

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA ALTURA DE LA PASTURA SOBRE EL CONSUMO,
COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO Y LA PRODUCCIÓN DE
SÓLIDOS DE VACAS HOLSTEIN PASTOREANDO PRADERA EN
BASE A DACTILIS (*DACTYLIS GLOMERATA*) Y ALFALFA
(*MEDICAGO SATIVA*)**

por

Sergio Martín DÍAZ ESCUDERO

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2018**

Tesis aprobada por:

Directora:

Ing. Agr. (PhD.) Laura Astigarraga

Ing. Agr. (MSc.) Andrea Álvarez Oxiley

Ing. Agr. Ricardo Mello

Fecha:

10 de agosto de 2018

Autor:

Sergio Martín Díaz Escudero

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía y sus profesores por su gran aporte y vocación para transmitir todos sus recursos y conocimientos, respectivamente.

Un agradecimiento especial a Laura Astigarraga y Andrea Álvarez, quienes fueron las promotoras de este trabajo, y quienes me ayudaron asiduamente a la elaboración de la tesis.

A mi familia por su apoyo y motivación incondicional, en todo momento.

A Vale, mi novia, amiga y compañera de todos los momentos, la verdad su apoyo fue fundamental para lograr esta meta.

A todos mis amigos y compañeros, los cuales hicieron a esta etapa muy especial.

Al grupo de trabajo, con quienes llevamos a cabo este proyecto. Cecilia, Camila, Carla, Luciana.

Al personal de la EEBR, por la ayuda día a día en el trabajo de campo.

TABLA DE CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| PÁGINA DE APROBACIÓN | II |
| AGRADECIMIENTOS | III |
| LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES | VI |
| | |
| 1. <u>INTRODUCCIÓN</u> | 1 |
| 2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> | 2 |
| 2.1 FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO EN PASTOREO | 2 |
| 2.2 ESTRUCTURA Y MORFOLOGÍA | 3 |
| 2.2.1 <u>Altura</u> | 3 |
| 2.2.2 <u>Biomasa</u> | 4 |
| 2.3 CALIDAD | 5 |
| 2.4 COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DE ANIMALES CON ALTA PRODUCCIÓN | 6 |
| 2.5 MÉTODOS DE ASIGNACIÓN DE FORRAJE | 7 |
| 2.6 HIPÓTESIS..... | 9 |
| 3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> | 10 |
| 3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL | 10 |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS | 11 |
| 3.2.1 <u>Suelo</u> | 11 |
| 3.2.2 <u>Temperatura y precipitaciones</u> | 11 |
| 3.3 TRATAMIENTOS..... | 12 |
| 3.4 ANIMALES | 12 |
| 3.4.1 <u>Peso vivo</u> | 12 |
| 3.4.2 <u>Consumo</u> | 12 |
| 3.4.3 <u>Comportamiento en pastoreo</u> | 13 |
| 3.4.4 <u>Producción individual y composición de la leche</u> | 13 |
| 3.5 PASTURA..... | 14 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.5.1 | <u>Disponibilidad y altura</u> | 14 |
| 3.5.2 | <u>Composición botánica y morfológica</u> | 14 |
| 3.6 | ANÁLISIS QUÍMICOS | 15 |
| 3.7 | ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 16 |
| 3.7.1 | <u>Mediciones en los animales</u> | 16 |
| 3.7.2 | <u>Mediciones en las pasturas</u> | 17 |
| 4. | <u>RESULTADOS</u> | 18 |
| 4.1 | CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA | 18 |
| 4.1.1 | <u>Biomasa pre pastoreo</u> | 18 |
| 4.1.2 | <u>Forraje desaparecido</u> | 19 |
| 4.2 | CONSUMO, COMPORTAMIENTO EN PASTOREO Y PRODUCCIÓN | 22 |
| 4.2.1 | <u>Consumo, digestibilidad y producción de heces</u> | 22 |
| 4.2.2 | <u>Comportamiento</u> | 23 |
| 4.2.3 | <u>Producción y composición de leche</u> | 24 |
| 5. | <u>DISCUSIÓN</u> | 25 |
| 6. | <u>CONCLUSIONES</u> | 28 |
| 7. | <u>RESUMEN</u> | 29 |
| 8. | <u>SUMMARY</u> | 30 |
| 9. | <u>BIBLIOGRAFÍA</u> | 31 |

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

| Cuadro No. | Página |
|---|---------------|
| 1. Variables climáticas promedio y ocurridas en ambos períodos experimentales | 11 |
| 2. Caracterización de la pastura ofrecida según biomasa disponible | 18 |
| 3. Características del forraje desaparecido según biomasa disponible | 20 |
| 4. Producción de heces, consumo y la digestibilidad de vacas lecheras en pasturas con diferente biomasa | 22 |
| 5. Comportamiento de vacas lecheras en pasturas con diferente biomasa | 23 |
| 6. Producción y composición de leche de las vacas pastoreando en pasturas con diferente biomasa | 24 |
| Figura No. | |
| 1. Relación entre altura de la pastura y tamaño de bocado..... | 4 |
| 2. Relación entre la asignación de forraje expresada a ras del suelo y biomasa disponible, como indicador de la accesibilidad al forraje por el vacuno | 7 |

| | |
|--|-----------|
| 3. Efecto de la biomasa disponible sobre el consumo de vacas lecheras pastoreando a misma asignación de forraje | 8 |
| 4. Macro localización geográfica del predio experimental | 10 |
| 5. Evolución de la biomasa según tratamiento entre el período 1 y el período 2 del experimento | 19 |
| 6. Estructura de la pastura (fracción gramínea) ofrecida y remanente por estrato de 5 cm, según biomasa (ALTA y BAJA) | 21 |

1.INTRODUCCIÓN

La producción lechera en Uruguay es desarrollada a cielo abierto, donde la base de la alimentación, son las pasturas sembradas, y como complemento de éstas, los concentrados (25 a 35 % de la materia seca consumida/animal/día, Battezzore, 2013).

En los sistemas de producción de leche con base pastoril, los animales requieren de una cantidad extra de energía, para cubrir las demandas de las actividades de cosecha de forraje y caminata, característica que explicaría la menor producción de estos sistemas, frente a los de confinamiento. En base a esto, cuando se trata de pasturas con baja biomasa, la demanda de energía aumenta entre un 25 a 30 %, lo que repercute negativa y directamente en la producción de leche (Di Marco y Aello, 2001).

El factor con mayor importancia en determinar la productividad animal es el consumo, el cual depende en gran medida de la cantidad y calidad de forraje producido, capacidad del animal para cosecharlo y utilizarlo de forma eficiente, además de las cualidades del productor para utilizar los recursos disponibles (Galli et al., 1996). Por lo tanto, nos parece de fundamental importancia evaluar cuál es el manejo que mejor nos permite explotar los recursos disponibles de forma sustentable en el tiempo.

Este trabajo tiene como objetivo, cuantificar el efecto de una menor biomasa pre pastoreo, cuando ofrecemos la misma asignación de forraje, sobre el consumo, el comportamiento en pastoreo y la producción de leche corregida por grasa y proteína, en vacas lecheras Holstein, bajo pastoreo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO EN PASTOREO

El consumo en animales bajo pastoreo varía significativamente y es modificado por factores inherentes a la pastura, al animal y/o al ambiente; a su vez es determinado por el producto de tres variables: peso de bocado (gr/bocado), tasa de bocado durante el pastoreo (bocados/minuto) y tiempo diario de pastoreo (minutos/día). Es de aquí que surge la siguiente ecuación:

$$CD = PB \times TB \times TP,$$

Donde: consumo diario (CD), peso de bocado (PB), tasa de bocado (TB) y tiempo de pastoreo (TP).

También podemos calcular dicho consumo, como:

♦ la tasa de consumo (TC), que es el producto de PB y TB. Por lo tanto:

$$CD = TC \times TP$$

♦ el número de bocados totales por día (NB), que es el producto entre TB y TP
Entonces:

$$CD = PB \times NB.$$

Es, entonces, que el comportamiento animal en pastoreo adquiere fundamental importancia, determinando la capacidad del animal para mantener el consumo de forraje en condiciones limitantes de la pastura o la capacidad para modificar el tiempo de pastoreo como estrategia para contrarrestar una tasa de consumo reducida (Galli et al., 1996).

Los cambios en la calidad, cantidad y distribución del forraje en una pastura, tienen un efecto importante en el consumo y la tasa de éste (Galli et al., 1996).

El principal factor determinante del consumo es el peso de bocado (PB), mientras que la tasa de bocado (TB) y el tiempo de pastoreo (TP) actúan como variables compensatorias (Forbes, 1988).

2.2 ESTRUCTURA Y MORFOLOGÍA

Carvalho et al. (2009a), argumentan que la estructura de la pastura es una causa y efecto concomitante en el proceso de pastoreo, ya que el animal al pastar, también está dando una nueva forma a la estructura espacial de la pastura, lo cual crea nuevas condiciones de pastoreo, que influirán en las actividades de búsqueda y consumo de forraje de dicho animal.

Si bien el animal es capaz de modificar su comportamiento ingestivo frente a condiciones desfavorables de la pastura, debemos esforzarnos por lograr ofrecerle estructuras que aumenten el consumo por unidad de tiempo (tasa de consumo). La tasa de consumo a corto plazo está directamente relacionada con la estructura de la pastura, donde en pasturas bajas, el área del bocado se reduce debido a que se está consumiendo en un estrato de la pastura donde la proporción de tallos es elevada; por lo tanto, se logra un peso de bocado menor, consecuencia de un área de bocado menor y una profundidad de mordida absoluta, reducida (Amaral et al., 2012).

La morfología de las plantas forrajeras, se considera un factor determinante del consumo animal en pastoreo, e incluso, en cierta medida, independiente de la altura o digestibilidad del forraje disponible en pie, consumido o desaparecido (Wade y Angusdei, 2001).

2.2.1 Altura

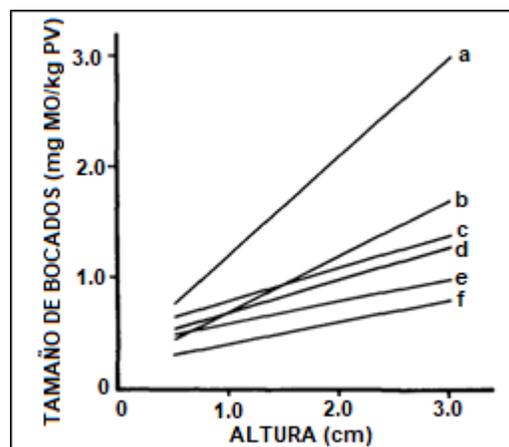
Estudios realizados en Brasil, donde se evaluó la estructura de una pastura de *Lolium multiflorum*, a través de la altura del forraje pre y post pastoreo, demostraron que hay una relación entre la altura de la misma y la ingesta animal a corto plazo. Los tratamientos consistieron en la combinación de dos alturas pre pastoreo (25 y 15 cm), y dos alturas post pastoreo (10 y 5 cm). Los resultados demostraron que la combinación 25-10 cm, pre y post pastoreo respectivamente, fue la que permitió el mayor consumo por parte de los animales en el corto plazo (Amaral et al., 2012).

Existe una alta correlación positiva entre biomasa y altura de lámina extendida en pasturas de raigrás, cosa que se traduce a la performance animal. Igualmente cabe destacar que a medida que dicha altura continuó aumentando, el consumo demostró una caída progresiva (Delaby et al., 2003). Con respecto a esto, se plantea una relación cuadrática, la cual presenta un rango óptimo entre altura (o biomasa) y consumo animal. Por lo tanto, en este trabajo, se dedujo que el consumo de MS (materia seca) no se vería incrementado a partir de biomasa de 4 y 5,5 t MS ha⁻¹, pero si se observaron disminuciones en el consumo, cuando

ofrecemos biomasa menor a 3,5 t MS ha⁻¹ de raigrás perenne (Hodgson y Wilkinson, 1968).

Cuando hablamos de pasturas en estado vegetativo, se observa que la altura de la lámina es el factor de mayor influencia sobre el tamaño de bocado, el cual aumenta linealmente a medida que aumenta dicha altura (Alden y Whittaker 1970, Hodgson 1981, Penning 1986, Forbes 1988, Hodgson 1990, Astigarraga y Peyraud 1995). A continuación, se muestra de forma gráfica lo antes mencionado (figura 1).

Figura 1. Relación entre altura de la pastura y tamaño de bocado.



a) Corderos; b) terneros; c) ovejas; d) terneros; e) vacas; f) vaquillonas

Fuente: Forbes (1988)

2.2.2 Biomasa

Numerosos trabajos indican que el consumo de forraje de animales en pastoreo, está estrechamente relacionado con la biomasa, incluso cuando se trata de asignaciones de forraje similares (Peyraud et al. 1996, Delagarde et al. 2000, Parga et al. 2000, Pérez Prieto et al. 2012).

La biomasa es la acumulación de forraje por unidad de superficie, a ras del suelo, en un momento dado, y se expresa como kg MS ha⁻¹ (Parga et al., 2006).

Vacas que pastorearon a menor biomasa alargaron el tiempo de pastoreo, e incluso no alcanzaron a igualar el consumo de aquellos animales que lo hicieron a una mayor biomasa. Estos datos fueron obtenidos tomando en cuenta misma

asignación de forraje ($\text{kg MS a}^{-1} \text{d}^{-1}$) medida al ras del suelo (Delagarde et al. 2000, Pérez Prieto et al. 2012).

Tal como mencionan Peyraud et al. (1996), se asume que, a similares asignaciones de forraje y calidad de ese forraje, biomásas mayores, determinan consumos mayores, consecuencia de que los animales acceden a una mayor proporción de forraje cosechable antes de alcanzar horizontes más profundos de la pastura.

No está claro porque, a biomásas muy altas (igual calidad), el consumo disminuye, pero se asocia con que la cantidad de forraje cosechado es demasiado grande, entonces eso, provoca que el animal deba realizar muchos movimientos mandibulares para armar el bocado y luego tragarlo, por lo tanto, demora más tiempo y se refleja en una reducción de la frecuencia de bocados (Astigarraga y Peyraud 1995, Stakelum y Dillon 2004). Estos mismos reportes, en relación a la reducción de la frecuencia de bocado frente a biomásas mayores fue reportado por Hodgson (1985), Penning et al. (1994).

2.3 CALIDAD

Trabajos donde se reportan biomásas tan altas, puede verse confundido el efecto positivo de la mayor disponibilidad de forraje, consecuencia de la pérdida de calidad de la pastura, lo que repercute negativamente en el consumo y por ende en la performance animal (Hodgson y Wilkinson, 1968).

Está comprobado que a medida que se acumula biomasa en una pastura, la calidad de ésta decrece, sobre todo en lo que hace a la proteína (Wade y Angusdei, 2002).

Con respecto a la estratificación vertical que se da cuando ponemos animales a pastorear en forma rotativa, se puede deducir que, al aumentar la profundidad de defoliación, aumenta la proporción de vaina y disminuye la de lámina, lo cual, además de provocar dificultad a la prehensión y aumentar la energía requerida para cosecha, también provoca una importante caída de la calidad del forraje ingerido, que se traduce en disminuciones en la producción (Wade y Carvalho, 2000).

2.4 COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DE ANIMALES CON ALTA PRODUCCIÓN

A diferencia del pastoreo continuo, donde los animales centran su actividad en un estrato único, cuando éstos pastorean bajo pastoreo rotativo, realizan la defoliación de la pastura en estratos desde arriba hacia abajo (Wade y Carvalho, 2000).

Se estudió que los animales ajustan el área de bocado según la fuerza requerida para la aprehensión y corte del bocado, por lo que al ingresar a los estratos inferiores de la pastura es notoria la disminución en el tamaño de bocado, lo cual, está directamente relacionado con el peso de bocado, principal factor regulador del consumo (Hodgson 1985, Laca et al. 1993).

En condiciones de escasa altura de la pastura, o, dicho de otra manera, poca disponibilidad de forraje, donde la frecuencia de bocado disminuye, los animales adoptan estrategias para compensar el consumo, es aquí donde se hace referencia al aumento del tiempo de pastoreo, pudiendo llegar hasta los 600 min d⁻¹ en vacas lecheras (Pérez Prieto et al., 2012).

Se estudió que la mayor parte del gasto energético que realizan los animales en pastoreo es por la actividad de caminata y pastoreo, y en menor medida en rumia y descanso, por lo tanto, se puede concluir que los animales en pastoreo gastan más energía que aquellos confinados. A su vez también se dice que dicho gasto energético es mayor en animales que pastorean pasturas con baja disponibilidad de forraje, ya que el tiempo de pastoreo aumenta como forma de compensar la disminución en el peso de bocado (Pérez Prieto et al. 2012, Dohme Meier et al. 2014).

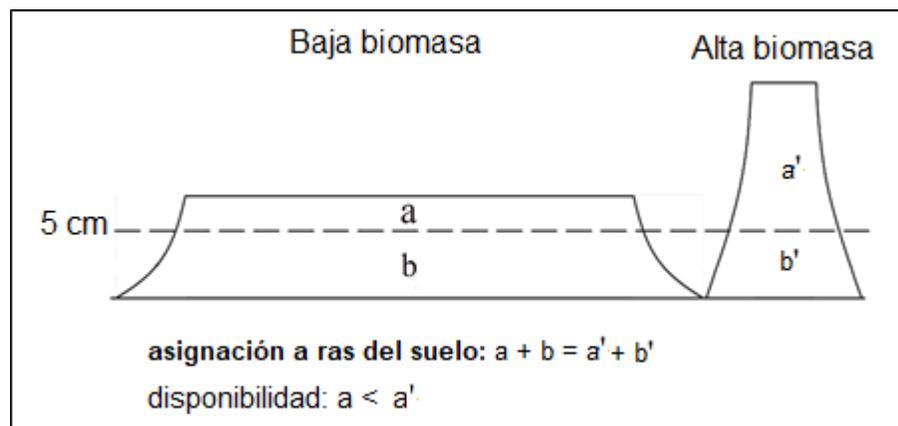
2.5 MÉTODOS DE ASIGNACIÓN DE FORRAJE

La asignación de forraje diaria ($\text{kg MS a}^{-1} \text{d}^{-1}$) es el producto entre la biomasa y el área ofrecida. A su vez, es considerado el principal factor de manejo del pastoreo, responsable de determinar la utilización del forraje por unidad de área (la cual se define como la proporción de forraje removido, en relación al disponible), así como también del consumo individual, y, por lo tanto, la performance diaria del animal (Peyraud et al. 1996, Pérez Prieto et al. 2012).

Es de fundamental importancia tener muy en cuenta, la altura del pasto a la cual se determina la asignación de forraje, ya que existen diferencias importantes en cuanto a la biomasa disponible para el animal, según dicha asignación sea calculada a ras del suelo o a ciertos centímetros de altura, debido a que la densidad de la pastura aumenta hacia los estratos más profundos (Delagarde et al. 2000, Pérez Prieto et al. 2012). Generalmente suele compensarse una menor disponibilidad de forraje, con el aumento del área disponible por animal, pero dicha compensación no toma en cuenta el forraje que queda por debajo del horizonte de pastoreo del vacuno, el cual aumenta a medida que disminuye la biomasa por unidad de superficie (Pérez Prieto y Delagarde, 2013).

A continuación, en la figura 2, se ejemplifica lo antes mencionado, con respecto a la biomasa disponible, en función de la altura a la cual se calculó la asignación de forraje.

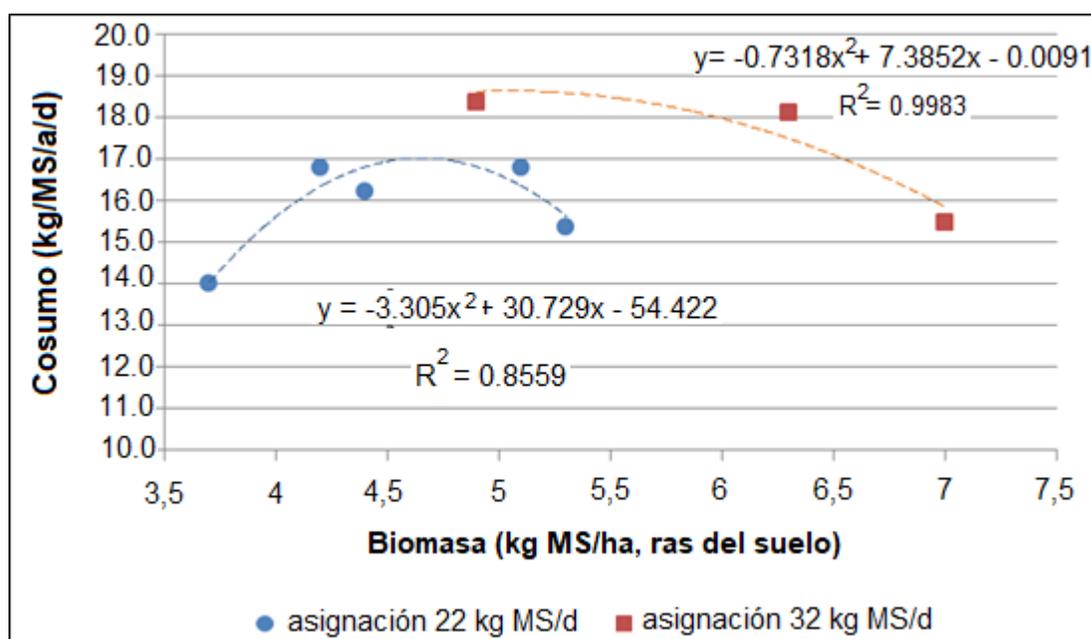
Figura 2. Relación entre la asignación de forraje expresada a ras del suelo y biomasa disponible, como indicador de la accesibilidad al forraje por el vacuno.



Fuente: adaptado de Pérez Prieto et al. (2012)

Estudios acerca del consumo de vacas lecheras en pasturas de raigrás perenne, con la misma asignación de forraje (kg MS/a/d), calculada a ras del suelo, pero con diferente biomasa, arrojaron una relación curvilínea entre consumo y biomasa a medida que ésta aumentaba. Se encontró que el consumo disminuyó en las pasturas con menor biomasa (asociado a una menor altura del forraje), pero además se observaron incrementos decrecientes en el consumo, a medida que aumentaba la biomasa (Peyraud et al., 1996).

Figura 3. Efecto de la biomasa disponible sobre el consumo de vacas lecheras pastoreando a misma asignación de forraje.



Fuente: adaptado de Peyraud et al. (1996)

No obstante, Le Du et al. (1979), Combellas y Hodgson (1979) o más recientemente Roca Fernández et al. (2011), Pérez Pietro et al. (2012) también constataron disminuciones en el consumo, como consecuencia de la disminución en las biomásas disponibles, para vacas lecheras bajo pastoreo rotativo.

Por ello, este estudio apunta a evaluar el efecto sobre el consumo y sobre el comportamiento en pastoreo de vacas lecheras a misma asignación de forraje a diferente biomasa.

2.6 HIPÓTESIS

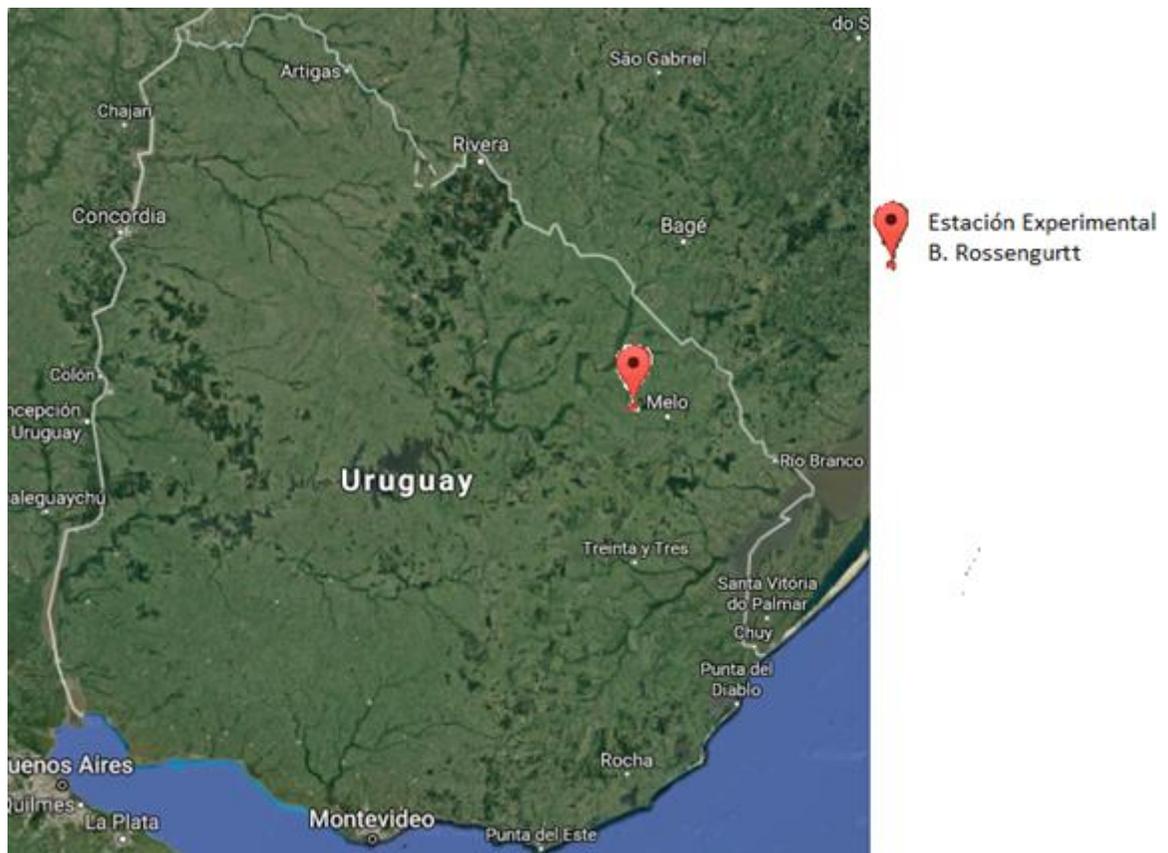
A misma asignación de forraje por animal, una baja disponibilidad de biomasa pre pastoreo, estará asociada a una disminución en el consumo y, por lo tanto, a una disminución de la producción de sólidos en vacas Holstein (kg LCGP d⁻¹).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El trabajo práctico fue realizado en la Estación Experimental Bernardo Rossengurtt (EEBR), perteneciente a la UdelaR. Facultad de Agronomía, localizada en el departamento de Cerro Largo, al este del territorio nacional, sobre la ruta 26, km 408 ($32^{\circ}22'S$, $54^{\circ}26'W$).

Figura 4. Macro localización geográfica del predio experimental.



El período experimental fue en el mes de noviembre de 2015.

3.2 CARACTERÍSTICAS AGRO-CLIMÁTICAS

3.2.1 Suelos

El área específica en la cual se realizó el ensayo, se encuentra sobre la unidad de suelos Fraile Muerto (escala 1:100000), la cual presenta como suelos dominantes a los Brunosoles Éútricos Típicos, y como asociados, a los Brunosoles Subéútricos Típicos. Dicha área corresponde al grupo de suelos 13.32, caracterizados por tener un relieve de lomadas fuertes, con pendientes de 4-5%. Son suelos profundos, de coloración gris muy oscuro, textura arcillo limosa, bien drenados y de fertilidad alta.

3.2.2 Precipitaciones y temperatura

Los datos de precipitaciones y temperatura fueron tomados del Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET), para la zona de Melo. Se presentan los valores promedio para dichas variables climáticas entre 2004-2014, 2015, y los valores obtenidos durante los periodos experimentales.

Cuadro 1. Variables climáticas promedio y ocurridas en ambos periodos experimentales

| Año | Tmáx. | Tmín. | Tmed. | PPacum |
|------------|-------|-------|-------|--------|
| 2004 -2014 | 27 | 14 | 20 | 77 |
| 2015 | 24 | 14 | 19 | 103 |
| P1 * | 22 | 15 | 18 | 29 |
| P2 ** | 25 | 15 | 20 | 50 |

* desde 26/10/2015 a 3/11/2015; ** desde 4/11/2015 a 13/11/2015

Fuente: INUMET (2015)

Con respecto a la temperatura, se observa que la Tmed. durante el mes en el cual se realizó el experimento, fue menor al promedio de los 10 años anteriores, posiblemente asociado a una menor Tmáx. para dicho período, la cual se ubicó 3°C por debajo. Durante la duración de P1 (período 1), la Tmáx. fue aún menor al promedio del mes (2 °C por debajo del promedio), mientras que durante el desarrollo de P2 (período 2), la Tmáx. fue mayor al promedio del mes (1 °C por

encima del promedio). En cuanto a las precipitaciones acumuladas, para noviembre 2015, éstas fueron mayores al promedio de los 10 años anteriores (30% superiores): durante el P1 llovieron 29 mm, mientras que durante el P2 llovieron 50 mm (cuadro 1).

3.3 TRATAMIENTOS

Los tratamientos consistieron en dos biomásas pre pastoreo contrastantes (altura alta: ALTA, altura baja: BAJA).

Se utilizó un diseño experimental de cuadrado latino replicado 2*2, con 8 vacas Holstein (4 animales por tratamiento), multíparas, en lactancia media, pertenecientes al rodeo del tambo de la Estación Experimental Bernardo Rossengurtt, y dos períodos experimentales de 12 días cada uno (7 días de acostumbamiento y 5 días de mediciones cada uno). La asignación de los animales a los tratamientos se realizó en función de 3 variables: producción de leche (21.1 ± 0.5 L/d), días de lactancia (190 ± 12.4 días) y peso vivo (536.8 ± 12.9 kg). El pastoreo fue realizado en franjas diarias, con una asignación de $30 \text{ kg MS a}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (por encima de 5 cm), la superficie de cada franja se calculó en función del forraje disponible y la asignación diaria establecida. Luego de cada ordeño los animales ingresaron a una nueva franja.

3.4 ANIMALES

3.4.1 Peso vivo

El peso de los animales fue cuantificado individualmente al inicio y al final de cada período experimental.

3.4.2 Consumo

Para la estimación del consumo de MS diario se utilizó cromo (Cr_2O_3), como marcador externo, para la identificación de la producción de heces y nitrógeno fecal. Como indicador interno se calculó la fracción Fibra Detergente Ácido indigestible (FDAi), para determinar la digestibilidad de la MO (materia orgánica) de la pastura consumida. La ecuación utilizada para los cálculos fue ajustada por el modelo de Comeron y Peyraud (1993):

$$(1) \text{ DMO} = 0.791 + 0.0334\text{Nf} - 0.0038\text{FDAf} (\text{R}^2 = 0.89)$$

donde: DMO es la digestibilidad de la MO (g kg MO^{-1}), Nf es la concentración de nitrógeno de la MO fecal (g kg MO^{-1}) y FDAf es la concentración de fibra detergente ácido en la MO fecal (g kg MO^{-1}).

El cromo (Cr_2O_3), se suministró a través de un concentrado en base a afrechillo de arroz y melaza, el cual se ofreció dos veces por día (al momento de cada ordeño), a razón de 200 gr/animal/vez, para de esta forma asegurarnos que los animales ingirieran 20g/animal/día de cromo. La suplementación con dicho compuesto (Cr_2O_3), comenzó desde el día 1 del experimento, para de esta manera lograr un acostumbamiento a nivel ruminal, previo al comienzo de las mediciones. La colecta de heces se realizó dos veces al día en cada animal (luego de cada ordeño), desde el día 7 al 11 y desde el día 15 al 19 del experimento, para el período 1 y 2 respectivamente. Cada una de las colectas de heces fue correctamente identificada con la fecha, tratamiento (ALTA/BAJA), número de caravana, período experimental (P1/P2); para luego ser secadas en estufa a 60 °C durante 96 horas, con el objetivo de determinar concentración de MS, Cr_2O_3 y composición química.

3.4.3 Comportamiento en pastoreo

En esta instancia se midió el tiempo de pastoreo y la frecuencia de bocados de cada animal, los días 10 y 18 del período experimental. El horario de medición fue entre ordeños (9 a 18 horas), en ambos días, de acuerdo al método presentado en Astigarraga et al. (2002). Se observaron individualmente los animales en la parcela, registrando cada 5 min su comportamiento y contando (durante un minuto, controlado mediante temporizador) el número de bocados y/o golpes de rumia. Cabe destacar que también se registró cuando los animales estaban descansando (echados, sin rumiar).

3.4.4 Producción individual y composición de la leche

La producción de leche fue cuantificada dos veces por día, tomándose registro en cada ordeño, de mañana (7 a 7:30 horas) y de tarde (18:30 a 19 horas). En cuanto a la composición de sólidos, se midió contenido de grasa y proteína de la leche, tomándose medidas en cuatro días por período (días 7 al 10 y 15 al 18 para P1 y P2, respectivamente).

3.5 PASTURA

3.5.1 Disponibilidad y atura

La estimación de disponibilidad de forraje pre pastoreo se realizó en cada tratamiento; los días 1 y 3 para el período 1, así como los días 9 y 11 para el período 2 del experimento. Dicha estimación se llevó a cabo mediante el corte de tres bandas (10 m X 0,5 m) al azar, a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo.

Para dicho corte se utilizó una cortadora de pasto, marca Honda (modelo HRC 216, Japón). Posteriormente se tiraron, al azar, dos cuadros (0.3 m X 0.3 m) dentro de cada banda, y se cortó el forraje ubicado dentro de los mismos, con el objetivo de determinar el forraje remanente a ras del suelo. Las muestras de forraje obtenidas fueron pesadas en fresco, y luego una sub muestra de aproximadamente unos 500 g se secó en estufa, a 60°C durante 48 horas, con el fin de realizar la determinación de materia seca y composición química del forraje ofrecido. También se realizaron 50 mediciones de altura de la pastura (lamina extendida o folíolo) al azar, dentro de la parcela, con regla graduada (precisión ± 1 mm), cubriendo toda la superficie de la franja asignada a cada tratamiento, diariamente. Post pastoreo se realizó el mismo procedimiento antes mencionado, con el fin de estimar el forraje remanente, en este caso las mediciones se llevaron a cabo los días 9 y 11, 17 y 19 para los períodos 1 y 2 respectivamente. La disponibilidad total de forraje, a ras del suelo se calculó como la suma de las medidas tomadas por encima y por debajo de la altura de corte de la maquina cortadora (5 cm). La utilización de dicho forraje se estimó como la diferencia entre la biomasa pre pastoreo y post pastoreo, siendo expresada en términos de porcentaje de la biomasa pre pastoreo. La profundidad media de defoliación se cuantificó como la diferencia entre el promedio de altura de la pastura, antes y después del pastoreo.

3.5.2 Composición botánica y morfológica

Para la determinación de la composición botánica y morfológica de la pastura, pre y post pastoreo, se generó una muestra compuesta, formada por 3 sub muestras de aproximadamente 100 tallos cada una (cortadas a ras de suelo), en el borde de cada una de las bandas de corte (10 m X 0.5 m). Dichas muestras se acondicionaron en bolsas plásticas, y almacenaron congeladas a -20 °C, para posteriormente ser analizadas. En el laboratorio se tomó una sub muestra de cada muestra compuesta, y se clasificó botánicamente en gramíneas, leguminosas y malezas. Posteriormente cada una de estas sub muestras se cortó en estratos de 5 cm, y se clasificó morfológicamente en hojas/tallos (leguminosas) o vainas/láminas (gramíneas) e inflorescencias, malezas y restos secos. Cada fracción fue pesada en fresco y luego de secada en estufa a 60 °C, durante 48 horas se pesó nuevamente para determinar el contenido de materia seca de las mismas.

3.6 ANÁLISIS QUÍMICOS

Se realizaron análisis para determinar la composición química de heces y pastura, éstos fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la UdelaR. Facultad de Agronomía. El contenido de materia seca analítica de ambos tipos de muestras, se determinó mediante secado a 105 °C durante 24 horas, luego se molieron dichas muestras, utilizando un tamiz de malla de 1mm. El contenido de cenizas (C) se determinó utilizando un horno de Mufla, a 600 °C durante 3 horas y la proteína cruda (PC) por el método Kjeldahl, según AOAC (1990). El contenido de fibra detergente neutro (aFDNmo) se determinó sin sulfito de sodio y con amilasa estable al calor. La fibra detergente ácido (FDAmo) y lignina detergente ácido (Ligas) fueron determinadas con tecnología Ankom (Fiber analyzer 200, Ankom Technology Corporation, Fairport, N.Y.) de forma secuencial (corregido por cenizas) por el método de Van Soest et al. (1991). Para la determinación de energía bruta se utilizó una bomba calorimétrica adiabática (Gallenkamp Autobomb; Loughborough, Leics, Reino Unido).

Los contenidos de grasa, proteína y lactosa de las muestras de leche se analizaron en el laboratorio de COLAVECO (Nueva Helvecia, Colonia, Uruguay) mediante espectroscopia infrarroja, usando Bentley 2000 (Bentley Inc. EE.UU.).

La concentración de cromo en heces fue determinada por espectrometría de absorción atómica (Perkin-Elmer 2380, Norwalk, Connecticut, USA) usando una llama de acetileno según los procedimientos descritos por William et al. (1962) en el laboratorio de fertilidad de suelos de la UdelaR. Facultad de Agronomía. También se determinó el cromo contenido en la ración ofrecida a las vacas, para verificar la cantidad suministrada.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todas las mediciones realizadas fueron analizadas de acuerdo al diseño de cuadrado latino replicado 2x2, mediante ANAVA.

3.7.1 Mediciones en los animales

Las mediciones realizadas en los animales se analizaron mediante el PROC MIXED del paquete estadístico SAS, en su versión 2001.

Para consumo diario, se utilizó el siguiente modelo:

$$(2) Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + A_k + T_i \times P_j + \varepsilon_{ijk}$$

donde: Y_{ijk} es la variable bajo consideración; μ es el efecto de la media general; T_i es el efecto del tratamiento; P_j es el efecto del período, $T_i \times P_j$ es el efecto de la interacción entre tratamiento y período, analizados como efectos fijos; A_k es el efecto animal, analizado como efecto aleatorio, y ε_{ijk} es el término del error experimental.

Para comportamiento en pastoreo, se consideraron las interacciones entre tratamiento y período en el modelo:

$$(3) Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + A_k + T_i \times P_j + \varepsilon_{ijk}$$

donde: Y_{ijk} es la variable bajo consideración; μ es el efecto de la media general; T_i es el efecto del tratamiento; P_j es el efecto del período, $T_i \times P_j$ es el efecto de la interacción entre tratamiento y período, todos analizados como efectos fijos, A_k es el efecto animal, analizado como efecto aleatorio, y ε_{ijk} es el término del error experimental.

Las mediciones de producción y composición de leche se analizaron como medidas repetidas en el tiempo, según un modelo autorregresivo de orden 1 (Little et al., 2000), habiéndose considerado la producción individual del primer día de cada período como covariable para dicho análisis. El modelo utilizado fue:

$$(4) Y_{ijklm} = \mu + T_i + D_j + P_k + A_l + \beta m + \varepsilon_{ijk}$$

donde: Y_{ijklm} es la variable bajo consideración; μ es el efecto de la media general. T_i es el efecto del tratamiento; D_j es el efecto del tiempo y P_k es el efecto del período, todos analizados como efectos fijos; A_l es el efecto animal, analizado como efecto aleatorio; βm es la covariable para producción de leche y ε_{ijk} es el término del error experimental.

3.7.2 Mediciones en las pasturas

Las mediciones realizadas en las pasturas se analizaron utilizando el PROC GLM del paquete estadístico SAS (versión 2001), de acuerdo al siguiente modelo:

$$(5) Y_{ij} = \mu + T_i + P_j + T_i \times P_j + \epsilon_{ij}$$

donde: Y_{ij} es la variable bajo consideración; μ es el efecto de la media general; T_i es el efecto del tratamiento; P_j es el efecto del período, $T_j \times P_j$ es el efecto de la interacción entre tratamiento y período ambos considerados como efectos fijos, y ϵ_{ij} es el término del error experimental.

Para la comparación de la composición química de la pastura se consideró además el efecto del tipo de pastura (ofrecida o defoliada):

$$(6) Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + S_k + \epsilon_{ij}$$

donde: Y_{ijk} es la variable bajo consideración; μ es el efecto de la media general; T_i es el efecto del tratamiento; P_j es el efecto del período y S_k es el tipo de pastura (ofrecida o defoliada), todos considerados como efectos fijos, ϵ_{ij} es el término del error experimental. El test de comparación de medias utilizado para las ecuaciones 5 y 6 fue el de la Diferencia Mínima Significativa (DMS).

Para todos los análisis, tanto en los animales como en la pastura, se chequearon las interacciones entre tratamiento y período, y de ellos con las demás variables (cuando corresponde) pero no fueron incluidas en el modelo final cuando no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, tal como se recomienda en Lorenzen y Anderson (1993).

4. RESULTADOS

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA

4.1.1 Biomasa pre pastoreo

De las características estudiadas en la pastura ofrecida a los animales, se observaron diferencias significativas únicamente en, la biomasa disponible por encima de 5 cm, donde en ALTA fue mayor que en BAJA (+ 412 kg MS ha⁻¹; P = 0,0500), y la altura pre pastoreo, siendo también mayor en ALTA respecto a BAJA (+ 11 cm; P = 0,0374). Respecto a lo que hace a composición química (por encima de 5 cm), proporción de gramíneas (89 % en promedio) y composición morfológica expresada como proporción de lámina (60 % en promedio), no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro (cuadro 2).

Cuadro 2. Caracterización de la pastura ofrecida según biomasa disponible

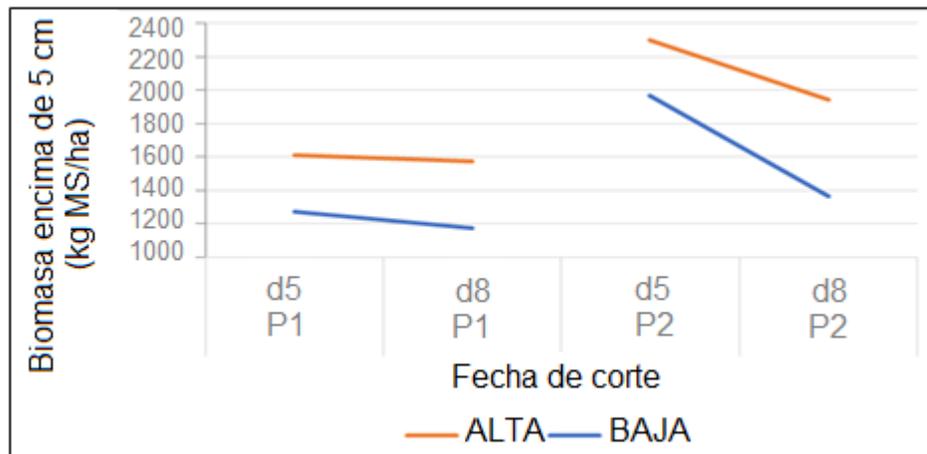
| | Biomasa | | EEM | P |
|---|---------|------|-------|--------|
| | ALTA | BAJA | | |
| Biomasa encima 5 cm (kg MS ha ⁻¹) | 1859 | 1447 | 160,1 | 0,0500 |
| Biomasa por debajo de 5 cm (kg MS ha ⁻¹) | 1912 | 1837 | 309,5 | 0,8707 |
| Altura (cm) ^a | 48 | 37 | 3,9 | 0,0374 |
| Relación gramínea: leguminosa ^b | 86 | 91 | 2,5 | 0,1119 |
| Proporción de lámina (%) ^{cd} | 63 | 57 | 7,9 | 0,4662 |
| Composición química (g kg MS ⁻¹) ^d | | | | |
| MS (g kg ⁻¹) | 272 | 279 | 10,5 | 0,6051 |
| MO | 909 | 905 | 5,2 | 0,5524 |
| PC | 137 | 142 | 2,4 | 0,2635 |
| AFDNmo | 588 | 566 | 9,8 | 0,2661 |
| FDAmo | 321 | 294 | 11,3 | 0,2507 |
| Lignina (as) | 84 | 57 | 3,3 | 0,0773 |
| EB (MJ kg MS ⁻¹) | 16,7 | 16,2 | 0,85 | 0,6344 |

^a medida como lámina extendida; ^b expresada como porcentaje de gramínea; ^c encima de 5 cm; ^d cómo % de MS total de gramínea

Cuando vemos los datos de biomazas pre pastoreo por encima de 5 cm, y los comparamos entre períodos de medición (P1, respecto a P2), observamos diferencias estadísticamente significativas (P1 1410kg MS ha⁻¹ y P2 1897 kg MS

ha⁻¹ en promedio), asociadas a las condiciones de precipitaciones y temperatura diferentes entre períodos (figura 5).

Figura 5. Evolución de la biomasa según tratamiento entre el período 1 y el período 2 del experimento.



4.1.2 Forraje desaparecido

La utilización del forraje (38% en promedio), no tuvo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, al igual que la profundidad de defoliación (20 cm en promedio) y la composición química del forraje desaparecido (cuadro 3). Sin embargo, la altura del forraje post pastoreo, si tuvo diferencias significativas entre tratamientos, siendo menor en BAJA (-8 cm; P = 0.0015), de la misma forma la FDAmo, también mostró diferencias estadísticamente significativas cuando se comparó la composición química de la pastura pre pastoreo y post pastoreo, siendo mayor para la primera de éstas (+ 32 g kg MS⁻¹; P = 0,0153).

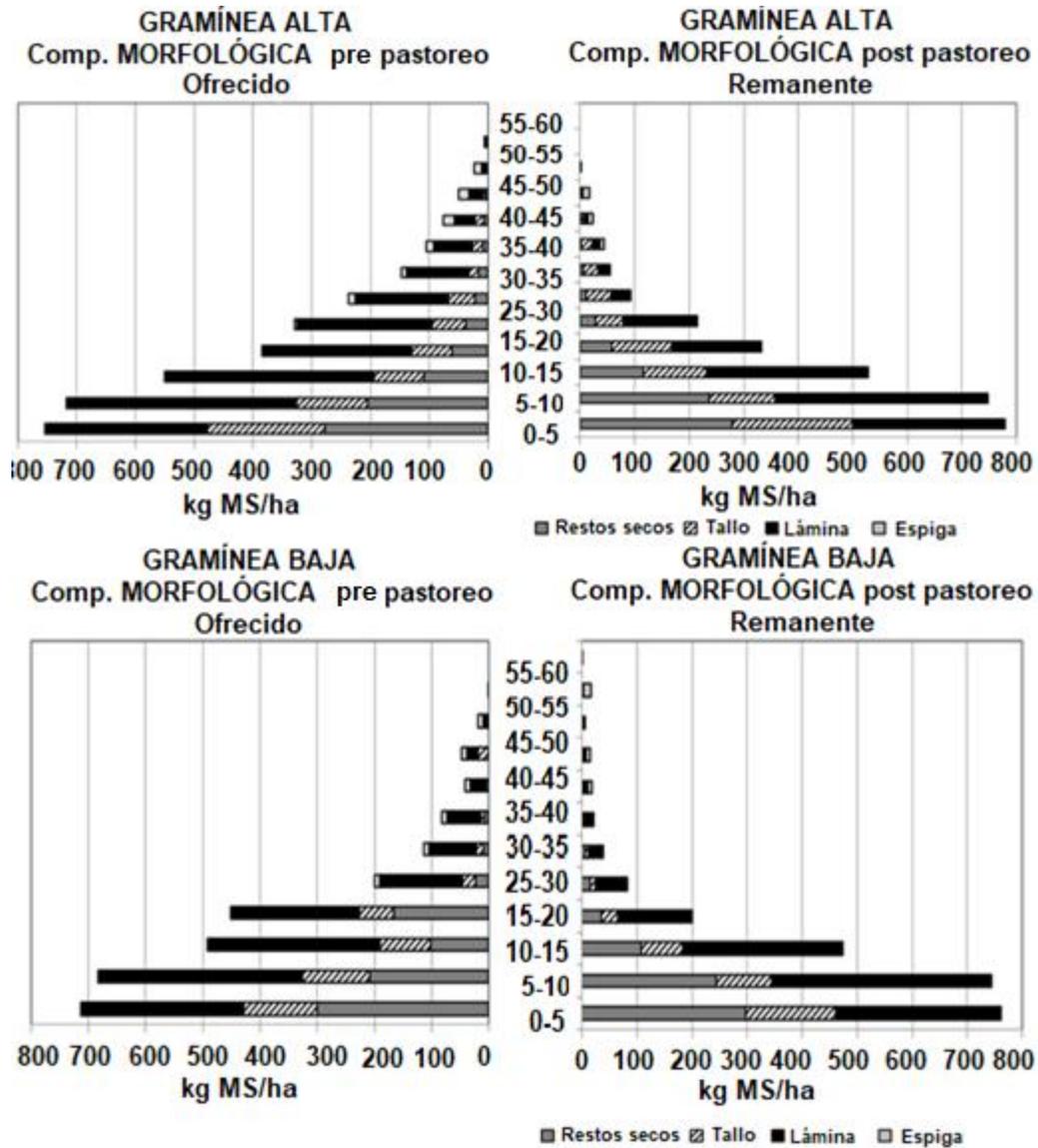
Cuadro 3. Características del forraje desaparecido según biomasa disponible

| | Biomasa | | EEM | P |
|--|---------|------|------|--------|
| | ALTA | BAJA | | |
| Altura post pastoreo (cm) ^a | 27 | 19 | 1,21 | 0,0015 |
| Profundidad defoliación (cm) | 21 | 20 | 3,05 | 0,7764 |
| Utilización del forraje (%) ^b | 39 | 36 | 6,34 | 0,6790 |
| Composición química (g kg MS ⁻¹) | | | | |
| MS (g kg ⁻¹) | 922 | 920 | 1,0 | 0,3919 |
| MO | 903 | 913 | 22,2 | 0,7409 |
| PC | 137 | 147 | 5,4 | 0,3100 |
| AFDNmo | 577 | 599 | 6,0 | 0,1695 |
| FDAmo | 271 | 280 | 0,1 | 0,0335 |
| Lignina (as) | 54 | 66 | 9,4 | 0,4150 |
| EB (MJ kg MS ⁻¹) | 16,6 | 16,1 | 0,80 | 0,6444 |

^a medida como lámina extendida; ^b encima de 5 cm

A continuación, se muestra la estructura (en estratos cada 5 cm) del forraje ofrecido y remanente luego de la defoliación, para la fracción gramínea de dicha pastura (figura 6).

Figura 6. Estructura de la pastura (fracción gramínea) ofrecida y remanente por estrato de 5 cm, según biomasa (ALTA y BAJA).



Con respecto a la distribución vertical de la biomasa de la pastura, estimada a ras del suelo, observamos que, en promedio, el 50% de ésta se encontró en los dos primeros estratos (primeros 10 cm). Se cuantificó que los animales defoliaron los estratos superiores de la pastura, lo cual era de esperarse, ya que dichos estratos poseen una mayor proporción de lámina, lo

que los hace más palatables. A su vez la proporción de lámina en relación al total de MS defoliado, no difirió entre tratamientos, y fue un 60% (P = 0.9038).

4.2 CONSUMO, COMPORTAMIENTO EN PASTOREO Y PRODUCCIÓN

4.2.1 Consumo, digestibilidad y producción de heces

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la digestibilidad de la pastura consumida (740 g kg MO⁻¹, en promedio), ni en la producción de heces excretadas (4,4 kg MO d⁻¹, en promedio), entre ambos períodos experimentales. Por lo tanto, y como era de esperar, no hubo diferencias entre el consumo diario de MO y MS (16,7 kg MO y 18,3 kg MS en promedio). Los resultados se muestran en el siguiente cuadro (cuadro 4).

Cuadro 4. Producción de heces, consumo y la digestibilidad de vacas lecheras en pasturas con diferente biomasa

| | Tratamiento | | EEM | P |
|--|-------------|------|------|--------|
| | ALTA | BAJA | | |
| Heces producidas (kg MO d ⁻¹) | 4,5 | 4,2 | 0,28 | 0,3982 |
| Digestibilidad MO pastura consumida (g kg MO ⁻¹) | 737 | 743 | 5,5 | 0,2811 |
| Consumo MO forraje (kg a ⁻¹ d ⁻¹) | 17,0 | 16,4 | 0,63 | 0,5102 |
| Consumo MS forraje (kg a ⁻¹ d ⁻¹) | 18,6 | 18,0 | 0,69 | 0,5101 |
| Consumo MO digestible (kg a ⁻¹ d ⁻¹) | 12,5 | 12,2 | 0,46 | 0,5836 |

4.2.2 Comportamiento

En cuanto al comportamiento de los animales durante el pastoreo, en lo que hace a lo estadístico, observamos que el tiempo de ingestión fue igual (324 minutos, en promedio), para ambos tratamientos. Por otro lado, tanto la tasa de bocados (+ 8 bocados min^{-1} ; $P = 0,0296$), como el período de descanso (+28 min; $P = 0,0934$) fueron mayor para el tratamiento de BAJA. Sin embargo, el tiempo de rumia fue mayor para el tratamiento de ALTA (+ 35 min; $P = 0,0467$) (cuadro 5).

Cuadro 5. Comportamiento de vacas lecheras en pasturas con diferente biomasa

| | Tratamiento | | EEM | P |
|--|-------------|------|------|--------|
| | ALTA | BAJA | | |
| Ingestión (min) | 320 | 327 | 13,7 | 0,6392 |
| Rumia (min) | 133 | 98 | 15,6 | 0,0467 |
| Descanso (min) | 47 | 75 | 10,6 | 0,0934 |
| Frecuencia de bocados (No. min^{-1}) | 36 | 42 | 2,5 | 0,0296 |

Si hacemos el producto del tiempo de ingestión y la tasa de bocados durante el período, obtenemos que el número de bocados totales en el mismo fue de 11510 y 13734, para los tratamientos de ALTA y BAJA, respectivamente.

4.2.3 Producción y composición de leche

En cuanto a la producción de leche individual entre tratamientos, no se observaron diferencias estadísticamente significativas (21,1 kg d⁻¹; 20,6 kg LCGP d⁻¹). De lo contrario, sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la composición de la leche, donde se vieron mayores contenidos de grasa (+ 1,8 g kg⁻¹; P = 0,0054) y proteína (+ 0,8 g kg⁻¹; P = 0,0060), en el tratamiento de BAJA (cuadro 6).

Cuadro 6. Producción y composición de leche de las vacas pastoreando en pasturas con diferente biomasa

| | Tratamiento | | | P |
|--|-------------|------|------|--------|
| | ALTA | BAJA | EEM | |
| Producción de leche (kg a ⁻¹ d ⁻¹) | 21,3 | 20,9 | 0,48 | 0,3475 |
| Contenido de grasa (g kg ⁻¹) | 38,6 | 40,4 | 0,64 | 0,0054 |
| Contenido de proteína (g kg ⁻¹) | 30,8 | 31,5 | 0,79 | 0,0060 |
| Contenido de lactosa (g kg ⁻¹) | 47,7 | 47,9 | 0,33 | 0,5531 |
| Rendimiento de grasa (g d ⁻¹) | 821 | 839 | 21,5 | 0,3868 |
| Rendimiento proteína (g d ⁻¹) | 656 | 662 | 15,7 | 0,6872 |
| Rendimiento lactosa (g d ⁻¹) | 1019 | 1000 | 23,7 | 0,4174 |
| Leche corregida por grasa y proteína (kg a ⁻¹ d ⁻¹) | 20,6 | 20,7 | 0,47 | 0,7527 |

5. DISCUSIÓN

El efecto de la biomasa se analizó a misma asignación de forraje, calculada por encima de 5 cm del suelo, debido a que dicho factor afecta en forma muy importante el consumo de animales en pastoreo (Pérez Prieto y Delagarde, 2013). La manera de igualar la asignación de forraje, fue modificando el área ofrecida, donde en la pastura con menor biomasa por unidad de superficie (tratamiento BAJA) se aumentó el área de pastoreo, de manera que los animales, tanto de BAJA como de ALTA recibieran la misma cantidad de MS día⁻¹. De forma similar a los valores utilizados por Astigarraga et al. (2002), Dini et al. (2012) las vacas recibieron 30 kg MS día⁻¹ por encima de los 5 cm del suelo, de forma tal, que no se vea restringido el consumo por efecto de la asignación de forraje por animal.

En cuanto a alturas de las pasturas (medida como lámina extendida) fueron similares a las reportadas por Peyraud et al. (1996), Dini et al. (2012), Pérez Prieto et al. (2012), para pasturas de similares características. En cuanto a la biomasa ofrecida por encima de los 5 cm del suelo, difirió significativamente, entre el tratamiento de ALTA y el de BAJA, siendo 400 kg MS ha⁻¹ y 11 cm de altura inferior, en promedio el tratamiento de BAJA.

Las variaciones entre tratamientos, si bien estuvieron dentro de lo esperado, no fueron tan marcadas como se previó, debido a las condiciones climáticas contrastantes entre ambos períodos experimentales. En términos promedio, las precipitaciones durante el mes de noviembre de 2015, registradas en la Estación Meteorológica de Melo, fueron mayores al promedio de la última década (+ 26 mm; + 30%), mientras que las temperaturas medias se encontraron por debajo del promedio de la misma serie de años (+ 1°C). Sin embargo, como se mencionó anteriormente, las condiciones ambientales entre ambos períodos experimentales fueron contrastantes: en P1 las temperaturas fueron menores, respecto al promedio mensual anual, y sobre todo respecto a P2 (fundamentalmente la Tmáciax. alcanzada en P2 fue 3°C mayor que en P1). Por otro lado, las precipitaciones en P1, fueron menores a las registradas durante P2 (- 21 mm) (cuadro 1). Dichas características particulares en las condiciones climáticas, serían las responsables de explicar el crecimiento acelerado de la pastura hacia el P2 del experimento, lo que pudo haber contribuido a disminuir las diferencias esperadas entre ambos tratamientos (figura 5).

Aunque la biomasa entre tratamientos difirió significativamente (1859 vs 1447 kg MS ha⁻¹, P = 0.0500), no hubo efecto en el consumo de forraje por las vacas, y promedió 18.3 kg MS d⁻¹. Esto podría estar explicado por la alta asignación de forraje por vaca, de acuerdo a los presentado por Peyraud et al. (1996), Tharmaraj et al. (2003), Pérez Prieto y Delagarde (2013), los cuales muestran que el consumo se acerca al potencial con asignaciones de 25 a 30 kg

MS a⁻¹ d⁻¹ cuando la calculamos a 5 cm del suelo o de 60 kg MS a⁻¹ d⁻¹ calculada a ras del suelo.

A pesar de haberse obtenido valores de profundidad de defoliación (21 cm, en promedio) y porcentaje de utilización (38 %, en promedio) relativamente bajos, tomando en cuenta el consumo medio de los animales en cuestión, dichos datos concuerdan con lo reportado por Dini et al. (2012). La baja utilización del forraje, en promedio, se atribuye a la dificultad para cuantificar la biomasa remanente post pastoreo (Astigarraga, 1997), debido a la heterogeneidad del tapiz.

Con respecto a la composición morfológica y química, ambas fueron similares entre tratamientos, a pesar de que la biomasa entre ellos, sí fue distinta. Sin embargo, ambos tratamientos fueron diferentes en cuanto a su biomasa, no variando la calidad de la pastura. Los valores de composición química coinciden con los valores reportados para pasturas de similares características en primavera, por parte de otros autores (Orr et al. 2004, Dini et al. 2012, González y Astigarraga 2012). Tomando en cuenta que la pastura estaba dominada por la porción gramínea (89 % MS total era dactilis), es de esperar una buena calidad de la pastura a pesar de estar ya, en una primavera avanzada, debido a que dicha especie florece tarde en la estación (mediados a fines de noviembre en adelante, García, 2003). Con respecto al efecto de la biomasa en relación a su disponibilidad a igual valor nutritivo, se han logrado pocos trabajos (Peyraud et al., 1996). Sí se han reportado variaciones en consumo de MS y producción de leche, pero las pasturas también se han diferenciado en calidad (Stackelum y Dillon 2004, Wims et al. 2010, Muñoz et al. 2016).

Era dable esperar que la composición química del forraje remanente fuese diferente a la composición del forraje ofrecido, debido a que la altura del remanente post pastoreo, resultó sustancialmente mayor (23 cm, en promedio), que la altura de corte de la pastera (5 cm, en promedio). Lo que se hizo para evaluar la calidad del forraje consumido, fue estimar la composición química de esta fracción. En el presente trabajo, se tomó como muestra representativa del forraje desfoliado, una submuestra, compuesta por los estratos (de 5 cm), situados entre la parte superior de los tallos y la altura media del remanente en cada tratamiento. Con dicho análisis se pudo deducir que el forraje consumido o desfoliado se componía principalmente de láminas (64 % MS total en promedio, P = 0.9038) y que la composición química de esta fracción fue muy parecida entre ambos tratamientos, además de que, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la composición química del forraje cortado por encima de 5 cm, a excepción del contenido FDA (cuadro 2). La digestibilidad de la MO de la fracción desfoliada presento valores elevados (74 %), similares a los reportados por González y Astigarraga (2012) para pasturas de dactilis en primavera.

El tiempo de pastoreo fue de 324 min en promedio, y no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, en las 9 horas de observación en cada período de medición. Dicho tiempo, significó el 60 % del tiempo total de observación. Donde sí se registraron diferencias, fue en la tasa de bocados, siendo esta mayor en BAJA, lo cual podría estar indicando una compensación por menor peso de bocado, debido a una menor biomasa en dicho tratamiento. Tal y como mencionan otros autores (Hodgson 1981, Forbes 1988, Gibb et al. 1997), es de esperar que una menor biomasa por unidad de superficie, afecte negativamente el comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo. Del mismo modo Gibb et al. (1997), encontraron que cuando disminuía la altura de la pastura, los animales aumentan el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados, como forma de compensar una disminución en la tasa de consumo, aunque éste podría verse afectado por el tiempo de rumia requerido, que va de la mano con la cantidad y calidad del forraje consumido. Por otra parte, y en concordancia con lo antes mencionado, autores como Tharmaraj et al. (2012), atribuyen la diferencia en la frecuencia de bocados a la necesidad de masticar más cuanto mayor es el peso de bocado en pasturas con mayores alturas del forraje (el peso de cada bocado aumenta con la altura de la pastura al aumentar la profundidad de defoliación en cada bocado), lo cual insuere un mayor tiempo por bocado, por lo que disminuye la cantidad de bocados por unidad de tiempo. En base a lo antes mencionado podemos estimar un tiempo de 1,7 segundos bocados⁻¹ en ALTA, en comparación a 1,4 segundos bocados⁻¹ en BAJA.

6. CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en consumo ni producción de sólidos en leche entre los tratamientos. El hecho de haber calculado las asignaciones de forraje por encima de los 5 cm del suelo puede explicar, al menos en parte, los resultados encontrados, ya que a dicha altura la biomasa se encuentra fácilmente prehensible, por lo cual no afecta el consumo en animales de dichas características.

Se pudo observar que los animales pastoreando el tratamiento de BAJA, mostraron diferencias en el comportamiento en pastoreo, sobre todo en lo que hace a la tasa de bocados, la cual se vio incrementada en dicho caso, debido a que, al consumir una pastura con menor biomasa, debieron compensar un menor peso de bocado con una mayor tasa de bocados. Cabe destacar que dicha adaptación al pastoreo por parte de los animales en el tratamiento de BAJA, no estuvo acompañado por un aumento del tiempo de pastoreo.

En este trabajo no se pudieron presenciar adaptaciones al pastoreo por parte de los animales, ya que se usó una asignación de forraje de 30 kg MS por vaca⁻¹ d⁻¹, calculada por encima de 5 cm. Podría ser posible que los animales en condiciones de menores asignaciones de forraje y calculadas a ras del suelo, expresen adaptaciones del comportamiento en pastoreo para poder alcanzar altos consumos, que sean mediadas por la biomasa y la altura de la pastura.

7. RESUMEN

La eficiencia de producción en sistemas pastoriles, está directamente relacionada con el uso de la pastura, por lo que un correcto manejo de la misma, puede llevarnos a obtener mejores resultados. En Uruguay, donde los sistemas lecheros, tienen como base de la alimentación, a las pasturas sembradas, y como complemento de éstas a los suplementos, ajustar las prácticas de manejo de las pasturas, puede llevar a optimizar la utilización de las mismas, y por lo tanto aumentar la producción de leche por unidad de superficie. En el siguiente trabajo se fijó como objetivo general, cuantificar el efecto de la biomasa sobre la producción individual (LCGP) de vacas Holstein en pastoreo, a una misma asignación de forraje. Los tratamientos consistieron en dos biomásas (BAJA vs. ALTA), de una pastura en base a *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, con una asignación de forraje de 30 kg MS a⁻¹d⁻¹ sobre 5 cm del nivel del suelo. El diseño experimental fue un cuadrado latino replicado 2 x 2, con 8 vacas Holstein, en dos períodos de medición. Se estimó el consumo individual de MS (MSI) mediante la utilización de cromo, y la digestibilidad fue determinada a través de indicadores fecales (N y FDA). Se cuantificaron los factores del consumo en pastoreo, mediante observación entre ordeños (9 h de mediciones por cada período experimental). La producción individual y contenido de sólidos en leche, fueron medidos diariamente durante cada ordeño. Tanto la altura pre pastoreo como biomasa sobre 5 cm fueron diferentes (48 vs. 37 cm, P = 0.0374; 1859 vs. 1447 kg MS ha⁻¹, P = 0.0500, respectivamente). Sin embargo, MSI (18,3 kg d⁻¹; P = 0.5101), tiempo de pastoreo (324 min; P = 0.6392) no difirieron entre tratamientos, por lo que la LCGP también fue similar (20,6 kg d⁻¹, P = 0,7527). En el presente trabajo, debido a las condiciones ambientales contrastantes entre P1 y P2, la biomasa en el tratamiento BAJA, fue mayor a lo buscado, a dicha causa se atribuye que no hubo diferencias en el consumo, y por lo tanto en la producción de sólidos en leche.

Palabras clave: Consumo; Biomasa; Producción de leche; Comportamiento en pastoreo.

8. SUMMARY

The efficiency of production in pastoral systems, is directly related to the use of pasture, so we will get a better result, making a correct management of it. In Uruguay, where dairy systems has as alimentation base, artificial pasture and as a complement of this, supplement, adjusting practices of management of pastures, can derive to optimize the utilization of them, therefore you can also increase the production of milk in surface unit. The aim of this job was to quantify the effect of biomass on the individual production (FPCM) in grazing Holstein cows. The treatments consisted in two biomasses (LOW vs. HIGH), of a pasture in base of *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*, with a forage allocation of 30kg DM above 5cm over the ground level. The experimental design was a Latin Square Replicated 2x2, with eight Holstein cows, in two measurement periods. Daily individual DM intake (DMI) was estimated using chromomic oxide and digestibility was estimated by fecal indexes (N and ADF). The consumption grazing factors, were cuantified by observation, between milking process (9hs of measurements for each experimental period). The individual production and the content of milk solids, were measured daily, during each milking. Both the pre-grazing height and biomass over 5 cm were different (48 vs. 37 cm, $P = 0.0374$; 1859 vs. 1447 kg DM ha⁻¹, $P = 0.0500$, respectively). However, DMI (18,3 kg d⁻¹; $P = 0.5101$), grazing time (324 min; $P = 0.6392$) did not difer among treatments, therefor FPCM was also similar (20,6 kg d⁻¹, $P = 0,7527$). In the current study, due to contrasting environmental conditions between P1 y P2, the biomass in the LOW treatment, was higher than what was expected, to this cause is attributed that there were no differences in intake, and therefore in the production of milk solids.

Keywords: Intake; Biomass; Milk production; Grazing behavior.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Allden, W. G.; McDWhittaker, I. A. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research*. 21(5): 755-766.
2. Amaral, M. F.; Mezzalira, J. C.; Bremm, C.; Da Trindade, J. K.; Gibb, J. M.; Suñe, R. W. M.; Carvalho, P. C. de F. 2012. Sward structure management for a maximum short-term intake rate in annual ryegrass. *Grass and Forage Science*. 68 (2): 271-277.
3. AOAC (Association of Official Analytical Chemists, US). 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th. ed. Virginia, USA. pp. 770-771.
4. Astigarraga, L.; Peyraud, J. L. 1995. Effects of sward structure upon herbage intake by grazing dairy cows. (en línea). *Annales de Zootechnie*. 44: 126. Consultado 22 nov. 2017. Disponible en <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00889290/document>
5. _____. 1997. Técnicas para estimar el consumo de rumiantes en pastoreo. In: Workshop Pastagem Volvida para a Nutrição Animal (7th., 1997, Paraná, Brasil). Proceedings. Maringá, Universidad Estadual de Maringá. pp. 1-23.
6. _____.; Delaby, L.; Peyraud, J. L. 2002. Effect of level of the nitrogen fertilization and the protein supplementation on the herbage intake and the nitrogen balance of grazing dairy cows. (en línea). *Animal Research*. 51 (4): 279-293. Consultado 15 nov. 2017. Disponible en <https://animres.edpsciences.org/articles/animres/abs/2002/04/02/02.html>
7. Carvalho, A. A. A.; Aguiar, C.; Maciel, R. 2009. Podcasts no Ensino Superior em Regime Blended-Learning: um estudo na Universidade do Minho. In: Encontro sobre Podcasts (6^o., 2009, Braga, Portugal). Trabalhos apresentados. Minho, Universidade do Minho. pp.22-38.

8. Combellas, J.; Hodgson, J. 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 1. The effects of variations in herbage mass and daily herbage allowance in a short-term trial. *Grass and Forage Science*. 34: 209-214.
9. Comeron, E.; Peyraud, J. 1993. Prediction of herbage digestibility ingested by dairy cows. *Revista Argentina de Producción Animal*. 13: 23-30.
10. CONAPROLE (Cooperativa Nacional de Productores de Leche, UY). 2006. Costos y criterios para la planificación. Florida. 28 p.
11. Delaby, L.; Peyraud, J. L.; Foucher, N.; Michel, G. 2003. The effect of two contrasting grazing managements and level of concentrate supplementation on the performance of grazing dairy cows. *Animal Research*. 52 (5): 437-460.
12. Delagarde, R.; Peyraud, J. L.; Delaby, L.; Faverdin, P. 2000. Vertical distribution of biomass, chemical composition and pepsin - cellulase digestibility in a perennial ryegrass sward: interaction with month of year, regrowth age and time of day. *Animal Feed Science and Technology*. 84: 49-68.
13. Di Marco, O. N.; Aello, M. S. 2001. Energy expenditure due to forage intake and walking of grazing cattle. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*. 53 (1): 105-110.
14. Dini, Y.; Gere, J.; Briano, C.; Manetti, M.; Juliarena, P.; Picasso, V.; Astigarraga, L. 2012. Methane emission and milk production of dairy cows grazing pastures rich in legumes or rich in grasses in Uruguay. *Animal*. 2 (2): 288-300.
15. Dohme Meier, F.; Kaufmann, L. D.; Görs, S.; Junghans, P.; Metges, C. C.; Van Dorland, H. A.; Bruckmaier, R. M.; Munger, A. 2014. Comparison of energy expenditure, eating pattern and physical activity of grazing and zero-grazing dairy cows at different time points during lactation. *Livestock Science*. 162: 86-96.
16. Forbes, T. D. A. 1988. Researching the Plant-Animal Interface: the investigation of Ingestive Behavior in Grazing Animals. *Journal of Animal Science*. 66: 2369-2379.
17. Galli, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. (en línea). *Revista*

Argentina de Producción Animal 16 (2): 119-142. Consultado 21 dic. 2017. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>

18. García, J. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 19 p. (Serie Técnica no. 133).
19. Gibb, M. J.; Huckle, C. A.; Nuthall, R.; Rook, A. J. 1997. Effect of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein Friesian cows. *Grass and Forage Science*. 52: 309-321.
20. González, P.; Astigarraga, L. 2012. Productividad de vacas lecheras en pasturas de Festuca o de Dactilis. *Agrociencia (Uruguay)*. 16: 160-165.
21. Hodgson, J.; Wilkinson, J. M. 1968. The influence of the quantity of herbage offered and its digestibility on the amount eaten by grazing cattle. (en línea). *Journal of Brazilian Grass Society*. 23: 75-80. Consultado 18 dic. 2017. Disponible en <https://animres.edpsciences.org/articles/animres/abs/1994/03/Ann.Zootech.0003-424X.1994.43.3.ART0059/Ann.Zootech.0003-424X.1994.43.3.ART0059.html>
22. _____. 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass and Forage Science*. 36 (1):49-57.
23. _____.1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society*. 44: 339-346.
24. Laca, E. A.; Distel, R. A.; Griggs, T. C.; Deo, G.; Demment, M. W. 1993. Test of optimal foraging with cattle: the marginal value theorem successfully predicts patch selection and utilisation. In: *International Grassland Congress (17th, 1993, Palmerston North, New Zealand)*. Proceedings. Hamilton, New Zealand Grassland Association. pp. 709-710.
25. Le Du, Y. L. P.; Combellas, J.; Hodgson, J.; Baker, R. D. 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 2. The effects of level of winter feeding and daily herbage allowance. *Grass and Forage Science*. 34: 249-260.
26. Little, R.; Pendergast, J.; Natarajan, R. 2000. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. *Statistics in Medicine*. 19: 1793-1819.
27. Lizarralde, C.; Picasso, V.; Rotz, C. A.; Cadenazzi, M.; Astigarraga, L. 2014a. Practices to reduce milk carbon footprint on grazing dairy

farms in southern Uruguay: case studies. *Sustainable Agriculture Research*. 3 (2): 1-15.

28. _____.; Astigarraga, L. 2014b. Sustentabilidad ambiental de sistemas de producción de leche. (en línea). *In*: Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal (5°. 2014, Montevideo). Ganadería de base pastoril: amenaza u oportunidad para Uruguay país agroexportador. Montevideo, Facultad de Agronomía. s.p. Consultado 14 dic. 2017. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/281287216_Sustentabilidad_ambiental_de_sistemas_de_produccion_de_leche
29. Lorenzen, T.; Anderson, V. 1993. *Design of Experiments: a No-name Approach*. New York, Marcel Dekker. 414 p.
30. Muñoz, C.; Letelier, P. A.; Ungerfel, E. M.; Morales, J. M.; Hub, S.; Pérez-Prieto, L. A. 2016. Effects of pregrazing herbage mass in late spring on enteric methane emissions, dry matter intake, and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 99: 7945-7955.
31. Orr, R. J.; Rutter, S. M.; Yarrow, N. H.; Champion, R. A.; Rook, A. J. 2004. Changes in ingestive behaviour of yearling dairy heifers due to changes in sward state during grazing down of rotationally stocked ryegrass or white clover pastures. *Applied Animal Behaviour Science*. 87: 205-222.
32. Parga, J.; Peyraud, J. L.; Delagarde, R. 2000, Effect of sward structure and herbage allowance on herbage intake by grazing dairy cows. *In*: Rook, A. J.; Penning, P. D. eds. *Grazing management: the principles and practice of grazing for profit and environmental gain in temperate grassland system*. London, British Grassland Society. pp. 61-66 (Occasional Symposium no. 34).
33. Penning, P. D. 1986. Some effects of sward conditions on grazing behaviour and intake by sheep. *In*: Gudmundsson, O. ed. *Grazing Research at Northern Latitudes*. New York, Plenum. pp. 219-226.
34. _____.; Parsons, A. J.; Orr, R. J.; Hooper, G. E. 1994. Intake and behavior response by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. *Grass and Forage Science*. 49: 476-486.
35. Pérez Prieto, L. A.; Peyraud, J. L.; Delagarde, R. 2012a. Does pre-grazing herbage mass really affect herbage intake and milk production of strip-grazing dairy cows? *Grass and Forage Science*. 68: 93-109.

36. _____.; Delagarde, R. 2012b. Meta-analysis of the effect of pregrazing pasture mass on pasture intake, milk production, and grazing behavior of dairy cows strip-grazing temperate grasslands. *Journal of Dairy Science*. 95: 5317-5330.
37. _____.; _____. 2013. Meta-analysis of the effect of pasture allowance on pasture intake, milk production, and grazing behavior of dairy cows grazing temperate grasslands. *Journal of Dairy Science*. 96: 6671–6689.
38. Peyraud, J. L.; Comeron, E. A.; Wade, M.; Lemaire, G. 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Annales de Zootechnie*. 45 : 201-217.
39. Roca-Fernández, A. I.; O'Donovan, M. A.; Curran, J.; González – Rodríguez, A. 2011. Effect of pre-grazing herbage mass and daily herbage allowance on perennial ryegrass swards structure, pasture dry matter intake and milk performance of Holstein-Friesian dairy cows. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 9 (1): 86-99.
40. Stakelum, G.; Dillon, P. 2004. The effect of herbage mass and allowance on herbage intake, diet composition and ingestive behaviour of dairy cows. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 43: 17–30.
41. Tharmaraj, J.; Wales, W. J.; Chapman, D. F.; Egan, A. R. 2003. Defoliation pattern, foraging behaviour and diet selection by lactating dairy cows in response to sward height and herbage allowance of a ryegrass-dominated pasture. *Grass and Forage Science*. 58: 225–238.
42. Van Soest, P.; Roberston, J.; Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74 (5): 3583-3597.
43. Wade, M. H.; Carvalho, P. C. de F. 2000. Defoliation patterns and herbage intake on pastures. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; de Moraes, A.; Nabinger, C.; Carvalho, P. C. de F. eds. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Oxon, CAB International. pp. 233-248.
44. _____.; Agnusdei, M. 2001. Morfología y estructura de las especies forrajeras y su relación con el consumo. (en línea). Tandil, Sitio Argentino de Producción Animal. 7 p. Consultado 11 ene. 2018.

Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/76-morfologia_y_estructura_de_forrajeras.pdf

45. _____. 2002. Factores del crecimiento y del manejo que determinan la estructura de las pasturas. (en línea). Balcarce, Sitio Argentino de Producción Animal. 6 p. Consultado 10 dic. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/60-crecimiento_y_%20manejo.pdf
46. William, C.; David, D.; Lismoa, O. 1962. The determination of chromic oxide in fecal samples by atomic absorption spectrophotometry. *Journal of Agricultural Science*. 59: 381-385.
47. Wims, C. M.; Deighton, M. H.; Lewis, E.; O'Loughlin, B.; Delaby, L.; Boland, T. M.; O'Donovan, M. 2010. Effect of pre-grazing herbage mass on methane production, dry matter intake, and milk production of grazing dairy cows during the mid-season period. *Journal of Dairy Science*. 93 (10): 4976-4985.