

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

**EFECTO DE LA RESTRICCIÓN DEL TIEMPO DE ACCESO A LA PASTURA  
SOBRE EL CONSUMO Y CONDUCTA DE PASTOREO EN VACAS  
HOLSTEIN NEOZELANDÉS.**

**DANIELA DEL CARMEN LAGOS ROJAS**

**SANTIAGO – CHILE**

**2012**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE PREGRADO**

**EFECTO DE LA RESTRICCIÓN DEL TIEMPO DE ACCESO A LA PASTURA  
SOBRE EL CONSUMO Y CONDUCTA DE PASTOREO EN VACAS  
HOLSTEIN NEOZELANDÉS**

**EFFECT OF RESTRICTED ACCESS TIME TO PASTURE ON INTAKE AND  
GRAZING BEHAVIOR IN NEW ZEALAND HOLSTEIN COWS**

**DANIELA DEL CARMEN LAGOS ROJAS**

**SANTIAGO – CHILE**

**2012**

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

**EFFECTO DE LA RESTRICCIÓN DEL TIEMPO DE ACCESO A LA PASTURA  
SOBRE EL CONSUMO Y CONDUCTA DE PASTOREO EN VACAS  
HOLSTEIN NEOZELANDÉS.**

Memoria para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo.

DANIELA DEL CARMEN LAGOS ROJAS

	<u>Calificación</u>
<b>PROFESOR GUÍA</b>	
Sr. Humberto González V. Ingeniero Agrónomo. Mg. Sc.	6,7
<b>PROFESORES EVALUADORES</b>	
Sr. Jurij Wacyk G. Ingeniero Agrónomo. Ph.D.	6,5
Sr. Luis Sazo R. Ingeniero Agrónomo	6,8
<b>COLABORADOR</b>	
Luis Piña M. Ingeniero Agrónomo. Mg. Sc.	

SANTIAGO – CHILE  
2012

## AGRADECIMIENTOS

Son muchas a las personas que me gustaría agradecer en esta etapa tan importante de mi vida que está a punto de concluir. Por todo el cariño, comprensión y apoyo incondicional que me han proporcionado durante todo este tiempo.

En primer lugar a mis papás que confiaron en mí en todo momento, apoyándome y entregándome fuerza cuando más lo necesite. A mi hermana Leidy por estar siempre conmigo, por comprenderme, darme sabios consejos en los momentos de mayor angustia y confusión.

A mis compañeros de universidad, Camila Araneda, Katherine Alarcón, Francisca Álvarez, Juan Ignacio Ovalle, que estuvieron siempre conmigo. Por la amistad incondicional que me brindaron, por esos momentos inolvidables que vivimos y por forjar una amistad verdadera, que ni el tiempo ni la distancia hará que desaparezca.

A mi pololo Oscar, por haber llegado a mi vida en la etapa más importante. Por la amistad, compañía y amor incondicional que me has entregado.

Y por último a todos los trabajadores de la Estación Experimental Oromo, a mi compañero Juan Pablo Bravo, por toda la ayuda, tiempo y buena disposición. A mi profesor guía Humberto González y colaborador Luis Piña, por sus aportes, comentarios, ayuda prestada para la elaboración de esta memoria.

Muchas Gracias.

## INDICE

	<u>Página</u>
<b>I. RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>Palabras claves</b>	<b>1</b>
<b>II. ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>Key word</b>	<b>2</b>
<b>III. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>Hipótesis</b>	<b>4</b>
<b>Objetivos</b>	<b>4</b>
<b>Objetivos específicos</b>	<b>4</b>
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>5</b>
<b>IV.1. Lugar de estudio</b>	<b>5</b>
<b>IV.2. Materiales</b>	<b>5</b>
<b>IV.3. Metodología</b>	<b>6</b>
<b>IV.4. Tratamientos a evaluar</b>	<b>6</b>
<b>IV.6. Conducta de pastoreo y Comportamiento de Consumo</b>	<b>8</b>
<b>IV.7. Análisis Estadístico</b>	<b>10</b>
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>11</b>
<b>V.1. Parámetros Climáticos</b>	<b>11</b>
<b>V.2. Calidad de la Pastura</b>	<b>12</b>
<b>V.3. Conducta de Pastoreo</b>	<b>15</b>
<b>V.4. Comportamiento de Consumo</b>	<b>21</b>
<b>V.5. Consumo</b>	<b>23</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>26</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>27</b>

## I. RESUMEN

En el sur de Chile, la producción de leche se basa en el pastoreo directo de pastizales permanentes, por lo que el manejo del pastoreo es uno de los principales factores que incidirán sobre el consumo y utilización de la pastura. Cuando existe una baja disponibilidad de forraje, unos de los posibles manejos que se podría realizar en vacas lecheras es restringir el periodo de acceso a la pastura durante un tiempo determinado, lo que podría inducir una modificación conductual e ingestiva en los animales tendiente a incrementar la eficiencia de cosecha asociada a una menor búsqueda y selección del forraje. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del acceso restringido a la pastura sobre la conducta de pastoreo y el comportamiento de consumo de vacas a pastoreo.

Se establecieron 2 tratamientos: (S.R.) sin restricción del tiempo de acceso a la pastura, equivalente a 1.290 min de acceso; (C.R.) restricción del tiempo de acceso a la pastura de 8 horas, equivalentes a 675 minutos de acceso. Se emplearon 28 vacas Holstein Neozelandés, las cuales fueron separadas en 2 grupos con 14 animales cada uno, los que constituyeron los tratamientos a evaluar. El ensayo duró 21 días y se llevó a cabo en la época estival. Se evaluó la conducta de pastoreo (pastoreo, rumia, descanso), la tasa de bocado y se estimó el tamaño de bocado y el consumo de materia seca. Se caracterizó la dieta de los animales colectando 40 muestras por tratamiento por semana en dos días consecutivos, utilizando la metodología "hand clipping", la cual se realizó al inicio, mitad y final del ensayo, para luego ser sometidas a un análisis químico.

El tiempo de pastoreo efectivo disminuyó al restringir el tiempo de acceso a la pastura, en observaciones de 675 minutos (después de la ordeña de la mañana, tarde y al medio día). En observaciones de 225 minutos (después de la ordeña de la tarde), el tiempo de pastoreo efectivo aumentó al restringir el tiempo de acceso a la pastura. La tasa de bocado no se incrementó al restringir el tiempo de acceso a la pastura. Sin embargo, el consumo de materia seca (MS) disminuyó al realizar este tipo de manejo.

Los resultados del trabajo indicaron que la restricción de acceso a la pastura modificó el tiempo efectivo destinado a pastoreo y provocó una disminución en el consumo de materia seca.

**Palabras claves.** Conducta de pastoreo, tasa de bocado, consumo de materia seca, acceso restringido a la pastura.

## II. ABSTRACT

In the south of Chile, milk production is primarily based on pasture-based systems. In these systems, grazing management is a key factor that affects intake and utilization of pasture. In low herbage mass scenarios, restricting access time to pasture could induce changes on foraging behavior of dairy cows, tending to increase harvesting efficiency associated with reductions on search and selection of forage. The objective of this study was to evaluate the effect of restricted access time to pasture on grazing behavior and foraging intake of dairy cattle.

Two treatments were established: (S.R) without restricted access to pasture, equivalent to 1.290 minutes of access time to pasture and (C.R.) restricted access to pasture of 8 hours, equivalent to 675 minutes of access time to pasture. Twenty eight New Zealand Holstein cows were balanced and separated in two grazing groups. The experimental period lasted 21 days. Grazing behavior (grazing, ruminating, resting), bite rate, bite size and dry matter intake were measured. The pasture selected was characterized by collecting 40 samples per treatment per week for two consecutive days, using the "hand clipping" methodology. Then, these samples were chemically analyzed.

Effective grazing time decreased with restricted access time to pasture on observations of 675 minutes (between milkings and after the afternoon milking). In observations of 225 minutes (after the afternoon milking), effective grazing time increased with restricted access time to pasture. Bite rate was not increased with restricted access time to pasture. However, dry matter intake (DMI) decreased with this grazing management.

The results of this study indicated that restricting access time to pasture modified the effective grazing time and induces a decrease on dry matter intake of dairy cows.

**Key words:** Grazing behavior, bite rate, dry matter intake, restricted access to pasture.

### III. INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de leche, los costos de alimentación representan un alto porcentaje de los costos totales de la explotación. No obstante se ha demostrado que alimentar a vacas lecheras en pastoreo generalmente reduce los costos de producción (Dillon *et al.*, 2005). Por esto, los sistemas pastoriles constituyen la opción más económica para producción de leche y sólidos lácteos, debido a que se basan en la sincronización de los requerimientos del rebaño con la curva de crecimiento de las pasturas; sin embargo, su implementación en zonas de clima templado necesariamente implica estacionalidad productiva (González y Magofke, 2008).

En el sur de Chile, los sistemas de producción de leche están basados en el pastoreo directo de pastizales permanentes, que constituyen el alimento de menor costo y de más fácil extracción, por lo que el correcto manejo del pastizal es indispensable en dicha producción.

El uso de forrajes conservados, suplementarios y alimentos concentrados, son necesarios cuando la calidad (composición química) y cantidad del forraje disminuye, debido a condiciones edafoclimáticas de la zona, en especial durante años muy secos. En la época estival, especialmente en años de escasez de precipitaciones, las altas temperaturas y el déficit hídrico provocan una reducción del crecimiento de la pastura. Según Colabelli *et al.* (1998), el conjunto de efectos del déficit hídrico sobre las variables morfológicas a nivel de macollo y variables estructurales de las pasturas, determinan una fuerte incidencia sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En estas condiciones, el proceso de cosecha de forraje por parte de los animales demandaría más energía, debido a la menor disponibilidad de forraje y el consiguiente aumento del tiempo dedicado a búsqueda y selección del mismo. Según Galli *et al.* (1996), los cambios en calidad, cantidad y distribución del forraje disponible, tienen un efecto importante sobre el comportamiento de los animales a pastoreo. Newman *et al.* (1994, citados por Kennedy *et al.*, 2009), señalan que los animales que pastorean tienen la capacidad de alterar su tasa de consumo como consecuencia de decisiones de comportamiento ingestivo.

Unos de los posibles manejos existentes es restringir el periodo de acceso a la pastura, manteniendo a los animales en estabulación durante un periodo determinado, que puede ser durante el día o la noche. Esta estrategia, que pretende simular el efecto de un período de ayuno prolongado, permitiría disminuir los requerimientos energéticos que están relacionados con la búsqueda y selección de forraje, aumentando así la eficiencia de cosecha en las sesiones de pastoreo efectivo; entendiéndose pastoreo efectivo, como el tiempo que los animales destinan exclusivamente al consumo de forraje.

El patrón diurno de comportamiento en animales a pastoreo incluye alternadamente el consumo de pradera, rumia y periodos de descanso. Cada uno de estos eventos se relaciona con los otros, es decir, al aumentar el tiempo dedicado a cada uno de ellos, disminuye el tiempo de dedicación a otros (Arnold, 1981; citado por Duran y Rojas, 2001).

El consumo de forraje es la principal limitante del nivel productivo y eficiencia de producción de vacas lecheras a pastoreo. Depende de factores propios del animal (tamaño del animal, etapa de la lactancia, nivel de producción, etc.), restricciones ingestivas, digestivas, condiciones de la pastura y el medio ambiente (Hazard, 2010).

De acuerdo a lo anterior, en el presente estudio se plantean las siguientes hipótesis:

### **Hipótesis**

El tiempo de pastoreo efectivo aumenta al restringir el tiempo de acceso a la pastura, en vacas Holstein Neozelandés.

La tasa de bocado aumenta al restringir el tiempo de acceso a la pastura, en vacas Holstein Neozelandés.

El consumo de materia seca (MS) aumenta al restringir el tiempo de acceso a la pastura, en vacas Holstein Neozelandés.

### **Objetivos**

#### **Objetivos específicos**

- Medir los diferentes componentes de la conducta de pastoreo (pastoreo efectivo, rumia, descanso), en animales con y sin restricción del tiempo de acceso a la pastura.
- Medir la tasa de bocado y estimar tamaño de bocado en animales con y sin restricciones del tiempo de acceso a la pastura.
- Estimar el consumo de materia seca de vacas Holstein Neozelandés con y sin tiempo de acceso restringido a la pastura.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### IV.1. Lugar de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Oromo, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, ubicada en el valle central de la provincia de Osorno, comuna de Purranque, Región de Los Lagos. (40°52' lat. Sur y 73°06' lat. Oeste).

Los suelos de este sector son de textura ligera, ácidos, profundos y de buena permeabilidad, la topografía es de lomajes suaves y planos. Se agrupan dentro de la categoría de Trumaos del Valle Central. El clima de la zona es oceánico con influencia mediterránea, existiendo lluvias durante todo el año con una declinación en los meses de verano. El promedio de precipitaciones anual es de 1.495 mm, las que se concentran entre los meses de mayo y agosto (González *et al.*, 2002).

Los análisis nutricionales de la pastura se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

### IV.2. Materiales

- Pastura perenne polifítica dominada por ballica perenne (*Lolium perenne*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y pasto ovilla (*Dactylis glomerata*).
- 28 vacas adultas Holstein Neozelandés.
- Patio de alimentación.
- Estufa de secado.
- Balanza electrónica.
- Romana.
- Sala de ordeña “espina pescado” con medidores de leche proporcionales.
- Plato medidor de forraje.
- Estacas.
- Cronómetro.
- Cerco eléctrico.
- Huincha plástica.
- Tijeras.
- Bolsas de papel.

### IV.3. Metodología

El ensayo se llevó a cabo desde el 10 de enero hasta el 6 de febrero del 2011. Dentro de este tiempo se consideró la etapa pre-experimental, cuya duración fue de una semana, donde se realizó la selección de los animales, el acostumbramiento de estos a las condiciones del ensayo y se efectuó el reconocimiento de las labores a realizar. La fase experimental tuvo una duración de 21 días.

Se seleccionaron 28 vacas Holstein Neozelandés, utilizando como criterio de selección: número de partos ( $4,7 \pm 1,2$ ), etapa de la lactancia ( $101,4 \pm 31$  días), control de producción de leche previo al inicio del ensayo ( $22,2 \pm 3,21$  L día<sup>-1</sup>), peso vivo ( $548 \pm 44,76$  kg), condición corporal ( $3,1 \pm 0,19$ ), en escala de 1-5 (Edmonson *et al.*, 1989). Posteriormente, los animales fueron balanceados por los criterios descritos y separados en 2 grupos con 14 animales cada uno, los que constituyeron los tratamientos a evaluar.

### IV.4. Tratamientos a evaluar

Se evaluaron dos estrategias de acuerdo a los objetivos planteados anteriormente:

-S.R.: Sin restricción del tiempo de acceso a la pastura, equivalente a 1.290 min día<sup>-1</sup> de acceso.

-C.R.: Restricción del tiempo de acceso a la pastura de 8 horas, equivalentes a 675 min día<sup>-1</sup> de acceso.

Los minutos restantes para completar el día en ambos tratamientos, corresponden a 150 min (2,5 horas), período utilizado para la realización de ambas ordeñas.

Los animales S.R fueron llevados a la correspondiente franja de pastoreo asignada, una vez finalizada la ordeña de la mañana y de la tarde.

La restricción del tiempo de acceso al pastoreo se llevó a cabo después de la ordeña matutina, durante un periodo de 8 horas transcurrido entre la ordeña de la mañana y la ordeña de la tarde donde, una vez ordeñados y pesados, los animales fueron dirigidos hacia el patio de alimentación de la Estación Experimental, en donde disponían de agua *ad-libitum*, sin acceso a alimentación. Una vez realizada la ordeña de la tarde, los animales fueron llevados al potrero y asignados a la franja de pastoreo correspondiente, separados de los animales del otro grupo.

Para facilitar el registro de las distintas observaciones a realizar, a cada animal se le asignó un número con un color característico que indicaba el tratamiento correspondiente y la identificación individual dentro de cada tratamiento. Esto permitió realizar una observación a distancia de las actividades de los animales, evitando la alteración del comportamiento de pastoreo al momento de la medición.

La disponibilidad de MS pre y post pastoreo de los potreros fue estimada diariamente, mediante un plato de medición de fitomasa (Jenquip<sup>®</sup>, Feilding, New Zealand), realizando una medición sistemática a través de dos diagonales en cada franja con 100 mediciones por cada una. El plato medidor de forraje registra la altura comprimida de la pradera, la que es función de la altura y densidad del follaje (Canseco *et al.*, 2007). Posteriormente, se utilizó una ecuación calibrada para las condiciones existentes en la Estación Experimental, que relacionó la altura comprimida medida con el plato con la disponibilidad de MS.

Se utilizó un sistema de pastoreo rotativo en franja para dos días de utilización, la cual fue asignada posterior a la ordeña de la tarde. Para determinar el tamaño de las franjas de pastoreo, se consideró una disponibilidad pre-pastoreo de forraje de 2.000 kg MS ha<sup>-1</sup> y un remanente post-pastoreo de 1.400 kg MS ha<sup>-1</sup>, considerando un consumo por animal equivalente al 3,0% de su peso vivo (NRC, 2001). Tomando en cuenta las características de peso vivo y producción de leche de los animales seleccionados en el ensayo, la oferta de forraje fue de 17,0 kg MS vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.

La producción de leche se midió tres veces por semana, con un medidor proporcional tipo “Waikato”. Las concentraciones individuales de grasa y proteína en la leche fueron determinadas semanalmente, mediante el análisis de una muestra compuesta obtenida con la producción de la ordeña de la tarde más su posterior de la mañana siguiente. El análisis de composición láctea se realizó mediante espectroscopía de infrarrojos (Foss 4300 Milko-Scan) en laboratorios de Cooprinsem Osorno.

El peso vivo fue medido diariamente, posterior a la ordeña de la mañana. Los animales no contaban con agua de bebida en la sala de ordeña, con el objetivo de determinar efectivamente la variación de peso vivo de éstos. El cambio de peso vivo (CPV) se calculó mediante regresión lineal de los datos obtenidos de peso vivo durante el ensayo, siendo la pendiente de la ecuación el cambio de peso de cada animal. La condición corporal fue evaluada una vez a la semana, en una escala de 1-5 (Edmonson *et al.*, 1989).

La pastura ingerida por los animales se caracterizó colectando 40 muestras por tratamiento por semana en dos días consecutivos, utilizando la metodología “hand clipping” (Le Du y Penning, 1985), la cual busca simular, lo mejor posible, la selección realizada por el animal en el proceso de pastoreo. Esta caracterización se llevó a cabo en la primera, segunda y tercera semana del ensayo. Posteriormente, se realizaron 6 muestras compuestas para cada tratamiento en cada período de evaluación, las cuales fueron sometidas a un análisis químico.

Los análisis y determinaciones realizados a la pastura fueron los siguientes: materia seca (MS) mediante estufa a 105 °C hasta peso constante (Ferret, 2003), proteína bruta (PB) por el método Kjeldhal ( $N \times 6,25$ ) (Ferret, 2003), digestibilidad (DAPMS) mediante digestibilidad enzimática (Cerdeira *et al.*, 1987), fibra detergente neutro (FDN) por el método de Goering y Van Soest (1970), energía bruta (EB) por combustión de la muestra en presencia de oxígeno utilizando un calorímetro de bomba balístico y contenido de energía metabolizable en la pastura (CEMP) por estimación, la cual se obtuvo mediante la multiplicación de EB por el porcentaje de digestibilidad aparente de la MS (DAPMS) de las muestras de forraje, obteniendo así el valor de energía digestible (ED). Este valor de ED se multiplicó posteriormente por 0,84 para obtener los valores de EM.

#### IV.5. Conducta de pastoreo y comportamiento de consumo.

La conducta de pastoreo fue medida individualmente, considerando las siguientes actividades: pastoreo, rumia, descanso y otros. Estas mediciones se realizaron mediante observación visual, día por medio, cada 15 minutos durante 4 horas posterior a cada ordeña y cada 30 minutos en el tiempo restante. La medición instantánea consideró que la actividad que el animal estaba realizando al momento de la observación, representa su conducta en el período comprendido entre cada medición (variable discontinua). Posteriormente, se realizó una tabla de frecuencia diaria de las distintas actividades registradas para cada animal del tratamiento, transformando así estos datos en variables continuas. No se realizaron mediciones nocturnas (tiempo comprendido entre las 22:00 – 6:00 horas). Para este estudio, “Descanso” se definió como un animal parado o echado, que no estaba rumiando. Si estaba parado o echado, pero se encontraba rumiando, se clasificó como “Rumia”. El consumo de agua, sales u otras actividades no definidas anteriormente, fueron consideradas dentro de la categoría “Otros”.

La tasa de bocado se midió individualmente, contabilizando el tiempo requerido para realizar 20 bocados consecutivos. Luego, este dato se utilizó para estimar el número de bocados realizados por minuto. Si el animal se demoraba más de 15 segundos entre un bocado y otro, la medición se reinició. Estas mediciones se realizaron día por medio, en tres oportunidades durante el día: después de la ordeña de la tarde, después de la ordeña de la mañana y a medio día. Dado que los animales del tratamiento con restricción se encontraban estabulados y sin acceso a alimentación posterior a la ordeña matutina, sólo se midió esta variable en una oportunidad durante el día, que correspondió al momento en que los animales ingresaron a la nueva franja de pastoreo.

El consumo de materia seca de la pastura (CMSP) en animales a pastoreo puede ser calculado según la siguiente ecuación (Spedding *et al.*, 1966):

$$\text{CMSP} = \text{Tasa bocado (boc min}^{-1}) \times \text{Tiempo pastoreo (min d}^{-1}) \times \text{Tamaño bocado (g MS boc}^{-1})$$

Utilizando los valores obtenidos en esta investigación de la tasa de bocado, consumo de materia seca, que serán señalados posteriormente y el tiempo de pastoreo para animales sin ningún tipo de restricción que se obtuvo mediante bibliografía (López, 2011), se procedió a despejar la ecuación ya antes mencionada, para así obtener el valor de tamaño de bocado (g MS boc<sup>-1</sup>). Posteriormente se realizó el cálculo del tiempo de pastoreo nocturno para ambos tratamientos, utilizando el mismo valor del tamaño de bocado en ambos casos.

El consumo de materia seca se estimó relacionando los requerimientos totales diarios de energía metabolizable (EM) y el contenido de ésta en la materia seca ingerida, según el método propuesto por Baker (1985). Por lo tanto, el consumo individual de pastura está determinado por la ecuación:

$$\text{CMSP} = \text{RTEM} \times \text{CEMP}^{-1}$$

Donde:

CMSP (kg MS d<sup>-1</sup>) = Consumo de materia seca total de la pastura.

RTEM (MJ d<sup>-1</sup>) = Requerimiento individual de energía metabolizable.

CEMP (MJ kg<sup>-1</sup> MS) = Contenido de EM de la pastura consumida.

Para el cálculo de RTEM, se utilizaron las ecuaciones descritas por AFRC (1993), que corresponden a la sumatoria de los requerimientos de EM de las distintas funciones fisiológicas de los animales, corregidos por el nivel de alimentación de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{RTEM (MJ d}^{-1}\text{)} = \text{CI} \times (\text{Em} \times \text{k}_m^{-1} + \text{El} \times \text{k}_l^{-1} + \text{Eg} \times \text{k}_g^{-1} + \text{Ec} \times \text{k}_c^{-1})$$

Donde:

RTEM = Requerimiento total individual de Energía Metabolizable.

CI = Factor de corrección por nivel de alimentación. Los requerimientos de mantención aumentan en un 1,8% por cada múltiplo sobre los requerimientos a nivel de mantención.

Em x k<sub>m</sub><sup>-1</sup> = Requerimientos de EM para mantención.

El x k<sub>l</sub><sup>-1</sup> = Requerimientos de EM para lactancia.

Eg x k<sub>g</sub><sup>-1</sup> = Requerimientos de EM para cambio de peso durante la lactancia.

Ec x k<sub>c</sub><sup>-1</sup> = Requerimientos de EM para gestación.

#### **IV.6. Análisis estadístico**

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, analizado en base a un modelo de medidas repetidas (siendo la unidad repetida el animal), con dos tratamientos y 14 repeticiones por tratamiento, siendo la unidad experimental, la vaca.

Los datos obtenidos en el presente ensayo fueron sometidos a un ANDEVA de medidas repetidas, utilizando el paquete estadístico GenStat 12, considerando un nivel de significancia del 5%.

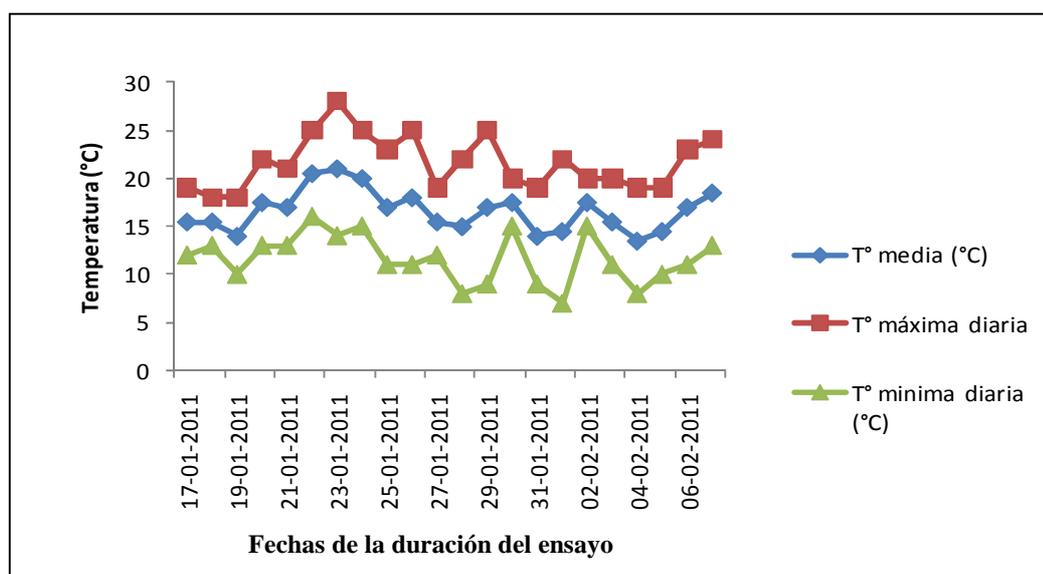
Las variables analizadas fueron:

- Tiempo de pastoreo efectivo ( $\text{min día}^{-1}$ )
- Tiempo de rumia ( $\text{min día}^{-1}$ )
- Tiempo de descanso ( $\text{min día}^{-1}$ )
- Tiempo dedicado a otras actividades ( $\text{min día}^{-1}$ )
- Tasa de bocado ( $\text{bocados min}^{-1}$ )
- Consumo de materia seca ( $\text{kg MS animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ).

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### V.1. Parámetros climáticos

En la Figura 1 se presenta la evolución de la temperatura durante el periodo experimental del estudio.

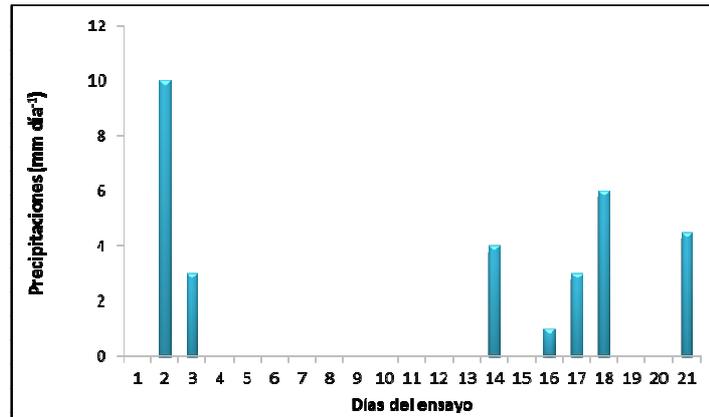


**Figura 1.** Evolución de la temperatura máxima, media y mínima diaria durante el periodo experimental. Estación Meteorológica Purranque, Región de los Lagos.

Fuente: <http://www.agroclima.cl>.

La temperatura promedio fue de  $16,6 \text{ °C} \pm 2,1$ ; la máxima  $21,6 \text{ °C} \pm 2,8$  y la mínima de  $11,6 \text{ °C} \pm 2,5$ , la cual fue muy similar a los registros obtenidos por otros estudios realizados en la misma Estación Experimental Oromo durante el verano (Soca, 2000).

Con respecto a las precipitaciones durante el 17 de Enero hasta el 6 de Febrero del 2011, se obtuvo una sumatoria de 27 mm (Figura 2). En el periodo que se llevó a cabo el experimento se registraron menores precipitaciones, comparado con años anteriores en la misma época de medición (Veloso, 2009).



**Figura 2.** Precipitación diaria durante el periodo experimental.

## V.2. Calidad de la pastura

Durante el ensayo, la disponibilidad de MS pre pastoreo para ambos tratamientos fue, en promedio, 2.385 kg MS ha<sup>-1</sup>, mientras que en el residuo se obtuvo una media de 1.560 kg MS ha<sup>-1</sup> (Cuadro 1). Se ofertó una cantidad promedio de 17,67 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.

**Cuadro 1.** Disponibilidad de forraje pre-pastoreo y remanente (kg MS ha<sup>-1</sup>) de la pastura ofrecida, durante cada semana de medición (S1, S2, S3) del estudio.

	Periodo de medición	Tratamiento <sup>1</sup>	
		S.R	C.R
Disponibilidad de forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> )	S1	2.059	2.811
	S2	2.300	2.593
	S3	2.307	2.243
Remanente (kg MS ha <sup>-1</sup> )	S1	1.606	1.797
	S2	1.546	1.517
	S3	1.450	1.441

<sup>1</sup>S.R.: Sin restricción del tiempo de acceso a la pastura. C.R.: Restricción del tiempo de acceso a la pastura.

Las características químicas de la pastura consumida por los animales, se señalan en el Cuadro 2. En él se observan diferencias numéricas en cada uno de los componentes nutricionales de acuerdo al tratamiento y semana de recolección de las muestras a evaluar (S1, S2, S3).

**Cuadro 2.** Análisis químico de la pastura seleccionada por los animales, durante cada semana de medición (S1, S2, S3) del estudio.

Variable	Tratamiento	Semana		
		S1	S2	S3
PB (%) <sup>1</sup>	S.R	16,93	16,85	13,43
	C.R	15,14	16,04	17,69
FDN (%) <sup>2</sup>	S.R	54,70	51,20	56,00
	C.R	54,90	51,00	48,60
FDA (%) <sup>3</sup>	S.R	32,80	26,70	31,60
	C.R	33,90	27,40	28,10
DAPMS (%) <sup>4</sup>	S.R	61,10	71,70	65,20
	C.R	59,20	66,80	73,40
EB (MJ kg <sup>-1</sup> ) <sup>5</sup>	S.R	20,91	20,51	21,41
	C.R	20,58	23,47	22,70
EM (MJ kg <sup>-1</sup> ) <sup>6</sup>	S.R	10,76	12,36	11,72
	C.R	10,25	13,18	13,99

<sup>1</sup> Proteína Bruta. <sup>2</sup> Fibra Detergente Neutro. <sup>3</sup> Fibra Detergente Ácido. <sup>4</sup> Digestibilidad Aparente de la Materia Seca. <sup>5</sup> Energía Bruta de la Materia Seca. <sup>6</sup> Energía Metabolizable de la Materia Seca. S.R: Sin restricción de acceso a la pastura. C.R: Con restricción de acceso a la pastura.

La proteína bruta puede variar entre 13 y 30% entre el verano y la primavera (Klein, 2001). Parga (2003), además ha señalado que en época de verano estos porcentajes pueden ser de 12-15%. Según Klein (2001), los valores de proteína bruta pueden reducirse aún más en verano ante condiciones de sequía y en praderas mal manejadas, alcanzando valores porcentuales cercanos a los 14,8 %. Por lo tanto los valores encontrados en la pastura, durante el ensayo son muy similares a los reportados por Klein (2001) y Parga (2003).

Con respecto al contenido de pared celular (FDN), los valores encontrados en ambos tratamientos varían entre 48 % y 56 % (Cuadro 2), los cuales son similares a los rangos indicados por Parga (2003), quien señala que en la estación de verano pueden alcanzar valores entre un 50-60%. Así también, el contenido de FDN puede variar dentro de una misma franja de pastoreo, como consecuencia de un determinado manejo (Klein, 2001), lo que podría explicar las diferencias numéricas entre las diferentes semanas del ensayo.

Existe una gran variación de la digestibilidad de los forrajes producidos en un potrero, considerando que un valor óptimo debe ser superior al 60 % (Cadena, sf.). La digestibilidad del forraje está dentro del rango mencionado anteriormente, además existe una leve diferencia entre periodos de muestreo, comparando la semana 1 (S1), con las dos restantes (S2 y S3).

Con respecto a la energía bruta (EB) y energía metabolizable (EM), existen diferencias numéricas entre semanas de medición. Según Anrique *et al.* (2010), los valores promedio de energía metabolizable en la época de verano, con bajas precipitaciones, están en un rango de 2,1-2,2 Mcal kg MS<sup>-1</sup> (equivalente a 8,8-9,2 MJ kg MS<sup>-1</sup>, respectivamente). Los datos que se señalan en el Cuadro 2, son superiores a los rangos señalados anteriormente, debido a que se trabajó con forraje teóricamente seleccionado por los animales y no con forraje ofrecido, como es el caso del trabajo realizado por Anrique *et al.* (2010).

### V.3. Conducta de pastoreo

Se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos, en el tiempo que los animales destinaban a pastorear (S.R: 453,6 vs C.R: 212,5 min), rumia (S.R: 148,1 vs C.R: 256,1 min), descanso (S.R: 54,9 vs C.R: 189,1 min) (Cuadro 3). No existieron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en el tiempo que dedicaron a realizar otro tipo de actividades (18,3 vs 17,3 min). Cabe destacar que los resultados presentados en el Cuadro 3 corresponden a los registros comprendidos entre la ordeña de la mañana y de la tarde, y las cuatro primeras horas posteriores a la ordeña de la tarde, no incluyendo mediciones nocturnas.

**Cuadro 3.** Componentes de la conducta de pastoreo, mediciones realizadas después de la ordeña de la tarde, mañana y a medio día, en ambos tratamientos del estudio.

Tratamientos	Tiempo (min)			
	Pastoreo	Rumia	Descanso	Otros
S.R <sup>1</sup>	453,6 a ± 21,82	148,1 a ± 16,35	54,9 a ± 8,20	18,3 a ± 4,54
C.R	212,5 b ± 6,95	256,1 b ± 15,47	189,1 b ± 19,17	17,3 a ± 3,27

<sup>1</sup> Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ).  
S.R: Sin restricción de acceso a la pastura. C.R: Con restricción de acceso a la pastura.

No obstante, al realizar el cálculo teórico de los minutos de pastoreo nocturno requeridos para alcanzar el nivel de consumo estimado (Cuadros 4 y 5), se observó que los valores de los componentes de la conducta de pastoreo podrían haber sido muy similares. Esto podría deberse a que durante la noche existiría una mayor actividad de pastoreo en los animales restringidos, comparado con el tratamiento sin restricción de acceso a la pastura (S.R: 45,13 vs C.R: 209,32 min noche<sup>-1</sup>).

Para la estimación del tamaño de bocado (g MS boc<sup>-1</sup>) se procedió a despejar la ecuación de Spedding *et al.* (1966), utilizando el valor de tiempo de pastoreo nocturno registrado por López (2011), estudio que fue realizado en la Estación Experimental Oromo con animales de similares características que los del presente ensayo, pero en lactancia temprana. Por tanto, el tiempo de pastoreo efectivo correspondió a la sumatoria del tiempo de pastoreo diurno medido en este estudio y al tiempo de pastoreo nocturno observado por López (2011). Los componentes tasa de bocado y consumo de MS correspondieron a los valores medidos en esta investigación (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Estimación del tamaño de bocado, en base a los componentes del consumo de materia seca en animales a pastoreo, según ecuación de Spedding *et al.* (1966).

BM (boc min <sup>-1</sup> )	TB (g MS boc <sup>-1</sup> )	TI (g MS min <sup>-1</sup> )	TP (min día <sup>-1</sup> )	Consumo de MS (kg MS día <sup>-1</sup> )
61,8	0,56	34,61	496,2	17,26

Una vez calculado el tamaño de bocado, se estimó el tiempo de pastoreo nocturno de ambos tratamientos, requerido para alcanzar el consumo de materia seca respectivo (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Tiempo estimado de pastoreo nocturno (TP: min noche<sup>-1</sup>), para ambos tratamientos, en base a los componentes de la ecuación de Spedding *et al.* (1966).

Tratamiento	Variables				
	Consumo (kg MS día <sup>-1</sup> )	BM (boc min <sup>-1</sup> )	TB (g MS boc <sup>-1</sup> )	TP (min día <sup>-1</sup> )	TP (min noche <sup>-1</sup> )
S.R	17,26	61,80	0,56	453,60	45,13
C.R	14,74	62,40	0,56	212,50	209,32

S.R: Sin restricción de acceso a la pastura. C.R: Con restricción de acceso a la pastura.

Los valores calculados de tiempo de pastoreo nocturno, para ambos tratamientos, son indicadores, de que fueron necesarios para alcanzar los valores de consumo de pastura (kg MS día<sup>-1</sup>), que se señalaran posteriormente, por lo tanto el tiempo de pastoreo total para los animales sin restricción fue de 498,73 min día<sup>-1</sup> y de 421,82 min día<sup>-1</sup> para las vacas con restricción de acceso a la pastura de 8 horas.

Los datos encontrados por Soca (2000), pueden respaldar los valores obtenidos en el presente ensayo, ya que vacas con una restricción de acceso entre la ordeña de la mañana y de la tarde, tienen un ciclo de pastoreo vespertino significativamente más largo que los animales que pastorean sin ningún tipo de restricción.

La importancia del pastoreo nocturno, en una estrategia de manejo como la estudiada en esta investigación es, si la restricción es de varias horas durante las horas de luz, los animales sometidos a este manejo, realizaran un pastoreo muy intenso durante el atardecer e incursiones de pastoreo nocturnas significativamente más largas que aquellos animales sin restricción o a tratamientos de ayuno (Cuadro 5).

En el Cuadro 6, el cual refleja las modificaciones conductuales a corto plazo generadas por los tratamientos, se observa que existieron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el tiempo que dedicaron los animales al proceso de pastoreo y rumia. Los animales con restricción de acceso a la pastura presentaron un aumento del tiempo de pastoreo, comparado con el tratamiento testigo (S.R: 193,8 vs C.R: 212,5 min) y una disminución del tiempo de rumia (S.R: 20,62 vs C.R: 1,34 min), al comparar los valores obtenidos en mediciones de 225 minutos (primeras cuatro horas posteriores a la ordeña de la tarde). Sin embargo, no existieron diferencias ( $P > 0,05$ ) en cuanto al tiempo de descanso y al tiempo dedicado a otras actividades.

**Cuadro 6.** Componentes de la conducta de pastoreo, medidos en 225 minutos (mediciones realizadas después de la ordeña de la tarde) en ambos tratamientos del estudio.

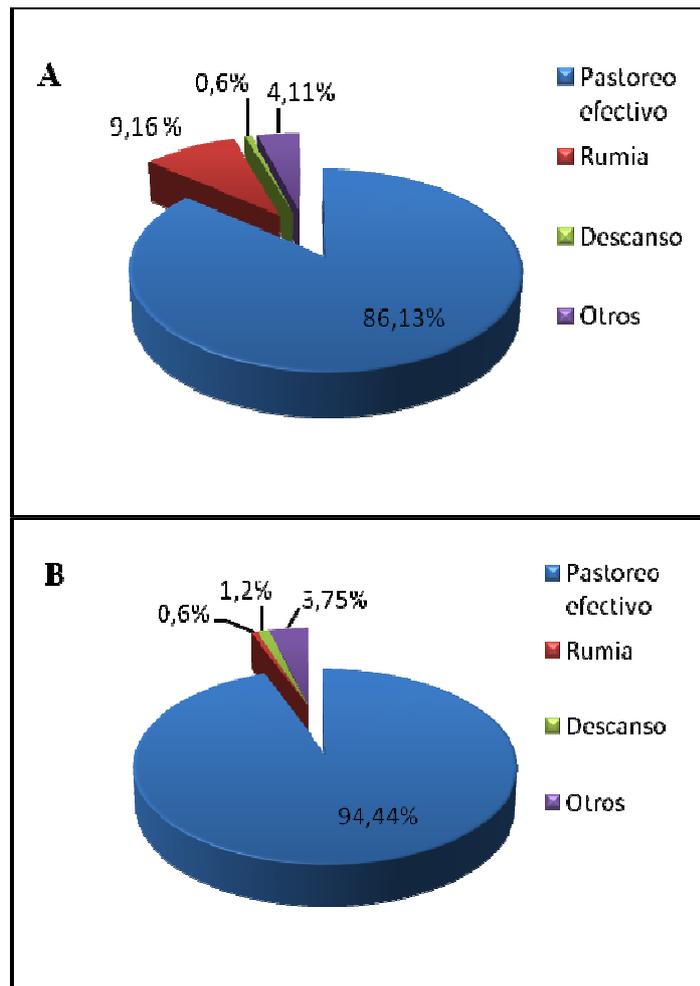
Tratamientos	Tiempo (min)			
	Pastoreo	Rumia	Descanso	Otros
S.R <sup>1</sup>	193,8 a ± 7,86	20,62 a ± 2,57	1,34 a ± 1,29	9,24 a ± 4,11
C.R	212,5 b ± 6,93	1,34 b ± 1,72	2,68 a ± 3,18	8,44 a ± 2,08

<sup>1</sup> Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ).  
S.R: Sin restricción de acceso a la pastura. C.R: Con restricción de acceso a la pastura.

Lo anteriormente señalado puede ser explicado por lo que postula Chilbroste (2002), en relación a que las vacas lecheras que ingresan a pastorear en la tarde después de una restricción, aumentan la duración de la sesión de pastoreo efectiva, a expensas de una reducción en las actividades de rumia y descanso.

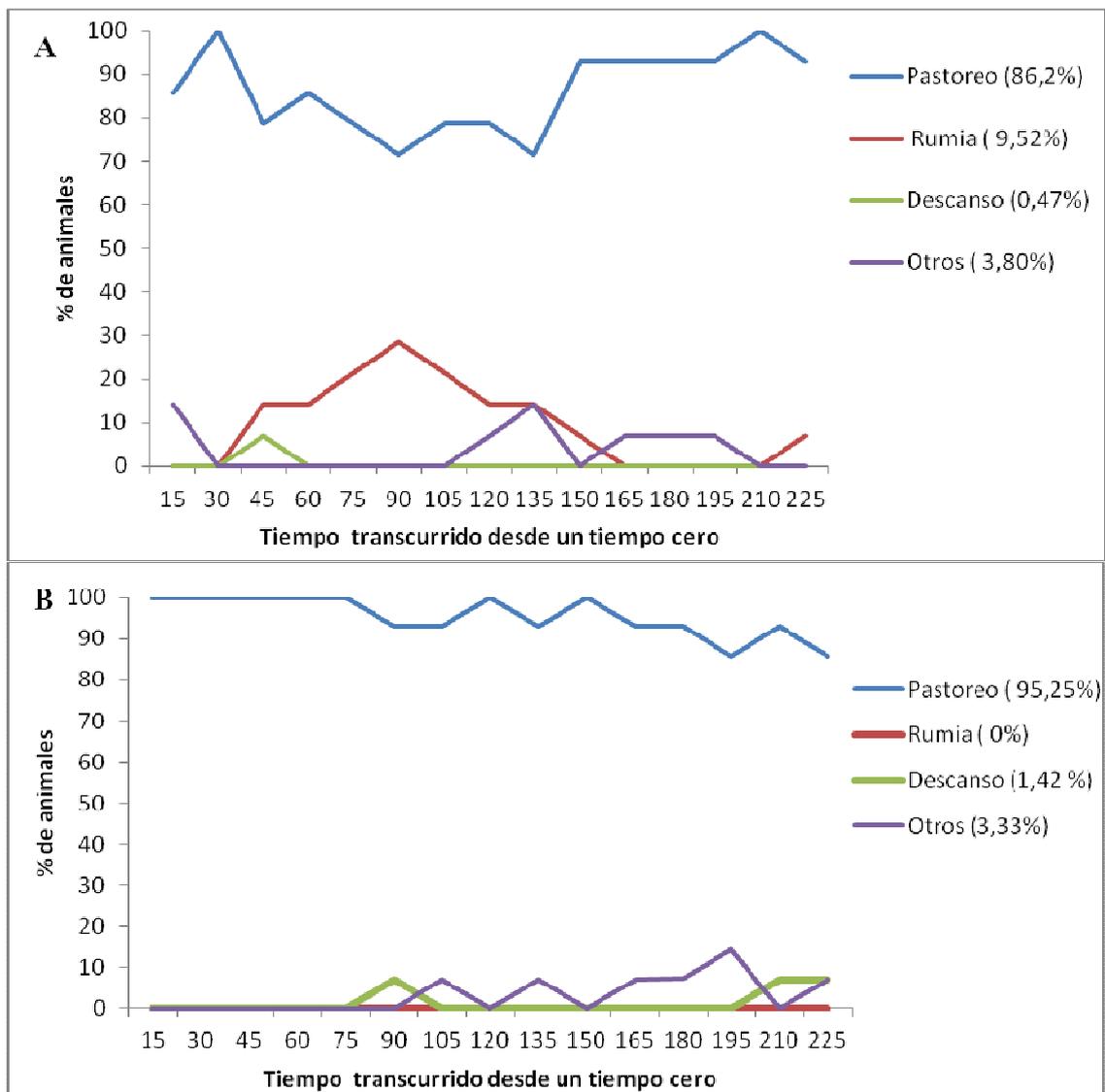
Se entiende como sesión de pastoreo al periodo comprendido entre el inicio del consumo de forraje en un animal a pastoreo y el término de esta actividad, seguido del inicio de otro tipo de actividad no ligada al pastoreo efectivo (rumia, descanso u otros).

Esto también se puede observar en la Figura 3, que son los valores mencionados anteriormente (Cuadro 6), pero expresados en porcentaje de las actividades registradas después de la ordeña de la tarde, para ambos tratamientos. Los animales que fueron restringidos (C.R), aumentaron el tiempo que dedicaron a pastorear (94,44%) y disminuyeron el tiempo de rumia (1,2%) comparado con el tratamiento sin restricción (S.R) con un 86,13% y 9,16 % respectivamente.



**Figura 3.** Componentes de la conducta de pastoreo, expresados porcentualmente, en el período inmediatamente posterior a la ordeña de la tarde (225 minutos de mediciones). (A) Corresponde al tratamiento sin restricción y (B) al tratamiento con restricción.

En la Figura 4 se puede observar que durante los 225 minutos, en la cual se realizaron las mediciones de los componentes de la conducta de pastoreo (después de la ordeña de la tarde), los animales con restricción de acceso se mantuvieron constantemente pastoreando, no registrándose periodos dedicados a rumia, comparados con el tratamiento testigo.



**Figura 4.** Actividades de los animales en las primeras horas posteriores a la ordeña de la tarde (225 minutos de mediciones). (A) corresponde al tratamiento sin restricción de acceso a la pastura y (B) al tratamiento con restricción de acceso a la pastura de 8 horas.

Cuando se utiliza un sistema de pastoreo con asignación de franjas, el ganado lechero consume la mayor parte de la pastura asignada durante las primeras horas de pastoreo. Por tanto, las estrategias de pastoreo durante este periodo son clave para determinar el consumo diario de forraje (Soca *et al.*, 2002b), siendo indispensable realizar una buena asignación de la pastura, como también realizar un óptimo manejo a los animales.

Gregorini *et al.* (2010), señalan que animales sometidos a restricciones de acceso a la pastura experimentan cambios en la estrategia de pastoreo, compensando el menor tiempo de acceso al pastizal con cambios en el comportamiento conductual de los animales, tendientes a incrementar el consumo de materia seca.

La disminución del tiempo de pastoreo ha sido reportada por Kennedy *et al.* (2009), quienes trabajaron con vacas Holstein Friesian, con períodos de acceso de 22 horas, 9 horas y dos períodos de 4,5 horas. Los autores observaron que al disminuir el período de acceso, el tiempo que destinan a pastorear tiende a disminuir (549, 437, 436 min día<sup>-1</sup>), pero los animales compensan esta disminución con aumentos en la tasa ingestiva y en el tamaño de bocado, lo que se traduce en una mayor eficiencia en el pastoreo, ya que las vacas gastan una mayor proporción del tiempo de acceso en el proceso de pastoreo (81, 81 y 96 % respectivamente) y no a realizar otro tipo de actividades. Similares resultados obtuvieron Kennedy *et al.* (2011), donde el tiempo de pastoreo efectivo tendió a disminuir (481, 407, 351 min día<sup>-1</sup>), cuando se comparaban accesos a la pastura de 22 horas, dos períodos de 4,5 horas y dos períodos de 3 horas.

Estos resultados coinciden con los obtenidos en el presente estudio, ya que los animales destinan una mayor proporción del tiempo de acceso disponible en el proceso de pastoreo, cuando son sometidos algún tipo de restricción (Figura 3 y 4).

Soca (2000), trabajando con vacas Holando con diferente grado de absorción a Frisón Neozelandés, señala que animales que reciben concentrado comercial en la dieta, más pastoreo después de un encierro entre fin de la ordeña matutina y vespertina, presentan mayor tiempo de pastoreo que aquellas vacas suplementadas y sin ningún tipo de restricción de acceso a la pastura (355 vs 248 min, respectivamente), cuando se realizan mediciones en las tardes de cada día. Este incremento del tiempo de pastoreo efectivo, se obtuvo a través de una reducción en el tiempo de rumia y descanso, lo que coincide con los resultados del presente estudio en las mediciones realizadas después de la ordeña de la tarde, donde los animales tendieron a aumentar el tiempo de pastoreo efectivo a expensas de una disminución del tiempo dedicado a rumia (Cuadro 3).

La mayoría de los estudios citados indican que el aumento del tiempo de pastoreo efectivo se realiza a expensas del tiempo que dedican a realizar otro tipo de actividades (rumia, descanso, otros), ya que existiría una redistribución de las actividades que realizan los animales durante el pastoreo diario cuando son sometidos a restricciones de acceso a la pastura.

#### V.4. Comportamiento de consumo

No existieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0,05$ ) en la tasa de bocado (Cuadro 7), cuando se comparan las mediciones realizadas en las tardes de cada día (después de la ordeña de la tarde).

**Cuadro 7.** Tasa de bocado ( $\text{boc min}^{-1}$ ), tamaño de bocado ( $\text{g MS boc}^{-1}$ ) y tasa ingestiva ( $\text{g MS min}^{-1}$ ) para ambos tratamientos. Mediciones realizadas después de la ordeña de la tarde, equivalentes a 225 minutos.

Tratamientos	Tasa de bocado ( $\text{boc min}^{-1}$ )	Tamaño de bocado ( $\text{g MS boc}^{-1}$ )	Tasa ingestiva ( $\text{g MS min}^{-1}$ )
S.R. <sup>1</sup>	61,8 a $\pm 2,97$	0,56	34,61
C.R.	62,4 a $\pm 6,13$	0,56	34,94

<sup>1</sup> Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ).  
S.R: Sin restricción de acceso a la pastura. C.R: Con restricción de acceso a la pastura.

Hodgson (1990) propone que la tasa de bocados se encuentra entre 20 y 67 bocados  $\text{min}^{-1}$ , siendo este el máximo posible. López (2011), trabajando con el mismo tipo de animales (Holstein Neozelandés), reporta valores de 66,9 bocados  $\text{min}^{-1}$ .

El ayuno previo al pastoreo ejerce una influencia sobre el patrón de ingestión de los animales (Soca, 2000). Por tal razón, si se les restringe el tiempo de acceso a la pastura pueden tener una mayor propensión a pastar, lo que provocaría aumentos en el número de bocados por día y por lo tanto, un aumento en la tasa de consumo de materia seca por animal (Kennedy *et al.*, 2009). Estos resultados no coinciden a los presentados en este estudio, ya que la tasa de bocado no se vió incrementada, al igual que el consumo de MS en los animales restringidos. Es posible que la estrategia utilizada por los animales en el presente ensayo fuera incrementar el tiempo de pastoreo efectivo en el período de acceso al pastizal (Cuadros 5 y 6), en desmedro de un incremento en la tasa de bocado.

Algunas investigaciones sobre este tipo de manejo explican que el comportamiento ingestivo cambia cuando la asignación de tiempo para pastorear aumenta, particularmente cuando la restricción de acceso es superior a las 9 horas diarias. En las primeras horas de pastoreo, las vacas lecheras toman grandes bocados y a una mayor tasa ( $> 61 \text{ boc min}^{-1}$ ), resultando en altas tasas de consumo, pero comienza a declinar cuando este tiempo para pastorear aumenta de 1 a 4 horas de pastoreo (del tiempo total de restricción), con un promedio de  $41 \text{ boc min}^{-1}$  (Chilibroste *et al.*, 1997).

Se ha señalado además que aumentos en la tasa de bocado pueden estar asociados con reducciones en el tiempo que dedican las vacas a seleccionar el forraje, pero no con un aumento de la frecuencia de los movimientos mandibulares (Chilibroste *et al.*, 2007).

Por lo general, la estrategia de restricción de acceso a la pastura considera un determinado nivel de suplementación en las horas de encierro, ya sea con concentrados o forraje conservado. Las modificaciones en el comportamiento ingestivo en aquellos animales suplementados, están relacionados con la disminución de los requerimientos energéticos, asociados con la ingestión de energía proveniente de la suplementación, por lo que el animal requiere una menor ingestión de energía proveniente de la pastura, traduciéndose en una menor intensidad de pastoreo, lo que provocaría cambios en la estrategia de consumo de los animales. Por tanto, la suplementación provocaría un patrón de pastoreo menos intenso, lo que se puede asociar con una estrategia que permita incrementar el tamaño del bocado y por lo tanto la tasa de consumo (Wallis de Vries y Daleboudt, 1994), ya que cuando la restricción expresada en horas es muy alta, se debe apoyar a los animales con algún tipo de suplemento; de otro modo, la modificación conductual no será suficiente.

No obstante, Kristensen *et al.*, (2007), han señalado que cuando el acceso a la pastura aumenta de 4-6,5- 9 horas, pero con incorporación de suplemento en la dieta, las vacas no presentan diferencias significativas en la tasa de bocado (54,5 vs 56,3 vs 55,1 boc min<sup>-1</sup>) respectivamente.

### V.5. Consumo

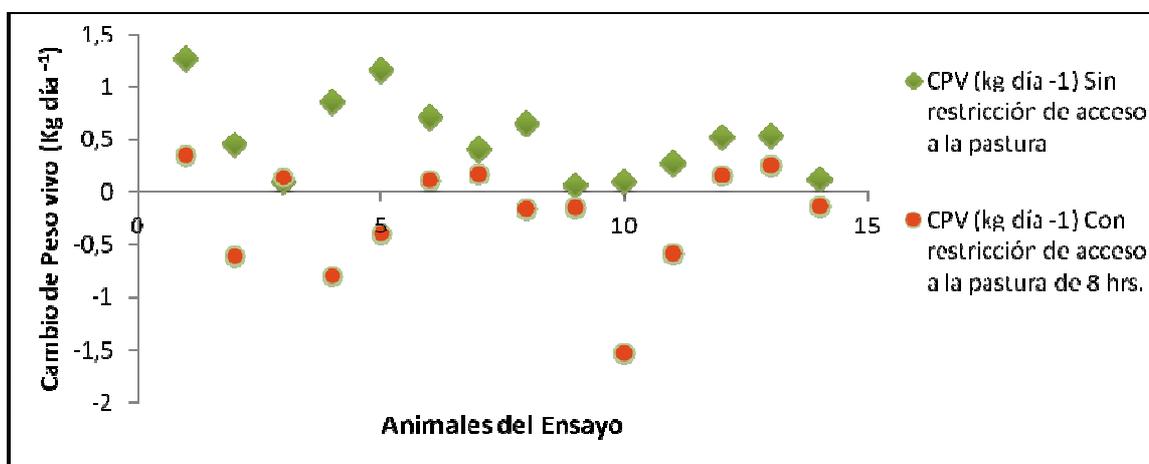
El consumo de MS en los animales con restricción de acceso a la pastura fue significativamente ( $P < 0,05$ ) menor que en aquellos animales sin restricción de acceso (Cuadro 8). Así también, los animales con restricción de acceso a la pastura de 8 horas, presentaron una pérdida de 230 g día<sup>-1</sup>, mientras que los animales sin restricción de acceso a la pastura manifestaron una ganancia de 520 g día<sup>-1</sup>.

**Cuadro 8.** Consumo de pastura (kg MS día<sup>-1</sup>), cambio de peso vivo (kg MS día<sup>-1</sup>) de los animales del estudio.

Tratamientos	Consumo (kg MS día <sup>-1</sup> )	Cambio de peso vivo (kg día <sup>-1</sup> )
S.R. <sup>1</sup>	17,26 a ± 1,99	0,52 a
C.R.	14,74 b ± 3,51	-0,23 b

<sup>1</sup> Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ).  
S.R: Sin restricción de acceso a la pastura. C.R: Con restricción de acceso a la pastura.

En la Figura 5, se ilustra el cambio de peso vivo (kg día<sup>-1</sup>) de todos los animales del estudio, en él se puede apreciar que las vacas con restricción de acceso a la pastura (C.R), presentan pérdidas de peso más notables, comparados con el tratamiento sin restricción, como consecuencia de una disminución del consumo de materia seca (kg MS día<sup>-1</sup>) durante el ensayo.



**Figura 5.** Cambio de Peso Vivo (CPV kg día<sup>-1</sup>) de los animales de ambos tratamientos, durante la etapa experimental.

Someter a los animales a este tipo de manejo durante un tiempo más prolongado, podría afectar la producción a futuro, si bien no existió un efecto en dicho parámetro, los animales deberían haber comenzado a subir de peso y no lo contrario (Cuadro 9), ya que se encontraban pasando al último tercio de la lactancia.

**Cuadro 9.** Cambio de peso vivo en vacas Holstein Neozelandés, sometidas al tratamiento de restricción a la pastura, versus el tratamiento testigo.

Variable	Tratamiento	Semana de medición		
		S1	S2	S3
Peso Vivo (kg)	S.R.	547,3	542,4	550,5
	C.R.	553,0	544,0	549,2
Valor <i>P</i>		>0,05	>0,05	>0,05

S.R: Sin restricción de acceso a la pastura. C.R: Con restricción de acceso a la pastura.

El consumo de forraje es la principal limitante del nivel y eficiencia de producción de vacas lecheras a pastoreo y depende de la interacción entre factores propios del animal (tamaño, edad, restricciones ingestivas, digestivas) y factores ambientales (temperatura, disponibilidad de agua, condición de la pastura, etc.)

Las vacas integran estímulos internos (producto de la digestión) e incentivos externos (manejo del pastoreo/oportunidades para pastorear), para regular el consumo de forraje, la cual podría explicar, como el ganado puede cambiar a corto plazo las tácticas y estrategias para mantener el consumo diario de forraje (Soca *et al.*, 2002a; Soca *et al.*, 2002b). Por consiguiente modificaciones en la conducta animal y en la tasa ingestiva, causadas por la duración y momento de acceso al pastoreo, pueden ser analizadas de manera análoga al efecto que provocaría la imposición de diferentes tiempos de ayuno (Soca *et al.*, 2002b).

Cuando las vacas lecheras a pastoreo son sometidas a este tipo de manejo, estas presentan fuertes cambios en el comportamiento ingestivo, especialmente si los animales son incapaces de incrementar su consumo de materia seca (Pérez-Ramírez *et al.*, 2008), situación similar a lo ocurrido en esta investigación.

En este estudio, el consumo de pastura ( $\text{kg MS día}^{-1}$ ) presentó diferencias entre tratamientos por efecto de la restricción del acceso a la pastura, similar a lo reportado por Gregorini *et al.* (2009), cuando se comparó con vacas lecheras no restringidas (N.R.) y con accesos a la pastura de 8 h y 2 períodos de 4 horas al día, reportando consumos de pastura de: 13,7 (N.R), 12,5 (8 h de acceso) y 13,9 kg (2 x 4 h de acceso)  $\text{MS día}^{-1}$  respectivamente, la cual se evidencia un efecto de la restricción y en la forma en que se realiza este manejo sobre el consumo, si es parcializada o no.

Cuando se incluye en las investigaciones 3 niveles de disponibilidad de pastura, además de una restricción de 9 horas diarias, la tasa de consumo tiende a aumentar linealmente a medida que aumenta la disponibilidad en la franja de pastoreo (Pérez-Prieto *et al.*, 2011). Este aumento en la tasa de consumo puede estar asociado con reducciones en la eficiencia de la masticación del forraje (Laca *et al.*, 1994) lo que provoca la ingestión de más partículas y una mayor tasa de pasaje en el rumen. Por tanto, una mayor disponibilidad de MS facilitaría la cosecha de forraje desde la pastura, reduciendo los efectos de la restricción de acceso al pastizal.

En cuanto a la incorporación de concentrado en la dieta y accesos a la pastura de 22 a 16, 8 y 4 horas al día, Kristensen *et al.* (2007), reporta que no existiría una reducción en el consumo de materia seca total en los animales, siempre y cuando se suministre concentrado. Similares resultados obtuvieron Gregorini *et al.* (2008) con bovinos de carne, quienes evaluaron el tiempo dedicado a pastorear y el consumo de forraje diario, cuando son sometidos a periodos de restricción de 20 horas y acceso a la pastura en la mañana o la tarde. Ambos estudios difieren a los resultados del presente estudio, debido principalmente a la incorporación de suplemento en la dieta.

## VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede concluir lo siguiente:

- El tiempo de pastoreo efectivo disminuye al restringir el tiempo de acceso a la pastura, evaluado a nivel diario.
- La restricción de acceso a la pastura, provoca un incremento en el tiempo de pastoreo efectivo en las horas inmediatamente posteriores al término del período de restricción.
- La restricción de acceso a la pastura no provoca una modificación en la tasa de bocado.
- El consumo de materia seca (MS) disminuye al restringir el tiempo de acceso a la pastura.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. Wallington, U.K., CAB International. 159 p.

ANRIQUE, R., FUCHSLOCHER, R., IRAIRA, S y SALDAÑA, R. 2010. Composición de alimentos para ganado bovino. Disponible en WWW: [http://wcp.vpapel.net/wcp/catalogos/Consortio\\_Lechero/index.htm](http://wcp.vpapel.net/wcp/catalogos/Consortio_Lechero/index.htm). Leído el 11 de Noviembre de 2011.

BAKER, R. D. 1985. Estimating herbage intake from animal performance. En: Leaver, J. D. (ed). Herbage intake Handbook. The British Grassland Society. Pp. 77-94.

CADENA, M. Sf. La calidad del forraje en la alimentación de vacas altamente eficientes. Disponible en WWW: <http://www.agribiotech.com.mx/articulostecnicos/LACALIDADDELOSFORRAJEENLAALIMENTACIONDERLAVACALECHERA.pdf>. Leído el 26 de Septiembre de 2011.

CANSECO, C., DEMANET, R., BALOCCHI, O., PARGA, J., ANWANDTER, V., ABARZUA, A., TEUBER, N., y LOPETEGUI, J. 2007. Determinación de la disponibilidad de materia seca de praderas en pastoreo. En: Manejo del pastoreo. FIA.129 p.

CERDA, D., MANTEROLA, H., SIRHAN, L. y ILLANES, R. 1987. Validación y estudios comparativos de métodos estimadores de la digestibilidad aparente de alimentos para rumiantes. IV. Estudio del método de digestibilidad enzimática como predictor de la digestibilidad aparente. Avances en Producción Animal 12 (1-2): 87-97.

CHILIBROSTE, P., S. TAMMINGA, and H. BOER. 1997. Effect of length of grazing session, rumen fill and starvation time before grazing on dry matter intake, ingestive behavior and dry matter pool sizes of grazing lactating dairy cows. Grass Forage Sci. 52:249-257.

CHILIBROSTE, P. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal. En: X Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría., Paysandú X.

CHILIBROSTE, P., SOCA, P., MATTIAUDA, D.A., BENTANCUR, O. and ROBINSON P.H. 2007. Short term fasting as a tool to design effective grazing strategies for lactating dairy cattle: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture. 47: 1075-1084.

COLABELLI, M., MAZZANTI, A. y LABREVEUX, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. Boletín técnico N° 148. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Buenos Aires Sur, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Prov. Bs.As., Argentina.

DILLON, P., J.R. ROCHE, I. SHALLOO, and B. HORAN. 2005. Optimizing financial return from grazing in temperate pasture. Pages 131-147 in Proc. Satellite Workshop 20 th Int. Grassl. Congr., Cork, Ireland. Utilisation Grased Grass in Temp. Anim. Syst. J. J. Murphy, ed. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Nertherlands.

DURAN, C. y ROJAS, C. 2001. Efecto de la suplementación con concentrado sobre la productividad y conducta de pastoreo en vacas con partos en otoño. Memoria Ing. Agr. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. 80 p.

EDMONSON, A., LEAN, A., WEAVER L., FARVER, T. and WEBSTER, G. 1989. A body condition scoring shart for Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science Vol. 72, No. 1.

FERRET, A. 2003. Control de calidad de forrajes. Disponible en WWW: [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/03CAP\\_VII.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/03CAP_VII.pdf). Leído el 16 de Noviembre de 2011.

GALLI, J.R., CANGIANO, C.A. y FERNÁNDEZ, H.H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal 16(2): 119-142.

GONZÁLEZ V., H. y MAGOFKE, J.C. 2008. Comportamiento de diferentes líneas de ganado Holstein en sistemas de producción basados en pastoreo. Circular de Extensión N° 33, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

GONZÁLEZ, H., GARCÍA, X., MAGOFKE, J.C. y CUEVAS, A. 2002. Comparación de diferentes cruzamientos entre frisón negro chileno con frisón neozelandés y con Holstein americano. Archivos de Zootecnia 51: 303-314.

GOERING, H. and VAN SOEST, P. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural Handbook 379. ARS-USDA, Washington, D.C. 76 p.

GREGORINI, P., GUNTER, S and BECK, P. 2008. Matching plant and animal processes to alter nutrient supply in strip-grazed cattle: Timing of herbage and fasting allocation. Journal of Animal Science 86: 1006-1020.

GREGORINI, P., CLARK, C., JAGO, J., GLASSEY, C., MCLEOD, K., and ROMERA, A. 2009. Restricting time at pasture: Effect on dairy cow herbage intake, foraging behavior, hunger-related hormones, and metabolite concentration during the first grazing session. *American Dairy Science Association* 92:4572-4580.

GREGONINI, P., CLARK, C., MCLEOD, K., GLASSEY, C., ROMERA, A and JAGO, J. 2010. Short communication: Feeding station behavior of grazing dairy cow in response to restriction of time at pasture, *Livestock Science*, doi:10.1016/j.livsci.2010.11.017

HAZARD, S. 2010. Alimentation de vacas lecheras. Disponible en WWW : <http://www.inia.cl/medios/quilamapu/inproleche/pdf/AD3.pdf>. Leído el 7 de Septiembre de 2011.

HODGSON, J. 1990. Grazing management. Science into practice. (Ed) Longman Scientific and Thechnical. Burnt Mill. UK. 203 p.

KENNEDY, E., MCEVOY M., J. P MURPHY, and O`DONOVAN M. 2009. Effect of restricted access time to pasture on dairy cow milk production, grazing behaviour, and dry matter intake. *American Dairy Science Association* 92 :168-176.

KENNEDY, E.,CURRAN, J., MAYES, B., MCEVOY, M., MURPHY, J and O`DONOVAN, M. 2011. Restricting dairy cow access time to pasture in early lactation: the effect on milk production, grazing behavior and dry matter intake. *Animal* 5: 1805-1813.

KLEIN, F. 2001. Utilización de praderas y nutrición de vacas lecheras. Seminario de leche. INIA- Remehue. Serie acta N°13.

KRISTENSEN, T., OUDSHOORN, F., MUNKSGAARD, L and SØEGAARD, K. 2007. Effect of time at pasture combined with restricted indoor feeding on production and behavior in dairy cows. *Animal* 1:439-448.

LACA, EA., UNGAR, ED., and DEMMENT, MW. 1994. Mechanisms of handling time and intake rate of a large mammalian grazer. *Applied Animal Behaviour Science* 39: 3-19.

LE DU and PENNING. 1985. Animal based techniques for estimating herbage intake. En: J.D. Leaver, ed. *Herbage Intake Handbook*. The British Grassland Society, Hurley, UK. pp.37-75.

LÓPEZ, G. 2011. Efecto de diferentes niveles de suplementación y oferta de forraje, sobre la conducta de pastoreo y comportamiento de consumo de vacas a pastoreo. Memoria para optar al título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 50 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington D.C. 381p.

PARGA, J. 2003. Utilización de praderas y manejo de pastoreo con vacas lecheras. En: TEUBER N., URIBE H., OPAZO L. (eds.). Seminario Hagamos de la lechería un mejor negocio: 10 Diciembre de 2011, 5 de Marzo, 23 de Mayo de 2012. Serie de Actas Inia 24. 122 p.

PÉREZ-RAMIREZ, E., R. DELAGARDE, and L. DELABY. 2008. Herbage intake and behavioral adaptation of grazing dairy cows by restricting time at pasture under two feeding condition. *Animal* 2 : 1384-1392.

PÉREZ-PRÍETO, L., PEYRAUD, J., and DELAGARDE, R. 2011. Pasture intake, milk production and grazing behavior of dairy cows grazing low-mass pastures at three daily allowance in winter. *Livestock Science* 137: 151-160.

SISTEMA AGROCLIMATICO FDF-INIA-DMC. Informes Agroclima 2011. Disponible en [WWW:http://www.agroclima.cl/InformesAgroclima/Precipitacion.aspx?IdEst=306&Infor=22](http://www.agroclima.cl/InformesAgroclima/Precipitacion.aspx?IdEst=306&Infor=22). Leído el 7 de Septiembre 2011.

SOCA, P. 2000. Efecto del tiempo de pastoreo y nivel de suplementación sobre el consumo, conducta y parámetros productivos de vacas lecheras. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 98 p.

SOCA, P., BERETTA, V., HEINZEN, M and BENTANCUR, O. 2002a. Effect of pasture height and control of grazing time on grazing behavior and defoliation dynamic of growing beef cattle. In: Symposium responding to the increasing global demand for animal products. Br. Soc. Anim. Sci., Universidad Autónoma de Yucatán, México. BSAS, Mérida, México.

SOCA, P., H. GONZÁLEZ, and H. MANTEROLA. 2002b. Foraging strategy of dairy cows. Literature review. *Rev. Cs Anim.* 25:119-125.

SPEEDING, C. R., R. V. LARGE, and D. D. KYDD. 1966. The evaluation of herbage species by grazing animals. Proceedings of the 10<sup>th</sup> international grassland congress, Helsinki, Finlandia, 479-483.

VELOSO, A. 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 para optar al título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 142 p.

WALLIS DE VRIES, M., and DALEBOUDT, C. 1994. Foraging strategy of cattle in patchy grassland. *Oecologia.* 100:98-106.