

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**CONSUMO, COMPORTAMIENTO Y RITMO DE INGESTIÓN EN VAQUILLONAS
ALIMENTADAS EN BASE A UNA PASTURA TEMPLADA Y SUPLEMENTADAS A
RAZÓN DEL 1% DE PESO VIVO EN DIFERENTES FRECUENCIAS DIARIAS**

por

**GUTIÉRREZ ZAMIT, Luis Emilio
ROSTAGNOL ESCOBAR, Romina Yanet
SARAVIA ALONSO, José Ignacio**

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

2014

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

Presidente de mesa:

DCV. MSc. Analía Perez Ruchel

Segundo miembro (Tutor):

DMTV. PhD. Cecilia Cajarville Sanz

Tercer miembro:

Ing. Agr. MSc. Ana Laura Astessiano

Cuarto miembro (Co-tutor):

DCV. Germán Antúnez Tort

Quinto miembro (Co-tutor):

DCV. Álvaro González Cabrera

Fecha: 27 de junio de 2014.

Autores:

Br. Gutiérrez Zamit, Luis Emilio

Br. Rostagnol Escobar, Romina Yanet

Br. Saravia Alonso, José Ignacio

AGRADECIMIENTOS

A nuestros tutores, Germán Antúnez, Álvaro González y Cecilia Cajarville, por la orientación en la realización de este trabajo y el respaldo brindado hacia nosotros.

A todos los integrantes de los Departamentos de Bovinos y Nutrición de Facultad de Veterinaria, por su apoyo y colaboración en la realización de este ensayo.

Al personal de biblioteca y del campo experimental N° 2 de Facultad de Veterinaria.

A los compañeros que compartieron con nosotros el trabajo experimental

A nuestros compañeros y amigos de Facultad y del OPA SUR 2012, con quienes compartimos grandes momentos.

A nuestras respectivas familias, amigos y todas aquellas personas quienes supieron estar con nosotros en el transcurso de nuestra carrera apoyándonos siempre incondicionalmente, lo que ha sido de fundamental importancia para crecer como personas y futuros profesionales.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	6
LISTA DE ABREVIATURAS	7
1. RESUMEN	8
2. SUMMARY	9
3. INTRODUCCIÓN	10
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
4.1. CONSUMO.....	12
4.1.1. Mecanismos de regulación del consumo	12
4.1.2. Factores que influyen sobre el consumo de pasturas	13
4.2. COMPORTAMIENTO y RITMO DE INGESTIÓN.....	13
4.3. OBJETIVOS Y RESPUESTAS A LA SUPLEMENTACIÓN	14
4.3.1. Influencia sobre el comportamiento y ritmo de ingestión	15
4.4. FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN Y SUPLEMENTACIÓN.....	16
5. HIPÓTESIS	20
6. OBJETIVOS	20
6.1. OBJETIVO GENERAL.....	20
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
7. MATERIALES Y MÉTODOS	21
7.1. ANIMALES Y ALIMENTOS	21
7.2. PERÍODO EXPERIMENTAL Y DETERMINACIONES	22
7.2.1. Consumo de alimentos	22

7.2.2. Comportamiento.....	22
7.2.3. Ritmo de ingestión	23
7.2.4. Análisis de composición química de los alimentos.....	23
7.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	23
8. RESULTADOS.....	24
8.1. CONSUMO.....	24
8.2. COMPORTAMIENTO.....	25
8.3. RITMO DE INGESTIÓN	26
9. DISCUSIÓN.....	28
10. CONCLUSIONES.....	30
11. BIBLIOGRAFÍA.....	31

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Página

Cuadro I. Composición química de los alimentos utilizados.....**22**

Cuadro II. Consumo de materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) en vaquillonas suplementadas con grano de maíz molido (GMM) a razón del 1% del peso vivo (PV) a distintas frecuencias diarias.....**24**

Cuadro III. Frecuencia relativa de cada actividad en doce horas de observación durante tres días en vaquillonas suplementadas con grano de maíz molido (GMM) a razón del 1% del peso vivo (PV) a distintas frecuencias diarias.....**25**

Cuadro IV. Ritmo de ingestión (g MS/kg PV/h) en vaquillonas suplementadas con grano de maíz molido (GMM) a razón del 1% del peso vivo (PV) a distintas frecuencias diarias**26**

Figura 1. Ritmo de ingestión (gMS/kg PV/h) para los diferentes tratamientos durante 12 horas de medición en vaquillonas suplementadas con grano de maíz molido (GMM) a razón del 1% del peso vivo (PV) a distintas frecuencias diarias.....**27**

LISTA DE ABREVIATURAS

AGV: ácidos grasos volátiles

FAD: fibra ácido detergente

FND: fibra neutro detergente

GMM: grano de maíz molido

MO: materia orgánica

MS: materia seca

PB: proteína bruta

PV: peso vivo

T0: consumo de pastura *ad libitum* sin suplementación.

T1: consumo de pastura *ad libitum* y suplementación con maíz a razón de 1% de PV en una sola vez al día.

T2: consumo de pastura *ad libitum* y suplementación con maíz a razón de 1% de PV en dos veces al día.

T8: consumo de pastura *ad libitum* y suplementación con maíz a razón de 1% de PV en ocho veces al día.

TS: tasa de sustitución

1. RESUMEN

El propósito del presente trabajo fue estudiar el efecto de suministrar grano de maíz molido (GMM) a razón del 1% de peso vivo (PV) a diferentes frecuencias de suplementación sobre el consumo de alimentos, comportamiento y ritmo de ingestión en bovinos consumiendo una pastura templada madura. Fueron utilizadas 20 vaquillonas de 18 meses de edad con 252 ± 22 kg de PV, las cuales fueron bloqueadas por PV y luego asignadas al azar a uno de los 4 tratamientos: pastura *ad libitum* (T0), pastura *ad libitum* más GMM a razón del 1 % del PV suministrado en una (T1), dos (T2) u ocho (T8) fracciones al día. Luego del periodo de adaptación de 10 días, se evaluó el consumo de alimentos (kg de alimento ofrecido – kg de alimento rechazado), comportamiento (come, rumia, otros) y ritmo de ingestión de materia seca (MS; en g/kg PV/hora). Las variables determinadas fueron analizadas por el PROC MIXED (SAS, 2002). Los animales manifestaron una respuesta aditiva frente a la suplementación, presentándose diferencias significativas en el consumo de materia seca (MS) y materia orgánica (MO) cuando fueron suplementados, aunque no hubo diferencias entre animales suplementados a diferentes frecuencias. El consumo de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) no presentó diferencias significativas entre tratamientos. El tiempo de ingestión y dedicado a las actividades de descanso y consumo de agua (otros) presentó diferencias significativas entre el T1 y T8, no encontrándose diferencias entre los distintos tratamientos en el tiempo dedicado a la rumia. No fueron encontradas diferencias significativas en el ritmo de ingestión promedio entre los distintos tratamientos. Se concluye que utilizando niveles de suplementación a razón de 1% del PV y pasturas templadas maduras, la suplementación energética provoca cambios en el consumo de alimento. Aunque el aumento en la frecuencia diaria de la misma no provocó cambios significativos en el consumo, si generó modificaciones en el comportamiento sin afectar el ritmo de ingestión.

Palabras claves: suplementación de rumiantes, frecuencia de suplementación, pasturas templadas, concentrados energéticos.

2. SUMMARY

The aim of this work was to study the effect of supply ground corn grain (GCG) at 1% of body weight (BW) at different frequencies of supplementation on feed intake, behaviour and ingestion rate in cattle consuming a temperate pasture. Twenty heifers (18 months and 252±22 kg BW) were blocked by BW after being randomly assigned to one of the following treatments: pasture *ad libitum* (T0) or pasture *ad libitum* supplemented with GCG at 1% of BW offered in one (T1), two (T2) or eight (T8) meals a day. After an adaptation period of 10 days, feed intake was evaluated (kg of feed offered - rejected), behavior (eating, ruminating, others) and rate of dry matter (DM) intake (g/kg BW/h). Variables were analyzed by the PROC MIXED (SAS, 2002). An additive response to supplementation, were observed with significant differences on intake of DM and organic matter when they were supplemented, however there was no differences in supplemental animals in different frequency. The NDF and ADF intake was not different among treatments. The time of ingestion and the time spent in other activities (resting and water consumption) was significantly different between T1 and T8, but no differences between treatments in time spent ruminating. The average rate of intake also did not show differences among treatments. We conclude that using levels of supplementation at 1% BW and mature temperate pastures, the energy supplementation causes changes on feed intake, although an increase in the daily frequency does not induce significant changes on feed intake, generating changes on behavior but not in the rate of ingestion.

Keywords: supplementation of ruminants, frequency of supplementation, temperate pasture, concentrated energy.

3. INTRODUCCIÓN

Nuestro país ha experimentado un crecimiento sustancial de rubros como la agricultura y la forestación, los que compiten con la ganadería por el recurso tierra. Este panorama ha llevado a un incremento del 776% en el valor promedio de la tierra en el periodo 2000-2012, alcanzando valores record en los últimos años (DIEA, 2013). Este escenario de valorización y competencia por el recurso tierra, impulsa a la ganadería actual a adaptarse a nuevos cambios con el propósito de mejorar la competitividad frente a otras alternativas muy atractivas (Casas, 2013; Vasallo, 2013). En sistemas esencialmente pastoriles, la dotación y el manejo del pastoreo son determinantes de los niveles de producción (Rovira, 1996). En la medida que se incrementa la dotación se hace necesario establecer sistemas de suplementación, con el fin de mantener o incrementar las producciones individuales y por hectárea y poder competir con otros rubros (Mott, 1960; Méndez y Davies, 2002).

Las pasturas templadas implantadas (gramíneas y leguminosas), se caracterizan por tener un alto valor nutritivo para los rumiantes (Antúnez y Caramelli, 2009), además de tener un bajo costo por kg de materia seca (MS) producida. Dichas pasturas presentan fibra de alta digestibilidad y generalmente gran cantidad de compuestos nitrogenados (nitrógeno no proteico y proteína verdadera) que pueden ser rápidamente utilizados por los microorganismos ruminales generando altas concentraciones de nitrógeno amoniacal ($N-NH_3$) en rumen (Cajarville y Repetto, 2005). Sin embargo estas pasturas presentan bajos niveles relativos de azúcares rápidamente fermentables (Cajarville y col., 2007), provocando asincronía en el aporte de sustratos (carbohidratos y compuestos nitrogenados) a los microorganismos ruminales (Chilibroste y col., 2005). La adición de granos de cereales, ricos en almidón, complementaría la dieta, proporcionando un mejor balance de sustratos para los microorganismos ruminales, incrementando la síntesis de proteína microbiana (Pordomingo, 2007).

Los granos de cereales frecuentemente son utilizados como suplementos y poseen alto contenido de almidón (hasta 72%); según su velocidad de degradación pueden ser clasificados en cereales de rápida (trigo y cebada) y lenta degradación (maíz y sorgo) (Offner y col., 2003). El grano de maíz presenta un alto valor energético, alto contenido en almidón (63-65%) y un bajo contenido de fibra neutro detergente (FND; 8-9%) que se compone por celulosa, pentosas y un bajo contenido de lignina. El aporte de proteínas es bajo (10%) (Offner y col., 2003).

A nivel nacional se han logrado aumentos productivos con el uso estratégico de concentrados en animales que consumen pasturas templadas de buena calidad (VazMartins, 1997; Simeone y Berretta, 2005 a, b). En estas condiciones, la suplementación con granos de cereales produce incrementos en el consumo total de MS (Bargo y col. 2002; Bargo y col. 2003; Aguerre y col. 2013) y aumentos en la ganancia diaria de peso vivo (PV; La Manna y col. 2005).

Sin embargo, la suplementación con granos de cereales a bovinos que consumen pasturas de buena calidad puede afectar las características de la fermentación ruminal en forma positiva o negativa (Dixon y Stockdale, 1999), dependiendo del tipo de grano (Cajarville y col., 2006), los niveles de inclusión (Aguerre y col. 2013) y la

especie de rumiante que se suplementa (Aguerre y col., 2013). Un aspecto negativo que ocurre muy frecuentemente cuando se suplementa con granos de cereales es la disminución de la digestibilidad de la fibra del forraje. Este efecto se produce debido a los menores valores de pH ruminal, que afectan fundamentalmente a la flora celulolítica (Calsamiglia y col., 2012), afectando negativamente la degradabilidad de la fibra, disminuyendo el tránsito digestivo y el consumo de MS. Un aumento en la frecuencia de suplementación ha demostrado una reducción significativa de las fluctuaciones de parámetros ruminales, logrando una mayor estabilidad del ambiente ruminal y permitiendo un mejor aprovechamiento del alimento (Aronen, 1991).

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. CONSUMO

4.1.1. Mecanismos de regulación del consumo

La producción de los rumiantes está influenciada por el consumo de alimentos, el que depende en gran medida de la cantidad y calidad del forraje y la capacidad del animal para cosecharlo y utilizarlo eficientemente (Grovm, 1993).

La regulación del consumo se basa en la definición de saciedad, siendo el estado o sensación que impulsa al animal a dejar de comer y que probablemente deriva de la llegada de múltiples estímulos a los centros encefálicos que la regulan (Grovm, 1993). Dos grandes teorías intentaban explicar la regulación del consumo; una de ellas señalaba una regulación física mientras que la otra apuntaba hacia una regulación de tipo metabólica (Van Soest, 1994). En relación a la primera de éstas teorías se menciona que en situaciones donde la dieta está mayoritariamente compuesta por alimentos fibrosos (como los forrajes) se produce generalmente una regulación de tipo física, debido a que los mismos permanecen más tiempo en el tracto digestivo, reducen el tránsito y como consecuencia limitan la ingestión de alimentos. En esta situación la ingestión se encuentra limitada por la capacidad del rumen y los receptores de repleción y tensión ubicados en la pared ruminal, aunque se desconoce el “llenado máximo o crítico” del órgano (Van Soest, 1994).

Aunque ha sido propuesta una teoría de regulación metabólica de la ingesta, los estímulos metabólicos que desencadenan el cese de la ingesta no están esclarecidos. Se plantea que podría estar dado por nutrientes absorbidos o por hormonas producida por el organismo (Van Soest, 1994). A diferencia de los monogástricos, en los rumiantes la regulación del consumo a partir de la insulina es poco significativa ya que la glicemia es relativamente constante debido a que no se produce un aumento postprandial importante de glucosa en sangre aun cuando los animales consumen carbohidratos digestibles (Van Soest, 1994). La regulación de la ingestión de alimentos podría estar dada entonces por mecanismos quimiostáticos que involucran a los ácidos grasos volátiles (AGV) producidos en la fermentación ruminal (Van Soest, 1994). En tal sentido parecería que el acetato y propionato son más efectivos que el butirato en generar el final de la ingesta y podrían estimular la secreción hipotalámica de hormonas como la colecistoquinina (Van Soest, 1994). Se ha demostrado además que en rumiantes otras hormonas como el péptido similar al glucagón 1 y la ghrelina están asociadas a la regulación del consumo (Relling y Mattioli, 2010) y que los depósitos de tejido adiposo, a través de la secreción de leptina, producen una señal en el hipotálamo como control a largo plazo sobre la ingestión, reduciendo el consumo de alimentos (Grovm, 1993; Forbes, 2007).

Posteriormente Forbes (2007) plantea una teoría integradora de la regulación del consumo basada en “el mínimo disconfort”; la misma establece que la regulación está determinada por la integración en el sistema nervioso central de múltiples señales como el grado de distensión del órgano, el nivel y la concentración de nutrientes en la dieta, así como la concentración de AGV en rumen, el estatus

energético del animal, el comportamiento y factores externos como el clima. Cuando uno de estos factores se desvía de un nivel “óptimo”, genera lo que Forbes (2007) llama un “disconfort”. Es por esto que el “disconfort” se crea por ejemplo, ante la deficiencia o exceso de algún nutriente, ante la distensión visceral, por cambios en el comportamiento ingestivo o por factores sociales. La suma del “disconfort” creado por cada factor genera un “disconfort total”, motivando al animal a disminuir su consumo. Esta teoría busca integrar los mecanismos implicados en la regulación de la ingesta, y actualmente es la más aceptada para explicar las variaciones que ocurren a nivel del consumo total de MS en animales estabulados.

4.1.2. Factores que influyen sobre el consumo de pasturas

El efecto del comportamiento de los rumiantes en pastoreo y su interrelación con factores ambientales sobre el consumo ha sido bien documentado (Hodgson, 1990), sin embargo este aspecto escapa a los objetivos de esta revisión. En condiciones de pastoreo el consumo de MS (en kg/día) es igual al producto entre la tasa de bocado (bocados por unidad de tiempo), el peso de bocado y el tiempo de pastoreo (Rovira, 1996); siendo la variable tamaño de bocado la que tiene más incidencia en el consumo, pudiendo verse afectada por la disponibilidad y altura de la pastura, estado vegetativo de la misma, entre otros factores (Chilibroste, 1998).

Las gramíneas normalmente tienen más fibra que las leguminosas, aunque la fibra de las primeras es más digestible (40-50 % vs. 60-70% de digestibilidad de la FND) a pesar que se digiere más lentamente (Buxton y Redfearn, 1997). En ambos casos parte de la fibra no puede ser digerida a pesar de permanecer más tiempo en rumen. Se cree que la lignina es el principal responsable de la limitación de la digestibilidad de la fibra (Buxton y Redfearn, 1997) produciendo un efecto negativo directo sobre la digestión total y un efecto indirecto como consecuencia de impedimentos físicos que limitan el acceso de las bacterias a las zonas degradables de la fibra (Bach y Calsamiglia, 2006). Van Soest (1994) encuentra una relación lineal entre el consumo de forraje y el contenido de FND del mismo incluso en forrajes con digestibilidades mayores a 85%, lo que indica que aún con altos valores de digestibilidad continúa habiendo regulación física de la ingestión.

El avance en el ciclo de las pasturas determina su pasaje de estado vegetativo a reproductivo, en el que aumenta la proporción de tallos y disminuye la proporción de hojas, principal componente de calidad. Sin considerar los factores que determinan el consumo en pastoreo, el mismo se encuentra afectado entonces por múltiples factores relacionados con el tipo de pastura, el estado fenológico y la digestibilidad de la misma (Carámbula, 1997).

4.2. COMPORTAMIENTO y RITMO DE INGESTIÓN

Durante el día los bovinos alternan períodos de alimentación, rumia, descanso y otras actividades como consecuencia de la integración de distintas señales a nivel del sistema nervioso central (Gibb, 2006). Según Chilibroste y col. (2010), el patrón de comportamiento que exhiben los bovinos en condiciones de pastoreo presenta gran variabilidad frente a cambios en el ambiente y/o el manejo.

Los rumiantes se alimentan fundamentalmente en horarios diurnos, destinando entre 5 y 12 horas diarias a comer, y bajo condiciones de estabulación (alimentados con forrajes) entre 2 a 7 horas (Welch y Hooper, 1993). Estos autores señalan que el horario de distribución del forraje, así como el fotoperíodo, tiene influencia sobre la ingestión de alimentos; sin embargo, la variación en el horario de distribución, difícilmente puede modificar la pauta habitual de comer al comienzo y al final del día (Gibb, 2006). Este comportamiento puede deberse a una respuesta a la mayor densidad energética de las pasturas al final del día, así como un afán por tratar de coleccionar la mayor cantidad de alimento previo a la llegada de la noche, provocado por un instinto producto del proceso evolutivo de los bovinos (Chilibroste y col., 2010).

La rumia, al igual que el pastoreo, tiene períodos de mayor intensidad, realizándose sobre todo en la noche y con mayor intensidad enseguida del anochecer (Rovira, 1996). El tiempo destinado a la rumia guarda una estrecha relación con el consumo de FND tanto en ovinos como en bovinos (Welch y Hooper, 1993). El nivel de consumo es también un factor importante a tener en cuenta; los animales que consumen más, destinan mayor tiempo a la ingestión y a la rumia que los animales que consumen una menor cantidad total de alimentos (Welch y Hooper, 1993).

4.3. RESPUESTAS A LA SUPLEMENTACIÓN

La suplementación de rumiantes puede definirse como el suministro de alimentos con el fin de cubrir (total o parcialmente) las deficiencias que puede presentar un recurso forrajero básico (Viglizzo, 1981). Los objetivos pueden apuntar a corregir un déficit en cantidad o calidad de forraje (Bowman y Sanson, 1996), satisfacer la demanda de animales de alta producción (Bargo y col., 2003; Moore y col., 1999), mejorar la eficiencia de uso de los alimentos y aumentar la carga animal del sistema mejorando así la utilización de las pasturas (Reis y col., 2009). En sistemas lecheros, Bargo y col. (2002) señalan como principal objetivo de la suplementación aumentar el consumo total de MS y de energía con respecto a los que pueden ser alcanzados bajo condiciones de pastoreo únicamente.

Lange (1980) destaca que la inclusión de cereales como suplementos puede generar básicamente 5 tipos de respuesta en el consumo de MS (adición, sustitución, adición con estímulo, sustitución con depresión, depresión). Cuando el consumo del suplemento es sumado al consumo actual del animal se conoce como adición. Este tipo de respuesta a la suplementación se presenta cuando el aporte de nutrientes de la pastura es reducido por factores cuantitativos y cualitativos. Cuando el consumo de suplemento disminuye el consumo de forraje se da una respuesta de sustitución, donde no mejora la performance del animal. Se puede producir a su vez una combinación de las respuestas anteriores (adición y sustitución), siendo una de las respuestas más frecuentes. Se presenta una sustitución de forraje pero igualmente mejora la performance animal. En situaciones donde el consumo de suplemento estimula la ingesta de forraje se presenta una respuesta de adición con estímulo. Cuando la calidad del suplemento es de menor valor nutritivo que la pastura, se deprime el consumo total de MS, disminuyendo la performance animal y se conoce como sustitución con depresión.

Cuando los rumiantes tienen como dieta base forrajes de alta calidad el efecto de la suplementación tendrá un mayor impacto sobre la reducción en el consumo de

forraje que sobre el proceso digestivo del mismo (Elizalde y col., 1999). La tasa de sustitución (TS) de forraje por grano está ligada al consumo de forraje, siendo generalmente mayor cuando la disponibilidad y la digestibilidad del forraje son mayores, probablemente debido a los mecanismos metabólicos que regulan el consumo voluntario, reduciendo el consumo de forraje (Elizalde y col., 1999). Sin embargo, en animales que consumen forrajes de media o baja digestibilidad, la TS generalmente es baja (Dixon y Stockdale, 1999).

En situaciones donde la disponibilidad de pastura no es limitante, el consumo de forraje depende de la calidad del mismo (Bargo y col., 2002). En un trabajo realizado por Bargo y col. (2002) en el cual se estudió el impacto de la inclusión de concentrado en vacas lecheras que consumían una pastura templada a dos asignaciones diferentes (25 y 40 kg MS/animal/día), señala una menor TS cuando se suplementó animales a baja disponibilidad de forraje frente a animales con una alta disponibilidad de forraje (TS=0,26 y 0,55, respectivamente), por lo que se puede afirmar que la respuesta en el consumo de MS fue mayor en el grupo suplementado a baja disponibilidad de pastura. En el mismo sentido, Balocchi y col. (2002) en un experimento con vacas lecheras, observaron que el consumo total de MS fue superior en los tratamientos suplementados, sin embargo, el consumo de forraje fue significativamente reducido por la suplementación lo que según Lange (1980) se conoce como adición con sustitución.

4.3.1. Influencia sobre el comportamiento y ritmo de ingestión

La forma en que los animales ajustan su comportamiento y ritmo de ingestión, frente a cambios en su dieta debe ser un factor importante a tener en cuenta a la hora de planificar estrategias de manejo tendientes a optimizar la producción (Forbes, 2007; Gibb, 2006; Chilbroste y col. 2010).

Adaptaciones en el comportamiento fueron observados en un trabajo realizado por Adams (1985), quien postuló que disturbios en la actividad normal de pastoreo, como resultado de la suplementación, pueden afectar en forma adversa el consumo de forraje y la performance del animal. El consumo de forraje disminuyó (11,3%) en novillos suplementados con grano en comparación con los no suplementados. A pesar que el tiempo total de pastoreo diario de los novillos suplementados no fue afectado, los mismos no pastorearon por un periodo de 2 a 4 horas luego de la suplementación, como consecuencia de cambios en los patrones de actividades diarias.

Balocchi y col. (2002) estudiaron el comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con o sin suplementación (6 kg/vaca/día) utilizando dos concentrados comerciales diferentes, uno en base a pulpa seca de remolacha con la siguiente composición química: 89,7% MS, 19,9% PB, 32,5% FND, y otro en base a granos con 88,6% MS, 14,3% PB, 31,0% FND. En este experimento observaron que el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados se redujeron significativamente por efecto de la suplementación, no encontrando diferencias entre ambos tipos de concentrado; mientras que el tiempo total de rumia no fue afectado significativamente por la suplementación. Los autores destacan la importancia de algunas actividades respecto a otras, por ejemplo la suma del tiempo destinado a pastoreo y rumia abarca el 60% del día.

Un trabajo realizado por Silva y col. (2005) con vaquillonas a pastoreo a las que se le suministró diferentes niveles de suplementación (0,25; 0,50; 0,75 y 1% del PV) mostró que a niveles de suplementación de hasta el 1% del PV el número de períodos de rumia, descanso, consumo de concentrado, así como la duración de los períodos de rumia y descanso no se vieron afectados.

El comportamiento ingestivo en animales suplementados con maíz entero, fue estudiado por Nadin y col. (2006) utilizando una frecuencia de suministro de dos veces al día; en el mismo se observó que no hubo efecto de la suplementación sobre los tiempos de rumia ni de comida (pastoreo y búsqueda de alimento) en animales pastoreando raigrás perenne. Esto no concuerda con lo reportado por Aguilar y col. (2002) quienes estudiaron el comportamiento ingestivo en vaquillonas utilizando una suplementación con afrechillo de trigo, encontraron que los animales suplementados disminuyeron el tiempo dedicado al pastoreo en comparación con los no suplementados.

4.4. FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN Y SUPLEMENTACIÓN

En Uruguay, las pasturas constituyen uno de los alimentos de mayor importancia a nivel de la producción de rumiantes, por lo que es vital el conocimiento de herramientas y técnicas que permitan optimizar el aprovechamiento de éstas. La suplementación ha demostrado muy buenos resultados tanto desde el punto de vista productivo, como nutricional, cuando es realizada en momentos donde las características tanto cuantitativas o cualitativas de un recurso forrajero lo requieran, por lo que el suplemento utilizado, ya sea energético, proteico o mezcla, juega un rol importante en los resultados obtenidos.

Desde el año 1976 se plantea que un aumento en el consumo de concentrado podía ser logrado, sin una fuerte disminución del pH ruminal, manejando una mayor frecuencia de alimentación (Kaufmann, 1976). Gibson (1981) realizó un análisis de resultados publicados acerca de la frecuencia de alimentación en el cual se expresa que el aumento de ésta mejora la ganancia diaria de PV, debiéndose esto en gran parte a la mejora en la eficiencia de utilización del alimento; por lo que la ingesta de alimentos en ganado en crecimiento podría ser mejorada mediante el aumento en la frecuencia de alimentación.

Si bien la bibliografía es concordante al señalar que una mayor frecuencia de alimentación y suplementación producen condiciones de pH ruminal más estables lo que podría propiciar un mayor consumo de MS (Chase y Hibberd, 1989; Aronen, 1991; Shabi y col., 1999; Robles y col., 2007), la misma es discrepante en lo que refiere al efecto de una mayor frecuencia de alimentación y suplementación sobre el consumo, comportamiento y ritmo de ingestión.

En este sentido, Robles y col (2007) estudiaron el efecto de la frecuencia de alimentación sobre el consumo, fermentación ruminal y comportamiento ingestivo en vacas lecheras alimentadas a diferentes frecuencias: a) una vez al día (T1), b) dos veces al día (T2), c) 3 veces al día (T3), y d) 4 veces al día (T4). En este experimento, la frecuencia de alimentación no afectó el consumo de MS, ni el pH ruminal, pero 12h luego de la alimentación el pH ruminal fue mayor en T2 que en los

restantes tratamientos, lo que indica que condiciones ruminales más estables fueron alcanzadas, probablemente por el patrón de rumia, el cual fue más constante en T2 que en T1. Tampoco se observaron efectos sobre el porcentaje de actividades conductuales, excepto para el comportamiento definido como observacional (animales en alerta, escuchando y mirando hacia cualquier sonido o movimiento), el cual tuvo una disminución lineal a medida que la frecuencia de alimentación aumentó.

En otros estudios con vacas lecheras alimentadas con dietas altas en concentrado, tampoco se observaron diferencias en el consumo de MS cuando la dieta fue administrada una vez en comparación con cuatro veces al día (Dhiman y col., 2002), o una vez al día en comparación con dos o cuatro veces al día (DeVries y col., 2005).

Por otra parte, Shabi y col. (1999) estudiaron el efecto de la extrusión de maíz y frecuencia de la alimentación sobre la fermentación ruminal, digestibilidad de los nutrientes y la producción y composición de la leche en vacas alimentadas con una alta proporción de concentrados en la dieta. Se utilizaron cuatro vacas Holstein con cánulas ruminales y abomasales. El diseño del experimento fue en cuadrado latino 4x4, con dos dietas y dos frecuencias de alimentación (dos o cuatro comidas al día). Una dieta contenía un 40% de maíz molido, en la otra dieta, la mitad del maíz molido fue sustituido con maíz extrusado. El aumento de la frecuencia de alimentación redujo la variación diaria en el pH ruminal, amoníaco ruminal y la urea en plasma, y produjo un aumento de la ingesta de MS, más significativo en vacas alimentadas con maíz molido vs maíz extrusado. A su vez, se incrementó la digestibilidad total de la materia orgánica (MO) y la proteína bruta (PB), la producción y composición de la leche cuando se alimentaron cuatro vs dos veces, por lo que concluyeron que en vacas alimentadas con dietas altas en granos, la administración más frecuente es útil para mejorar la digestibilidad post ruminal y producción y composición de leche.

El efecto de la frecuencia de alimentación sobre el comportamiento y la selectividad de alimentos en vacas lecheras fue estudiado por DeVries y col. (2005) a través de dos experimentos. En cada experimento, 48 vacas Holstein, fueron divididas en grupos de 12, y sometidas a cada uno de los 2 tratamientos. Los tratamientos para el primer experimento fueron: administración diaria (1x) y dos veces al día (2x) del alimento. Los tratamientos para el segundo experimento fueron: administración en dos (2x) y cuatro veces al día (4x) del alimento. La frecuencia de alimentación no tuvo efecto sobre el tiempo diario de reposo de las vacas. Las vacas subordinadas no fueron desplazadas con tanta intensidad cuando se alimentan con más frecuencia. Para todos los tratamientos, en ambos experimentos, el contenido de FND de la ración totalmente mezclada en el comedero aumentó durante todo el día, lo que indica la existencia de la selectividad de alimentos, la que se redujo al aumentar la frecuencia de entrega de alimentación de 1x a 2x. Los resultados de los experimentos realizados por DeVries y col. (2005) muestran que un aumento en la frecuencia de administración del alimento, mejora el acceso al alimento para todos los animales, especialmente durante los períodos pico de alimentación cuando se proporciona alimentación fresca.

Cuando nos referimos a la frecuencia de suplementación, Aronen (1991) ha demostrado que un aumento en la misma reduce significativamente las fluctuaciones de parámetros ruminales, haciendo que el ambiente ruminal se torne más estable y

permitiendo un mejor aprovechamiento del alimento. Este autor observó un mayor consumo de forraje ensilado en animales suplementados dos veces al día con respecto a los suplementados una sola vez en animales en crecimiento consumiendo ensilaje de forraje *ad libitum*.

Por otra parte, Pulido y col. (2009) quienes trabajaron con vacas pastoreando raigrás y suplementadas con 6 Kg de concentrado (132,0 g PB/kg MS y 23,10 g FND/kg MS) ofrecido en dos, tres o cuatro veces al día encontraron que si bien el consumo de MS total aumentó en los animales suplementados, el consumo de MS de pastura disminuyó con la suplementación (sustitución) acentuándose esta reducción con el incremento de la frecuencia de suplementación.

La Manna y col (2005) realizaron dos ensayos diferentes en los que estudiaron el efecto de la frecuencia de suplementación sobre el consumo, digestibilidad, parámetros ruminales y performance de ganado en crecimiento. Estos autores utilizaron diferentes niveles de suplementación y frecuencias más prolongadas en el tiempo (24, 48 y 72 horas). Dicho trabajo arrojó como resultados una disminución lineal del consumo así como en la ganancia diaria (kg) a medida que disminuyó la frecuencia de suplementación; por lo tanto, cuando el suministro es diario se obtiene una mejor eficiencia que cuando se realiza en forma infrecuente. Esto es aún más notable a altos niveles de grano cuando la administración en forma infrecuente puede provocar problemas de acidosis.

En ambos trabajos, la digestibilidad de la FAD y FND en animales suplementados tendió a ser mayor en la medida que la suplementación fue menos frecuente. La tasa de pasaje no fue diferente entre suplementados con maíz y aquellos que no lo fueron. Sin embargo, decreció linealmente ($P < 0,01$) mientras la frecuencia también decreció, por lo que este incremento en la digestibilidad de la fibra podría estar explicado por un mayor tiempo de retención del alimento en el rumen (La Manna y col, 2005).

Chase y Hibberd (1989) estudiaron el nivel y frecuencia de suplementación en la utilización de pasturas de baja calidad (5,0% PB, 46,2% FAD). Los animales fueron alimentados con suplemento de maíz en dos niveles (1,4 o 2,0 kg/día) y a dos frecuencias (diaria o el doble de la cantidad diaria en días alternos). Estos autores no reportaron interacciones entre el nivel y la frecuencia de la suplementación. El aumento en el nivel de suplementación de 1,4 a 2,0 kg/día disminuyó el consumo y la digestibilidad de la MO de la pastura y todos los constituyentes fibrosos. En cambio, un aumento en la frecuencia de suplementación no afectó el consumo de MO de pastura. La suplementación a días alternos, sin embargo, tendió a disminuir la digestibilidad total de la dieta y de la pastura. Para los animales alimentados con 4,1 kg en días alternos, el pH ruminal fue más bajo ($< 6,25$ para 12 h) en los días de suplementación, pero más alta en los días sin suplementación. La disminución de las concentraciones de ácidos grasos volátiles totales, junto con el menor consumo de MO implica que los animales suplementados con maíz en días alternos utilizan su dieta con menos eficiencia. En consecuencia, los productores deben tratar de alimentar a pequeñas cantidades de suplementos de maíz sobre una base diaria.

En base a la bibliografía consultada podemos decir que en general, un aumento en la frecuencia de suplementación genera condiciones más estables del ambiente ruminal, debidas a un pH ruminal menos fluctuante, y la reducción del riesgo de

acidosis asociados con la ingesta de almidón, lo que puede verse reflejado en un mayor consumo de alimentos, provocando adaptaciones en el comportamiento del animal. El estudio del consumo, comportamiento y ritmo de ingestión en sistemas productivos basados en pasturas templadas, sometidos a altas frecuencias de suplementación, contribuirá a continuar generando información nacional de gran importancia en la nutrición de rumiantes, con implicancias prácticas para los sistemas productivos basados en recursos forrajeros. A su vez, ayudará a establecer estrategias de alimentación cuyo principal objetivo sea mejorar la respuesta productiva en base a una utilización más eficiente de los recursos disponibles.

5. HIPÓTESIS

Suministrar concentrado a razón de 1% del peso vivo con una mayor frecuencia diaria a bovinos alimentados en base a pasturas templadas permite aumentar el consumo total de MS y disminuir la tasa de sustitución del forraje como consecuencia de adaptaciones en el comportamiento.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

- Estudiar el efecto del suministro de suplemento a diferentes frecuencias sobre el consumo de alimentos y el comportamiento en vaquillonas alimentadas en base a una pastura templada.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de suministrar grano de maíz molido a razón de 1 % del peso vivo como suplemento a diferentes frecuencias diarias sobre el consumo total de alimentos y de forraje.
- Estudiar cómo afectan las distintas frecuencias de suplementación el ritmo de ingestión de los alimentos y el comportamiento de los animales.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en la Unidad de Digestión y Metabolismo Ruminal, ubicada en el Campo Experimental N° 2 de Facultad de Veterinaria, Universidad de la República (ruta 1 km 42,5, Libertad, San José). Los análisis de composición de alimentos y procesamiento de muestras obtenidas se efectuaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de Facultad de Veterinaria, Montevideo.

El protocolo experimental fue aprobado por la Comisión de Ética en el Uso de Animales (CEUA) de la Facultad de Veterinaria (CEUAFVET- PI 11).

7.1. ANIMALES Y ALIMENTOS

Se utilizaron 20 vaquillonas Hereford (de 18 meses de edad y 252 ± 22 kg de PV), que fueron bloqueadas de acuerdo a su PV, conformando así 5 bloques de 4 animales. Los animales de cada bloque fueron asignados al azar a uno de los 4 tratamientos, formando 4 tratamientos de 5 animales cada uno.

Las vaquillonas fueron alojadas en jaulas metabólicas individuales y diariamente se les suministró *ad libitum* agua y una pastura templada fresca cuya composición botánica fue de 98,5% *Lolium multiflorum* y 1,5 % *Trifolium repens* (Cuadro I). La pastura se cortó diariamente a la misma hora (12:30 h) para todos los tratamientos y se administró *ad libitum* a partir de la hora 09:00 (hora cero). Como suplemento se utilizó grano de maíz molido (GMM; Cuadro I) a razón del 1% del PV, que fue administrado en diferentes frecuencias, según cada tratamiento: pastura *ad libitum* únicamente (T0) o pastura *ad libitum* y suplementación con GMM a razón del 1% PV ofrecido en una (T1), dos (T2) u ocho (T8) veces al día. Mientras consumieron el suplemento los animales no tuvieron acceso a la pastura.

Los horarios de administración del suplemento fueron los siguientes:

- T1: 09:00 h.
- T2: 09:00 y 21:15 h.
- T8: 09:00, 10:45, 12:30, 14:15, 16:00, 17:45, 19:30 y 21:15 h.

A los animales del T8 se les ofreció GMM cada 1 hora, 45 minutos como forma de distanciar los horarios de suplementación de manera uniforme.

Cuadro I. Composición química de los alimentos utilizados (media \pm DE).

Alimento	MS	MO	PB	FND	FAD
Pastura ¹	228 \pm 27	900 \pm 5	88 \pm 5	596 \pm 36	347 \pm 33
Suplemento ²	823 \pm 1	986 \pm 1	78 \pm 2	173 \pm 36	53 \pm 3

MS: materia seca en g/kg de materia fresca. MO: materia orgánica (100- % Cenizas totales) en g/kg MS. PB: proteína bruta (N x 6,25) en g/kg MS. FND: fibra neutro detergente en g/kg MS. FAD: fibra ácido detergente en g/kg MS.

¹ Compuesta por: *Lolium multiflorum* 98,5% y *Trifolium repens* 1,5% (n=10).

² Grano de Maíz (*Zea mays*) seco y molido (n=2).

7.2. PERÍODO EXPERIMENTAL Y DETERMINACIONES

El experimento consistió en un período de adaptación (10 días) de los animales a las instalaciones, la dieta y el manejo, seguido de 13 días de determinaciones y muestreos que incluyeron la determinación del consumo, comportamiento y ritmo de ingestión.

7.2.1. Consumo de alimentos

El consumo total y de forraje fue determinado durante diez días consecutivos, por diferencia entre el alimento ofrecido y rechazado en 24 h. Muestras diarias de forraje ofrecido y dos muestras de GMM fueron congeladas a -18°C para el posterior análisis de composición química (Cuadro I).

7.2.2. Comportamiento

Durante tres días no consecutivos se registró el comportamiento de cada animal cada 10 minutos durante 12 horas (9:00- 21:00 h), mediante "scan-sampling" según la metodología propuesta por Hirata y col. (2002). Se realizaron observaciones directas de las actividades de los animales las cuales fueron clasificadas en 3 categorías: come, rumia y otros (la que incluyó descanso y consumo de agua). El comportamiento de los animales fue registrado por dos observadores, por lo que cada observador registró la actividad de 10 animales. Se registraron 72 observaciones/animal/día, obteniendo un total de 216 observaciones por animal. De este modo, se calculó para cada momento de observación la frecuencia relativa de cada una de las actividades para cada vaquillona.

7.2.3. Ritmo de ingestión

El ritmo de ingestión se determinó durante 12 h a partir de la hora cero (09:00 h) mediante el pesaje de la cantidad de alimento ofrecido y rechazado por animal por hora.

7.2.4. Análisis de composición química de los alimentos

En las muestras de alimento se determinó el contenido de MS, MO, PB según A.O.A.C (1984). Las determinaciones de FND y FAD fueron realizadas de acuerdo con la técnica descrita por Van Soest y col. (1994). Todas las muestras se analizaron por duplicado, aceptando coeficientes de variación máximos entre análisis del 5%.

7.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

La variable consumo fue analizada mediante PROC MIXED (SAS, 2002), comparando el consumo medio de las distintas fracciones de alimentos entre tratamientos según el modelo 1, donde Y_{ij} es la variable en estudio, μ la media, T_i el efecto del tratamiento, B_j el efecto aleatorio del bloque y e_{ij} la sumatoria de errores.

$$(1) Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + e_{ijk}$$

Las variables ritmo de ingestión y comportamiento fueron analizadas mediante PROC MIXED (SAS, 2002) como medidas repetidas en el tiempo sobre cada animal según el modelo 2, donde Y_{ijkl} es la variable en estudio, μ la media, T_i el efecto del tratamiento, H_j el efecto de la hora, $T_i \times H_j$ la interacción tratamiento por hora, A_k el animal que fue considerado como efecto aleatorio y e_{ijkl} la sumatoria de errores.

$$(2) Y_{ijkl} = \mu + T_i + H_j + (T_i \times H_j) + A_k + e_{ijkl}$$

Las medias de todas las variables fueron comparadas con el test de Tukey, declarándose significancias con $P \leq 0,05$ y como tendencias valores de $P > 0,05$ y $\leq 0,10$.

8. RESULTADOS

8.1. CONSUMO

Cuadro II. Consumo de materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) en vaquillonas suplementadas con grano de maíz molido (GMM) a razón del 1% del peso vivo (PV) a distintas frecuencias diarias.

Variables	TRATAMIENTOS ^a				EEM ^b	Valor p ^c
	T0	T1	T2	T8		
CMS Total^d	7,0	8,3	8,5	8,4	0,88	0,03
<i>(g/kg PV)</i>						
MS Total	27,6 ^b	32,3 ^a	33,4 ^a	33,5 ^a	1,57	0,04
MS Pastura	27,6	24,1	25,1	25,3	1,57	0,40
MS GMM	-	8,2	8,2	8,2	-	-
MO Total	24,8 ^b	29,8 ^a	30,7 ^a	30,8 ^a	1,43	0,02
MO Pastura	24,8	21,7	22,6	22,7	1,44	0,41
MO GMM	-	8,1	8,1	8,1	-	-
FND Total	16,4	15,8	16,4	16,5	0,95	0,94
FND Pastura	16,4	14,4	15,0	15,1	0,95	0,41
FND GMM	-	1,4	1,4	1,4	-	-
FAD Total	8,7	8,0	8,4	8,4	0,51	0,80
FAD Pastura	8,7	7,6	7,9	8,0	0,50	0,44
FAD GMM	-	0,4	0,4	0,4	-	-

^a Tratamientos: T0= pastura *ad libitum* sin suplementación; T1, T2, T8= pastura *ad libitum* y suplementación con GMM a razón del 1% del PV en una vez, dos u ocho veces al día respectivamente.

^b Error estándar de las medias (n=5).

^c Nivel de significancia, letras en superíndice diferentes entre columnas indican diferencias significativas entre medias ($p \leq 0,05$).

^d CMS Total: Consumo de materia seca total promedio (kg MS/vaquillona/d).

Los consumos totales de MS y MO presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre T0 y los tratamientos con suplementación (T1, T2, T8). Los animales suplementados lograron un consumo de MS 17 % superior al de los animales no suplementados (T1, T2, T8; 33,1 vs 27,6 g MS/kg PV). No se observan diferencias significativas en el consumo de MS y MO total entre los suplementados a diferentes frecuencias diarias. El consumo de MS y MO de pastura no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,40$, $p = 0,41$ respectivamente), produciéndose por lo tanto una adición en el consumo total de MS y MO como respuesta a la suplementación.

Los consumos de FND y FAD totales fueron similares entre tratamientos. En estas condiciones, el consumo de FND y FAD no se vio influenciado por la suplementación, ni por un aumento en la frecuencia diaria de la misma.

8.2. COMPORTAMIENTO

Cuadro III. Frecuencia relativa de cada actividad en doce horas de observación durante tres días en vaquillonas suplementadas con grano de maíz molido (GMM) a razón del 1% del peso vivo (PV) a distintas frecuencias diarias.

Actividad	TRATAMIENTOS ^a				EEM ^b	p ^c		
	T0	T1	T2	T8		T	H	T x H
Come	0,35 ^{ab yz}	0,32 ^{b z}	0,37 ^{ab xy}	0,40 ^{a x}	0,02	0,05	<0,01	0,13
Rumia	0,33	0,32	0,30	0,32	0,01	0,61	<0,01	0,37
Otros	0,32 ^{ab}	0,36 ^a	0,32 ^{ab}	0,28 ^b	0,02	0,02	<0,01	0,55

^a Tratamientos: T0= pastura *ad libitum* sin suplementación; T1, T2, T8= pastura *ad libitum* y suplementación con GMM a razón del 1% del PV en una vez, dos u ocho veces al día respectivamente.

^b Error estándar de las medias para el efecto tratamiento (n=5)

^c Valor p: T= Efecto del tratamiento. H= Efecto de la hora. T x H=Interacción tratamiento x hora.

Letras a y b en superíndice diferentes entre columnas indican diferencias significativas entre medias ($P \leq 0,05$). Letras x, y, z en superíndice diferentes entre columnas indican tendencias entre medias ($P > 0,05$ y $\leq 0,10$).

Fueron detectadas diferencias significativas en la variable comiendo entre tratamientos ($p = 0,05$) y un importante efecto de la hora, sin embargo no hubo interacción tratamiento hora (Cuadro III). Los animales del T8 fueron más frecuentemente observados “comiendo”, aunque solo se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre T8 y T1. Sin embargo, fueron detectadas tendencias entre T8 y T0 ($p = 0,07$) y T2 y T1 ($p = 0,08$) (Cuadro III).

La actividad de rumia fue similar entre tratamientos ($p=0,61$) aunque no hubo interacción tratamiento x hora. La frecuencia de la actividad correspondiente a “otros”, la cual no incluye las actividades anteriores (comiendo y rumiando), presentó diferencias significativas entre T1 y T8 ($p=0,02$). Los animales T1 dedicaron mayor tiempo a las actividades comprendidas en “otros” frente a los animales T8.

8.3. RITMO DE INGESTIÓN

El ritmo de ingestión promedio no fue afectado ($p=0,90$) por la frecuencia de suplementación. Sin embargo, hubieron diferencias significativas en las diferentes horas ($p=0,01$) e interacción tratamiento x hora ($p=0,03$; Figura 1).

Cuadro IV. Ritmo de ingestión (gMS total/kg PV/h) en vaquillonas suplementadas con grano de maíz molido (GMM) a razón del 1% del peso vivo (PV) a distintas frecuencias diarias.

Ritmo de ingestión	TRATAMIENTOS ^a				EEM ^b	p ^c		
	T0	T1	T2	T8		T	H	TxH
Media	2,74	2,95	2,95	2,94	0,34	0,90	<0,01	0,03

^a Tratamientos: T0= pastura *ad libitum* sin suplementación; T1, T2, T8= pastura *ad libitum* y suplementación con GMM a razón del 1% del PV en una vez, dos u ocho veces al día respectivamente.

^b Error estándar de las medias (n=5).

^c Letras en superíndice diferentes entre columnas indican diferencias significativas entre medias ($p\leq 0,05$).

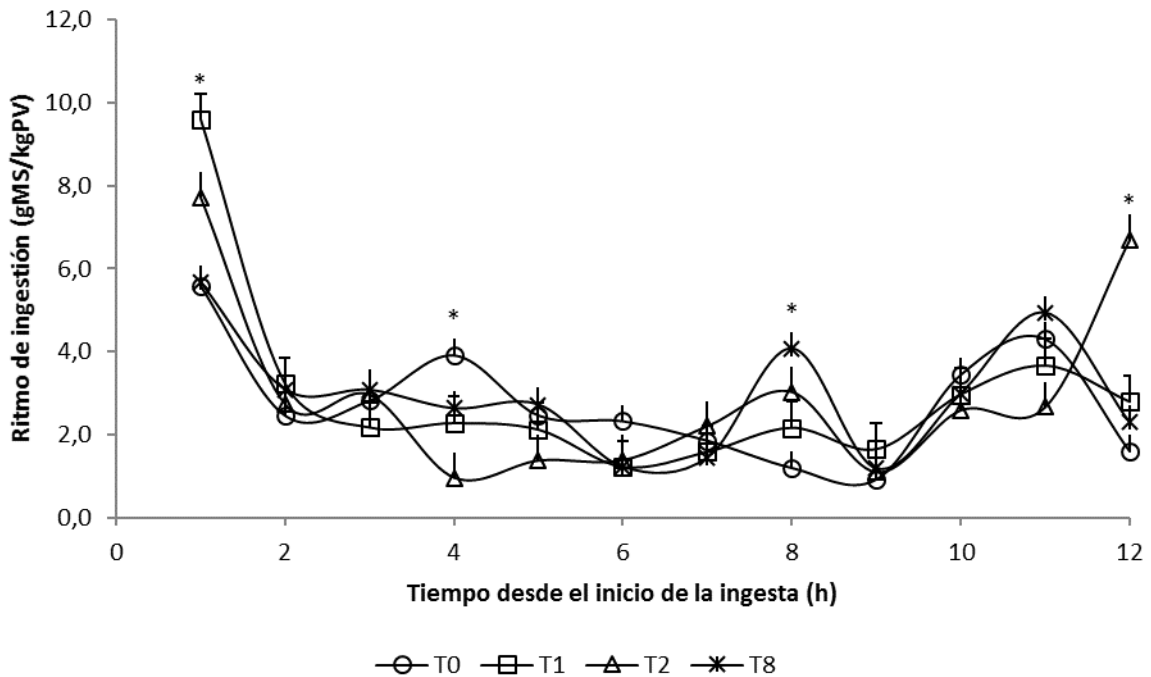


Figura 1. Ritmo de ingestión de materia seca (g/kg de PV/h; media \pm error estándar de la media) para los diferentes tratamientos durante 12 horas de medición en vaquillonas suplementadas con grano de maíz molido (GMM) a razón del 1% del peso vivo (PV) a distintas frecuencias diarias. Los asteriscos (*) indican $p \leq 0,05$ entre medias de cada tratamiento para cada hora.

La tasa de ingestión fue mayor en la primera hora para todos los tratamientos, presentando oscilaciones durante las 12 horas de medición (Figura 1).

En la hora 1 para el T1, la tasa de ingestión (9,58 g MS/kg PV) presentó diferencias significativas frente a T0 ($p=0,002$) y T8 ($p=0,002$), siendo el mayor valor registrado. Éste valor es seguido por el T2 (7,72 g MS/kg PV) con el cual T1 no se diferencia significativamente. Los tratamientos T0 y T8 no presentan diferencias significativas entre sí al inicio de la ingesta pero sí respecto a T1 y se observa una tendencia respecto a T2.

En las siguientes horas luego del inicio de la ingesta, fueron observadas diferencias significativas en la hora 4 entre T0 y T2 ($p=0,02$), y en la hora 8 entre T0 y T8 ($p=0,02$). A la hora 11 se observa una tendencia entre T0 y T8 ($p=0,62$). A la hora 12 del inicio de la ingestión se observó una diferencia significativa entre el T2 y los demás tratamientos ($p < 0.05$).

9. DISCUSIÓN

La suplementación con GMM produjo un aumento en el consumo total de MS y MO, sin reducción del consumo de pastura produciendo una respuesta aditiva en el consumo total (de MS y MO) en respuesta a la suplementación. Este resultado es llamativo debido a que generalmente cuando se suplementa a bovinos que pastorean una pastura templada sin limitaciones en la disponibilidad se produce un aumento del consumo total de MS a expensas de una disminución del consumo de forraje, dando lugar al efecto conocido como sustitución (Bargo, 2002). No obstante es esperable una respuesta aditiva en el consumo cuando la cantidad de nutrientes provenientes de las pasturas es reducida, tanto en cantidad como en calidad (Lange, 1980). Esto último ocurrió en este experimento donde la pastura se encontraba en un estado vegetativo tardío, presentando altos niveles de fibra y bajos contenidos de PB, explicando en buena medida dichos resultados.

A pesar que los animales suplementados incrementaron el consumo en comparación con los no suplementados no fueron detectadas diferencias al incrementar la frecuencia diaria de suplementación tal como había sido planteado en la hipótesis. Tampoco hubieron diferencias en el consumo de forraje (MS y MO) entre ninguno de los tratamientos. Estos resultados difieren de los reportados por Pulido y col. (2009) quienes encontraron que si bien el consumo de MS total aumentó en los animales suplementados, el consumo de MS de pastura disminuyó con la suplementación (sustitución) acentuándose esta reducción con el incremento de la frecuencia de suplementación. Por otra parte Aronen (1991) reporta un efecto positivo en el consumo voluntario de ensilaje de pasturas cuando los animales fueron suplementados dos veces al día en comparación con aquellos suplementados una sola vez. Sin embargo en ambos trabajos (Aronen, 1991; Pulido y col., 2009) se utilizaron niveles de suplementación mayores (34-36 y 32-35 % respectivamente) y pasturas de mejor calidad.

La no detección de diferencias significativas en el consumo de pasturas en animales suplementados con mayor frecuencia pudo estar enmascarada por la respuesta aditiva en el consumo dada por las características de la pastura y el nivel de suplementación empleado. En este sentido ha sido reportado que niveles de suplementación crecientes disminuyen significativamente el pH ruminal (Chase y Hibberd, 1989; Aguerre y col., 2013), efecto que no fue detectado en otro trabajo realizado en este experimento (Antúnez y col., 2013) y la digestibilidad de la fracciones fibrosas de la dieta (Chase y Hibberd, 1989) que tampoco fue detectada (*in vitro*) en este experimento (Antúnez y col., datos no publicados).

El consumo de FND y FAD no fue afectado en forma significativa por la suplementación ni su frecuencia, lo cual era esperable debido a que el aporte tanto de FND como de FAD del GMM fue poco importante en los animales suplementados si se lo compara con el aporte de las pastura (> 90%). La ausencia de diferencias significativas en el consumo de FND explica, al menos en parte, el mayor consumo de los animales suplementados. El consumo de suplemento adicionado al consumo de pastura (similar entre tratamientos) no implicó una mayor distensión ruminal, lo que según diferentes autores tiene un importante papel en la regulación del consumo por parte de los ruminantes (Van Soest, 1994; Jung y Allen, 1995; Forbes, 2007). Probablemente el incremento del consumo estuvo dado entonces por un

aumento en la digestibilidad de la dieta total más que en las distintas fracciones favorecidas por el bajo aporte de FND del suplemento.

Si bien el mayor consumo de los animales suplementados pudo estar dado por una combinación de aumento de la digestibilidad total de la dieta favorecido por la mayor digestibilidad y menor aporte de FND del suplemento (92,25% de digestibilidad in vitro y 17,4% FND) en relación a la pastura (70,2% de digestibilidad in vitro y 59,7% FND; datos no publicados), no es posible afirmar que el consumo de alimentos estuvo dado exclusivamente por estos efectos, debido a que pudieron intervenir además una serie de factores que interaccionan entre sí, como la velocidad de tránsito y factores asociados al comportamiento (Van Soest, 1994; Jung y Allen, 1995; Forbes, 2007). A pesar de esto las diferencias significativas encontradas en el comportamiento de los animales entre tratamientos no explican en su totalidad los resultados obtenidos en el consumo de alimentos. Los resultados de comportamiento difieren con la información bibliográfica consultada la que es concordante al señalar que la suplementación con concentrados disminuye el tiempo dedicado a la ingesta y rumia (Balocchi y col., 2002; Aguilar y col., 2002; Bargo y col., 2002; Gibb 2006; Pulido y col., 2009). Sin embargo en todos estos experimentos se trabajó en condiciones de pastoreo directo y se observó una sustitución de forraje por suplemento. Con niveles de suplementación a razón del 1% del PV, como el que se utilizó en este experimento, se ha reportado que la actividad de pastoreo y rumia no es afectada por la suplementación (Silva y col., 2005), incluso cuando se suplementa dos veces al día (Nadín y col., 2006).

La frecuencia de suplementación afectó el tiempo que los animales dedicaron a la ingesta, aunque solo se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre animales del tratamiento T1 y T8. Estos resultados no coinciden con los reportados por Pulido y col (2009) quienes informan un menor tiempo dedicado a la ingestión total (pasto + concentrado) en el tratamiento de mayor frecuencia de suplementación diaria (cuatro veces al día). El mayor tiempo dedicado a comer de los animales T8 pudo deberse en parte a la mayor frecuencia de suministro de suplemento que pudo actuar como un estímulo para la ingesta, disminuyendo el tiempo dedicado a las actividades comprendidas en "otros". Sin embargo el mayor tiempo dedicado a la ingestión no se vio reflejado en un mayor consumo de alimentos ni en cambios en el ritmo de ingestión. Esto concuerda en parte con un estudio realizado por Keskin y col. (2007) utilizando corderos en el que comprueban que la administración con mayor frecuencia de alimentos estimula la ingesta del mismo.

En los diferentes tratamientos no fueron encontradas diferencias en el tiempo dedicado a la rumia. Si tenemos en cuenta que el consumo de forraje y de FND total de la dieta no tuvo variaciones significativas entre los diferentes tratamientos, esto concuerda con lo expresado por Welch y Hooper (1993) quienes destacan que el tiempo dedicado a la rumia guarda una estrecha relación con el consumo de FND, ya que forrajes ricos en FND insumen mayor cantidad de movimientos masticatorios que los forrajes de calidad superior. Por lo tanto, si bien los tratamientos con suplementación consumieron cantidades mayores de MS y MO total, el consumo de FND y FAD no se vio modificado y tampoco el tiempo dedicado a la rumia en los diferentes tratamientos.

Tanto la suplementación, como un aumento en la frecuencia diaria de la misma, no produjeron diferencias significativas en el ritmo de ingestión en los cuatro tratamientos. Sin embargo la no detección de diferencias pudo estar influenciada por la metodología utilizada, ya que la medición fue realizada durante 12 horas (9:00-21:00 hs) y durante un solo día en el período experimental que coincide además en un día donde no hubo diferencias en el consumo de MS entre ninguno de los tratamientos ($p=0,78$, datos no presentados). No obstante se hubiera esperado un mayor ritmo de ingestión en los animales suplementados ya que tuvieron un mayor consumo de MS (promedio de 10 días) y no presentaron diferencias en la proporción de observaciones dedicado al consumo de alimentos. Las diferencias en el ritmo de ingestión en las distintas horas concuerdan con lo mencionado por Chilibroste y col. (2010) y Welch y Hooper (1993) observándose la primera hora de la mañana como la de mayor ritmo de ingestión en los cuatro tratamientos.

10. CONCLUSIONES

La suplementación energética produjo un aumento en el consumo total de MS, aunque no se detectaron diferencias entre las distintas frecuencias diarias de suplementación.

Con niveles de suplementación a razón de 1% del peso vivo y con pasturas templadas maduras, una mayor frecuencia de suplementación indujo cambios en el comportamiento pero no así en el ritmo de ingestión de los alimentos.

Bajo condiciones similares a las establecidas en el presente trabajo no se justifica un aumento en la frecuencia diaria de suministro de concentrado.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Adams, D.C (1985) Effect of time of supplementation on performance, forage intake and grazing behavior of yearling beef steers grazing russian wild ryegrass in the fall. *J. Anim. Sci.* 61: 1037-1042.
2. Aguerre, M.; Cajarville, C.; Kozloski, G.V.; Repetto, J.L. (2013) Intake and digestive responses by ruminants fed fresh temperate pasture supplemented with increased levels of sorghum grain: A comparison between cattle and sheep. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 186: 12-19.
3. Aguilar, N.; Slanac, A.; Balbuena, O. (2002) Comportamiento ingestivo en vaquillas cruce cebu en pastoreo, que reciben suplementación energética proteica. Disponible en: <http://www.revistacyt.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/04-Veterinarias/V032.pdf>. Fecha de consulta: 24 Setiembre 2013.
4. Antúnez, G.; González, A.; Saravia, I.; Rostagnol, R.; Gutiérrez, E.; Huelmo, I.; Zamora, R.; Zamora, S.; Santana, A.; Repetto, J.L.; Cajarville, C. (2013) Frecuencia diaria de suplementación en bovinos: Efecto sobre el consumo y el pH ruminal. *XLI Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay.* pp 176-177.
5. Antúnez, M.; Caramelli, A. (2009) Variación en la composición química y producción de gas *in vitro* de pasturas de acuerdo al horario de corte. Tesis de Grado, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. 43 p.
6. AOAC. (1984) Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis 14° Ed. Washington DC, USA. 1141 p.
7. Aronen, I (1991). Influence of frequency and accuracy of supplement feeding on rumen fermentation, feed intake, diet digestion and performance of growing cattle. 1. Studies with growing bulls fed grass silage ad libitum. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 34: 42-65.
8. Bach, A.; Calsamiglia, S. (2006) La fibra en los rumiantes: ¿Química o Física?. *XXII Curso de Especialización FEDNA, Madrid, España.* pp 99-113.
9. Balocchi, L.O.; Pulido, F.R.; Fernández, V.J. (2002) Grazing behaviour of dairy cows with and without concentrate supplementation. *Agric. Téc.* 62:87-98.
10. Bargo, F.; Muller, L.D.; Delahoy, J.E.; Cassidy, T.W. (2002) Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 85:1777-1792.
11. Bargo, F.; Muller, L.D.; Kolver, E.S.; Delahoy, J.E. (2003) Invited Review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 86:1-42.
12. Bowman, J.G.; Sanson, D.W. (1996) Starch-or fiber-based energy supplements for grazing ruminants. *Proc. West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci.* 47:118-135.

13. Buxton, D. R.; Redfearn, D.D. (1997) Conference: New developments in forage Science contributing to enhanced fiber utilization by ruminants. Plant limitations to fiber digestion and utilization. *J. Nutr.* 127:814-817.
14. Cajarville, C.; Aguerre, M.; Repetto, J.L. (2006) Rumen pH, NH₃-N concentration and forage degradation kinetics of cows grazing temperate pastures and supplemented with different sources of grain. *Anim. Res.* 55: 511-520.
15. Cajarville, C.; Britos, A.; Caramelli, A.; Antúnez, M.; Zanoniani, R.; Boggiano, P.; Repetto, J.L. (2007) El horario de corte y el tipo de metabolismo fotosintético afectan la relación azúcares/nitrógeno de las pasturas. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 15: 408-409.
16. Cajarville, C.; Repetto, J.L. (2005) Uso de concentrados para optimizar el aprovechamiento digestivo de las pasturas. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay. pp 121-128.
17. Calsamiglia, S.; Blanch, M.; Ferret, A.; Moya, D. (2012) Es la acidosis un problema asociado al pH? Causas y herramientas para su control. XXXVIII Curso de Especialización FEDNA, Madrid, España. pp 105-119.
18. Carámbula, M. (1997). Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
19. Casas, R. (2013) Los desafíos de la ganadería en el futuro. Disponible en: <http://www.elacontecer.com.uy/18626-los-desafios-de-la-ganaderia-en-el-futuro.html>. Fecha de consulta: 02 Marzo 2014.
20. Chase, C.C.; Hibberd, C.A. (1989) Effect of level and frequency of maize supplementation on the utilization of low-quality grass hay by beef cows. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 24:129-139.
21. Chilibroste, 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.
22. Chilibroste, P.; Gibb, M.; Tamminga, S. (2005) Pasture characteristics and animal performance. En: Dijkstra, J.; Forbes, J.; France, J. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism, 2^a ed. Wallingford, CAB. pp 681-706.
23. Chilibroste, P.; Soca, P.; Bentancur, O.; Mattiauda, D.A. (2010) Estudio de la conducta en pastoreo de vacas Holando de alta producción: síntesis de 10 años de investigación sobre la relación planta animal suplemento en la Facultad de Agronomía – EEMAC. Agrociencia III Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal. *Agrociencia* 14:101-106.
24. DeVries, T.J.; von Keyserlingk, M.A.G.; Beauchemin, K.A. (2005) Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88:3553-3562.

25. Dhiman, T.R.; Zaman, M.S.; MacQueen, I.S.; Boman, R.L (2002) Influence of corn processing and frequency of feeding on cow performance. *J. Dairy Sci.* 85:217-226.
26. DIEA (2013) Anuario estadístico agropecuario 2013. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Uruguay. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,754,O,S,0,MNU;E;27;9;MNU>. Fecha de consulta: 10 enero 2014.
27. Dixon, R.M.; Stockdale, C.R. (1999) Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. *Aust. J. Agric. Res.* 50:757-774.
28. Elizalde, J.C.; Merchen N. R.; Faulkner, D. B. (1999) Supplemental cracked corn for steers fed fresh alfalfa: I. Effects on digestion of organic matter, fiber, and starch. *J. Anim. Sci.* 77:457-466.
29. Forbes, J.M. (2007) Minimal total discomfort. En: Forbes, J.M. (Ed.) *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. 2° ed., Wallingford, CAB International. pp 203-218.
30. Gibb, M. (2006) Grassland management with emphasis on grazing behavior. En: Elgersma, A.; Dijkstra, J.; Tamminga, S. (Eds.) *Fresh Herbage for Dairy Cattle*. Devon, Springer. pp 141-157.
31. Gibson, J.P. (1981) The effects of feeding frequency on the growth and efficiency of food utilization of ruminants: an analysis of published results. *Anim. Sci.* 32:275-283.
32. Grovum, W. (1993) *Apetito, sapidez y control del consumo de alimento*. En: Church, C.D. (Ed.) *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza, Ed. Acribia. pp 225-242.
33. Hirata, M.; Iwamoto, T.; Otozu, W.; Kiyota, D. (2002) The effects of recording interval on the estimation of grazing behavior of cattle in a daytime grazing system. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 15:745-750.
34. Hodgson, J. (1990) *Grazing management: Science into practice*. Harlow, Longman Scientific and Technical. p 203.
35. Jung, H.G.; Allen, M.S. (1995) Characteristics of plant cell wall affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 73:2774-2790.
36. Kaufmann, W. (1976) Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH-regulation in the rumen and on feed in-take in ruminants. *Livest. Sci.* 3:103-114.
37. Keskin, M.; Gül, S.; Şahin, A.; Kaya, S.; Duru, M.; Görgülü, Ö.; Sahinler, S.; Biçer, O. (2007) Effects of feed refreshing frequency on growth and carcass characteristics of Awassi lambs. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 37: 248-255.

38. La Manna, A.; Fernández, E.; Mieres, J.; Banchemo, G.; Vaz Martins, D. (2005) Frecuencia de alimentación: Una estrategia de manejo. Jornada Producción Animal Intensiva. Serie Actividades de Difusión N° 406. INIA La Estanzuela. pp 47-57.
39. Lange, A. (1980) Suplementación de pasturas para la producción de carnes. AACREA, Colección Investigación Aplicada. 74p.
40. Méndez, D.; Davies, P. (2002) Suplementación otoñal. (En línea). General Villegas, Buenos Aires, INTA. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/53suplementacion_otonal.pdf. Fecha de consulta: 25 enero 2013.
41. Moore, J.E.; Brant, M.H.; Kunkle, W.E.; Hopkins, D.I. (1999) Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. *J. Anim. Sci.* 77:122-135.
42. Mott, G. (1960) Grazing pressure and the measurement of pasture production. *Proceedings International Grasslands Congress 8 th, Berkshire, England.* pp 606-611.
43. Nadin, L.; Gonda, H.; Bakker, M.; Alvarado, P.; Sánchez Chopa, F.; Hidalgo, L.; Wade, M.; Yuño, M. (2006) Comportamiento ingestivo de terneros en pastoreo suplementados con grano de maíz entero. 1-Actividades de pastoreo y rumia Disponible en: <http://www.aapa.org.ar/congresos/2006/NaPdf/NA55.pdf>. Fecha de consulta: 24 Setiembre 2013.
44. Offner, A.; Bach, A.; Sauvart, D. (2003) Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 106:81-93.
45. Pordomingo, A.J. (2007) Suplementación con granos a bovinos en pastoreo. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/suplementacion-con-granos-bovinos-t1235/141-p0.htm>. Fecha de consulta: 10 enero 2014.
46. Pulido, R.G.; Muñoz, R.; Lemarie, P.; Wittwer, F.; Orellana, P.; Waghorn, G, C. (2009) Impact of increasing grain feeding frequency on production of dairy cows grazing pasture. *Livest. Sci.* 125:109-114.
47. Reis, R.A.; Ruggieri, A.C.; Casagrande, D.R.; Páscoa, A.G. (2009) Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. *Rev. Bras. Zoot.* 38:147–159.
48. Relling, A.E.; Mattioli, G.A (2010) Hormonas gastrointestinales, su rol en la producción animal. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 30:199-210.
49. Repetto, J.L.; Cajarville, C.; D'alessandro, J.; Curbelo, A.; Soto, C.; Garín, D. (2005) Effect of wilting and ensiling on ruminal degradability of temperate grass and legume mixtures. *Anim. Res.* 54:73-80.

50. Robles, V.; González, L.A.; Ferret, A.; Manteca, X.; Calsamiglia, S. (2007) Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 85:2538-2547.
51. Rovira, J. (1996) Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo. Hemisferio Sur. 287 p.
52. Shabi, Z.; Bruckental, I.; Zamwell, S.; Tagari, H; Arieli, A. (1999) Effects of extrusion of grain and feeding frequency on rumen fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:1252-1260.
53. Silva, R.; Franco, I; Silva, F.; Prado, I.; Panizza, J.; Magalhaes, A.; Veloso, C.; Carvalho, G.; Chaves, M. (2005) Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês em pastejo. *Arch. Zootec.* 54:63-74.
54. Simeone, A.; Berreta, V. (2005a) Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne, E.E.M.A.C, Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay. pp 8-26.
55. Simeone, A.; Berreta, V. (2005b) Pasto vs. Grano en invernada: falso dilema. Consideraciones sobre la utilización de alimentos concentrados en sistemas de recría y engorde de ganado bovino. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp 42-49.
56. Van Soest, P.J. (1994) *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2a Ed., Ithaca, Cornell University Press. 476 p.
57. Vasallo, M. (2013) Dinámica y competencia intrasectorial en la agricultura uruguaya. Los cambios en la última década. *Agrociencia (Uruguay)* 17:170-179.
58. Vaz Martins, D. (1997) Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. En: *Suplementación estratégica para el engorde de ganado*. Serie Técnica N° 83. INIA La Estanzuela. pp 17-22.
59. Viglizzo, E.F. (1981) La Suplementación de pasturas. En: Viglizzo, E.F *Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera*. Buenos Aires, Hemisferio Sur. pp 67-82.
60. Welch, J.G.; Hooper, A.P. (1993) Ingestión de alimentos y agua. En: Church, C.D. (Ed.) *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza, Ed. Acribia. pp 117-126.