

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE PREGRADO

**EFFECTO DEL TIEMPO DE ACCESO A LA PASTURA SOBRE  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y COMPORTAMIENTO  
INGESTIVO A CORTO PLAZO EN VACAS HOLSTEIN  
NEOZELANDÉS.**

KATHERINE ALEJANDRA ALARCÓN SOTO

SANTIAGO – CHILE  
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE PREGRADO

**EFEECTO DEL TIEMPO DE ACCESO A LA PASTURA SOBRE  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y COMPORTAMIENTO  
INGESTIVO A CORTO PLAZO EN VACAS HOLSTEIN  
NEOZELANDÉS.**

**EFFECT OF RESTRICTED ACCESS TO PASTURE ON  
PRODUCTIVE PERFORMANCE AND SHORT-TIME INGESTIVE  
BEHAVIOUR IN NEW ZEALAND HOLSTEIN COWS**

KATHERINE ALEJANDRA ALARCÓN SOTO

SANTIAGO – CHILE  
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE PREGRADO

**EFEECTO DEL TIEMPO DE ACCESO A LA PASTURA SOBRE  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y COMPORTAMIENTO  
INGESTIVO A CORTO PLAZO EN VACAS HOLSTEIN  
NEOZELANDÉS.**

Memoria para optar al título profesional de:  
Ingeniero Agrónomo

KATHERINE ALEJANDRA ALARCÓN SOTO

<b>Profesor Guía</b>	Calificaciones
Humberto González V. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,7
<b>Profesores Evaluadores</b>	
Alfredo Olivares E. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,8
Elías Obreque S. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,5
<b>Colaborador</b>	
Luis Piña M. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	

SANTIAGO – CHILE  
2012

## **AGRADECIMIENTOS**

Al finalizar esta etapa de mi vida, quisiera hacer un reconocimiento a todas aquellas personas que hicieron esto posible.

En especial a mis padres y hermana por preocuparse desde siempre de mi educación y cuidado, por creer en mis capacidades incluso cuando el camino se puso cuesta arriba, por alentarme en situaciones difíciles y acompañarme en todo momento.

A mi pololo Carlos por apoyarme y entregarme todo su cariño, desde el inicio de este proceso.

A mi tía María Teresa, que de no ser por ella nada de esto sería posible. Preocupada por mi formación y educación profesional desde el colegio.

No puedo dejar de mencionar a mis amigos y compañeros de carrera, Francisca Álvarez, Daniela Lagos, Camila Araneda, Camila González y Juan Ignacio Ovalle, con los que cultive una amistad fructífera y viví momentos inolvidables durante nuestro período estudiantil y en giras profesionales a lo largo del país,

También quiero hacer un reconocimiento al prof. Luis Piña, colaborador de este trabajo, que fue un apoyo fundamental en el desarrollo de mi memoria de título. A mi profesor guía Humberto González por la entrega de sus conocimientos y dedicación, al igual que a los trabajadores de la estación experimental, por su disposición y conocimientos que sólo se pueden adquirir en la práctica.

Finalmente quiero dedicar este trabajo a mi prima Francisca Choapa que ya no está con nosotros, pero de no haber sido así, estaríamos en la misma situación.

## ÍNDICE

	<u>Páginas</u>
<b>I. RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>II. ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>III. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>IV. HIPÓTESIS</b>	<b>5</b>
<b>V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>5</b>
<b>VI. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>6</b>
<b>VI.1. Lugar de estudio</b>	<b>6</b>
<b>VI.2. Materiales</b>	<b>6</b>
<b>VI.3. Metodología</b>	<b>7</b>
<b>VI.4. Análisis estadístico</b>	<b>12</b>
<b>VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>13</b>
<b>VII.1. Descripción de condiciones climáticas durante el ensayo</b>	<b>13</b>
<b>VII.2. Temperaturas</b>	<b>13</b>
<b>VII.3. Precipitaciones</b>	<b>14</b>
<b>VII.4. Atributos de la pastura ofrecida y caracterización química de la pastura seleccionada por los animales</b>	<b>14</b>
<b>VII.5. Consumo de MS total y durante las 4 horas post ordeña de la tarde</b>	<b>16</b>
<b>VII.6. Peso vivo y condición corporal de los animales</b>	<b>20</b>
<b>VII.7. Cambio de peso vivo de los animales</b>	<b>21</b>
<b>VII.8. Producción de leche sin corregir y corregida según el cambio de peso vivo</b>	<b>22</b>
<b>VII.9. Concentración de grasa y proteína láctea</b>	<b>24</b>
<b>VIII. CONCLUSIONES</b>	<b>26</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>27</b>
<b>X. APÉNDICES</b>	<b>31</b>

## RESUMEN

Los sistemas pastoriles de producción de leche en nuestro país, dependen del crecimiento y calidad de la pastura para el sustento de la producción como base de alimentación de los animales, que es uno de los costos más significativos dentro de este tipo de sistemas. Es por eso que cada día la investigación se concentra en la realización de variados estudios, promoviendo una producción más eficiente, mediante la mejor utilización de los recursos.

El presente ensayo tuvo como objetivo determinar el efecto del acceso restringido de los animales a la pastura, sobre parámetros productivos, comportamiento ingestivo y consumo de materia seca. Se establecieron dos tratamientos, TSR: Sin restricción de acceso a la pastura, y TCR: Con restricción de acceso a la pastura de 8 h, desde la ordeña de la mañana hasta la ordeña de la tarde. Se seleccionaron 28 vacas adultas Holstein Neozelandés, de similares características productivas, las cuales fueron asignadas al azar en los tratamientos (n=14). La asignación de la franja de alimentación se realizó cada dos días, luego de la ordeña de la tarde. Se midió la conducta de pastoreo y la tasa de bocado en ambos grupos, para determinar la tasa ingestiva de materia seca (MS). Se midió el peso vivo, condición corporal, producción de leche y composición láctea individualmente. Se estimó el consumo de materia seca, relacionando los requerimientos energéticos de los animales con el aporte de energía de la pastura.

El consumo total de MS disminuyó en los animales del TCR. Sin embargo, la proporción de MS consumida por este grupo fue mayor durante las primeras horas post-ordeña de la tarde, en comparación al TSR, debido al aumento en los minutos dedicados al proceso de pastoreo.

La producción de leche y la composición láctea no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. El peso vivo y la condición corporal fueron similares; no obstante, la tasa de cambio de peso fue negativa en los animales del tratamiento con restricción.

Dado esto, se puede concluir que este manejo no afecta el nivel productivo de los animales, permitiendo mejorar la eficiencia de cosecha de forraje por parte de los animales. Sin embargo, la disminución en el consumo de MS y el cambio de peso negativo en los animales sometidos a la restricción, indicaría que la aplicación de este manejo por un período prolongado de tiempo, bajo las condiciones en las cuales se desarrolló este trabajo, podría ser perjudicial para los animales.

Palabras clave: Acceso a la pastura, vacas lecheras, consumo de materia seca, conducta de pastoreo.

## ABSTRACT

Pasture-based systems of milk production in Chile depend on growth and quality of pasture to sustain production as the basis of animal feed, which is one of the most significant costs in this system. Because of that, every day research focuses on the performance of various studies, promoting more efficient production, through better utilization of resources.

This study was designed to determine the effect of restricted access time to pasture on productive parameters, ingestive behavior and dry matter intake. The treatments were TSR: Unrestricted access time to pasture, and TCR: restricted access time to pasture for 8 h, from the milking morning to afternoon milking. There were selected 28 adult Holstein New Zealand dairy cows of similar productive characteristics, which were randomly assigned to treatment (n = 14). The allocation of the grazing strip was performed every two days, after the afternoon milking. Grazing behavior and bite rate were measured in both groups, to determine the ingestive rate of dry matter (DM). Body weight, body condition, milk production and milk composition were measured individually. Dry matter intake was estimated relating the energy requirements of animals with energy intake from pasture.

The total DM intake decreased in TCR animals. However, the proportion of DM consumed by this group was greatest during the first hours post-milking in the afternoon, compared to TSR, due to the increase in the time dedicated to the process of grazing.

Milk production and milk composition did not differ significantly between treatments. Body weight and body condition were similar, however, the rate of weight change was negative in TCR animals.

Given this, we can conclude that restrict access time to pasture does not affect the production of the animal, allowing improved forage harvest efficiency by animals. However, the decrease in dry matter intake and negative weight change in the animals subjected to the restriction, indicate that the application of this system for a prolonged period of time could be harmful to the animals.

Keywords: Access to pasture, dairy cows, dry matter intake, grazing behavior.

## INTRODUCCIÓN

Los resultados económicos de los sistemas pastoriles de producción de leche en regiones templadas dependen, fundamentalmente, de la carga animal, del potencial genético de los animales, del suplemento aportado, así como también de la cantidad y calidad del forraje disponible. El objetivo clave de estos sistemas es maximizar el rendimiento por unidad de superficie, de acuerdo al potencial productivo de los animales con una dieta basada, principalmente, en el pastoreo directo (Kennedy *et al.*, 2009).

La alimentación es uno de los factores que tiene mayor incidencia en la producción de leche. Esto se hace más importante si se considera que el costo alimenticio incide, por lo menos, en un 50% del costo total del litro de leche (Hazard, 2010).

En explotaciones lecheras basadas en pastoreo directo, es común que los animales permanezcan todo el tiempo en la pastura, donde su conducta normal se caracteriza por alternar durante el día: pastoreo, rumia, descanso e interacción social (Gibb *et al.*, 1997), lo que permite definir el pastoreo como un proceso integrado en diferentes escalas de tiempo y espacio.

La producción de leche anual, se relaciona directamente con el nivel pluviométrico de la zona y las restricciones que presentan las praderas naturalizadas como soporte para la producción de leche durante el verano, han recibido escasa investigación analítica (Soca, 2000). En años secos, con déficit de precipitaciones durante la época estival, la disponibilidad de forraje disminuye, siendo afectado el crecimiento de la pastura. Así, el proceso de cosecha de los animales se vuelve más dificultoso y demandante de energía.

Se ha observado que una de las estrategias para disminuir el efecto de la escasa disponibilidad de forraje, puede ser restringir el acceso de los animales a la pastura manteniéndolos en estabulación durante algunas horas del día (Chilibroste *et al.*, 2007).

Este manejo, aumenta la eficiencia de cosecha de las vacas una vez llevadas al potrero; manteniendo y en ocasiones mejorando la producción de leche. Dado que la cantidad de forraje consumido por los animales en sistemas pastoriles está regulada, principalmente, por el tiempo de pastoreo, la tasa de bocado y tamaño del bocado, el uso de estrategias de manejo del pastoreo efectivo permitiría mitigar la baja disponibilidad y calidad de la pastura, obteniendo un buen rendimiento de los animales, sin afectar la persistencia de la pastura (Chilibroste *et al.*, 2007).

El mantenimiento de la producción de leche con la aplicación de esta estrategia se debe, principalmente, a un cambio en la conducta de pastoreo y el comportamiento ingestivo, caracterizado por el aumento en el tiempo de pastoreo efectivo y el aumento de la tasa de bocado, representando una táctica de compensación inmediata de alimentación en respuesta a la privación de éste (Laca *et al.*, 1992). De este modo, animales sometidos a este manejo realizarán un pastoreo más eficiente y con un menor grado de selectividad.



Por otra parte, estudios recientes relacionados con la restricción del tiempo de acceso a la pastura (Kennedy *et al.*, 2009; Pérez-Ramírez *et al.*, 2009) han demostrado que este manejo no afecta significativamente la producción de leche y no provoca una disminución en la condición corporal y peso vivo de las vacas; bajo el supuesto que la ingesta de energía es mayor al costo energético de cosecha de forraje.

En la actualidad, el desafío que enfrentan los productores lecheros, para maximizar la producción, es aumentar la eficiencia en la cosecha de nutrientes por parte de los animales, así como también mejorar la producción y calidad del forraje ofrecido. Dado que las adaptaciones a corto plazo en el comportamiento ingestivo de animales a pastoreo han sido escasamente investigadas en nuestro país, el objetivo de este estudio es evaluar la respuesta productiva y las modificaciones en el comportamiento ingestivo de vacas lecheras a pastoreo, sometidas a una restricción de acceso a la pastura.

## **HIPÓTESIS**

Hipótesis 1: La restricción en el tiempo de acceso a la pastura no afecta el comportamiento productivo de los animales.

Hipótesis 2: La restricción en el tiempo de acceso a la pastura, aumenta el consumo de materia seca (MS), durante las primeras cuatro horas post-ordeña de la tarde, en los animales sometidos a este tratamiento y representa una mayor proporción del consumo de MS total diario, respecto a los animales sin restricción.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Cuantificar el efecto del tiempo de restricción a la pastura sobre los cambios de peso vivo, condición corporal, y parámetros productivos en vacas Holstein Neozelandés a pastoreo.
- 2) Estimar los requerimientos de energía metabolizable para cada una de los procesos fisiológicos; para estimar el consumo de materia seca total en ambos grupos.
- 3) Cuantificar el tiempo de pastoreo efectivo y tasa de bocado, durante las primeras cuatro horas post ordeña de la tarde, para así estimar el consumo de materia seca durante este período.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Lugar del estudio**

El estudio se realizó en la Estación Experimental Oromo, dependiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en el valle central de la provincia de Osorno, comuna de Purranque, Región de Los Lagos (40° 53' Lat. Sur, 73° 06' Lat. Oeste; 114 m.s.n.m.).

La superficie total del predio es de 240 há. aproximadamente, de las cuales 170 há. corresponden a sectores con topografía plana utilizadas para la producción de leche. Los suelos del predio pertenecen a la Serie Osorno, originado de ceniza volcánica, presentan una topografía plana, textura ligera, pH ácido, profundo, con alto contenido de materia orgánica y de buena permeabilidad (CIREN, 2003).

El clima del sector es templado a templado frío con influencia mediterránea, existiendo lluvias a través de todo el año, que disminuyen en los meses de verano, lo cual determina 3 a 4 meses subhúmedos y condiciones de aridez en los años de sequía. El promedio anual de precipitación en el sector es de aproximadamente 1.329 mm, concentrándose entre marzo y septiembre, con un período de menor precipitación entre octubre y febrero. La temperatura media anual es de 11,2 °C (Veloso, 2009).

### **Materiales**

- 10 há. de superficie de una pastura perenne polifítica.
- 28 vacas adultas Holstein Neozelandés.
- Sala de ordeña “espina de pescado” con medidores de leche proporcionales.
- Estufa de secado.
- Balanza electrónica.
- Romana.
- Cerco eléctrico.
- Plato medidor de biomasa vegetal.
- Tijeras.
- Cuadrante para las muestras de composición botánica.
- Patio de alimentación.
- Estacas.

## Metodología

El ensayo se realizó durante los meses de enero y febrero del 2011, en un período total de cuatro semanas, considerando una etapa pre-experimental de una semana. En este período, se seleccionaron los animales para el acostumbramiento a las condiciones de los tratamientos y se reconocieron las labores a realizar durante la etapa experimental de 21 días, la cual fue desde el 17 de enero hasta el 6 de febrero.

Se seleccionaron 28 vacas adultas del biotipo Holstein Neozelandés, en base a los siguientes criterios: número de lactancias ( $4,6 \pm 1,2$ ), condición corporal ( $3,1 \pm 0,19$ ) medida en la escala de 1 a 5, descrita por Edmonson *et al.* (1989), peso vivo ( $562,5 \pm 49$  kg), producción de leche correspondiente al último control lechero ( $23,3 \pm 3,5$  kg animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>). Adicionalmente, se consideró el estado sanitario de los animales, fundamentalmente aspectos relacionados con salud mamaria y cojeras. Los animales fueron distribuidos en dos tratamientos con 14 animales cada uno.

Los tratamientos correspondieron a:

- Sin restricción de acceso a la pastura (TSR), equivalente a  $1.290 \text{ min d}^{-1}$  de acceso.
- Con restricción de acceso a la pastura (TCR) de 8 horas diarias, equivalente a  $810 \text{ min d}^{-1}$  de acceso.

Los 150 min (2,5 horas) restantes para completar un día, corresponden al tiempo utilizado en ambas ordeñas.

La restricción de acceso a la pastura se efectuó después de la ordeña matutina donde, una vez pesados los animales, fueron dirigidos hacia el patio de alimentación de la Estación Experimental. Durante el período de encierro tuvieron sólo acceso a agua *ad-libitum* y sombra, sin acceso a alimentación en el período comprendido entre la ordeña de la mañana y la ordeña de la tarde (tiempo de restricción). El grupo de animales que conformó el tratamiento sin restricción de acceso a la pastura, estuvo permanentemente en la pastura y sólo se movilizó para sus respectivas ordeñas.

Se utilizó un sistema de pastoreo rotativo, asignando una franja para el consumo de materia seca (MS) de dos días, entregada luego de la ordeña de la tarde para ambos grupos. La superficie a asignar fue determinada tomando en cuenta la disponibilidad de MS del potrero y la demanda de MS de los animales, donde se consideró un consumo de MS por animal equivalente al 3% del peso vivo (NRC, 2001) y la cantidad de animales en cada franja.

La disponibilidad de MS pre y post pastoreo de los potreros fue estimada diariamente, mediante un plato de medición de fitomasa (Jenquip®, Feilding, New Zealand), que mide la altura comprimida de la pastura (Soca, 2000). Se consideró, como criterio para seleccionar la superficie a pastorear, una disponibilidad pre-pastoreo aproximada de 2.000 kg MS ha<sup>-1</sup>, la cual es un 23% y 17% inferior a las disponibilidades recomendadas para las estaciones de primavera y verano, respectivamente (Parga *et al.*, 2007); y una disponibilidad post-pastoreo de 1.400 kg MS ha<sup>-1</sup>.

Al inicio del ensayo se caracterizó la composición botánica de la pastura, colectando 20 muestras por cada potrero a utilizar, esto se realizó lanzando el cuadrante hacia atrás al azar, en distintos puntos del potrero para luego cortar toda la MS delimitada por el cuadrante, que correspondía a una muestra. De todas las muestras obtenidas, se obtuvo una muestra compuesta por potrero. Las especies presentes en cada muestra fueron separadas manualmente, secadas en una estufa con aire forzado a 70 °C durante 48 horas o hasta peso constante. Por último, se pesaron individualmente para obtener la proporción de éstas con respecto al total.

Con el propósito de evaluar la conducta de pastoreo individualmente, se consideraron las siguientes actividades: pastoreo, rumia, descanso y otros, donde se incluyen caminar, beber agua o actividades de interacción social. Estas mediciones se realizaron mediante observación visual, día por medio, cada 15 minutos durante las primeras 4 horas posteriores a la ordeña de la tarde. Se identificaron los animales mediante una marca distintiva por vaca y por tratamiento, para facilitar el reconocimiento a distancia de los animales en el potrero y así no alterar la conducta de consumo de los mismos.

De igual forma se midió la tasa de bocado día por medio, posterior a la ordeña de la tarde y a medio día, para los animales del TSR. En el caso de los animales del TCR, se midió sólo después de la ordeña de la tarde. Para ello se evaluó cuánto demoró cada animal en realizar 20 bocados para, posteriormente, transformar este dato y así estimar el número de bocados realizados por minuto.

Se midió la producción de leche tres veces por semana, con un medidor proporcional tipo “Waikato”. Las concentraciones de grasa y proteína lácteas fueron estimadas semanalmente, mediante el análisis químico de una muestra compuesta obtenida de la producción de la ordeña de la tarde más su sucesiva de la mañana siguiente. El análisis de composición láctea fue realizado mediante espectroscopía de infrarrojos (Foss 4300 Milko-Scan) en laboratorios de Cooprinsem.

Dado que algunos de los animales sometidos al tratamiento con restricción manifestaron una tasa de cambio de peso negativa, fue necesario calcular la producción de leche corregida según el cambio de peso vivo, tomando en cuenta que una fracción de la producción de leche de los animales que están perdiendo peso corporal, se deriva de la energía obtenida de sus reservas corporales.

En primer lugar, se calculó la cantidad de energía aportada por la movilización de reservas corporales, dirigidas a producción de leche:

$$\mathbf{EARpl = CPV * Kt * EVg}$$

Donde:

EARpl = Energía aportada por reservas a la producción de leche (MJ).

CPV = Cambio de peso vivo (kg).

Kt = Eficiencia de utilización de las reservas corporales movilizadas para producción de leche (0,84).

EVg = Valor energético para cambio de peso en vacas lactantes (19 MJ kg<sup>-1</sup>).

Posteriormente, para cada animal que presentó una tasa de cambio de peso negativa, se calculó el valor energético de un kilo de leche, de la siguiente manera:

$$\mathbf{VEI = 0,376 * CG + 0,209 * CP + 0,948}$$

Donde:

VEI = Valor energético de la leche (MJ kg<sup>-1</sup>).

CG = Contenido graso (%).

CP = Contenido proteico (%).

Por lo tanto, la producción de leche corregida por cambio de peso, se calculó:

$$\mathbf{PLCcp = PLSC - (EARpl / VEI)}$$

Donde:

PLCcp = Producción de leche corregida según el cambio de peso vivo (kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>).

PLSC = Producción de leche sin corregir (kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>).

EARpl = Energía aportada por reservas a la producción de leche (MJ).

VEI = Valor energético de la leche (MJ kg<sup>-1</sup>).

El peso vivo se midió 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. La condición corporal fue evaluada una vez por semana. Para estimar la tasa de cambio de peso, se realizó una regresión lineal entre el tiempo y los valores obtenidos en el pesaje, durante los 21 días, para cada uno de los animales, representando la pendiente de la recta el cambio de peso del animal en  $\text{kg día}^{-1}$ .

Se tomaron muestras de la pastura consumida por los animales, colectando 40 muestras por tratamiento en dos días consecutivos (20 muestras cada día), procedimiento realizado en cada una de las semanas del ensayo, utilizando la metodología "hand clipping" (Le Du y Penning, 1985). Ésta metodología busca simular, lo mejor posible, la selección realizada por el animal en el proceso de pastoreo, donde, mediante la observación visual del lugar donde el animal obtiene su bocado, se arranca inmediatamente con la mano para obtener una muestra.

Las muestras obtenidas fueron utilizadas para caracterizar nutricionalmente la dieta de los animales. Se confeccionaron 6 muestras compuestas por tratamiento (2 muestras correspondientes a cada semana) las cuales fueron sometidas a un análisis químico en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de Chile. Mediante dichos análisis se determinó el contenido de materia seca (MS) mediante estufa a  $105\text{ °C}$  hasta peso constante (Ferret, 2003), contenido de proteína cruda (PB), por el método Kjeldhal ( $\text{N} \times 6,25$ ) (Ferret, 2003), digestibilidad, con el método de 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 usando un calorímetro de bomba balístico y energía metabolizable (EM), por estimación.

La estimación de la energía metabolizable, se calculó según la siguiente ecuación:

$$\text{EM} = \text{ED} * 0,84$$

Donde la energía digestible (ED) es calculada, mediante el producto de la energía bruta (EB) y el porcentaje de digestibilidad enzimática, ambos valores obtenidos en laboratorio.

El consumo de materia seca fue estimado con el método propuesto por Baker (1985), mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

$\text{CMSt} (\text{kg MS d}^{-1})$  = Consumo de materia seca total (pastura).

$\text{RTEM} (\text{MJ d}^{-1})$  = Requerimiento total individual de energía metabolizable.

$\text{CEMP} (\text{MJ kg MS}^{-1})$  = Contenido de EM de la pastura 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:

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

Donde:

RTEM	= Requerimiento total individual de energía metabolizable.
CI	= Factor de corrección por nivel de alimentación.
Em km <sup>-1</sup>	= Requerimientos de EM para mantención.
El kl <sup>-1</sup>	= Requerimientos de EM para lactancia.
Eg kg <sup>-1</sup>	= Requerimientos de EM para cambio de peso durante la lactancia.
Ec kc <sup>-1</sup>	= Requerimientos de EM para gestación.

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

La estimación del consumo de MS durante las primeras 4 horas post-ordeña de la tarde fue calculado mediante la multiplicación del tiempo destinado al proceso de pastoreo en ese período y de la tasa de ingestión de MS de los animales. La tasa de ingestión fue definida de la siguiente manera:

$$\text{Tasa ingestión (g MS min}^{-1}\text{)} = \text{Tasa bocado (boc min}^{-1}\text{)} \times \text{Tamaño bocado (g MS boc}^{-1}\text{)}$$

Dada la imposibilidad de medir directamente el tamaño de bocado, para este trabajo, se consideró un tamaño de bocado estándar de 0,5 g MS boc<sup>-1</sup>, asumiendo que, dadas las características del ensayo, no se espera una variación de este parámetro entre tratamientos (Kennedy *et al.*, 2009).



Por último, para calcular la proporción de MS consumida en las 4 horas, respecto al consumo de MS total, se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{MScons} = \text{CMS4h} * \text{CMSt}^{-1}$$

Donde:

CMS4h = Consumo de MS durante las primeras 4 horas post ordeña de la tarde (kg MS).

CMSt = Consumo de MS total por día (kg MS).

### **Análisis estadístico**

Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado, en donde la unidad experimental fue la vaca. Los datos obtenidos en el ensayo fueron analizados mediante un análisis de varianza para medidas repetidas, donde la unidad repetida es el animal. Se consideró un nivel de significancia del 5%.

Previo a realizar el análisis estadístico, se verificó si los datos cumplían los supuestos para realizar un análisis paramétrico. La normalidad y la homogeneidad de varianza fueron probadas mediante test de Kolmogorov-Smirnov y prueba de Bartlett, respectivamente. La única variable que no cumplió con dichos supuestos fue el análisis de la proporción de materia seca consumida en las cuatro horas post ordeña (CMS4h), respecto al total de consumo, para lo cual se realizó un test no paramétrico de Mann-Whitney (Siegel, 1956).

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

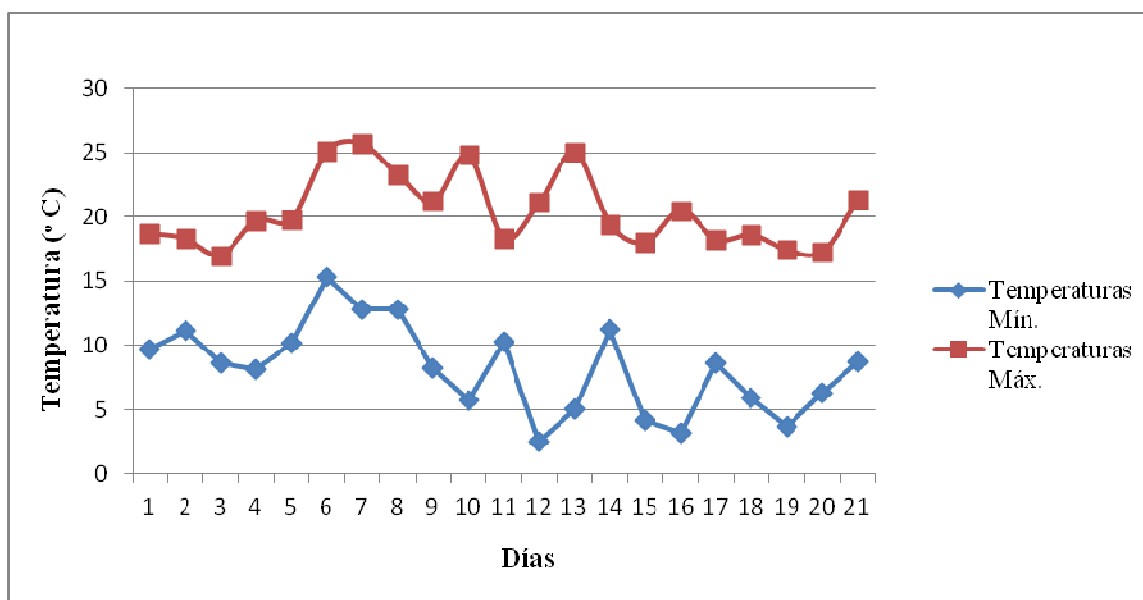
1. Producción de leche (kg animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>).
2. Composición de la leche (gr kg<sup>-1</sup> de grasa y proteína).
3. Condición corporal (escala de 1 a 5).
4. Peso vivo (PV) (kg).
5. Cambio de peso vivo (kg d<sup>-1</sup>).
6. Consumo de MS en las primeras 4 h post-ordeña de la tarde (kg MS d<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup>)
7. Proporción de MS consumida en las primeras 4 horas post-ordeña de la tarde (%).
8. Consumo de material seca total (kg MS d<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup>).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción de condiciones climáticas durante el ensayo.

#### Temperaturas

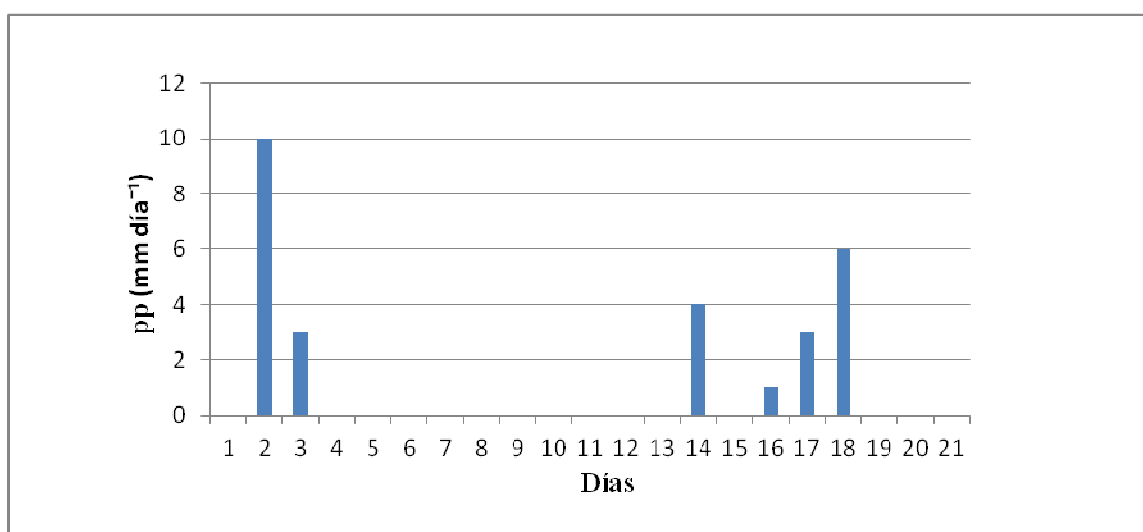
La temperatura media máxima durante el período fue de  $20,4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mientras que la mínima  $8,2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3,5$  (Figura 1). Según la descripción realizada por Veloso (2009), en base a las condiciones climáticas registradas en la Estación Experimental Oromo entre los años 1986 y 2007, se observó que las temperaturas registradas durante el ensayo fueron similares a las temperaturas señaladas por el autor para los meses de enero y febrero ( $22,1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,4$  y  $9,7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,3$ , respectivamente).



**Figura 1.** Temperaturas máximas y mínimas registradas en la Estación Experimental Oromo, durante el transcurso del ensayo. Fuente: <http://www.agroclima.cl>.

### **Precipitaciones**

Durante los 21 días del ensayo, se registraron 27 mm de precipitaciones (Figura 2). Para efectos de comparación, se tomó en cuenta la media de las precipitaciones históricas en los meses de enero y febrero, registradas en la Estación Experimental Oromo entre los años 1986 al 2007 (Veloso, 2009). Según esto, durante el transcurso del ensayo se registraron menores precipitaciones que las observadas por dicho autor.



**Figura 2.** Precipitaciones registradas durante el transcurso del ensayo.

### **Atributos de la pastura ofrecida y caracterización química de la pastura seleccionada por los animales.**

Durante el ensayo, la disponibilidad de MS pre-pastoreo promedio, para ambos tratamientos, fue de 2.385 kg MS ha<sup>-1</sup>, mientras que el remanente fue 1.560 kg MS ha<sup>-1</sup>, con una asignación de forraje de 17,7 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. Las disponibilidades pre y post pastoreo utilizadas en el ensayo fueron similares a las utilizadas por Soca (2000) durante la misma estación en Oromo. Dicho autor registró valores de disponibilidad de forraje pre-pastoreo de 2.321 kg MS ha<sup>-1</sup> y un remanente promedio de 1.470 kg MS ha<sup>-1</sup>.

La disponibilidad de materia seca es muy importante en condiciones de pastoreo, ya que la altura y densidad influirán en el grado de selectividad realizado por el animal (Anrique *et al.*, 2010). Así también, Gekara *et al.* (2005) postulan que las características estructurales de la pradera pueden ser responsables de las diferencias en los resultados productivos observados en distintos estudios.

La composición botánica promedio de la pastura utilizada en el presente estudio presentó las siguientes proporciones de especies: 34,0 % de *Festuca arundinacea*; 20,6 % de *Lolium perenne*; 15,6 % de *Holcus lanatus*; 12,8 % de *Trifolium repens* y 10,4 % de *Achillea millefolium* y un 6,6% de otras.

En la zona sur, las praderas están compuestas fundamentalmente por gramíneas, con proporciones de leguminosas que difícilmente superan el 6-8 % del rendimiento de materia seca, lo que también contribuye a que exista una mayor fluctuación en la composición nutritiva al pasar de primavera a verano (Anrique *et al.*, 2010). En el presente ensayo se obtuvo un 4,8% más de especies leguminosas, en comparación a lo propuesto por dicho autor.

Es importante considerar este aspecto, ya que la composición nutritiva de las praderas en la zona sur cambia permanentemente a lo largo del año, con diferencias considerables en épocas de verano. A partir de diciembre comienza una etapa crítica para producciones basadas en pastoreo, debido a la disminución en la tasa de crecimiento de la pradera, por lo que se hace necesario contemplar la suplementación, dependiendo del manejo y los requerimientos de los animales (Anrique *et al.*, 2010).

En el Cuadro 1 se muestran los valores de la composición química de la pastura durante los 21 días del experimento, que son comparables con los datos obtenidos por Anrique *et al.* (2010), para una pastura permanentemente fertilizada, ubicada en Osorno durante los meses de enero y febrero. Según los valores promedio obtenidos en el presente ensayo se obtiene para PB un valor de 16,01%; FDA de 30,08%; FDN de 52,73% y una EM de 12,04 MJ kg MS<sup>-1</sup>. Estas cifras son similares a lo señalado en el trabajo de Anrique *et al.* (2010), quienes reportaron valores de 17,9 %; 26,0 %; 46,4 % y 11,1 MJ kg MS<sup>-1</sup>, para PB, FDA, FDN y EM, respectivamente. Las leves diferencias encontradas podrían ser atribuidas a la diversidad de especies constituyentes de la pastura utilizada en la Estación Experimental Oromo, las cuales generarían una composición química diferente a la que podría poseer una pastura monofítica de *Lolium perenne*, con una baja contribución de leguminosas y otras especies, como las analizadas en el trabajo de Anrique *et al.* (2010).

**Cuadro 1.** Composición química del forraje seleccionado por los animales.

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

Referencias:

(%) = Base 100% de MS

### Consumo de MS total y durante las 4 horas post ordeña de la tarde

Se observó que el consumo total de MS es significativamente menor ( $P < 0,001$ ) en el tratamiento con restricción a la pastura (TCR), donde los animales del tratamiento sin restricción (TSR) superaron en un 14,6% a los animales del TCR, que corresponden a 2,52 kg de MS extra consumida diariamente por cada animal (Cuadro 2).

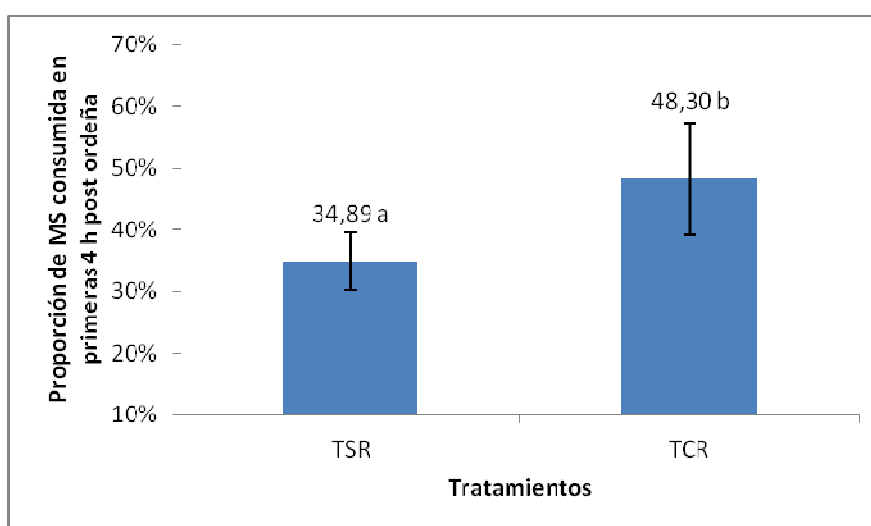
Respecto al consumo de MS en las primeras 4 horas post-ordeña de la tarde (Cuadro 2), también hubo efecto significativo de la restricción de acceso a la pastura ( $P = 0,011$ ), en donde las vacas del TCR consumen un 45,2% del total de MS de un día, durante las 4 horas, mientras que los animales del TSR, sólo consumen un 34,6% del total de MS en este período de tiempo.

El consumo de MS total en el tratamiento con restricción de acceso a la pastura disminuyó durante la segunda y tercera semana, respecto al tratamiento sin restricción de acceso a la pastura, al evaluarlo por período (Apéndice I).

**Cuadro 2.** Consumo total diario de pastura, base materia seca (MS) y durante las cuatro horas post ordeña de la tarde en vacas Holstein Neozelandés, sometidas a un tratamiento de restricción a la pastura (TCR), versus un grupo testigo (TSR).

Variable	Tratamiento		Valor P
	TSR	TCR	
Consumo MS total (kg MS animal <sup>-1</sup> )	17,26 ± 1,58	14,74 ± 1,97	<0,001
Consumo MS 4 h (kg MS animal <sup>-1</sup> )	5,97 ± 0,81	6,65 ± 0,79	0,011

Ahora, si se analiza la proporción de la materia seca consumida en las cuatro horas post ordeña de la tarde, respecto al consumo total diario en cada uno de los grupos (Figura 3), se observa un efecto altamente significativo ( $P < 0,001$ ), donde TCR destaca por sobre TSR, con un 13,4% más de MS consumida en estas 4 horas, representando un 48,3% del consumo total. Si se analizan los períodos por separado, durante la tercera semana del ensayo, TCR también destaca sobre TSR con un 17,3% más de MS consumida en este tiempo, figurando con un 54,7% del consumo de MS total (Apéndice V).



**Figura 3.** Proporción de materia seca consumida en cada grupo, durante las primeras 4 horas post ordeña de la tarde, respecto al consumo total diario.

Diversos estudios muestran que la restricción de acceso a la pastura no afecta la ingesta de materia seca, siempre que el tiempo de acceso sea igual o mayor a 7 u 8 horas por día (Gekara *et al.*, 2005; Smith *et al.*, 2006; Iason *et al.*, 1999). Cuando el tiempo de acceso es superior a las 8 h, los rumiantes tienen capacidades adecuadas de adaptación del comportamiento ingestivo para mantener su rendimiento, siempre y cuando la disponibilidad de forraje sea suficiente (Iason *et al.*, 1999). Ante esto, es importante destacar que los animales del TCR en este ensayo tuvieron un acceso a la pastura de 13,5 horas diarias, donde pudieron adaptarse para no disminuir la producción de leche.

Así, tiempos de acceso a la pastura menores a 8 horas pueden limitar el consumo de forraje si las vacas no son capaces de ingerir suficiente forraje en un corto período de tiempo. Por lo tanto, la reducción del tiempo de acceso a la pastura podría representar un fuerte estímulo para que los animales aumenten su tasa de ingestión de forraje (Pérez-Ramírez *et al.*, 2008). Estos resultados apoyan la hipótesis de que la tasa de consumo de vacas pastando en condiciones normales (tiempo de acceso no limitado), es inferior a su capacidad potencial (Newman *et al.*, 1994; citado por Gregorini *et al.*, 2010).

Sin embargo, al igual que los resultados obtenidos en este ensayo, estudios realizados por Kennedy *et al.* (2009) y Pérez-Ramírez *et al.* (2009) mostraron una reducción de la ingesta diaria de forraje para las vacas con menor tiempo disponible en la pastura, en comparación con la ingesta de MS de vacas sin restricción de acceso a la pastura.

Es importante destacar que los estudios citados que no observaron diferencias significativas respecto al consumo de materia seca total, consideraron algún tipo de suplemento durante las horas de encierro. En el presente ensayo, los animales con restricción de acceso a la pastura no contaron con suplemento durante el encierro y sólo tuvieron un acceso de 13,5 horas a la pastura, por lo que toda la energía que requerían debían suplirla mediante el consumo de forraje en este período de tiempo. Debido a esto, la modificación conductual que experimentaron durante este período de tiempo para aumentar la tasa de consumo, no fue suficiente para igualar el nivel de consumo de forraje del grupo sin restricción.

Si se analiza el consumo en las 4 horas post-ordeña de la tarde, respecto al total de MS consumida en ambos tratamientos (Figura 3), es indudable que los animales del TCR tienen un consumo importante de MS durante la noche y madrugada, ya que si bien el consumo de MS en las 4 horas post-ordeña de la tarde, que corresponden a las horas de luz restantes del día, es entre un 50-60 % respecto al total de MS que consumen, aún falta suplir una parte importante del consumo total requerido para sus necesidades biológicas y productivas. Esto es consistente con las observaciones realizadas por Gregorini *et al.* (2007), quienes postulan que cortos períodos de ayuno antes de la asignación de forraje por la tarde, modifican el comportamiento de los animales, generando sesiones de pastoreo más largas e intensas durante la noche.

Si bien es cierto que el consumo nocturno de materia seca en vacas lecheras es bajo, existen ciertas condiciones ambientales y de manejo que pueden influir sobre la conducta de pastoreo durante la noche. Por ejemplo, en noches de luna llena, el consumo de MS durante la noche es significativamente mayor que durante noches sin luna (Gibb, 1998), debido a un mayor número de incursiones de pastoreo nocturnas. Así, un manejo que provoque un ayuno prolongado, podría producir un cambio conductual en los animales e influir sobre el número y duración de las incursiones de pastoreo nocturno, lo que podría explicar los resultados obtenidos en el tratamiento con restricción.

También es importante destacar que el consumo de materia seca fue disminuyendo en la segunda y tercera semana incluso en el tratamiento sin restricción (Apéndice I), lo que puede ser atribuible a una disminución normal de la persistencia de la curva de lactancia, ya que al disminuir la producción de leche, disminuyen también los requerimientos nutricionales y finalmente el consumo. Se debe tener presente que el momento en que se realizó el ensayo correspondía a la etapa de finalización del segundo tercio de lactancia de los animales.

Es importante mencionar que la modificación del consumo de MS es provocado tanto por la alteración de la conducta de pastoreo (en este caso, generada con la restricción a la pastura), como por factores del animal, como el estado fisiológico y las necesidades nutricionales según nivel de producción. Se ha demostrado que estos factores afectan la tasa de consumo en pasturas (Chilibroste *et al.*, 1997).

En el presente ensayo, observaciones en terreno permitieron percibir que el consumo de forraje en los animales del tratamiento con restricción, fue más ordenado y sistemático, disminuyendo el tiempo dedicado a búsqueda y selección, lo que coincide con lo señalado por Gregorini *et al.* (2009). Por otra parte, los animales del tratamiento sin restricción dejaban un potrero mucho más heterogéneo, causado por la defoliación irregular de las distintas especies forrajeras.

Searle *et al.* (2005), define como estación de alimentación (EA) la superficie de pradera que el animal puede llegar a consumir en cada paso dado. Si se asocia este término a este experimento, se puede decir que cada estación de alimentación es utilizada más eficientemente por los animales sometidos al TCR. Similares resultados obtuvieron Gregorini *et al.* (2009), en vacas con mayor tiempo de restricción, las cuales aumentaron la tasa de consumo de forraje y cosecharon su alimento de manera más uniforme en la franja asignada.

Según los datos obtenidos por Lagos (2012), la tasa de bocado no presentó efecto significativo entre tratamientos con y sin restricción de acceso a la pastura; sin embargo, hay una leve superioridad en la tasa de bocado de los animales con acceso restringido a la pastura (TCR). Cabe destacar que los valores registrados son elevados y concuerdan con lo observado en diversos estudios, que indican tasas de de 1 bocado por segundo, principalmente al inicio de la sesión de pastoreo (Bargo *et al.*, 2003).



Estos resultados son similares a los obtenidos por Kennedy *et al.* (2009), quienes no encontraron efecto sobre la tasa de bocado al restringir el tiempo de acceso a la pastura. Además, trabajos previos realizados por Gregorini *et al.* (2007) y Gregorini *et al.*, (2009), indican que los animales modifican el tiempo de pastoreo efectivo como principal mecanismo de compensación para aumentar la tasa de ingestión de forraje, en desmedro de un aumento en la tasa de bocado.

Las vacas son capaces de modificar algunas características de comportamiento ingestivo, tales como la velocidad de consumo y eficiencia de la actividad de pastoreo en respuesta a restricciones alimenticias de corto plazo o largo plazo, con el fin de controlar el consumo y el suministro de nutrientes (Pérez-Ramírez *et al.*, 2008). Las principales adaptaciones de comportamiento observadas son la concentración de la actividad de pastoreo efectivo y el aumento en la tasa de ingesta, que son las mismas características que, en general, se observan en otros rumiantes cuando hay una restricción del tiempo destinado a la cosecha de los recursos alimenticios (Newman *et al.*, 1994; citado por Gregorini *et al.*, 2010), lo que coincide con lo observado en este ensayo.

### **Peso vivo y condición corporal de los animales.**

Se observó que los animales de ambos tratamientos no presentaron diferencias significativas en el peso vivo ( $P=0,909$ ) ni en la condición corporal ( $P = 0,557$ ).

Respecto al peso vivo, se observó que se mantiene relativamente constante a lo largo del ensayo, tomando en cuenta que altas variaciones de masa son muy frecuentes en éste tipo de animales. Esto se evidencia en los valores de la desviación estándar; más amplia en los animales del TCR. Así mismo, Smith *et al.* (2006), postula que la restricción del tiempo de acceso a la pastura no tiene ningún efecto sobre el peso vivo de los animales.

**Cuadro 3.** Características de condición corporal y peso vivo en vacas Holstein Neozelandés, sometidas a un tratamiento de restricción a la pastura (TCR), versus un grupo testigo (TSR).

Variable	Tratamiento		Valor P
	TSR	TCR	
Condición corporal CC (1-5)	3,11 ± 0,29	3,07 ± 0,26	0,557
Peso Vivo (kg)	546,74 ± 37,66	548,73 ± 52,56	0,909

La condición corporal es un parámetro que permite evidenciar si efectivamente las modificaciones de peso vivo de los animales provienen de la movilización o depositación de reservas corporales y no son causadas por el fenómeno de llenado y vaciado ruminal; que también fue observado en este ensayo, donde un animal mostró diferencias de hasta 50 kg de masa entre dos días consecutivos.

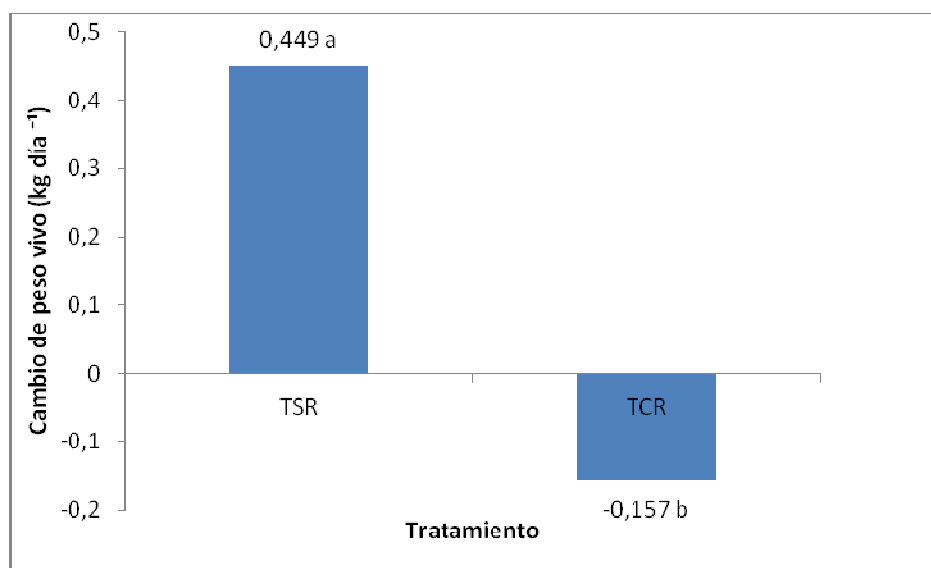
Según estudios realizados por Kristensen *et al.* (2007), con tiempos de acceso a la pastura de 4; 6,5 y 9 horas, el peso promedio de los animales fue mayor a medida que permanecieron más tiempo en la pastura ( $P = 0,03$ ); mientras que el aumento en el cambio de peso vivo fue también directamente proporcional al tiempo de acceso a la pastura, sin presentar diferencias estadísticamente significativas. Con esto, es posible asumir que no existen fuertes modificaciones en el peso vivo de los animales, mientras el tiempo de acceso a la pastura no sea muy restrictivo y estresante para el animal.

En el estudio realizado por Kennedy *et al.* (2009), al someter animales a distintos tiempos de acceso a la pastura (9 horas; 2 x 4,5 horas; 2 x 3 horas y un tratamiento testigo con 22 horas), tampoco se evidenciaron efectos significativos respecto al peso vivo de los animales ni al cambio de peso vivo durante todo el período experimental. Sin embargo, el grupo que registró los valores más altos en ganancia de peso vivo es el grupo testigo, luego el grupo de las 9 horas de acceso en dos períodos y por último el grupo de 6 horas de acceso en dos períodos, junto a los animales del grupo con 9 horas continuas de acceso a la pastura.

### **Cambio de peso vivo de los animales.**

Como se muestra en la Figura 4, existió un efecto significativo en el cambio de peso vivo ( $P = 0,001$ ). Se observó una tendencia negativa en la evolución del peso vivo a largo plazo para los animales del tratamiento con restricción del tiempo de acceso a la pastura, respecto a los del tratamiento sin restricción. Los valores que presenta el TCR se atribuye a una pérdida de  $157 \text{ g día}^{-1}$  y para los animales del TSR se atribuye a una ganancia de  $449 \text{ g día}^{-1}$ .

En este aspecto, se requiere de mayor investigación, ya que es posible que someter a los animales a este régimen durante un tiempo más prolongado, podría afectar la producción a futuro debido a que, dada la etapa de la lactancia en la cual se encontraban los animales, es esperable que el cambio de peso vivo sea positivo. La pérdida de peso corporal en este período podría afectar la siguiente lactancia y la fertilidad de las vacas.



**Figura 4.** Efectos del cambio de peso vivo en ambos tratamientos, durante el transcurso del ensayo experimental.

En el estudio realizado por Kristensen *et al.* (2007), se observó una ganancia de peso para el grupo de animales con un tiempo de acceso de 9 horas de  $483 \text{ g día}^{-1}$  y en el presente estudio, con 21 horas de acceso para el TSR, se obtiene una ganancia de  $449 \text{ g día}^{-1}$ . Sin embargo, se debe mencionar que en el estudio realizado por Kristensen *et al.* (2007), los animales contaron con una suplementación de  $8 \text{ kg de concentrado día}^{-1}$  durante las horas del encierro, al igual que los estudios realizados por Pérez- Ramírez *et al.* (2008) y Kennedy *et al.* (2009). Cabe destacar que en el presente ensayo, toda la energía que requerían los animales debían cosecharla directamente de la pastura.

Cuando el ganado consume forraje como única fuente de energía, el consumo de energía puede ser insuficiente para satisfacer las demandas productivas de las vacas lactantes (Gekara *et al.*, 2005).

#### **Producción de leche sin corregir y corregida según el cambio de peso vivo.**

El Cuadro 4 muestra la producción de leche sin corregir (PLSC), donde no se evidencian diferencias significativas entre tratamientos ( $P= 0,753$ ); sin embargo, las vacas del TSR superaron en  $0,39 \text{ kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$  a las vacas del TCR.

Luego, se analizó la producción de leche corregida (PLC), según el cambio de peso vivo, ya que los animales del TCR evidenciaron un cambio de peso negativo durante el período. Para esto, se calculó qué cantidad de leche producida se debía a la utilización de energía de las reservas corporales y no a la obtenida por el consumo de MS.

Según estas estimaciones, no se observó diferencia estadística ( $P= 0,223$ ), aunque, los animales del TSR muestran una superioridad de  $1,6 \text{ kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ .

La evolución de la producción de leche por período (semanas), se encuentra en Apéndice III.

**Cuadro 4.** Producción de leche sin corregir y corregida según el cambio de peso vivo en vacas Holstein Neozelandés, sometidas a un tratamiento de restricción a la pastura (TCR), versus un grupo testigo (TSR).

Variable	Tratamiento		Valor <i>P</i>
	TSR	TCR	
<b>PLSC</b> ( $\text{kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ )	$22,17 \pm 2,98$	$21,78 \pm 3,67$	0,753
<b>PLC</b> ( $\text{kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ )	$22,18 \pm 2,99$	$20,57 \pm 3,92$	0,223

La disminución en la producción de leche del TCR, luego su repunte, en relación a los animales del TSR (Apéndice III), durante el último período experimental, se puede asociar a una movilización de las reservas corporales, evidenciado por el cambio de peso vivo negativo observado a lo largo del período. Otra razón es la posible disminución de los requerimientos de mantención debido que durante las ocho horas de encierro, los animales del TCR, destinaban la mayor parte del tiempo a descanso y rumia, que se traduciría en una mayor cantidad de energía disponible para producción de leche.

Es importante destacar que este ensayo se realizó en una época en donde el crecimiento de la pastura es limitado y la producción de leche aún es bastante alta, a pesar de que los animales se encuentran finalizando el segundo tercio de lactancia, por lo que la utilización óptima del recurso pratense es un desafío.

En estudios realizados por Pérez-Ramírez *et al.* (2008), se observó una disminución en la producción de leche asociada a la disminución del consumo de MS total y una disminución en la concentración de proteína láctea, atribuible a la disminución de la ingesta energética; no obstante, para ambas variables no existió efecto estadísticamente significativo. Similares resultados obtuvieron Kennedy *et al.* (2009), ante distintos tiempos de acceso a la pastura, lo que coincide con los resultados del presente ensayo.

Pérez-Ramírez *et al.* (2009), postulan que las posibles causas de la ausencia de efectos negativos en la producción de leche en animales sometidos a una restricción de acceso a la pastura, podrían ser una alta calidad de la pastura consumida por los animales o que éstos tengan una menor producción de leche en ese período.

Del mismo modo, Munksgaard *et al.* (2005), indican que las vacas con un menor tiempo de acceso a la pastura reducirían la ganancia de peso vivo a fin de cumplir la demanda de producción láctea, como se evidenció en este experimento (Figura 4).

#### **Concentración de grasa y proteína láctea.**

El Cuadro 5 muestra la composición láctea obtenida en ambos tratamientos. En cuanto a la producción de materia grasa, no hubo efecto significativo ( $P= 0,348$ ); sin embargo, los animales del TCR presentaron una mayor concentración respecto a los animales del TSR, superándolo en  $2,1 \text{ g kg}^{-1}$ .

En cuanto a la concentración de proteína, no se evidenció efecto estadístico del tratamiento ( $P= 0,107$ ).

**Cuadro 5.** Composición láctea en vacas Holstein Neozelandés, sometidas a un tratamiento de restricción a la pastura (TCR), versus un grupo testigo (TSR).

Variable	Tratamiento		Valor <i>P</i>
	TSR	TCR	
<b>Concentración grasa láctea</b> ( $\text{g kg}^{-1}$ )	$45,64 \pm 6,87$	$47,74 \pm 5,79$	0,348
<b>Concentración proteína láctea</b> ( $\text{g kg}^{-1}$ )	$34,76 \pm 3,32$	$32,98 \pm 2,36$	0,107

Los resultados de grasa láctea observados en este ensayo son inversamente proporcionales al nivel productivo en ambos tratamientos; es decir, a menor producción de leche, mayor fue la concentración de grasa. Esto se puede atribuir a un efecto de dilución, que coincide con estudios realizados por Pérez-Ramírez *et al.* (2008) y Kristensen *et al.* (2007), con tiempos de acceso a la pastura de 4; 6,5 y 9 horas.

Así mismo, Chilibroste *et al.* (2007) observó un aumento en la concentración de grasa de la leche al limitar el tiempo de acceso a la pastura, asociado a una menor producción de leche. Sin embargo, Mattiauda *et al.* (2003) observaron una reducción de la concentración de grasa de la leche cuando el tiempo de acceso a la pastura se redujo de 8 a 4 horas.

La producción de proteína es más bien constante a lo largo de los períodos experimentales, en los ensayos referidos a restricción del tiempo de acceso a la pastura (Kennedy *et al.*, 2009; Pérez-Ramírez *et al.*, 2008; Kristensen *et al.*, 2007).

Por otra parte, Mattiauda *et al.* (2003) y Chilibroste *et al.* (2001), postulan que se debería esperar una reducción en el contenido proteico con una menor ingesta de energía asociada a la restricción de acceso a la pastura, pero este efecto no es observado en la mayoría de los estudios. En el presente ensayo, si bien es cierto existió una disminución, esta no fue estadísticamente significativa.

## CONCLUSIONES

Dadas las condiciones en las cuales se desarrolló el ensayo, se puede concluir que:

- La restricción del tiempo de acceso a la pastura no afecta la producción de leche ni la composición láctea.
- La restricción del tiempo de acceso a la pastura provoca una disminución del consumo de materia seca total. No obstante, el consumo de materia seca durante las primeras cuatro horas post ordeña de la tarde, es mayor en animales sometidos a una restricción de acceso a la pastura, debido al aumento en la proporción del tiempo destinado al proceso de pastoreo.
- La restricción del tiempo de acceso a la pastura afecta negativamente la tasa de cambio de peso vivo, en animales sometidos a este tratamiento.

**BIBLIOGRAFÍA**

- ANRIQUE R. G.; FUCHSLOCHER R. P.; IRAIRA S. H. y SALDAÑA R. P. 2010. Composición de alimentos para el ganado bovino. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Austral de Chile. Cuarta edición. 87p.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). 1993. Energy and protein requirements of ruminants. Wallington, U.K., CAB International. 159 p.
- 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.
- BARGO F.; MULLER L. D.; KOLVER E. S. and DELAHOY J. E. 2003. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. *Journal of Dairy Science* 86:1-42.
- 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.
- CENTRO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES (CIREN). 2003. Estudio Agrológico. Descripción de Suelos. Materiales y Símbolos. X Región. 374p.
- CHILIBROSTE, P.; SOCA, P.; MATTIAUDA, A.; BENTANCUR, O. and P. H. ROBINSON. 2007. Short term fasting as a tool to design effective grazing strategies for lactating dairy cattle: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47(9): 1075-1084.
- CHILIBROSTE P.; TAMMINGA S. and BOER H. 1997. Effects of length of grazing session, rumen fill and starvation time before grazing on dry-matter intake, ingestive behaviour and dry-matter rumen pool sizes of grazing lactating dairy cows. *Grass and Forage Science* 52: 249-257.
- EDMONSON, A., LEAN, A., WEAVER L., FARVER, T. and WEBSTER, G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 72: 68-78.
- FERRET, A. 2003. Control de calidad de forrajes. Leído el 16 de Noviembre de 2010. Disponible en: [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/03CAP\\_VII.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/03CAP_VII.pdf)
- GEKARA O.J.; PRIGGE E.C.; BRYAN W.B.; NESTOR E.L. and SEIDEL G. 2005. Influence of sward height, daily timing of concentrate supplementation, and restricted time for grazing on forage utilization by lactating beef cows. *Journal of Animal Science* 83: 1435-1444.



- GIBB, M.J., HUCKLE, C.A., NUTHALL, R. and ROOK, A.J. 1997. Effect of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein Friesian cows. *Grass and Forage Science* 52: 309-321.
- GIBB, M. 1998. Grassland management with emphasis on grazing behaviour. Fresh herbage for dairy cattle. The key to a sustainable food chain. Institute of Grassland and Environmental Research, North Wyke, Devon, EX20 2SB, United Kingdom.
- GOERING, H. and VAN SOEST, P. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agriculture Handbook* 379. ARS-USDA, Washington D.C. 76p.
- GREGORINI, P.; CLARK, C.; JAGO, J.; GLASSEY, C.; MCLEOD, K. and ROMERA, A. 2009. Restricting time at pasture: Effects on dairy cow herbage intake, foraging behavior, hunger-related hormones, and metabolite concentration during the first grazing session. *Journal of Dairy Science* 92: 4572-4580.
- GREGORINI, P.; CLARK, C.; JAGO, J.; GLASSEY, C.; MCLEOD, K. and ROMERA, A. 2010. Short communication: Feeding station behavior of grazing dairy cows in response to restriction of time at pasture. *Livestock Science* 137: 287-291.
- GREGORINI, P.; PAS, EIRIN M.; WADE, M. H.; REFI, R.; URSINO, M.; ANSIN O. E.; MASINO, C.; AGNELLI, L.; WAKITA, K. and GUNTER§ PAS, S.A. 2007. The Effects of a Morning Fasting on the Evening Grazing Behavior and Performance of Strip-Grazed Beef Heifers. *The Professional Animal Scientist* 23: 642–648.
- HAZARD, S. T. 2010. Alimentación de vacas lecheras. Ing. Agrónomo M.Sc. INIA Carillanca, 10p. Chile.
- IASON G.R.; MANTECON A.R.; SIM D.A.; GONZALEZ J.; FOREMAN E.; BERMUDEZ F.F. AND ELSTON D.A. 1999. Can grazing sheep compensate for a daily foraging time constraint?. *Journal of Animal Ecology* 68: 87-93.
- KENNEDY, E.; McEVOY, M.; MURPHY, J.P. and O'DONOVAN, M. 2009. Effect of restricted access time to pasture on dairy cow milk production, grazing behavior, and dry matter intake. *Journal of Dairy Science* 92: 168-176.
- KRISTENSEN, T.; OUDSHOORN, F.; MUNKSGAARD, L. and SØEGAARD, K. 2007. Effect of time at pasture combined with restricted indoor feeding on production and behaviour in dairy cows. *Animal* 1: 439–448.
- LACA, E.A.; UNGAR, E.D.; SELIGMAN, N. and DEMMENT M.W. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science* 47: 91–102.

- LAGOS, D. 2012. Efecto de la restricción del tiempo de acceso a la pasture sobre el consumo y conducta de pastoreo en vacas Holstein Neozelandés. Memoria de Título para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 30 p.
- LE DU and PENNING. 1985. Animal based techniques of estimating herbage intake. En: J.D. Leaver (ed.). Herbage Intake Handbook. The British Grassland Society, Hurley, U.K. pp. 37-75.
- MATTIAUDA, D.; TAMMINGA, S.; ELIZONDO, F. and CHILIBROSTE, P. 2003. Effect of length and moment of grazing session on milk production and composition of grazing dairy cows. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 3: 87-90.
- MUNKSGAARD, L. A.; JENSEN, M. B. A; PEDERSENA, L. J.; HANSENA, S. W. and MATTHEWSB, L. 2005. Quantifying behavioural priorities—effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied Animal Behaviour Science* 92: 3–14.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington D.C. 381p.
- PARGA, J.; BALOCCHI, O.; TEUBER, N., ABARZÚA, A.; LOPETEGUI, J.; ANWANDTER, V., CANSECO, C. y DEMANET, R. 2007. Capítulo 7: Criterios y Recomendaciones para el Manejo del Pastoreo. En: Teuber, N.; Balocchi, O. y Parga, J. (eds.). 2007. Manejo del Pastoreo. Proyecto FIA. 129 p.
- PÉREZ-RAMÍREZ, E.; PEYRAUD, J.L. and DELAGARDE, R. 2009. Restricting daily time at pasture at low and high pasture allowance: Effects on pasture intake and behavioral adaptation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92: 3331-3340.
- PÉREZ-RAMIREZ, E.; DELAGARDE, A. R. and DELABY, L. 2008. Herbage intake and behavioural adaptation of grazing dairy cows by restricting time at pasture under two feeding regimes. *Animal* 2: 1384–1392.
- SEARLE, K. R.; THOMPSON, N. H. and SHIPLEY, L. A. 2005. Should I stay or should I go? Patch departure decisions by herbivores at multiple scales. *Mini- review OIKOS* 111: 417-424.
- SIEGEL, S. 1956. *Non Parametric Statistic for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill, New York, USA, 312p.
- SMITH, D.G.; CUDDEFORD, D. and PEARSON, R.A. 2006. The effect of extended grazing time and supplementary forage on the dry matter intake and foraging behaviour of cattle kept under traditional African grazing systems. *Trop. Anim. Health Prod.* 2006 38: 75–84.

- 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.
  
- 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 de Título, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 144 p.

## APÉNDICES

**Apéndice I.** Consumo total diario de pastura, base materia seca (MS) y durante las cuatro horas post ordeña de la tarde en vacas Holstein Neozelandés, sometidas a un tratamiento de restricción a la pastura (TCR), versus un grupo testigo (TSR).

Variable	Tratamientos	Período		
		Semana 1	Semana 2	Semana 3
Consumo MS total (kg MS vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	TSR	19,55	15,93	16,31
	TCR	18,79	12,56	12,86
<i>P</i>		>0,05	<0,001	<0,001
Consumo MS 4 h (kg MS vaca <sup>-1</sup> )	TSR	6,20	5,61	6,07
	TCR	5,79	7,22	6,92
<i>P</i>		>0,05	<0,001	0,007

**Apéndice II.** Características de condición corporal y peso vivo en vacas Holstein Neozelandés, sometidas a un tratamiento de restricción a la pastura (TCR), versus un grupo testigo (TSR).

Variable	Tratamientos	Período		
		Semana 1	Semana 2	Semana 3
Condición corporal (1-5)	TSR	3,07	3,10	3,16
	TCR	3,10	2,99	3,11
<i>P</i>		>0,05	>0,05	>0,05
Peso vivo (kg)	TSR	547,3	542,4	550,5
	TCR	553,0	544,0	549,2
<i>P</i>		>0,05	>0,05	>0,05

**Apéndice III.** Características de producción y composición de leche en vacas Holstein Neozelandés, sometidas a un tratamiento de restricción a la pastura (TCR), versus un grupo testigo (TSR).

Variable	Tratamientos	Período		
		Semana 1	Semana 2	Semana 3
Producción de leche sin corregir (PLSC) (kg vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	TSR	22,55	24,15	19,83
	TCR	23,45	19,07	22,83
<i>P</i>		>0,05	<0,001	0,022
Concentración de grasa (g kg <sup>-1</sup> )	TSR	47,54	40,59	48,79
	TCR	46,03	49,91	47,27
<i>P</i>		>0,05	<0,001	>0,05
Concentración de proteína (g kg <sup>-1</sup> )	TSR	35,33	33,30	35,66
	TCR	31,59	33,65	33,70
<i>P</i>		0,002	>0,05	>0,05

**Apéndice IV.** Producción de leche corregida según el cambio de peso vivo en vacas Holstein Neozelandés, sometidas a un tratamiento de restricción a la pastura (TCR), versus un grupo testigo (TSR).

Variable	Tratamientos	Período		
		Semana 1	Semana 2	Semana 3
Producción de leche corregida (kg vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	TSR	22,55	24,15	19,83
	TCR	22,21	17,88	21,62
<i>P</i>		0,796	<0,001	0,177

**Apéndice V.** Proporción de materia seca consumida en cada grupo, durante las primeras 4 horas post ordeña de la tarde, respecto al consumo total diario.

