a la pastura y viceversa. Se ordeñaron dos veces por día (0730 y 1900 h) y luego volvieron a sus respectivos bretes donde siguieron con los tratamientos asignados. Durante el ordeño no se les administró ningún tipo de alimento.

La dieta base fue RTM, compuesta por: ensilaje de maíz planta entera, grano de maíz seco partido, harina de soja y núcleo vitamínico-mineral. La misma se elaboró según las normas de alimentación de ganado lechero de EE.UU (NRC 2001), para satisfacer los requerimientos de vacas de 600 kg, produciendo 35 L/día. El mezclado de los componentes se hizo diariamente y fue ofrecida según el tratamiento, reponiendo a medida que los animales fueron consumiéndola (remanente aproximado de 10 %).

Se utilizó como pastura Raigrás anual (*Lolium multiflorum*), cultivar LE 284. La misma se cortó diariamente, durante la mañana, a 10 cm del suelo, con una segadora de discos y suministro en un lapso de 24 horas, según el tratamiento correspondiente. Al igual que la TMR, fue ofrecida según el tratamiento, reponiendo cada vez que quedaba aproximadamente un 10% de remanente.

Cuadro I. Composición (% MS) de ración totalmente mezclada.

	Porcentaje (base seca)
Ensilaje de maíz	45,2
Grano de maíz	31,6
Harina de soja	21,3
Bicarbonato de sodio	0,6
Fosfato dicálcico	0,4
Urea	0,3
Carbonato de calcio	0,2
Cloruro de sodio	0,2
Oxido de magnesio	0,2
Premezcla de vitaminas y minerales traza ¹	0,04
Secuestrante de micotoxinas ²	0,04
Monensina ³	0,01

¹Rovimix® Lecheras, DSM Nutritional Products Ltd. Basilea, Suiza

²Mycofix® Plus, Biomin Innovative Animal Nutrition GmbH, Herzogemburg, Austria

³Rumensin® 100 Premix, Elanco Animal Health, Greenfield, EEUU

Cuadro II. Composición química de pasturas y RTM utilizadas.

	Alimentos	
	RTM	Pastura
MS (%)	35,8	15,3
PB (%)	16,1	17,1
FDN (%)	40,3	47,1
FDA (%)	22,9	26,5

MS %: materia seca; PB %: Proteína cruda; FDN %; Fibra detergente neutro; FDA %; Fibra detergente ácido;

RTM: Ración totalmente mezclada.

7.7. MEDICIONES

7.7.1. Comportamiento

Los registros de comportamiento se realizaron el día 2 de cada período de mediciones, mediante observación directa, cada 5 minutos durante un lapso de 12 horas (0900-2100 h). Se consideraron 3 categorías para clasificar el comportamiento de los animales: come, rumia u otros, de la forma descrita por Pérez-Ruchel y col. (2012). Se realizaron 72 observaciones por animal, y los resultados se expresaron como la frecuencia relativa de cada actividad para cada hora.

7.7.2. Tasa de consumo

Se evaluó durante el día 1 de cada período de mediciones. Se pesó el alimento ofrecido y el remanente cada hora, durante 12 horas consecutivas, a partir del comienzo de los tratamientos (0900 h).

7.7.3. Consumo de materia seca

El consumo de materia seca fue individualmente medido, durante 7 días consecutivos, a partir del día 3 de cada período de mediciones. El mismo se estimó mediante la diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada, multiplicado por el contenido de materia seca de cada alimento (pastura y RTM), para lo cual se tomaron muestras durante cada período que fueron secadas a 60° C en estufa de aire forzado hasta alcanzar peso constante (AOAC, 1990).

7.8. ANALISIS ESTADÍSTICO

Los resultados de consumo de materia seca fueron analizados con un modelo lineal mixto (Proc Mixed SAS, 9.1), que incluyó como efecto fijo el tratamiento y como efecto aleatorio al cuadrado, período y vaca dentro del cuadrado. Los resultados de tasa de consumo y cada comportamiento se analizaron como medidas repetidas en el tiempo con un modelo lineal mixto, que además de los efectos anteriores incluyó el efecto hora y tratamiento x hora como efectos fijos. Las medias se separaron por el test de Tukey, con un nivel de significancia de $P = 0,05$.

8. RESULTADOS

8.1. COMPORTAMIENTO

En el Cuadro III se presenta la frecuencia relativa de cada actividad registrada a lo largo de 12 h de observación.

Cuadro III. Efecto de los diferentes tratamientos en la proporción de tiempo dedicado a distintas actividades.

	T0	T4	T8	EEM	Efecto, P>F		
					T	Hora	T x Hora
Come	0,43	0,46	0,41	0,02	0,3962	<0,0001	<0,0001
Rumia	0,25	0,25	0,26	0,02	0,9375	<0,0001	<0,0001
Otros (incluye bebe)	0,31	0,28	0,32	0,02	0,1866	<0,0001	0,0103

T0: RTM por 24 horas; T4: acceso a pastura por 4 horas más RTM por 20 horas; T8: acceso a pastura por 8 horas más RTM por 16 horas.

T: efecto del tratamiento (P>F); EEM. Error estándar de la media

El tiempo que los animales dedican a comer, rumiar u otras actividades no varió entre tratamientos (P>0,05). Sí hubo diferencias significativas en las horas del día que los animales dedicaban a las diferentes actividades (come, rumia u otras), existiendo además una fuerte interacción tratamiento por hora para todas estas variables (P<0,05).

Para la variable “come”, no hubo diferencia entre tratamientos a las horas 1, 2, 3, 4, 8, 10, 11, 12. A la hora 5 todos los tratamientos difirieron entre sí, la mayor proporción de animales comiendo pertenecían a T4. A la hora 6 T8 fue menor que T4, y T0 no difirió entre ellos, a la hora 7 T8 fue menor que el resto, los que no difirieron entre sí. A la hora 9 T8 fue mayor que el resto, los que no difirieron entre sí.

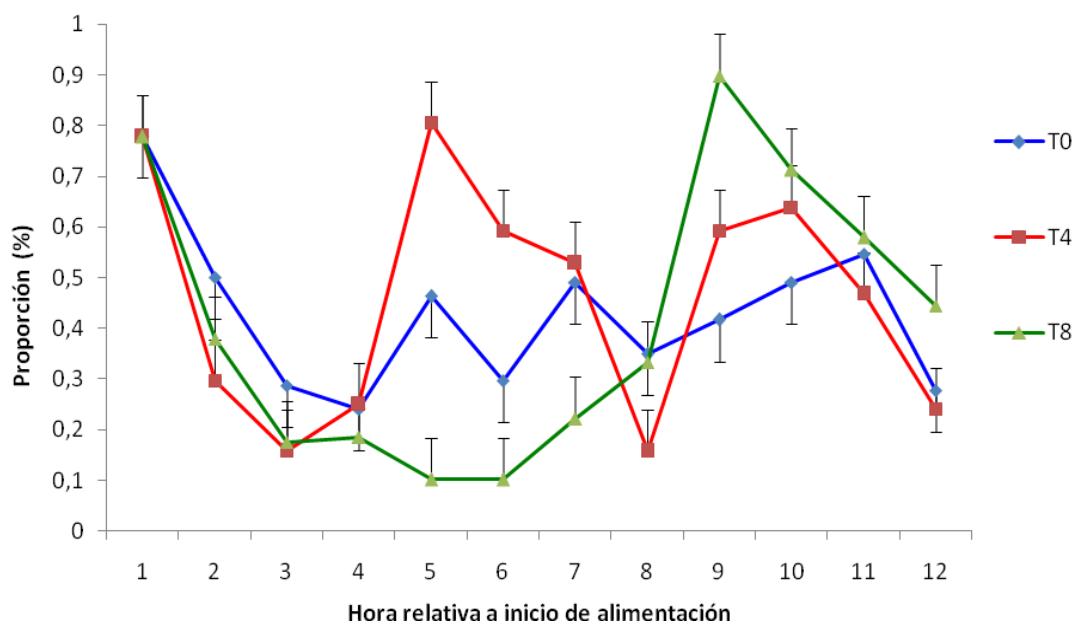


Figura I. Evolución de la proporción de animales comiendo en relación a la hora de inicio de la alimentación según tratamiento

Para la variable “rumia” no hubo diferencias entre tratamientos en las horas 1, 2, 4, 7, 10 y 11. A la hora 3 T0 fue menor que T8, y T4 no difirió entre ellos, a la hora 5 T8 fue mayor que el resto los que no difirieron entre sí, a la hora 6 T4 fue menor que el resto los que no difirieron entre sí. A la hora 8 T4 fue mayor que T8, y T0 no difirió entre ellos, a la hora 9 T8 fue menor que T0, y T4 no difirió entre ellos, a la hora 12 T8 fue menor que el resto los que no difirieron entre sí.

Para “otros” no hubo diferencias entre tratamientos en las horas 1, 2, 3, 4, 8, 10, 11 y 12. A la hora 5 T4 fue menor que el resto, los que no difirieron entre sí. A la hora 6 T8 fue mayor que el resto, los que no difirieron entre sí. A la hora 7 T8 fue mayor que T4, y T0 no difirió entre ellos. A la hora 9 T8 fue menor que T0, y T4 no difirió entre ellos.

8.2. TASA DE CONSUMO

La tasa de consumo de MS fue afectada por el tratamiento ($P < 0,0016$), la hora ($P < 0,0001$) y la interacción tratamiento ($P < 0,0001$) por hora. La tasa de consumo no difirió significativamente entre T0 (1,60 kg MS/hora) y T4 (1,75 kg MS/ hora), pero ambos fueron significativamente mayores que T8 (1,20 kg MS/hora).

Con respecto a al dinámica en el tiempo de la tasa de consumo de MS, la misma se presenta en la figura I. Se observa que T0 partió a la hora 1 con mayores valores que los demás tratamientos, los cuales no diferían entre sí. A la hora 5 y 6 se observaron los mayores valores para T4, mientras que T0 y T8 se mantuvieron sin diferencias significativas entre ellos. Los mayores valores de T8 se vieron a la hora 9, en ese momento T4 y T0 no diferían entre sí.

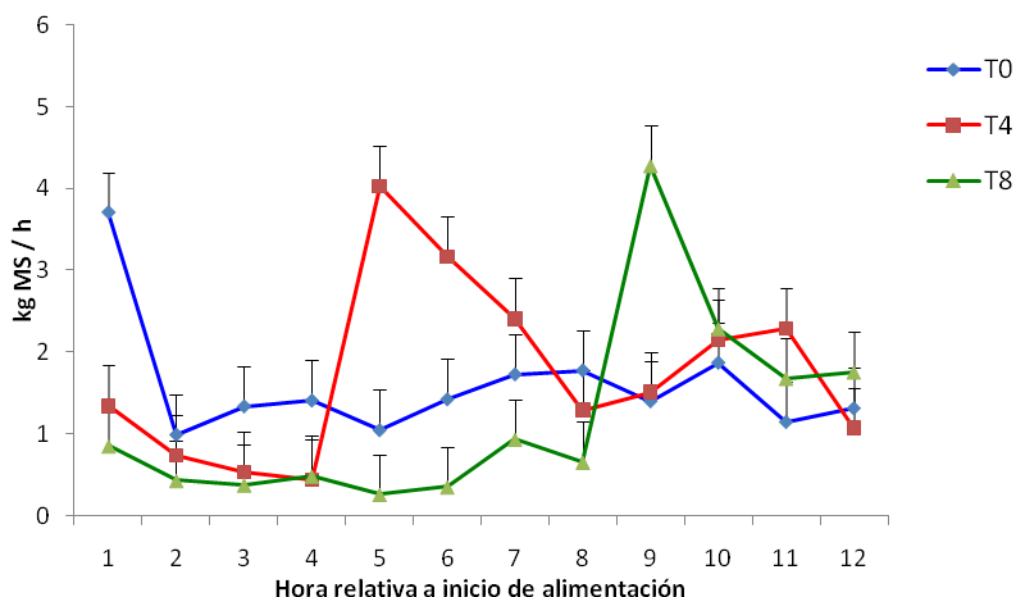


Figura II. Evolución de la tasa de consumo en relación a la hora de inicio de la alimentación según tratamiento

8.3. CONSUMO DE MATERIA SECA

En el cuadro IV se presenta el consumo de materia seca en kg/día, promedio obtenido para los diferentes tratamientos como media de los tres períodos.

Cuadro IV. Efecto del tiempo de acceso a la pastura en el consumo de materia seca, en kg /d

	TRATAMIENTO			EEM	P > F
	T0	T4	T8		
<i>Pastura</i>	0 a	2,8 b	3,6 c	0,47	<0,0001
<i>RTM</i>	24,4 a	22,8 a	18,9 b	1,53	0,0017
<i>Total</i>	24,4 ab	25,6 a	22,6 b	1,58	0,0478

T0: RTM por 24 horas; T4: acceso a pastura por 4 horas más RTM por 20 horas; T8: acceso a pastura por 8 horas más RTM por 16 horas.

P > F: efecto del tratamiento. EEM. Error estándar de la media.

Letras distintas en la misma fila (a, b, c) indican diferencias significativas (P<0,05)

El consumo de RTM no difirió significativamente entre los tratamientos T0 y T4, pero fue menor en el caso de T8; asimismo, este último tuvo el mayor consumo de pastura. En cuanto al consumo total de materia seca existieron diferencias significativas entre T4 y T8, pero no entre estos y T0.

9. DISCUSIÓN

Varios autores han realizado experimentos a nivel internacional, estudiando el consumo de vacas lecheras de alta producción. Sin embargo son pocos los estudios que analizan el efecto de combinar una dieta base RTM con pastura, sobre el consumo y el comportamiento de los animales sometidos a este tipo de dietas.

La mayoría de estos autores reportan que pasar de un sistema de alimentación RTM a uno con inclusión de pasturas, va acompañado de una reducción en el consumo de materia seca y en la producción individual (Bargo y col., 2002; Kolver y Muller, 1998).

Sin embargo, otros experimentos demuestran que esta respuesta es variable. Por ejemplo, Morales y col. (2010) y Chapinal y col. (2011) no reportaron diferencias significativas en el consumo total de materia seca entre dietas solo RTM y aquellas que además incluyen pasturas, mientras Soriano y col. (2001) reportan un desempeño productivo similar al de animales alimentados únicamente con RTM.

En nuestro experimento, a partir de las 4 horas de acceso a una pastura que se ofreció cortada, con dieta base RTM, los consumos de MS sufrieron una disminución. También se vio disminuida la producción de leche, que se reporto en otro trabajo realizado por De la Quintana y col. (2012), en el mismo experimento. Buscando una explicación a la disminución en los consumos, y al porqué de las diferencias obtenidas con trabajos de otros autores (Morales y col., 2010; Chapinal y col., 2011), que con mayores tiempos de acceso a pastura, el consumo de materia seca no se veía afectado, se investigaron diferentes causas probables de la disminución del consumo en nuestros animales.

Una explicación podría deberse a que las pasturas templadas de alta calidad, crean ambientes ruminales que se caracterizan por valores de pH relativamente bajos. En ocasiones, estos pH llegan a ser considerados dentro de los propios de acidosis subclínica (Repetto y Cajarville 2009). En estas condiciones el crecimiento de algunas especies de microorganismos se ve afectado, afectándose a su vez la degradación de los componentes fibrosos de los forrajes (Cajarville y Repetto 2005). El acúmulo de esta fibra sin digerir puede ser causante de una disminución del consumo voluntario. Sin embargo, en este trabajo el pH no bajó de 6,2 (Mendoza y col., 2012), por lo que esta teoría no sería la causa de la disminución de consumo que sufrieron los animales en T8.

Otra posible explicación a los menores consumos por parte de T8, pueden deberse al alto porcentaje de humedad de la pastura utilizada (15,3% MS). El consumo de MS, en vacas lecheras alimentadas con pastura fresca de alta calidad se ve reducido cuando las pasturas poseen un tenor de humedad excesivo (Repetto y Cajarville, 2009). Cabrera et al. (2004) reportaron que pasturas con un bajo porcentaje de MS limitaron el consumo total de los animales, por un efecto de llenado, dado que el agua contenida en las pasturas no es liberada hasta la masticación de la rumia.

A su vez pasturas con altos porcentajes de fibra disminuye el consumo por efecto "llenado". En los trabajos de Vibart y col. (2008) realizados en otoño vs. primavera, se vio claramente la importancia del estado vegetativo en que se encuentre la

pastura y el efecto que esto causa sobre el consumo voluntario, ya que en un estado más avanzado de madurez los consumos disminuyeron considerablemente. En nuestro experimento el porcentaje de fibra de la pastura utilizada fue de 47% FND y FDA 26,5 % la cual se considera baja para una pastura, sugiriendo que se trata de una pastura de muy alta calidad. Se considera que las pasturas templadas de alta calidad tienen alta degradación de las fibras (55 -70% de la FND), sobre todo en otoño invierno (Cajarville y Repetto, 2005).

Autores como Gibb y col. (1998) reportaron que los animales durante las horas de la noche modifican su comportamiento, maximizando el consumo al anochecer (reduciendo la masticación), en preparación para las horas de oscuridad, cuando la disminución del pastoreo normalmente se produce. En nuestro experimento los animales T8 se enfrentaban a la comida que mejor rédito les iba a dar a partir de las 17:00 horas, en esa época del año cerca del anochecer, y como de noche no se dejaban las luces encendidas, esos animales no aprovechaban la oportunidad de comer toda la RTM que les dábamos.

En nuestro experimento, existió una preferencia por parte de los animales a consumir RTM en lugar de pastura, sea en el tratamiento T4 o T8. Esto pudo deberse a que la misma les permitió maximizar el consumo de nutrientes por hora, logrando cubrir más rápido sus demandas nutricionales y aportando mayor cantidad de nutrientes por bocado (Lammers y col., 2002; Coppock y col., 1981). Si bien la pastura de alta calidad puede contener una concentración de nutrientes similares a los de la RTM, en la última están más disponibles, ya que la pastura contiene mayor porcentaje de humedad (85 vs. 64) y de FDN (47 vs. 40) (valores obtenidos en nuestro trabajo). La preferencia puede ser explicada por la teoría que plantea Forbes (2007) sobre la regulación del consumo por el "mínimo discomfort", en el cual el animal busca disminuir el discomfort, producido por distensión de vísceras, deficiencia de nutrientes, entre otros. Eligiendo el alimento que le brinde la mayor cantidad de nutrientes por bocado, con el mínimo costo energético.

La preferencia por parte de los animales se observa claramente en los registros de comportamiento. La proporción del tiempo que los animales dedicaban a las distintas actividades no difirió entre los tratamientos. Por ejemplo, los mismos dedicaron el 45% del tiempo a comer, el 25 % a rumiar y el 30 % a otras actividades. Lo que varió marcadamente fueron las horas del día que dedicaban a las diferentes actividades, observándose una fuerte interacción tratamiento por hora. El cambio de dieta de pastura a RTM causaba un cambio en el comportamiento de las vacas, las cuales dejaban de realizar otras actividades para dedicarse a comer, principalmente en las primeras tres horas, período en el cual se vio un aumento en la tasa de consumo. Esto coincidió con el trabajo realizado por Chapinal y col (2011). Charlton y col. (2011) también reportaron que las vacas con mayor producción de leche tenían una preferencia parcial a la alimentación con RTM vs. pastura, al permitirle satisfacer sus demandas nutricionales en menor tiempo, aunque esta decisión también se vio afectada por factores climáticos.

10. CONCLUSIONES

El comportamiento de los animales se vió afectado según los diferentes tiempos de acceso a pastura, dado que los animales aumentaron el tiempo que dedicaban a comer en detrimento de las otras actividades, cuando en el comedero se sustituía pastura por RTM.

Cuando se sustituyo pastura por RTM la tasa de consumo de los animales aumento de manera significativa en las horas siguientes al cambio de alimento. Este aumento de la tasa de consumo les permitió a los animales con cuatro horas de acceso a pastura igualar el consumo diario de MS de los animales alimentados solamente con RTM. El aumento de la tasa de consumo luego del cambio de alimento no permitió a los animales con ocho horas de acceso a pastura equiparar el consumo diario de MS en relación a los demás grupos.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. AOAC. (1990). Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of analysis. 15a ed. Arlington, VA, EEUU.
2. Acosta C, Carbone R. (2010). Evaluación en vaquillonas del efecto de la inclusión de grano de sorgo en una dieta basada en pastura fresca. Tesis de grado. Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. 32 p.
3. Bargo F, Muller LD, Varga GA, Delahoy JE, Cassidy TW (2002). Ruminant digestion and fermentation of high-producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J Dairy Sci* 85: 2964–2973.
4. Cabrera Estrada JI, Delagarde R, Favardin P, Peyraud JL. (2004). Dry matter intake and eating rate of grass by dairy cows is restricted by internal, but not external water. *Anim Feed Sci Technol* 114: 59–74.
5. Cajarville C, Repetto JL. (2005). Uso de concentrados para optimizar el aprovechamiento digestivo de las pasturas. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, pp.121-128.
6. Chapinal N, Weary DM, Rushen J, Passillé AM, von Keyserlingk MAG (2011). Effects of temporal restriction in availability of the total mixed ration on feeding and competitive behavior in lactating dairy cows. *Livest Sci* 137: 282–286.
7. Charlton GL, Rutter SM, East M, Sinclair LA. (2011). Preference of dairy cows: Indoor cubicle housing with access to total mixed ration vs. access to pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 130:1–9.
8. Chilbroste P (1998). Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: I. Predicción del consumo. XXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp:1-8.
9. Coppock CE, Bath DL, Harris B. (1981). From feeding to feeding systems. *J Dairy Sci* 64:1230-1249.
10. De La Quintana E., Garmendia M., Mutuberria E. (2012). Variación en la producción y composición de la leche en vacas en confinamiento con inclusión de pasturas. Tesis de grado. Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. 23 p.
11. Falk AC, Weary DM, Winckler C, von Keyserlingk MAG. (2012). Preference for pasture versus freestall housing by dairy cattle when stall availability indoors is reduced. *J Dairy Sci* 95: 6409-6415.
12. Forbes JM. (2007). A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: minimal total discomfort. *Nut Res Rev* 20: 132–146.
13. Garcia SC, Fulkerson WJ. (2005). Opportunities for future Australian dairy systems. *Aust J Exp Agr* 45:1041-1055.
14. 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.
15. Kolver ES, Muller LD. (1998). Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J Dairy Sci* 81: 1403–1411.

16. Kristensen T, Oudshoorn F, Munksgaard L, Søegaard K (2007). Effect of time at pasture combined with restricted indoor feeding on production and behaviour in dairy cows. *Animal* 1: 439–448.
17. Lammers BP, Heinrichs AJ, Ishler VA (2002). Uso de ración total mezclada (TMR) para vacas lecheras. Departamento de Ciencias Animales, Universidad Estatal de Pensilvania. Disponible en: <http://www.das.psu.edu/teamdairy/> Fecha de consulta: 12/02/13.
18. Mendoza A, Cajarville C, Santana A, Repetto JL (2011). ¿Hacia una nueva forma de pensar la alimentación de las vacas lecheras? La inserción del confinamiento en los sistemas pastoriles de producción de leche. XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp: 82-90.
19. Mendoza A, Cajarville C, Amaral V, Piroto E, Puig M, Repetto JL. (2012). Concentración de nitrógeno amoniacal y pH ruminal en vacas lecheras alimentadas con forraje fresco y ración totalmente mezclada. *Veterinaria (Montevideo)* 48 (Supl. 1): 150.
20. Morales-Almaraz E., Soldado A., González A., Martínez-Fernández A., Domínguez-Vara I, Roza-Delgado B., Vicente F (2010). Improving the fatty acid profile of dairy cow milk by combining grazing with feeding of total mixed ration. *J Dairy Res* 77: 225–230.
21. NRC. National Research Council. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. 7a. ed. Washington D.C., National Academy Press. 381 p.
22. Repetto, J.L., Cajarville, C. (2009). ¿Es posible lograr la sincronización de nutrientes en sistemas pastoriles intensivos? XXXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría. 12 de junio. Paysandú, Uruguay. pp: 60-67.
23. Rojas S, Torterolo N. (2011). 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 ingestión. Tesis de grado. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República. 31 p.
24. Santana A. (2012). Inclusión de pastura templada en una dieta completamente mezclada en vaquillonas: Efectos sobre el consumo, el aprovechamiento digestivo y metabólico de los nutrientes. Tesis de Maestría en Nutrición de Rumiantes. Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. Uruguay. 45 p.
25. Soca P. (2006). Estrategia de rumiantes a pastoreo como respuesta a la intervención en el patrón diario de conducta. EEMAC Facultad de Agronomía. Universidad de la República. 21 p.
26. Soriano FD, Polan CE, Miller CN. 2001. Supplementing pasture to lactating Holsteins fed a total mixed ration diet. *J Dairy Sci* 84: 2460–2468.
27. Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant* 2a.ed New York: Cornell University Press. pp 337-353.
28. Vibart R, Fellner V, Burns J, Huntington G, Green J (2008). Performance of lactating dairy cows fed varying levels of total mixed ration and pasture. *J Dairy Res* 75: 471–480.