

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE PREGRADO**

**EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE FORRAJE PRE-PASTOREO  
SOBRE LA CONDUCTA DE PASTOREO Y PARÁMETROS  
PRODUCTIVOS DE VACAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS**

**ALESSANDRO ENZO SCHENONE CAMPOS**

**SANTIAGO-CHILE  
2014**

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE PREGRADO**

**EFEECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE FORRAJE PRE-PASTOREO  
SOBRE LA CONDUCTA DE PASTOREO Y PARÁMETROS  
PRODUCTIVOS DE VACAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS**

**EFFECT OF PREGRAZING HERBAGE MASS ON GRAZING BEHAVIOUR  
AND PRODUCTIVE PERFORMANCE IN NEW ZEALAND HOLSTEIN  
COWS**

**ALESSANDRO ENZO SCHENONE CAMPOS**

**SANTIAGO-CHILE  
2014**

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE PREGRADO**

**EFFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE FORRAJE PRE-PASTOREO  
SOBRE LA CONDUCTA DE PASTOREO Y PARÁMETROS  
PRODUCTIVOS DE VACAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS**

Memoria para optar al título profesional de:  
Ingeniero Agrónomo

**ALESSANDRO ENZO SCHENONE CAMPOS**

<b>PROFESORES GUÍAS</b>	<b>Calificaciones</b>
Alfredo Olivares E. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,0
Humberto González V. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,5
<b>PROFESORES EVALUADORES</b>	
Héctor Manterola B. Ingeniero Agrónomo, M. S.	7,0
Marcela Medel M. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,5
<b>COLABORADOR</b>	
Luis Piña M. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	

**SANTIAGO-CHILE  
2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a las personas que me acompañaron durante la realización de esta memoria, especialmente:

A la gente que trabaja en la estación experimental de Oromo, por su ayuda en el día a día durante la realización de este ensayo. A las personas que conocí ahí e hicieron la estadía más agradable: Sara, Olga, Arnulfo y Belén.

A mis profesores guías por darme la oportunidad de trabajar con ellos, a Luis Piña por colaborar durante el desarrollo de la memoria. A la profesora Dina Cerda por su orientación mientras trabajaba en el laboratorio y su sentido del humor.

A mis padres Walter y Viviana, y a mis hermanos por su cariño. A mi tía Mónica y su familia por su compañía en la finalización de este proceso. A mi amigo Frano y su manejo del inglés.

A todas las amistades que hice durante mi etapa en la universidad por todos los buenos momentos y risas que compartimos: Alejandra Allendes, Carla Morales, Carla Soto, Luis Rivera, Catalina Pinto, Sara Yanzon, Ignacio Guajardo y Javier Pérez.

**ÍNDICE**

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
Hipótesis.....	6
Objetivos específicos .....	6
MATERIALES Y MÉTODOS .....	7
Lugar del estudio.....	7
Materiales.....	7
Metodología .....	8
Calidad del pastizal .....	10
Conducta de pastoreo .....	10
Consumo .....	11
Análisis estadístico.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	15
Condición climática durante el ensayo .....	15
Características del forraje seleccionado por los animales.....	16
Conducta de pastoreo y comportamiento ingestivo .....	17
Tasa y tamaño de bocado .....	20
Consumo y oferta de forraje.....	21
Parámetros productivos.....	24
Eficiencia de utilización del pastizal.....	25
CONCLUSIONES .....	27
BIBLIOGRAFÍA .....	28

## RESUMEN

Para evaluar el efecto de la disponibilidad de forraje pre-pastoreo sobre la conducta de pastoreo y parámetros productivos de vacas lecheras en la zona sur de Chile, se realizó un ensayo durante la primavera del año 2011, en la Estación Experimental Oromo de la Universidad de Chile, comuna Purranque, Región de los Lagos. Para ello, se contrastaron dos disponibilidades de forraje pre-pastoreo: una media ( $DM = 2.500 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ) y una alta ( $DA = 4.400 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ), con 14 bovinos raza Holstein Neozelandés por tratamiento, bajo un sistema de pastoreo rotativo en franja diaria. Se otorgó una oferta de  $20 \text{ kg MS vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$  y se definió una disponibilidad post-pastoreo de  $1.500 \text{ kg MS ha}^{-1}$ .

La conducta de pastoreo se registró mediante inspección visual de las actividades realizadas durante el día por las vacas, siendo clasificadas como pastoreo, rumia, descanso u otro. Se controló la producción y composición de la leche, peso vivo y condición corporal de los animales. Se midió la tasa de bocado y se estimó el consumo de materia seca. Además, se analizó la composición química del forraje seleccionado por los animales mediante la técnica de hand-clipping.

No se detectaron diferencias en la conducta de los animales, parámetros productivos ni peso vivo y condición corporal. La tasa de bocado en alta disponibilidad ( $40 \text{ bocados min}^{-1}$ ) fue menor que en disponibilidad media ( $60 \text{ bocados min}^{-1}$ ), producto de la diferencia en el tamaño del bocado, obteniendo un bocado menor en DM.

La oferta de forraje utilizada permitió que los animales seleccionaran una dieta de similar calidad en ambos tratamientos. La eficiencia de utilización del pastizal fue menor en DA, debido al proceso de selección realizado por los animales.

Se concluye que las disponibilidades de forraje pre-pastoreo utilizadas en este ensayo, no influyen sobre la conducta de pastoreo y sobre el rendimiento productivo de los animales. Las disponibilidades de forraje pre-pastoreo influyen sobre el comportamiento ingestivo y sobre la eficiencia de utilización del forraje, el cual disminuye en la medida que aumenta la disponibilidad de materia seca.

**Palabras clave:** comportamiento ingestivo, selectividad, sistema de pastoreo, tasa de bocado.

## ABSTRACT

In order to evaluate the effect of pregrazing herbage mass on grazing behavior and productive performance of dairy cows grazing in southern Chile, an experiment was conducted during the spring of 2011 in the Oromo Experimental Station of the University of Chile, located in Purranque, Region de Los Lagos. This experiment was conducted by contrasting two pregrazing herbage mass: a medium herbage mass treatment (MHM = 2500 kg DM ha<sup>-1</sup>) and a high herbage mass treatment (HHM = 4,400 kg DM ha<sup>-1</sup>), fed to a cattle of 14 New Zealand Holstein dairy cows, treated under a rotational strip grazing system on perennial. A pasture allowance of 20 kg DM per-cow per-day and a postgrazing herbage mass of 1,500 kg DM ha<sup>-1</sup> were defined.

Grazing behavior was registered by visual inspection of the activities performed during the day by the dairy cows, being classified as “grazing”, “ruminating”, “resting” and “others”. The production and composition of the milk, live weight and body condition score of the cattle was controlled. Bite rate was registered and consumption of dry matter was estimated. Also, the chemical composition of the herbage selected by the cattle was registered using the Hand-Clipping technique.

There were not any differences regarding animal behavior, productive parameters or body condition. Bite rate in high availability (40 bites min<sup>-1</sup>) was less than in medium availability (60 bites min<sup>-1</sup>), because of the difference of bite size, obtaining a minor bite at MHM.

The pasture allowance used allowed the cattle to select a diet of similar quality on both treatments. The grazing efficiency was lower in HHM, because of the selection process conducted by the animals.

It is concluded that the pregrazing herbage mass used in this study do not influence the grazing behavior and productive performance of the animals. The pregrazing herbage mass influence the feeding behavior and the grazing efficiency, which decreases as increasing the herbage mass.

**Keywords:** Grazing behavior, selectivity, grazing system, bite rate.

## INTRODUCCIÓN

La principal limitante existente en los sistemas de producción en base a pastoreo, es el bajo consumo de materia seca. Esto se debe a que, durante el año, la disponibilidad de materia seca del pastizal no es constante, siendo insuficiente para alcanzar los requerimientos energéticos en vacas lecheras de alta producción, aun cuando los valores de energía del pastizal son generalmente altos (Van Vuuren y Van den Pol-van Dasselaar, 2005). Es por ello que el manejo del pastoreo debe tener como objetivo maximizar la producción y el consumo de forraje de alta calidad a través del año, permitiendo tener una fuente de alimento constante y de bajo costo durante el periodo productivo de las vacas. Por esta razón, cobra importancia controlar el nivel de disponibilidad de forraje pre-pastoreo y lograr altas tasas de utilización del pastizal en la etapa temprana de la temporada de pastoreo (McEvoy *et al.*, 2009; Curran *et al.*, 2010), antes que las especies vegetales presentes en el pastizal alcancen su fase reproductiva. Esta etapa corresponde a un momento crítico en el que se observan pérdidas en la calidad nutritiva del forraje, las cuales se ven aceleradas a mediados de primavera en adelante, cuando ocurre una disminución de la vida útil de las hojas al aumentar las temperaturas (Parga *et al.*, 2007).

El éxito o fracaso de una explotación lechera dependerá, en gran medida, del correcto uso y manejo del pastizal. Así, será fundamental el poder alcanzar un balance y sincronía entre la oferta de forraje que el pastizal otorga y los requerimientos del rebaño, con el fin de aprovechar adecuadamente el crecimiento de la pradera, ajustando los partos para que coincidan con la época de mayor disponibilidad de forraje (González y Magofke, 2004). Para realizar un óptimo manejo del pastizal, se deben tener en cuenta dos factores: la prevención de los daños causados por los animales al suelo y el pastizal; y que la producción de forraje sea controlada en un rango óptimo para alcanzar el mejor balance entre cantidad y calidad. Mediante el correcto manejo del pastoreo se logra entonces, una alimentación satisfactoria del rebaño y que la pastura mantenga una rápida velocidad de crecimiento (Holmes, 2003). Este manejo puede lograrse controlando la frecuencia e intensidad de pastoreo, las que determinan la disponibilidad de forraje al ingreso (pre-pastoreo) y a la salida (residuo) de cada potrero (Parga *et al.*, 2007).

La disponibilidad de forraje ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) se refiere a la cantidad de fitomasa ofrecida a los animales en pastoreo, correspondiente al material vegetal que existe sobre el nivel del suelo, siendo éste el criterio más adecuado para determinar la cantidad de forraje máximo que el pastizal tiene para el consumo del animal. Esta disponibilidad de materia seca se asocia a una determinada altura y a características estructurales de las plantas, muy importantes en condiciones de pastoreo, ya que la altura y densidad influirán en el grado de selectividad realizado por el animal (Anrique *et al.*, 2010). Esta selectividad afecta la conducta de pastoreo realizada por los animales al modificar la calidad del forraje y la dificultad de obtención del mismo, influyendo así en el tamaño del bocado que el animal consume y en el tiempo de pastoreo que le llevará cosechar la materia seca que requiere para suplir sus demandas energéticas (Fulkerson y Donaghy, 2001).



Aunque el tamaño de bocado también es afectado por las características anatómicas del animal (e.g: boca. Rook, 2000), es principalmente determinado por las características del pastizal (Hodgson y Brookes, 1999), tales como la altura (Phillips, 1989; McGilloway *et al.*, 1999) y la densidad, siendo la altura del pastizal la mayor limitante en el tamaño del bocado en praderas templadas, con el principal efecto en la profundidad del bocado más que en la superficie del bocado (Rook, 2000).

McEvoy *et al.* (2010) señalan que, dependiendo de la disponibilidad de forraje presente en la pastura, la proporción de hoja y tallo varía, provocando un cambio en la calidad nutritiva del forraje, con una mayor calidad del forraje cuando el pastizal se encuentra en estado de tercer hoja (Fulkerson y Donaghy, 2001). Esto se debe a que al madurar el pastizal, el contenido general de pared celular y lignina en particular aumentan, provocando una disminución en la digestibilidad (Taweel, 2005). Así, con una menor disponibilidad de forraje pre-pastoreo, aumentaría el contenido de energía metabolizable y disminuiría la fibra que contienen las especies vegetales.

La conducta de pastoreo se define como la cantidad y distribución del tiempo que el animal utiliza en realizar, fundamentalmente, las actividades de pastoreo, rumia y descanso (Phillips, 2002). La distribución de estas actividades durante el día depende de factores ambientales y de la disponibilidad de alimento, por lo que una modificación en la disponibilidad de forraje tendrá como consecuencia una alteración en el tiempo que el animal le asigne a cada actividad, principalmente guiado por la actividad de pastoreo; este cambio provocará, entonces, una modificación en el consumo y gasto de energía que es reflejado principalmente en la producción de leche (Stakelum y Dillon, 2004).

Por lo mencionado anteriormente, es necesario estudiar los efectos de la disponibilidad de forraje sobre la conducta de pastoreo y producción de leche con el fin de poder conocer cuál es la disponibilidad de forraje pre-pastoreo más adecuada para la situación presente en el país. Esto permitiría maximizar los beneficios de los productores al utilizar pastizales como principal fuente de alimento de un rebaño lechero, y así mejoraría su competitividad, sin que se perjudique la condición del pastizal.

### **Hipótesis**

La conducta de pastoreo se modifica al disminuir la disponibilidad de materia seca pre-pastoreo, principalmente, a través del aumento del tiempo de pastoreo.

La producción de leche y contenido de sólidos lácteos aumenta al disminuir la disponibilidad de materia seca pre-pastoreo.

### **Objetivos específicos**

Determinar el efecto de dos disponibilidades de materia seca pre-pastoreo de una pastura, sobre la producción de leche y sólidos lácteos en vacas Holstein Neozelandés.

Evaluar el efecto de dos disponibilidades de materia seca pre-pastoreo de una pastura sobre la conducta de pastoreo (pastoreo, rumia y descanso) en vacas Holstein Neozelandés.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar del estudio

El estudio se realizó en la Estación Experimental Oromo de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en la depresión central de la Región de Los Lagos, provincia de Osorno, comuna de Purranque (40° 53' LS y 73° 06' LO; 114 m.s.n.m).

El clima del sector es templado con influencia mediterránea, con lluvia durante todo el año la cual disminuye en verano, lo que determina tres a cuatro meses sub-húmedos y condiciones de aridez en los años de sequía. La precipitación promedio anual corresponde a 1.329 mm con una distribución estacional, siendo junio el mes más lluvioso. La temperatura promedio oscila entre 2,7 °C en julio (mes más frío) y 22,6 °C en febrero (mes más cálido), presentando una media anual de 11,2 °C (Veloso, 2009).

Los suelos pertenecen a la serie Osorno (OSR), originados de cenizas volcánicas, y se caracterizan por presentar una topografía plana, textura ligera, pH ácido, profundo, con alto contenido de materia orgánica y de buena permeabilidad (CIREN, 2003).

### Materiales

28 vacas adultas Holstein Neozelandés  
Pastura polifítica  
Plato medidor de forraje  
Pintura  
Cronómetro  
Binoculares  
Block de notas  
Lápiz  
Cerco eléctrico  
Estacas  
Romana  
Medidor proporcional individual de leche  
Estufa con aire forzado  
Balanza de precisión  
Bolsas de papel  
Tijeras  
Guantes

## Metodología

El ensayo se efectuó en noviembre de 2011 y tuvo una duración de veintisiete días, considerando una etapa pre-experimental de seis días en donde se organizaron las labores a realizar, se seleccionaron los animales a utilizar en el ensayo y se les acostumbró a las condiciones de los tratamientos y a la presencia del observador. Posteriormente se comenzó con la etapa experimental que duró veintiún días.

Se seleccionaron 28 vacas adultas de raza Holstein Neozelandés bajo los siguientes criterios: peso vivo ( $517 \pm 46,3$  kg), días de lactancia ( $76,4 \pm 32,7$  días), número de partos ( $3,25 \pm 1,04$ ), producción de leche ( $29,2 \pm 4,4$  kg día<sup>-1</sup>), contenido de sólidos lácteos: grasa ( $4,34 \pm 0,58$  %) y proteína ( $3,53 \pm 0,19$  %). Los animales seleccionados se encontraban en óptimas condiciones de salud y sanidad mamaria. Luego, se dividieron en dos grupos de 14 individuos, los cuales fueron balanceados en base a los criterios definidos, para así conformar dos tratamientos con iguales promedios para cada criterio. Ambos grupos se sometieron a un sistema de pastoreo rotativo en franja diario con diferentes disponibilidades de forraje pre-pastoreo. El primero se manejó con una disponibilidad de forraje pre-pastoreo de  $2.500 \pm 200$  kg MS ha<sup>-1</sup> considerado como el tratamiento de disponibilidad media (DM), correspondiente a la disponibilidad pre-pastoreo recomendada para la estación de primavera en esta zona (Parga *et al.*, 2007). El otro tratamiento se consideró como de disponibilidad pre-pastoreo alta (DA), correspondiente a  $4.400 \pm 200$  kg MS ha<sup>-1</sup>. Los animales fueron marcados con un número del 1 al 14 con pintura roja (DM) y verde (DA), para facilitar su reconocimiento al momento de medir la conducta de pastoreo y no afectar su conducta. La oferta diaria de materia seca por animal fue igual para ambos grupos y se estableció en 20 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, equivalente al 3,87% del peso vivo de los animales (NRC, 2001). El acceso al agua de bebida fue *ad-libitum*.

La pastura utilizada correspondió a una pastura perenne polifítica que presentó como especies dominantes a ballica (*Lolium sp.*) 40,5%, pasto del perro (*Bromus sp.*) 17,5% y trébol blanco (*Trifolium repens*) 7,5%.

Semanas antes del inicio del ensayo se realizó un pastoreo previo en los potreros para así obtener las disponibilidades de forraje definidas en cada tratamiento. El potrero que se asignó al tratamiento de alta disponibilidad, fue pastoreado en una fecha anterior que el otro, con el objetivo de conseguir una disponibilidad de forraje mayor al contar con más días de rezago (tiempo transcurrido entre un pastoreo y otro). El tiempo de recuperación de la pastura se estimó dependiendo de la disponibilidad de forraje presente en ese momento y de la tasa de crecimiento de la pastura esperada para ese período, la que según literatura es cercana a los 50 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (Teuber, 2009), procurando así alcanzar la acumulación de materia seca necesaria para cada tratamiento al momento de iniciar la etapa experimental.

Para determinar la superficie de la franja de pastoreo se utilizó la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\text{Oferta} \times \text{N}^\circ \text{ Animales}}{(\text{Disp. Pre pastoreo} - \text{Disp. Post pastoreo})} \times 10.000$$

Donde,

S	: Superficie (m <sup>2</sup> ).
Oferta	: Cantidad de alimento asignada al animal (20 kg MS animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> ).
Nº Animales	: Número de animales en la franja a pastorear (DM: 14 y DA: 14).
Disp. Pre pastoreo	: Disponibilidad de forraje presente en la franja antes de entrar los animales (DM: 2.500 kg MS ha <sup>-1</sup> y DA: 4.400 kg MS ha <sup>-1</sup> ).
Disp. Post pastoreo	: Disponibilidad de forraje presente en la franja después del pastoreo de los animales (1.500 kg MS ha <sup>-1</sup> ).

La disponibilidad post-pastoreo fue establecida en 1.500 kg MS ha<sup>-1</sup> (equivalente a 5 ó 6 cm de altura sin disturbar), debido a que bajo esa altura los bovinos pastorean con dificultad y el proceso de consumo se vería afectado (Parga *et al.*, 2007).

Una vez definido el tamaño de las franjas, se instalaron dos cercos eléctricos, uno frontal y otro trasero, para impedir que los animales retrocedieran a las franjas consumidas anteriormente.

Los animales se ordeñaron dos veces al día, a las 05:00 y 16:30 horas. La franja de pastoreo diaria se asignó después de la ordeña de la mañana y el peso de los animales se controló diariamente, luego de la ordeña de la tarde. Los animales no tuvieron acceso a fuentes de bebida en la sala de ordeña, para disminuir el efecto del consumo de agua sobre la variación de peso de los animales. Además, se realizó un control semanal de la condición corporal de los animales utilizando la escala de 1 a 5 (Edmonson *et al.*, 1989).

Semanalmente, se realizaron tres controles de producción de leche, considerando como producción diaria la sumatoria de los registros de la ordeña de la tarde del día de control con su sucesiva ordeña de la mañana. Para determinar el contenido de sólidos lácteos, se tomó una muestra en la mitad de cada semana, que fue enviada a los laboratorios de Cooprinsem para su análisis mediante espectroscopia de infrarrojos.

### **Calidad del pastizal**

Se realizaron tres muestreos de la pastura al inicio, mitad y final del ensayo, para caracterizar la pastura consumida por los animales en cada período. Para ello, se recolectaron 40 submuestras en cada tratamiento, colectadas en dos días consecutivos al inicio de cada semana (20 submuestras por día), mediante la metodología “hand-clipping” descrita por Le Du y Penning (1985), simulando la selección que realiza el animal en el proceso de pastoreo.

Luego, se elaboró una muestra compuesta para cada período por tratamiento, las cuales fueron posteriormente analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

El contenido de materia seca (MS) se determinó mediante estufa a 105 °C hasta peso constante (Bateman, 1970), la fibra detergente neutro (FDN) por el método de Göering y Van Soest (1970), proteína cruda (PC) por el método de Kjeldhal ( $N \times 6,25$ ) (Bateman, 1970) y la energía bruta (EB) por combustión en presencia de oxígeno usando un calorímetro de bomba balístico. La digestibilidad de los alimentos fue calculada a partir del valor D, mediante el método de digestibilidad *in vitro* con licor ruminal de Tilley y Terry, modificado por Göering y Van Soest (1970); mientras que la energía metabolizable (EM) fue estimada mediante regresión a partir del valor D (Garrido y Mann, 1981).

### **Conducta de pastoreo**

Para las variables de conducta se realizaron observaciones día por medio del tiempo que los animales destinaban a las actividades de pastoreo, rumia, descanso y otros. Estas mediciones se realizaron durante el día, cada 15 minutos en las primeras 4 horas posteriores a cada ordeña y cada 30 minutos en el tiempo restante del día. No hubo mediciones de conducta durante la noche, por lo que descontando el tiempo utilizado en ordeñar, pesaje y arreo de vuelta a la franja, se obtuvieron 11 horas de mediciones, las que se consideraron como el día de observación. Se determinó de manera visual la acción que realizaba cada animal de cada tratamiento a simple vista o con ayuda de binoculares, si era necesario como es descrito por Gary *et al.* (1970).

La observación de conducta obtenida de esta forma es una variable discontinua. Para transformar estas mediciones en variables continuas, se asumió que la observación duraba un minuto y, que el animal realizaba la misma conducta que en el momento de la observación, durante los 7 minutos anteriores y los 7 minutos posteriores a ésta, dando un total de 15 minutos por cada observación de conducta registrada para cada animal. Cada actividad observada se anotó en una tabla en un block de notas, de la cual se hizo una sumatoria de las observaciones, determinando así el tiempo de cada una de las actividades diarias.

En el ensayo se consideró “pastoreo” como la acción efectiva de consumo de forraje del animal, acompañado del sonido de extracción de forraje de la pastura, “rumia” cuando estuvo efectivamente rumiando de pie o echado y “descanso” como un animal de pie o echado, que no estaba efectuando rumia. Cualquier actividad que no fuera una de estas tres ya mencionadas (actividades sociales, beber agua, etc.), se consideró como “otro”.

### **Tasa de bocado**

La tasa de bocado (TB) fue medida en tres momentos: después de la ordeña de la mañana, al medio día y luego de la ordeña de la tarde, mediante la metodología descrita por Jamieson y Hodgson (1979). Se utilizó un cronómetro, para contabilizar el tiempo que demoró cada animal en realizar 20 bocados consecutivos, considerando como bocado el contenido de pastizal que el animal corta en cada proceso ingestivo. Si entre bocado y bocado hubo una diferencia de más de 10 segundos, o si el animal dejó de consumir o cambió su conducta por algún estímulo que lo interrumpiera, se anuló la medición y luego se reinició.

Una vez obtenidos estos datos, se transformaron en tasa de bocado calculando el número de bocados realizados en 60 segundos, en base a los valores obtenidos en las mediciones de campo.

### **Consumo**

El consumo de materia seca extraída del pastizal fue estimado con el método propuesto por Baker (1985), en relación a los requerimientos totales diarios de energía metabolizable (EM) mediante la siguiente ecuación:

$$\text{CMSt} = (\text{RTEM} \times \text{CEMP}^{-1})$$

Donde:

CMSt (kg MS d<sup>-1</sup>) : Consumo de materia seca total (pastizal).  
 RTEM (MJ d<sup>-1</sup>) : Requerimiento total individual de energía metabolizable.  
 CEMP (MJ kg MS<sup>-1</sup>) : Contenido de EM del pastizal consumida.

La cuantificación de RTEM se realizó empleando las ecuaciones propuestas por AFRC (1993), correspondientes a la sumatoria de los requerimientos de EM de las diferentes funciones fisiológicas, corregidos por el nivel de alimentación de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{RTEM (MJ d}^{-1}\text{)} = C_L \times (\text{Em} \times \text{km}^{-1} + \text{El} \times \text{kl}^{-1} + \text{Eg} \times \text{kg}^{-1} + \text{Ec} \times \text{kc}^{-1})$$

Donde:

RTEM	: Requerimiento total individual de energía metabolizable.
$C_L$	: Factor de corrección por nivel de alimentación.
$\text{Em} \times \text{km}^{-1}$	: Requerimientos de EM para mantención.
$\text{El} \times \text{kl}^{-1}$	: Requerimientos de EM para lactancia.
$\text{Eg} \times \text{kg}^{-1}$	: Requerimientos de EM para cambio de peso durante la lactancia.
$\text{Ec} \times \text{kc}^{-1}$	: Requerimientos de EM para gestación.

El método descrito define  $C_L$  como los requerimientos de mantención que aumenten en un 1,8% por cada múltiplo sobre los requerimientos totales.

En el presente ensayo y, dado que los animales se encontraban en período de encaste, los requerimientos de gestación no se consideraron para efectos del cálculo de requerimientos energéticos.

El tamaño del bocado (masa de bocado) se estimó a partir de la ecuación de consumo expresada por Spedding *et al.* (1966) como el producto entre el tiempo de pastoreo, la tasa de bocado y la masa de bocado:

$$\text{MB} = \text{CMSt} / \text{TP} \times \text{TB}$$

Donde:

MB (kg bocado <sup>-1</sup> )	: Masa de bocados.
CMSt (kg MS d <sup>-1</sup> )	: Consumo de materia seca total (pastizal).
TP (min día <sup>-1</sup> )	: Tiempo de pastoreo.
TB (N° bocados min <sup>-1</sup> )	: Tasa de bocado.

En este ensayo, el tamaño de bocado (MB) obtenido con esta fórmula puede que esté sobrestimado, ya que el tiempo de pastoreo (TP) fue observado en 11 horas, correspondientes al tiempo de pastoreo diurno, en vez de en base a un día completo de 24 horas.



### **Eficiencia de utilización**

Para estimar la eficiencia de utilización del pastizal, se calculó el cociente entre el consumo aparente (kg MS ha<sup>-1</sup>), que corresponde a la diferencia entre la disponibilidad pre-pastoreo y disponibilidad post-pastoreo efectiva y el forraje ofrecido con una disponibilidad de forraje post-pastoreo teórica, establecida al diseñar la franja de pastoreo, en este caso correspondiente a 1.500 kg MS ha<sup>-1</sup>.

$$\text{Eficiencia de utilización (\%)} = \frac{\text{Consumo aparente real}}{\text{Forraje ofrecido}} \times 100$$

Donde,

Consumo aparente real (kg MS ha<sup>-1</sup>): Diferencia entre la disponibilidad de forraje pre-pastoreo real y la disponibilidad de forraje post-pastoreo medida.

Forraje ofrecido (kg MS ha<sup>-1</sup>): Diferencia entre la disponibilidad de forraje pre-pastoreo real y la disponibilidad de forraje post-pastoreo teórica.

### Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos. Para las variables relacionadas con el animal, se utilizaron 14 repeticiones por tratamiento y se consideró como unidad experimental la vaca. Para las variables relacionadas con la pastura, se utilizaron 21 repeticiones por tratamiento, siendo la unidad experimental la franja diaria de pastoreo. Para las variables de calidad de la pastura consumida se usaron 6 repeticiones a partir de 40 submuestras cada una por tratamiento.

Los datos resultantes de las mediciones en los animales, fueron analizados mediante un análisis de varianza de medidas repetidas en el tiempo, considerando un nivel de significancia del 5%.

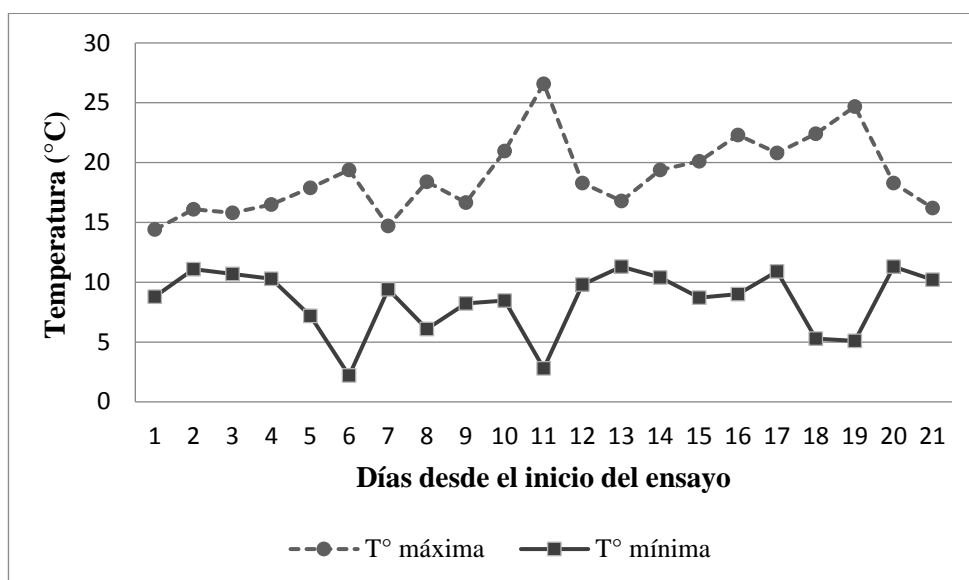
Las variables a analizar fueron:

- Producción de leche ( $\text{kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ )
- Contenido de grasa y proteína en leche ( $\text{gr kg}^{-1}$ )
- Tiempo de pastoreo ( $\text{min día}^{-1}$ )
- Tiempo de rumia ( $\text{min día}^{-1}$ )
- Tiempo de descanso ( $\text{min día}^{-1}$ )
- Consumo de MS ( $\text{kg MS día}^{-1}$ )
- Eficiencia de utilización (%)
- Parámetros de calidad de la pastura consumida [MS (%), energía bruta ( $\text{MJ kg MS}^{-1}$ ), energía metabolizable ( $\text{MJ kg MS}^{-1}$ ), digestibilidad de la MS (%), fibra detergente neutro (%) y proteína cruda (%)]

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Condición climática durante el ensayo

Durante el ensayo, las temperaturas máximas y mínimas promedio fueron 17,5 °C y 7,4 °C para el mes de noviembre y 21,2 °C y 8,2 °C para el mes de diciembre, respectivamente (Figura 1). Las precipitaciones durante el ensayo correspondieron a 50,7 mm en noviembre y 24,7 mm en diciembre (Santibañez, 2011a; Santibañez, 2011b). Tanto el monto de precipitaciones como las temperaturas registradas fueron similares a los valores promedios de los últimos veinte años, según la recopilación realizada por Veloso (2009).



**Figura 1.** Temperaturas máximas y mínimas registradas durante la realización del ensayo en la comuna de Purranque.

### Características del forraje seleccionado por los animales

En el ensayo se obtuvieron las siguientes disponibilidades reales correspondientes a  $2.715,4 \pm 341,4$  kg MS ha<sup>-1</sup> en el tratamiento de disponibilidad media (DM) y en el caso de alta disponibilidad (DA)  $4.155,6 \pm 349,5$  kg MS ha<sup>-1</sup>. Se pudo observar una gran cantidad de especies con espigas en este último, lo que se puede asociar a una calidad nutricional deteriorada en comparación al de disponibilidad media. Sin embargo, en el Cuadro 1 se observa que la composición química del forraje seleccionado por los animales fue similar, obteniendo ambos tratamientos dietas semejantes en cuanto a MS (21%), PC (23%), FDN (55%), EB (18 MJ kg<sup>-1</sup> MS), EM (10 MJ kg<sup>-1</sup> MS) y cenizas (9%).

**Cuadro 1.** Composición química del forraje recolectado con la metodología de hand-clipping, para dos disponibilidades de forraje pre-pastoreo diferentes.

Tratamiento	Materia Seca	Proteína cruda	Fibra detergente neutro	Valor D	Energía bruta	Energía metabolizable	Cenizas totales
	%	%	%	%	MJ kg <sup>-1</sup> MS	MJ kg <sup>-1</sup> MS	%
DM 2.500 kg MS ha <sup>-1</sup>	21,4 a	22,8 a	53,7 a	69,5 a	18,9 a	10,6 a	8,2 a
DA 4.400 kg MS ha <sup>-1</sup>	21,5 a	24,1 a	57,8 a	71,4 a	19,0 a	10,9 a	9,0 a

Promedios con letras diferentes en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

El forraje entregado a los animales, presentaba visualmente características morfológicas diferentes entre sí, debido al distinto estado de madurez del forraje alcanzado en cada tratamiento. A partir de noviembre, se observa un rápido deterioro en la calidad del pastizal, principalmente debido a la iniciación de la emergencia de espigas de las distintas especies, provocando una fuerte disminución de la proteína, energía y fósforo (Anrique *et al.*, 2010).

Por lo que, la similar composición nutritiva obtenida, pese a la utilización de disponibilidades de forraje pre-pastoreo tan contrastantes, se debe a que la metodología hand-clipping simula el consumo y selección de forraje realizado por los animales, y no corresponde a una medición completa del forraje presente en la pradera. Entonces, teniendo en cuenta que en condiciones de pastoreo la disponibilidad de forraje, altura y densidad del pastizal influyen en el grado de selección que pueden realizar los animales del forraje a consumir.

Se puede presumir que los animales tuvieron la posibilidad de seleccionar un forraje de mejor calidad al que se les entregó, especialmente en el caso de DA, logrando obtener valores similares entre ellos, impidiendo así que un tratamiento consumiera una mejor calidad nutritiva que el otro, y además lograsen valores similares a los referenciales descritos por Anrique *et al.* (2010) para una pradera permanente fertilizada para lechería en Osorno con PC  $21,62 \pm 3,49$  %; FDN  $46,68 \pm 2,94$  %; CT  $8,89 \pm 0,55$  % y EM  $12,134 \pm 0,293$  MJ kg<sup>-1</sup> MS.

### Conducta de pastoreo y comportamiento ingestivo

Según los resultados obtenidos en las mediciones de la conducta de pastoreo (Cuadro 2), se observó que la disponibilidad de forraje pre-pastoreo no presentó un efecto significativo en el tiempo que destinaron los animales a las actividades de pastoreo y rumia. Sin embargo, se observaron diferencias sobre el tiempo destinado al descanso ( $P=0,026$ ) y a otras actividades ( $P=0,037$ ). Así, los animales del tratamiento con menor disponibilidad aumentaron el tiempo utilizado en estas actividades.

**Cuadro 2.** Tiempo (minutos) de pastoreo, rumia, descanso y otro durante el día (observaciones en base a 11 horas diurnas), de vacas lecheras en dos disponibilidades de forraje pre-pastoreo diferentes.

Tratamiento	Pastoreo	Rumia	Descanso	Otro
	minutos día <sup>-1</sup>			
DM 2.500 kg MS ha <sup>-1</sup>	450,7 a	152,1 a	60,5 a	8,6 a
DA 4.400 kg MS ha <sup>-1</sup>	471,6 a	152,8 a	41,7 b	5,2 b

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

A nivel porcentual, el pastoreo representa la actividad dominante cuando se considera la conducta diurna (Albright, 1993). En el presente ensayo, se obtuvo como resultado un 67% y 70% de tiempo destinado a la actividad de pastoreo, en relación al tiempo total de acceso al pastizal observado, para el tratamiento de media y alta disponibilidad, respectivamente, siendo la actividad predominante en ambos casos. La rumia representó un 23% en media disponibilidad y 23% con alta disponibilidad, siendo la segunda actividad importante. Esta distribución del tiempo corresponde a lo registrado solo en horas diurnas, es por ello que los animales dedican mayor tiempo al pastoreo, pues en mediciones realizadas durante las 24 horas, el pastoreo y la rumia presentan valores semejantes, como señalan Hodgson (1990, citado por Balocchi *et al.* 2002) reportando un 35,8% del tiempo en pastoreo y 32,5% en tiempo de rumia y Phillips (1993, citado por Balocchi *et al.* 2002), quien indicó que la distribución del tiempo de las actividades realizadas por vacas en pastoreo corresponden a 38% pastoreo, 23% rumia echada y 10% rumia parada.

Albright (1993), determinó que del total del tiempo destinado al proceso de pastoreo, un

85% ocurre durante el día y un 15% durante la noche, dependiendo del largo del día y las condiciones climáticas de la zona. Durante el día de pastoreo, descontando las horas utilizadas en la ordeña, arreo y pesaje de los animales, se obtienen 20 horas de acceso reales a la pastura, por lo que en las horas nocturnas se espera un ciclo adicional de pastoreo. Debido a la metodología utilizada para registrar la conducta de pastoreo, solamente se midieron las horas diurnas de conducta (aproximadamente 11 horas). Así, el tiempo de pastoreo y tiempo de rumia registrados corresponden a la cantidad de tiempo utilizado en el día.

Balocchi *et al.* (2002), observaron que durante el día la actividad principal es el pastoreo y durante la noche éste es reemplazado por la rumia. Dichos autores obtuvieron un tiempo de pastoreo diurno de 429,2 min día<sup>-1</sup> y otro nocturno de 63,3 min día<sup>-1</sup>; y para la rumia diurna 186,7 min día<sup>-1</sup> y nocturna 253,3 min día<sup>-1</sup>, tiempos diurnos similares a los obtenidos en el presente ensayo (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con Fredes (1996, citado por Balocchi *et al.* 2002), quien describe a la rumia como una actividad que ocurre principalmente al final de la mañana e inicio de la tarde, con un periodo nocturno del 75% del tiempo total de rumia. Así, la rumia es una actividad que ocurre predominantemente durante la noche y con la vaca echada y que, a diferencia del pastoreo, que es realizado por las vacas al mismo tiempo, presenta mayor variación entre los individuos en el patrón de actividades (Hodgson 1986, citado por Balocchi *et al.* 2002).

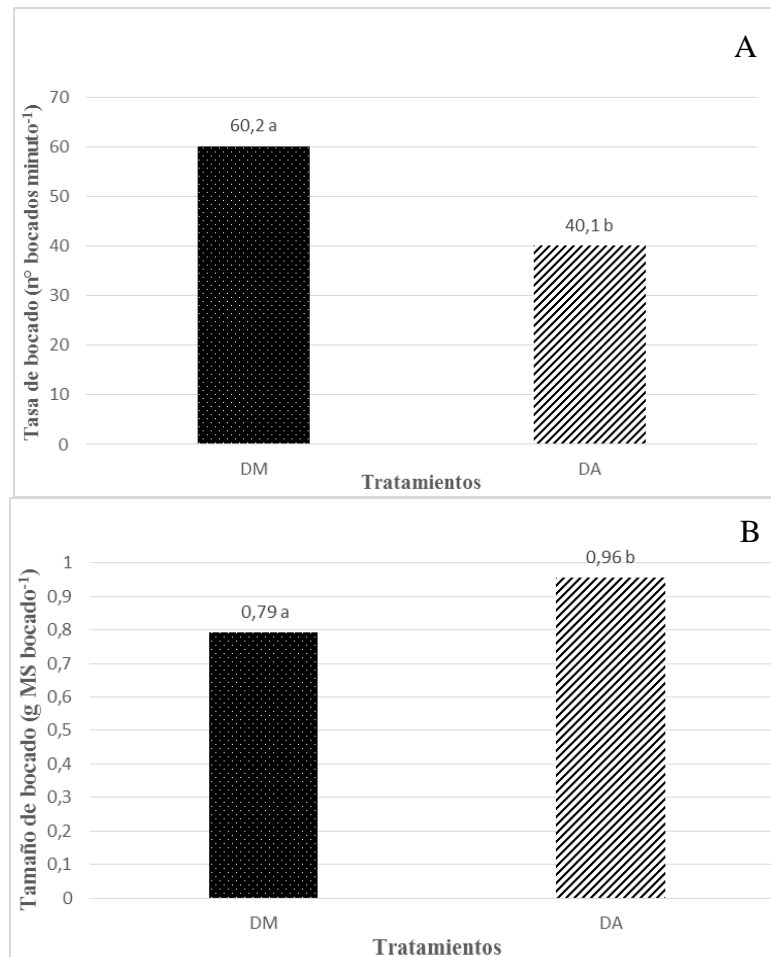
La ausencia de diferencias en el tiempo de pastoreo en este ensayo, se explicaría por la utilización de disponibilidades de forraje que no serían limitantes para el consumo de los animales (en este caso: 2.715 vs. 4.155 kg MS ha<sup>-1</sup>, cantidad de MS efectivas), junto con la utilización de una oferta de forraje no restrictiva de 20 kg MS animal<sup>-1</sup>, como registran otros autores en similares condiciones, como en el caso de Tharmaraj *et al.* (2003), donde utilizaron 3.200 vs. 4.900 kg MS ha<sup>-1</sup> con ofertas de 35 vs. 70 kg MS vaca<sup>-1</sup>, sin encontrar diferencias en el tiempo de pastoreo para ambos casos. Además, Stakelum y Dillon (2004) suministrando una disponibilidad de forraje de 3.350 vs. 2.395 kg MS ha<sup>-1</sup>, no reportaron diferencias en el tiempo de pastoreo cuando otorgaron 20 kg de oferta de forraje, pero sí con 12 kg, concluyendo que el uso de una oferta de forraje restrictiva produce un menor tiempo de pastoreo a una misma disponibilidad de forraje.

En cuanto a la actividad de descanso, los animales presentaron diferencias entre tratamientos. El descanso, al igual que la rumia, es una actividad predominantemente nocturna, por lo que la registrada en este caso es mínima por tratarse de conducta diurna. La diferencia registrada en el menor tiempo de descanso para el tratamiento de alta disponibilidad puede ser producto de la rigurosidad con que pastorearon los animales de aquel tratamiento mientras realizaban la selección del forraje, explicándose así el similar valor nutricional de forraje consumido presentado en el Cuadro 1.

El comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo puede verse modificado, ya sea variando el peso del bocado ( $\text{kg MS bocado}^{-1}$ ), la tasa de bocado ( $\text{n}^\circ \text{ bocados min}^{-1}$ ) y el tiempo de pastoreo ( $\text{min día}^{-1}$ ), en respuesta a cambios en la condición del pastizal (Hodgson, 1981; Milne *et al.*, 1982; Penning *et al.*, 1991, citados por Tharmaraj *et al.*, 2003; Gibb *et al.*, 1997). Estas modificaciones en el tiempo de pastoreo ocurren cuando el animal presenta dificultades para extraer el forraje del pastizal, moduladas principalmente por el tamaño de bocado que el animal es capaz de extraer, el cual está directamente relacionado con la estructura y disponibilidad de forraje del pastizal (Gibb *et al.*, 1997; McGilloway *et al.*, 1999; Bargo, 2003). Como se mencionó anteriormente, no se detectó un efecto de la disponibilidad de forraje en el tiempo de pastoreo debido a que, cuando existe disminución en la altura del pastizal y se ve modificado el tamaño de bocado, el animal compensa primero con un aumento en la tasa de bocados ( $\text{número bocados min}^{-1}$ ) y de no ser suficiente, posteriormente, modifica el tiempo de pastoreo (Gibb, 2005), explicándose con esto que no ocurriera una modificación del tiempo de pastoreo, ya que solo bastó con un cambio en la tasa de bocado como se describe en el siguiente capítulo.

### Tasa y tamaño de bocado

La disponibilidad de forraje pre-pastoreo provocó una modificación en la tasa de bocado y peso de bocado, obteniendo diferencias significativas en ambos casos entre tratamientos ( $P < 0,001$ ).



**Figura 2.** Tasa de bocado (A) y peso de bocado (B) para los tratamientos de media (DM: 2500 kg MS ha<sup>-1</sup>) y alta disponibilidad de forraje pre-pastoreo (DA: 4.400 kg MS ha<sup>-1</sup>). Letras distintas indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

El tamaño de bocado obtenido por los animales se vio modificado por la estructura del pastizal, como se observa en la Figura 2, evidenciando que el tratamiento de mayor disponibilidad de forraje presentó una mayor cantidad de forraje por bocado durante el pastoreo. Por otro lado, el tratamiento de media disponibilidad obtuvo un menor peso de bocado, producto de la menor altura del pastizal entregado, provocando un aumento en la tasa de bocado, lo que concuerda con lo obtenido por Pulido y Leaver (2001); Tharmaraj *et al.* (2003); Stakelum y Dillon (2004).

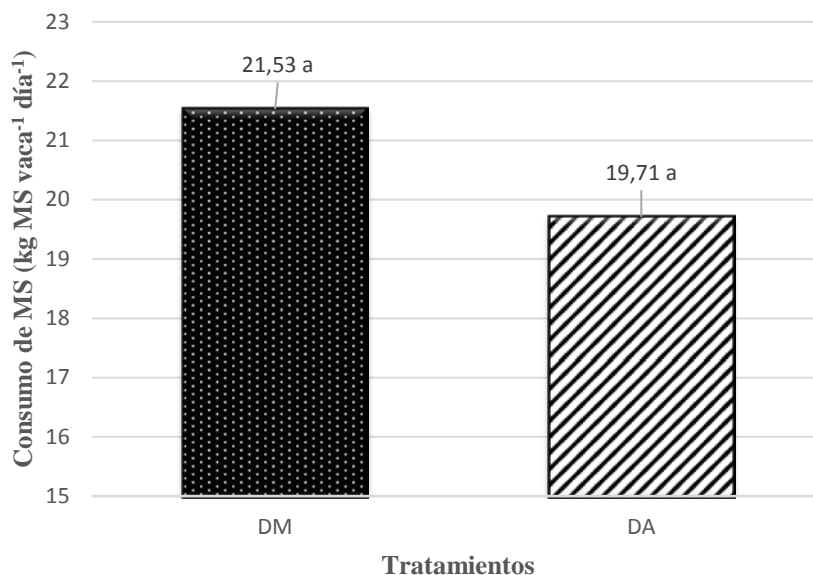


Hodgson (1981, citado por Tharmaraj *et al.* 2003), describe que los bovinos en pastoreo frecuentemente agarran las hojas o tallos largos por el costado y luego las arrancan antes de atraerlas a la boca, este comportamiento se observó en el tratamiento con mayor disponibilidad, con lo que se explica la menor tasa de bocado, pues el tiempo que ocurría entre un bocado y otro fue mayor en este tratamiento. Por otra parte, el aumento en la tasa de bocado en el tratamiento de media disponibilidad, es resultado de un aumento en la velocidad de los bocados dedicados a extraer forraje, lo que mantuvo a los animales con mayor tiempo con la cabeza baja extrayendo forraje mientras recorrían la franja de pastoreo.

Cuando este aumento en la tasa de bocado llega a su límite producto de una muy baja altura del pastizal, los animales aumentan el tiempo que dedican a pastorear con el fin de regular su tasa de ingestión ( $\text{kg MS min}^{-1}$ ) (Gibb, 2005). En este caso, por tratarse de disponibilidades de forraje que no limitarían el consumo de los animales, la altura del pastizal no provocó un efecto sobre el tiempo de pastoreo y solo afectó la tasa de bocado (Figura 2A), ya que la disponibilidad de forraje tiene un efecto dominante sobre este parámetro.

### Consumo y oferta de forraje

El consumo de los animales del ensayo fue el esperado según lo mencionado anteriormente, alcanzando en  $21,53 \text{ kg MS día}^{-1}$  (4,04% del PV) en DM y  $19,71 \text{ kg MS día}^{-1}$  (3,73% del PV) en DA, sin presentar diferencias significativas (Figura 3).



**Figura 3.** Consumo de MS para dos tratamientos con diferentes disponibilidades de forraje DM:  $2.500 \text{ kg MS ha}^{-1}$  y DA:  $4.400 \text{ kg MS ha}^{-1}$ . Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

El consumo de los animales depende de factores como la producción potencial de leche, peso vivo, genotipo; características del pastizal como estructura, especies y calidad nutricional y de factores de manejo como oferta de forraje, intensidad de pastoreo y uso de concentrados (Dillon, 2005).

Leaver (1985), sugirió que vacas de alta producción en pastoreo pueden llegar a consumir 3,25% de su peso vivo (PV). Por otra parte, Mayne y Wright (1988) estimaron que, sin restricciones de cantidad y calidad de la pastura, el consumo de MS de vacas de alta producción puede alcanzar el 3,5% de su PV. En situaciones prácticas, este valor se encuentra más cercano a los 16 - 17 kg MS o menos, difícilmente superando los 19 kg MS diarios, especialmente si se utiliza pastoreo intensivo tendiente a una alta eficiencia de utilización de la pradera (Kolver y Muller, 1998, citado por Anrique, 2008).

Si bien la disponibilidad y oferta de forraje tienen influencia sobre el consumo de materia seca de las vacas lecheras en pastoreo (Wales *et al.*, 1999; Pulido y Leaver, 2001; Tharmaraj *et al.*, 2003; O'Donovan *et al.*, 2004), en este ensayo el efecto de la disponibilidad de forraje no se manifestó, debido a que la oferta de forraje tiene un efecto dominante sobre el consumo de materia orgánica (Taweel, 2005) y en la digestibilidad de esta materia orgánica, como señalan Stakelum y Dillon (2004).

Así, la disponibilidad de forraje influirá en los casos que se utiliza una misma oferta de forraje o que impliquen una diferencia en la calidad nutritiva del forraje, cuando la oferta de forraje usada es restrictiva (menor a 20 kg MS vaca<sup>-1</sup>) obligando una disminución en el consumo (Curran *et al.*, 2010; McEvoy *et al.*, 2010), junto con limitar la selección que el animal puede realizar al pastorear. En este ensayo, la oferta de forraje se calculó como un 3,87% del peso vivo de los animales según NRC (2001), equivalente a 20 kg MS animal<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>, correspondiente al consumo voluntario que presentan las vacas y, por lo tanto, no era esperable una diferencia en el consumo de materia seca.

Las habilidades perceptivas como sabor, gusto, olor y textura del alimento determinan la palatabilidad de éste y, provistos de esta información, los animales deciden si preferir o rechazar ciertos alimentos (Taweel, 2005). Smit (2005) indica que el ganado lechero prefiere forraje con mayor concentración de carbohidratos solubles en agua, alta digestibilidad y bajas concentraciones de cenizas y FDN, sugiriendo con esto que los carbohidratos solubles en agua aumentan la palatabilidad (Heady, 1964; Jones y Roberts, 1991; Mayland *et al.*, 2000, citados por Smit 2005).

La selección realizada por las vacas al momento de consumir el forraje mientras pastoreaban, explicaría por qué la disponibilidad de forraje no tuvo efecto en la dieta de los animales y que por ello, no existieron diferencias en el consumo y los parámetros productivos. Phillips (2002), explica que el principio de selección del forraje en los bovinos tiene como objetivo proveer una óptima ingesta de nutrientes, existiendo para ello "hambres específicas" para mantener el consumo de los nutrientes más importantes (energía, proteína y sodio), pero el rango está limitado por las facultades perceptivas de las vacas, siendo para la mayoría de los bovinos la energía el nutriente más limitante.

Wales *et al.* (1999), describen que la selección realizada por las vacas lecheras es en preferencia de hojas, pues estas tienen mayor contenido de energía metabolizable que los tallos, en especies como ballica y trébol blanco; además de una concentración en proteína de casi el doble en hojas en comparación a los tallos (Stockdale 1998, citado por Wales *et al.* 1999). Por lo tanto, el forraje seleccionado por las vacas posee una mayor digestibilidad y contenido de proteína que la que posee el forraje total ofrecido.

Esta selección en la dieta al momento de pastorear fue evaluada por Pulido y Leaver (2001), encontrando que la composición química entre el forraje ofrecido y el forraje seleccionado por los animales presentan diferente composición química, registrando que el forraje seleccionado por las vacas fue igual, independiente de la disponibilidad de forraje ofrecida entre tratamientos, y que éste presentó una menor FDN y mayor concentración de proteína, que el del forraje ofrecido. Por ello, se cree que las vacas del presente ensayo lograron alcanzar un alto nivel de selección y consiguieron una alimentación mejor que la ofrecida en ambos tratamientos, como demuestran los análisis de composición química del forraje consumido al presentar un alto valor nutricional y similar en ambos casos (Cuadro 1).

Esta selección se favoreció por la oferta de forraje utilizada, que no fue restrictiva y que pudo ser incluso mayor, producto de la dificultad en la medición de la disponibilidad de forraje con el plato medidor (por el alto contenido de fibra presente en la pastura) subestimando la cantidad de MS presente, como quedó en evidencia al registrar la disponibilidad post-pastoreo dejada por cada tratamiento. En el caso de alta disponibilidad se obtuvieron 2.728,8 kg MS ha<sup>-1</sup>, muy por encima de los 1.500 kg MS ha<sup>-1</sup> que se habían considerado como residuo para el ensayo. Dado esto, se presume que la oferta de forraje fue mayor para las vacas en el tratamiento de alta disponibilidad, presentando una baja intensidad de pastoreo que favoreció la selección de forraje, pues Tharmaraj *et al.* (2003) explican que con una oferta de 70 kg MS vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (independiente de la disponibilidad de forraje) se logra proveer un área de follaje desde el cual las vacas pueden seleccionar y comer más de las porciones relativamente más deseables (hojas) del pastizal, aumentándose con ello las características nutritivas de la dieta comparado con la utilización de una oferta de forraje menor. Así, los rumiantes aprovechan la heterogeneidad del pastizal a través del pastoreo selectivo, a menudo eligiendo una dieta que es de mejor calidad que la del promedio de la vegetación ofrecida (Jamieson y Hodgson, 1979; Tharmaraj *et al.* 2003).

Esta preferencia por consumir estructuras más palatables como las hojas, se ve evidenciado por una investigación en paralelo realizada por Alvear (2013), en este mismo ensayo, donde determinó la composición morfológica del pastizal durante el uso de la franja y registró que, al final del día, la proporción de vaina tuvo una leve disminución en el tratamiento de baja disponibilidad y un leve aumento en el de alta disponibilidad. Esto podría explicarse por las características de cosecha de ambos tratamientos.

En el caso del tratamiento de alta disponibilidad, los animales presentaron mayor rechazo de vainas y hojas duras, debido a la baja palatabilidad de estas (Wright y Vincen, 1996, citado por Smit, 2005), y prefirieron los folíolos de las leguminosas presentes, componente que disminuyó considerablemente al final del día de pastoreo, lo que indicaría una selectividad positiva hacia esta estructura. Por otra parte, en el tratamiento de media disponibilidad, el rechazo fue menor y el consumo de las diferentes estructuras del pastizal fue más estable.

### Parámetros productivos

La disponibilidad de forraje pre-pastoreo no provocó diferencias en los parámetros productivos (Cuadro 4), correspondientes a producción de leche, composición láctea, peso vivo (PV) y condición corporal (CC) ( $P > 0,05$ ).

**Cuadro 4.** Producción de leche, contenido de grasa y proteína en la leche, peso vivo y condición corporal para ambos tratamientos con diferente disponibilidad de forraje pre-pastoreo.

Tratamiento	Producción leche	Contenido Grasa	Contenido Proteína	Peso vivo	Condición corporal
	Kg	%	%	Kg	
DM 2.500 kg MS ha <sup>-1</sup>	26,3 a	4,26 a	3,49 a	533 a	3,14 a
DA 4.400 kg MS ha <sup>-1</sup>	25,5 a	4,02 a	3,39 a	528 a	3,10 a

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

La producción de leche no se modificó al utilizar dos disponibilidades de forraje diferentes, mismo fenómeno descrito por Wales *et al.*, (1999); Pulido y Leaver, (2001); McEvoy *et al.*, (2010) y O'Donovan *et al.*, (2004). Lo mismo ocurrió con el contenido de grasa y proteína ( $\text{g kg}^{-1}$ ), debido a que la composición de la leche varía por diversos factores, tales como factores endógenos (raza, biotipo, edad, etapa de lactancia, estado sanitario, nivel hormonal y estado nutricional interno) y exógenos (factor climático y factores de manejo alimenticio, zootécnico y sanitario). De estos sólidos lácteos, el más variable y de fácil modificación es el contenido de lípidos y luego el proteico (Manterola, 2007).

Debido a que el consumo de materia seca de ambos tratamientos fue similar (Figura 3) y que la calidad de la dieta seleccionada no presentó diferencias entre disponibilidades de forraje (Cuadro 1), no era esperable una diferencia en los niveles productivos de los animales de ambos grupos de pastoreo.

### Eficiencia de utilización del pastizal

Las disponibilidades pre-pastoreo y post-pastoreo reales obtenidas y utilizadas para calcular la eficiencia de utilización se presentan en el Cuadro 5, estos valores difieren de los estimados al momento de establecer el ensayo experimental, probablemente subestimándose la cantidad de MS cuando se utilizó el plato medidor, por el alto contenido de material fibroso.

**Cuadro 5.** Disponibilidad de forraje pre y post-pastoreo efectivas medidas en el ensayo, y eficiencia de utilización del pastizal según dos disponibilidades de MS.

Tratamiento	Disponibilidad de forraje		Eficiencia de utilización
	Pre-pastoreo	Post-pastoreo	
	kg MS ha <sup>-1</sup>	kg MS ha <sup>-1</sup>	%
DM 2.500 kg MS ha <sup>-1</sup>	2.715,4 ± 341,4 a	1.765,1 ± 127,3 a	79,5 a
DA 4.400 kg MS ha <sup>-1</sup>	4.155,6 ± 349,5 b	2.728,8 ± 216,6 b	53,8 b

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

El tratamiento de media disponibilidad alcanzó una disponibilidad de forraje post-pastoreo cercana a los 1.500 kg MS ha<sup>-1</sup> esperados y con ello logró una mayor eficiencia de utilización del pastizal (79,5%), a diferencia de la alta disponibilidad que presentó una menor utilización (53,8%). Como se explicó anteriormente, el alto residuo post-pastoreo indicaría el efecto de una posible mayor oferta de forraje o mayor selección y no una disminución en el consumo, pues este no presentó diferencias entre tratamientos (Figura 3).

La diferencia ocurrida en la eficiencia de utilización puede ser explicada por lo indicado por Gibb (2005), quien menciona que al entregar ofertas de forrajes altas con el fin de aumentar el consumo diario del animal, se provoca una baja utilización del pastizal y por el contrario, si se busca una alta utilización del pastizal se deben proporcionar dietas restrictivas, que resultarán en disminuir el consumo diario por animal. Este efecto es descrito por McEvoy *et al.* (2009), quienes obtuvieron una mejor utilización de forraje con 16 kg MS en contraste a una de 20 kg MS. Por lo tanto, asignar ofertas de forraje restrictivas a los animales, permite aumentar la carga animal por hectárea, disminuyendo así el forraje rechazado y evitando con ello altos niveles de disponibilidad de forraje post-pastoreo, como los apreciados en este ensayo.

Sin embargo, se debe considerar que en los sistemas de pastoreo rotativo, es común encontrar una disminución en la producción de leche por vaca cuando se aumenta la carga animal, producto de una disminución de la oferta de forraje (O'Donovan *et al.*, 2004). Como en esta ocasión no se utilizaron ofertas inferiores al consumo voluntario, el consumo de MS no se perjudicó, solo se desaprovechó forraje por efecto de la selección de los animales.

Para lograr maximizar el consumo de forraje, los animales necesitan consumir plantas que tengan características que le permitan un rápido consumo y conduzcan a tasas elevadas de pasaje a través del rumen (Dillon, 2005); estas características se consiguen con disponibilidades de forraje entre los 2.200 a 2.600 kg MS ha<sup>-1</sup> recomendadas por Parga *et al.*, (2007) en primavera. Si bien, estas disponibilidades permiten obtener un forraje de mayor valor nutritivo, limitan la carga animal que se puede utilizar por hectárea. Por otro lado, numerosos estudios han reportado que, a mayor disponibilidad de forraje, los pastizales pueden soportar una mayor densidad de carga animal, resultando en un incremento en la producción de leche por hectárea en experimentos de corto plazo (O'Donovan *et al.*, 2004; Kennedy *et al.*, 2006, citado por McEvoy, 2009). No obstante, cuando se utiliza una alta disponibilidad de forraje como las empleadas en este experimento, el aumento en la oferta de forraje no provoca un aumento de la producción de leche, ni en su composición (O'Donovan *et al.*, 2004). Adicionalmente, cuando la pradera está muy alta al inicio del pastoreo, aumentan las pérdidas por rechazo del material pisoteado y bosteadado por los animales, dificultando la utilización eficiente del forraje producido, situación observada en el tratamiento de alta disponibilidad. Esta situación, a largo plazo, puede producir un efecto negativo sobre los parámetros productivos de las vacas.

De este modo, la utilización de disponibilidades de forraje pre-pastoreo superiores a las recomendadas para este tipo de pasturas (Parga *et al.*, 2007), no influyen positivamente sobre el rendimiento productivo de los animales. Sin embargo, este tipo de manejo promueve una baja utilización del pastizal, con el consiguiente deterioro de la estructura del mismo, lo que provocará una disminución en la recuperación de éste y en la calidad del forraje en las siguientes rotaciones de pastoreo. Así, se recomienda manejar las disponibilidades de forraje pre-pastoreo en valores que permitan conciliar una adecuada calidad del forraje con la facilidad de cosecha por parte de los animales.

## CONCLUSIONES

En las condiciones que se realizó este ensayo, se puede concluir que:

La disponibilidad de forraje pre-pastoreo no modifica el tiempo de pastoreo y rumia, pero si las actividades de descanso y otros.

La disponibilidad de forraje afecta la masa de bocado y modifica la tasa de bocado.

La disponibilidad de forraje pre-pastoreo no influye sobre la calidad de la dieta seleccionada por los animales, debido a la habilidad de selección que éstos poseen.

La disponibilidad de forraje no modifica la producción de leche ni su composición.

La utilización del pastizal varía dependiendo de la disponibilidad de forraje, siendo menor en la medida que aumenta la disponibilidad de forraje pre-pastoreo.

**BIBLIOGRAFÍA**

- AFRC (Agricultural and Food Research Council), United Kingdom. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. Wallington, United Kingdom: CAB International. 159 p.
- Albright, J.L. 1993, feb. Feeding behaviour of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 76(2): 485-498.
- Alvear, S. 2013. Evaluación del proceso de carga y descarga de una pastura utilizada bajo diferentes niveles de disponibilidad de forraje. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 29h.
- Anrique, R. G; R. P. Fuchslocher; S. H. Iraira y R. P. Saldaña. 2010. Composición de alimentos para el ganado bovino. 4a. ed. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Austral de Chile. 87p.
- Anrique, R. 2008. Producción de leche en pastoreo: antecedentes de la situación chilena. Serie Simposios y Compendios 14:71-86. Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA), Santiago, Chile.
- Baker, R. 1985. Estimating herbage intake from animal performance. *En: Leaver, J. D. (ed). Herbage intake handbook. The British Grassland Society. Hurley, UK. pp. 77-93.*
- Balocchi, O; R. Pulido y J. Fernández. 2002, ene-mar. Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado. *Agricultura técnica*, 62(1): 87-98.
- Bateman, J. 1970. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. Centro regional de ayuda técnica. México 468p.
- Bargo, F; L.D. Muller; E.S. Kolver and J.E. Delahoy. 2003, jan. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. *Journal of Dairy Science*, 86: 1-42.
- CIREN (Centro de Información de Recursos Naturales), Chile. 2003. Estudio Agrológico X Región. Descripción de Suelos. Materiales y Símbolos. Santiago, Chile. 412p. (Serie CIREN. Publicación CIREN N° 123).
- Curran, J; L. Delaby; E. Kennedy; J.P. Murphy; T.M. Boland and M. O'Donovan. 2010, feb. Sward characteristics, grass dry matter intake and milk production performance are affected by pre-grazing herbage mass and pasture allowance. *Livestock Science*, 127(2-3): 144-154.



Dillon, P. 2005. Achieving high dry-matter intake from pasture with grazing dairy cow. Achieving high dry-matter intake from pasture with grazing dairy cows. (cap. 1, pp.1-26). *In: Elgersma, A; J. Dijkstra and S. Tamminga (eds). Fresh Herbage for Dairy Cattle: The Key to a Sustainable Food Chain. Wageningen, The Netherlands: Springer. 194p.*

Edmonson, A., A. Lean, L. Weaver, T. Farver and G. Webster. 1989, jan. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 72 (1): 68-78.

Fulkerson, W.J and D.J. Donaghy. 2001, apr. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence - key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pasture: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41(2): 261-275.

Garrido, O. y Mann, E. 1981. Composición química, digestibilidad y valor energético de una pradera permanente de pastoreo a través del año. Memoria de título, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 59 h.

Gary, L.A; G.W. Sherritt and E.B. Hale. 1970, feb. Behaviour of Charolais cattle on pasture. *Journal of Animal Science*, 30: 203-206.

Gibb M.J; Huckle C.A; Nuthall R. and Rook A.J. 1997, sep. Effects of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein Friesian cows. *Grass and Forage Science*, 52: 309–321.

Gibb, M. 2005. Grassland management with emphasis on grazing behavior. (cap. 8, pp.141-157) *In: Elgersma, A; J. Dijkstra and S. Tamminga (eds). Fresh herbage for dairy cattle: the key to a sustainable food chain. Wageningen, The Netherlands: Springer. 194p.*

Göering, H. and P. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook* 379. ARS-USDA, Washington, D.C. 76p.

González, H. y J. Magofke. 2004. Hacia una producción más económica de leche en sistemas pastoriles. Experiencias desarrolladas en la Estación Experimental Oromo. Circular de Extensión 30: 1-11.

Hodgson, J. and I. M. Brookes. 1999. Nutrition of grazing animals. *In: White, J., and J. Hodgson (eds). New Zealand Pasture and Crop Science. Auckland, New Zealand: Oxford University Press. 323p.*

Holmes, C.W. 2003. Low Cost Production of Milk from Grazed Pastures. Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Science. Palmerston North, New Zealand: Massey University. 31p.

Jamieson, W.S. and J. Hodgson. 1979, dic. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip- grazing management. *Grass and Forage Science*, 34(4): 261-271.

Le Du, Y. and P. Penning. 1985. Animal based technique for estimating herbage intake. (pp 37-75) *In: J.D. Leaver, ed.* Herbage Intake Handbook. Hurley, United Kingdom: The British Grassland Society.

Leaver, J. D. 1985. Milk production from grazed temperate grassland. *Journal of Dairy Research*, 52: 313-344.

Manterola, H. 2007. Nutrición del rebaño lechero para la producción de sólidos. Circular de Extensión, Publicación Técnico Ganadera 33: 1-17.

Mayne, C. S. and I. A. Wright. 1988. Herbage intake and utilization by the grazing dairy cow. Page 280-293. *In: P.C. Garnsworthy ed.* Nutrition and Lactation in the Dairy Cow. London, England: Butterworths.

McEvoy, M; L. Delaby; J.P. Murphy; T.M. Boland and M. O'Donovan. 2010, sept. Effect of herbage mass and allowance on sward characteristics, milk production, intake and rumen volatile fatty acid concentration. *Grass and Forage Science* 65(3): 335-347.

McEvoy, M; M. O'Donovan; E. Kennedy; J.P. Murphy; L. Delaby and T.M. Boland. 2009, jan. Effect of pregrazing herbage mass and pasture allowance on the lactation performance of Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92(1): 414-422.

McGilloway, D.A; A. Cushnahan; A.S. Laidlaw; C.S. Mayne and D.J. Kilpatrick. 1999, jun. The relationship between level of sward height reduction in a rotationally grazed sward and short-term intake rates of dairy cows. *Grass and Forage Science* 54(2): 116-126.

NRC (National Research Council), USA. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition. Washington D.C., United States: National Academy Press. 381p.

O'Donovan, M; L. Delaby and J.L. Peyraud. 2004, nov-dec. Effect of time of initial grazing date and subsequent stocking rate on pasture production and dairy cow performance. *Animal Research* 53(6): 489-502.

Parga, J; N. Teuber; O. Balocchi; V. Anwandter; C. Canseco; A. Abarzúa. *et al.* 2007. Comportamiento del animal en pastoreo. (cap. 5, pp. 69-89). *En: Teuber, N. (ed).* Manejo Del Pastoreo. Osorno, Chile: 129p.

Phillips, C.J.L, 1989. Nutritional Behaviour, p.52-73 *In: New Techniques in Cattle Production.* Bangor, United Kingdom: University of Wales. 402p.

Phillips, C.J.C. 2002. Nutritional Behaviour. (cap. 10, pp.123-151) *In: Cattle Behaviour and Welfare.* 2a. United Kingdom: Blackwell Science Ltd. 274p.

Pulido, R.G and J.D Leaver. 2001, mar. Quantifying the influence of sward height, concentrate level and initial milk yield on the milk production and grazing behaviour of continuously stocked dairy cows. *Grass and Forage Science* 56(1): 57-67.

Rook, A.J. 2000. Principles of foraging and grazing behaviour. *In: Hopkins, A (ed).* Grass: Its Production and Utilization. Oxford, United Kingdom: Blackwell Science. 229p.

Santibañez, P. Noviembre, 2011a. Boletín Agroclimático Regional: Región de Los Lagos, Periodo noviembre 2011. Sistema Agroclimático FDF; INIA; DMS; R. Adonis, (Eds). [En línea]. [s.l.]: Sistema Agroclimático FDF; INIA; DMS. 15p. Recuperado en: <[http://www.agroclima.cl/descargas/Boletin\\_Los\\_Lagos\\_Noviembre.pdf](http://www.agroclima.cl/descargas/Boletin_Los_Lagos_Noviembre.pdf)> Consultado el: 4 de Diciembre, 2012.

Santibañez, P. Diciembre, 2011b. Boletín Agroclimático Regional: Región de Los Lagos, Periodo diciembre 2011. Sistema Agroclimático FDF; INIA; DMS; R. Adonis, (Eds). [En línea]. [s.l.]: Sistema Agroclimático FDF; INIA; DMS. 15p. Recuperado en: <[http://www.agroclima.cl/descargas/Boletin\\_Los\\_Lagos\\_Diciembre11.pdf](http://www.agroclima.cl/descargas/Boletin_Los_Lagos_Diciembre11.pdf)> Consultado el: 4 de Diciembre, 2012.

Smit, H.J. 2005. Cultivar effects of perennial ryegrass on herbage intake by grazing dairy cows. (cap.3, pp.45-62) *In: Elgersma, A; J. Dijkstra and S. Tamminga (eds).* Fresh herbage for dairy cattle: the key to a sustainable food chain. Wageningen, The Netherlands: Springer. 194p.

Spedding, C.R.W; Large, R.V. and Kydd, D.D. 1966. The evaluation of herbage species by grazing animals (479-483p). *In: Kirjapaino, V. (ed.).* Proceedings of the 10th International Grassland Congress. Helsinki, Finland: University of Helsinki. 1966.

Stakelum, G. and P. Dillon. 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(1): 17-30.

Taweel, H.Z. 2005. Improving dry-matter intake of perennial-ryegrass pasture by dairy cows. (cap. 9, pp.159-174) *In: Elgersma, A; J. Dijkstra and S. Tamminga (eds).* Fresh herbage for dairy cattle: the key to a sustainable food chain. Wageningen, The Netherlands: Springer. 194p.

Teuber, N. 2009. Crecimiento de las praderas en la Región de Los Lagos. (cap. 3, pp. 19-34). *En su: Praderas permanentes en las zonas lecheras de Chile: Curvas de crecimiento, distribución y producción.* Osorno, Chile: INIA Remehue. 62p.

Tharmaraj, J; W.J. Wales; D.F. Chapman and A.R. Egan. 2003, sept. 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(3): 225-238.

Van Vuuren, A.M. and A. Van den Pol-van Dasselaar. 2005. Grazing systems and feed supplementation. (cap. 5, pp.85-101) *In: Elgersma, A; J. Dijkstra and S. Tamminga (eds)*. Fresh herbage for dairy cattle: the key to a sustainable food chain. Wageningen, The Netherlands: Springer. 194p.

Veloso, N. 2009. Factibilidad técnico-económica del establecimiento de un sistema intensivo de producción ovina para la zona húmeda de Chile y su comparación con la cría bovina. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 144h.

Wales, W.J; P.T. Doyle; C.R. Stockdale and D.W. Dellow. 1999. Effects of variations in herbage mass, allowance, and level of supplement on nutrient intake and milk production of dairy cows in spring and summer. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39(2): 119-130.