

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO APARENTE DE FORRAJE EN  
PRIMAVERA Y LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS EN  
PASTOREO**

Proyecto de tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

**IVÁN EDUARDO CID VIDAL**

**PROFESOR GUIA: ROLANDO EMILIO DEMANET PHILIPPI**

**TEMUCO – CHILE  
2008**

**RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO APARENTE DE FORRAJE EN PRIMAVERA Y  
LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO.**

PROFESOR GUÍA:

SR. ROLANDO DEMANET FILIPPI.  
Ingeniero Agrónomo  
Departamento de Producción Pecuaria  
Universidad de La Frontera.

PROFESOR CONSEJERO:

SR. JUAN C. GARCIA DIEZ.  
Ingeniero Agrónomo  
Departamento de Producción Pecuaria  
Universidad de La Frontera.

CALIFICACIÓN PROMEDIO TESIS:

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera en primer lugar agradecer a Dios, quien ha sido mi compañero durante toda mi vida y que me ayudo en todo momento durante mi carrera. A mis padres Iván y Eva que con su ejemplo de es esfuerzo y trabajo, además gracias a su apoyo incondicional en todo momento y a esa maravillosa familia que tenemos he logrado cumplir con éxito esta importante etapa de mi vida.

A mi hermana Carina por su apoyo constante, por sus palabras y toda su experiencia, a mis hermanitas Maureen y Carolina que siempre estuvieron conmigo y me entregaron ese necesario afecto y cariño. A mi tía Verito que gracias a su apoyo, consejos y oraciones se hizo posible este importante paso.

A mi Profesor guía Rolando Demanet de quien he podido aprender de su experiencia y me a ayudado a guiar mis pasos por esta linda área de desarrollo profesional, a Edith Cantero por su preocupación, buena disposición y esencial ayuda.

A mis compañeros quienes fueron mi nueva familia en esta ciudad y especialmente a mi amiga Anita con quien vivimos en conjunto esta etapa final de la carrera y quien me apoyo en todo momento junto a su linda familia.

Finalmente quisiera agradecer a Verónica mi compañera, amiga y polola con quien he compartido estos últimos años de vida en esta carrera y que con su apoyo, cariño y alegría ayudó a cumplir este anhelo.

## INDICE DE MATERIAS

<b>CAPÍTULO</b>		<b>PÁGINA</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	<b>3</b>
2.1	Producción de leche en praderas	3
2.2	Curva de crecimiento de la pradera	5
2.2.1	Índice de área foliar	7
2.2.2	Reservas de crecimiento	8
2.3	Manejo del pastoreo	9
2.3.1	Frecuencia de pastoreo	11
2.3.2	Intensidad de pastoreo	13
2.4	Criterios para la planificación y control del pastoreo	15
2.4.1	Altura de la pradera	16
2.4.2	Disponibilidad de forraje	18
2.4.3	Carga animal	21
2.4.4	Numero de hojas	25
2.5	Efecto del pastoreo primaveral sobre la pradera	27
2.5.1	Composición botánica	27
2.5.2	Calidad nutritiva	28
2.6	Calidad de la pradera y producción de leche	31
2.7	Importancia del consumo	32
2.7.1	Consumo aparente	34
2.8	Factores que afectan el consumo de forraje en vacas lecheras en pastoreo	35
2.8.1	Factores de la pradera	35
2.8.1.1	Estructura	35
2.8.1.2	Altura	35

2.8.1.3	Densidad	37
2.8.1.4	Digestibilidad del forraje	37
2.8.2	Factores del animal	39
2.8.2.1	Estado fisiológico	39
2.8.2.2	Producción de leche	40
2.8.2.3	Peso vivo	41
2.8.3	Factores de manejo	42
2.8.3.1	Suplementación	42
2.8.3.2	Presión de pastoreo	43
2.9	Sistemas de pastoreo	44
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>48</b>
3.1	Ubicación del ensayo	48
3.2	Características edafoclimáticas	48
3.3	Pasturas	49
3.3.1	Siembra	50
3.3.2	Fertilización.	50
3.3.2.1	Fertilización siembra	50
3.3.2.2	Fertilización post siembra	52
3.4	Periodo pre experimental	52
3.5	Periodo experimental	52
3.6	Diseño experimental	53
3.7	Evaluaciones	53
3.7.1	Disponibilidad de forraje y residuo post-pastoreo	53
3.7.2	Consumo aparente	54
3.7.3	Consumo de concentrado y sales minerales	54
3.7.4	Producción de leche	54
3.8	Análisis estadístico	55

<b>4</b>	<b>PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS</b>	<b>56</b>
4.1	Disponibilidad de forraje y residuo post pastoreo	56
4.2	Consumo total de MS	58
4.3	Producción de leche	62
4.4	Consumo aparente de pradera	63
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>67</b>
<b>6</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>68</b>
<b>7</b>	<b>SUMMARY</b>	<b>69</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>70</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Informe pluviométrico (mm).	49
2	Valores mensuales de temperaturas.	49
3	Composición química del suelo en el sitio del ensayo.	51
4	Disponibilidad y residuo semanal promedio.	56
5	Consumo diario total de MS, promedio por semana.	58
6	Promedios semanales de la producción diaria de leche por vaca.	62
7	Consumo aparente de pradera, promedio por semana	63

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Aspectos críticos de la curva de crecimiento de la pradera.	6
2	Ciclo de acumulación carbohidratos solubles en alfalfa	9
3	Relación entre altura de la pradera y tasa de consumo en corderos y ovinos adultos.	16
4	Efecto de la altura de la pradera sobre el nivel de producción de leche en un sistema de pastoreo continuo	17
5	Plato medidor de pasturas o Rising plate meter.	19
6	Relación entre disponibilidad de forraje y consumo, en ovinos.	20
7	Efecto de la carga animal en producción de leche por vaca y por hectárea.	23
8	Curva de crecimiento de una pastura de <i>Lolium perenne</i> post pastoreo relacionando la acumulación de carbohidratos y el número de hojas expandidas.	26
9	Efecto del estado fonológico en los componentes celulares de una gramínea.	29
10	Influencia de la altura de la pradera en los componentes del pastoreo.	36
11	Relación entre densidad de la pradera en los horizontes superficiales y el tamaño de bocado, en vacas lecheras.	37
12	Relación entre digestibilidad del forraje y consumo voluntario por bovinos, en dos tipos de pradera.	38
13	Ciclo del pastoreo en franjas, con cerco eléctrico móvil adelante y atrás de las vacas.	46
14	Promedios semanales de Disponibilidad, residuo post-pastoreo y consumo aparente diario de pradera.	57
15	Composición porcentual de la ración diaria.	59

16	Relación entre consumo total de MS y producción de leche.	60
17	Relación entre el consumo total de MS y la producción de leche.	61
18	Relación entre el consumo aparente de pradera y la producción de leche.	64
19	Relación entre consumo aparente de pradera y producción de leche, con consumo de 3,48 Kg MS de concentrado diario por vaca.	65
20	Relación entre consumo aparente de pradera y producción de leche, con consumo de 2,61 Kg MS de concentrado diario por vaca.	66

## 1. INTRODUCCION

En el sur de Chile los sistemas de producción de leche basan la alimentación fundamentalmente en el pastoreo directo de praderas y pasturas permanentes, constituyendo este el principal recurso forrajero. Esta es una ventaja comparativa en términos de capacidad y costos de producción de leche. La producción es dependiente, en gran medida, del consumo y calidad del forraje disponible, además del número y productividad de los animales utilizados.

El uso de genotipos especializados en producción de leche, ha llevado a disponer de un tipo de ganado lechero más eficiente y capaz de elevar los niveles de producción de leche por vaca, siendo la consecuencia directa de esto un aumento considerable de la productividad, lo que puede ser explicado en parte porque ellos tienen un mayor consumo de alimento, debido a un aumento de sus requerimientos, principalmente en la estación de primavera, por la mayor producción de las pasturas. La gran desventaja es que bajo condiciones de pastoreo directo no se puede predecir el consumo individual por vaca, desconociendo así, si se cumplen tales requerimientos de consumo diarios para cada animal.

Existen algunos antecedentes que establecen que la heterogeneidad de la producción de las praderas y pasturas y el cambio en su composición nutritiva, derivan en su incapacidad para sustentar altos niveles productivos, haciéndose necesario recurrir al uso de alimentos suplementarios, tanto forrajes conservados como concentrados, que aportan los nutrientes que la pastura no puede entregar, llegando a ser el sustento de la producción de leche en las estaciones de menor producción de forraje, desconociéndose la real participación de estos suplementos en la estación de mayor producción de las pasturas.

De acuerdo a lo anterior se plantea como hipótesis que el consumo aparente de forraje afecta la producción de leche

El presente estudio, tuvo como objetivo general relacionar el consumo aparente de forraje en primavera y la producción de leche de vacas en pastoreo.

Los objetivos específicos de esta investigación fueron:

1. Medir el consumo aparente de materia seca de forraje de vacas en producción de leche en un sistema pastoril de praderas permanentes.
2. Medir el consumo aparente de materia seca total de vacas en producción de leche en un sistema pastoril.
3. Relacionar el consumo aparente de materia seca con la producción de leche individual de vacas en pastoreo.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Producción de leche en praderas.**

La pradera, en zonas templadas, compuesta principalmente de ballicas y tréboles, ha sido tradicionalmente el recurso alimenticio principal para vacas lecheras. Este sistema se caracteriza por una alta producción de leche por unidad de superficie, siendo por ende, la producción de leche por vaca frecuentemente más baja, en comparación a sistemas de estabulación, cuyo objetivo es la máxima producción por animal (Klein, 2003).

En el sur de Chile, el principal recurso alimenticio de las vacas lecheras es la pradera consumida en pastoreo directo y el de menor costo, cuando es utilizada correctamente. Según Parga (2003), dependiendo del sistema productivo, el pastoreo representa entre el 50 a 75% del consumo anual de materia seca en la mayoría de los casos, con un costo de 1/3 y de 1/8 del costo de los forrajes conservados y concentrados respectivamente. Según Ponce (2001), en los sistemas de producción de leche en el sur de Chile, los mayores costos de producción están representados por la alimentación (27,6%), mano de obra (18,5%) y fertilizantes (13,5%), resultando la alimentación uno de los factores que el productor puede intervenir y que hacen variar el costo de producción, situación directamente relacionada con la participación de la pradera dentro de este componente, lo que también está asociado a la forma y eficiencia de utilización de este recurso.

Este sistema de producción exige praderas que aporten alta cantidad de materia seca (MS) y una calidad nutritiva relativamente uniforme durante el año. Sin embargo, tal premisa no es posible debido a la desigual distribución de la producción de la pradera, lo que se traduce en excedentes y déficit en la disponibilidad de forraje en las diferentes épocas del año (Balocchi y Teuber, 2003).

Teuber y Romero (2004), señalan que la marcada estacionalidad en la producción y calidad nutritiva de la pradera, requiere de una planificación en el uso y combinación del recurso forrajero con el objetivo de balancear las necesidades alimenticias de los animales con la oferta de MS de esta.

Al respecto, Klein (2003), señala que el objetivo de un sistema de producción de leche a pastoreo debe ser optimizar la producción de materia seca de las praderas, utilizar el forraje disponible con una máxima eficiencia, sin descuidar paralelamente la productividad de las vacas a través de una adecuada suplementación.

Según Holmes (1989), la producción de leche exclusivamente a pastoreo presenta una gran variabilidad, ya que depende de la calidad, disponibilidad de la pradera y del potencial productivo de los animales. La composición nutricional de la pradera en la zona sur cambia permanentemente a lo largo del año, especialmente en primavera en que el crecimiento de las plantas es más rápido. Muller (1999), indica que durante el año se aprecian cambios considerables en los niveles de proteína cruda, degradabilidad de la misma, niveles de carbohidratos y tipos de carbohidratos en las praderas. Muchas veces en primavera la alta digestibilidad de la pradera conduce a altas producciones de leche, pero aún así, la vaca debe incurrir en movilizar sus reservas grasas para sustentar estos requerimientos energéticos.

En esta estación, la producción de leche de vacas que pastorean en forma exclusiva, puede generar resultados muy variables, de entre 20-25 kg de leche/vaca/día (Beck y Pessot, 1992), hasta 30 ó más kg de leche/vaca/día (Muller, 1999), pero hay que considerar dichos valores con cautela, ya que la producción láctea en éste período está altamente influenciada por muchos factores y sus combinaciones, como la disponibilidad de forraje por animal, la calidad de éste, así como el potencial genético del rebaño (Jennings y Holmes, 1984).

Muller (1999), señala que considerando la variabilidad composicional botánica y la estacionalidad presente en las praderas de tipo permanente, es difícil poder satisfacer las necesidades nutricionales de vacas lecheras de alta producción solo con pastoreo, porque ellas requieren dietas muy bien balanceadas para satisfacer sus requerimientos diarios.

Para Balocchi y Ponce (2001), el rendimiento de los animales en pastoreo depende principalmente de la cantidad y calidad del forraje que logran consumir, lo que finalmente determina la ingestión de nutrientes. Varios factores afectan el consumo en pastoreo, los que se relacionan con características del animal, de la pradera y del ambiente.

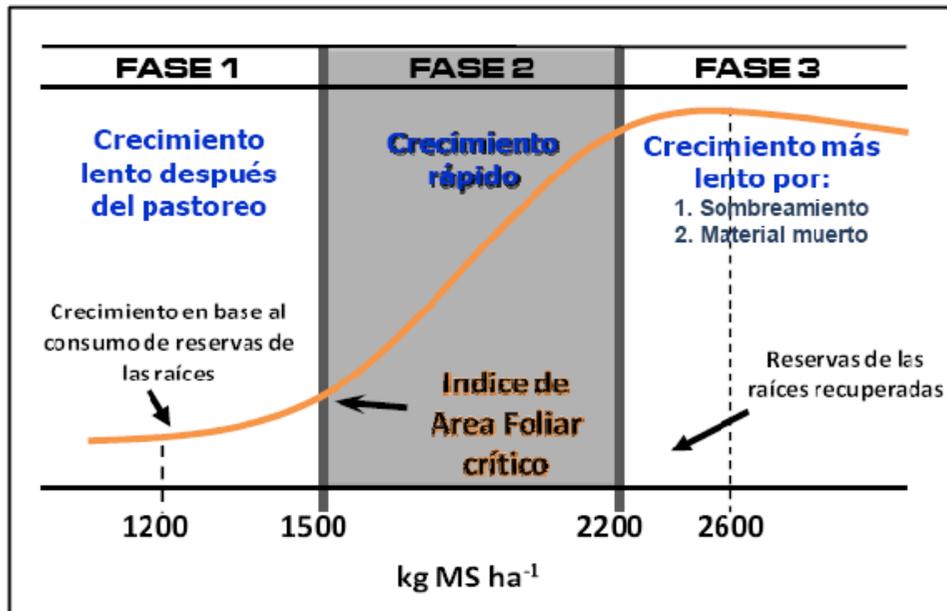
## **2.2 Curva de crecimiento de la pradera.**

Una característica básica de la pradera y que condiciona su manejo es que corresponde a un alimento vivo, cuya cubierta de hojas se está renovando permanentemente (Parga, 2003). En este sentido Romero (1996), señala que las plantas forrajeras son capaces de iniciar un nuevo crecimiento o rebrote después del corte o pastoreo. La remoción de hojas mediante el pastoreo reduce la superficie foliar por unidad de suelo, o índice de área foliar, modificando la intercepción de la luz y la capacidad fotosintética de la pradera (Parga, 2003).

El crecimiento del rebrote después de una defoliación se inicia a partir de la fotosíntesis de las hojas del residuo y/o, si estas son insuficientes, de las reservas de carbohidratos acumulados en la base de los pseudo tallos, las que permiten generar nuevas hojas para restaurar la fotosíntesis (Parga, 2003).

Brougham (1957), describió el crecimiento de la pradera luego de su utilización, mediante una curva sigmoidea, dividida en tres fases. Sandles (2000), presento la curva de crecimiento de

la pradera descrita por Brougham, relacionándola con la disponibilidad y residuo pre y post-pastoreo, junto a las variaciones de las reservas en las raíces de la pradera (Figura 1).



**Figura 1.** Aspectos críticos de la curva de crecimiento de la pradera (Sandles, 2000).

De acuerdo a esta curva con un residuo de 1.200 a 1.500 kg MS ha<sup>-1</sup> la pradera crece en forma lenta después del pastoreo, utilizando sus reservas contenidas en la base de sus macollos, luego en la segunda fase, se produce un crecimiento mas rápido debido al mayor índice de área foliar. Por último, en la fase tres el crecimiento se torna más lento debido al sombreadamiento, pero ya se han recuperado las reservas y la pradera se encuentra lista para ser pastoreada nuevamente, lo que ocurre cuando la pradera presenta una disponibilidad pre pastoreo de 2.200 a 2.600 kg MS ha<sup>-1</sup>.

El momento o frecuencia de utilización y la intensidad de pastoreo influyen directamente en los procesos de crecimiento y pérdida de hojas, determinando en gran medida la producción neta de la pradera (Parga, 2003).

### **2.2.1 Índice de área foliar.**

Existen numerosas experiencias que indican que la tasa de crecimiento después de una defoliación, está asociada a la intercepción de luz (Parga, 2003). La cantidad de luz interceptada por la pradera depende de la superficie de las hojas existentes por unidad de superficie, lo que se denomina índice de área foliar (IAF). Este índice es la relación entre superficie total de hojas (por una sola cara) y la superficie de suelo donde esa vegetación está creciendo (Balocchi *et al.*, 2007).

El IAF óptimo es el índice en que las hojas son capaces de interceptar el 95% de la luz incidente y usualmente está en el rango de 4 a 6 en praderas mixtas de ballica con trébol blanco, esto significa que debe haber 4 a 6 veces más superficie de hojas que de suelo. Si se incrementa esta IAF óptimo, la tasa de crecimiento de la pradera no aumenta ya que las hojas basales no interceptan la luz y actúan como hojas parásitas (Balocchi *et al.*, 2007).

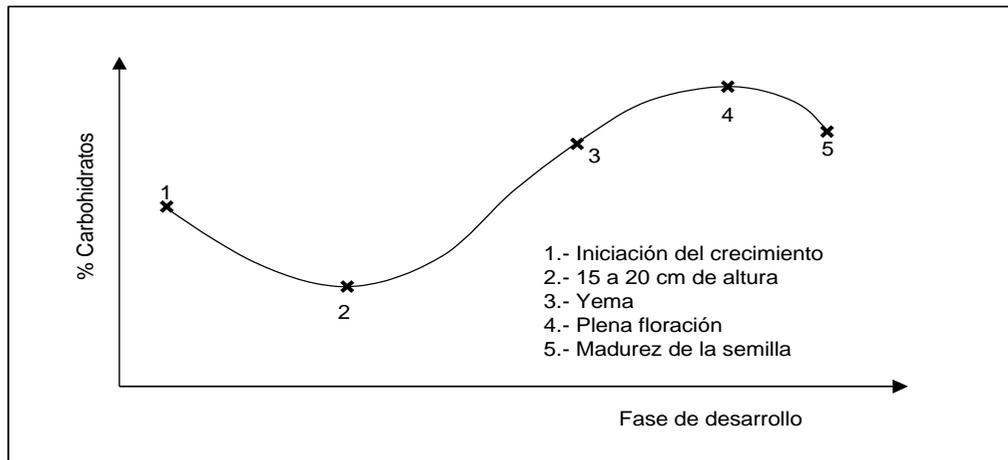
Relacionando el IAF con el manejo de pastoreo Nielsen (1997), señala que la luz recibida por las hojas recién formadas influye en la tasa de crecimiento de las pasturas, además de tener gran influencia en la composición botánica de una pastura, por lo que residuos altos dejados después del pastoreo, formados por tallos amarillentos, material muerto y senescente, dificultan la entrada de luz a la pradera, sombrean sus niveles inferiores y a las plantas que están en crecimiento bajo ellas, como en el caso de algunos tréboles, retrasando la producción de forraje. En contraposición con lo anterior, residuos bajos están formados principalmente por hojas verdes, fotosintéticamente activas que permiten una mejor utilización de la luz (Ruiz, 199).

### 2.2.2 Reservas de crecimiento.

Durante el proceso de crecimiento de una pradera y cuando los carbohidratos producidos por la fotosíntesis superan a los utilizados para el crecimiento y la respiración, las plantas tienen la habilidad de almacenarlos como fuente de energía para ser utilizado en el rebrote después de una defoliación cuando el balance energético de la planta es negativo (Balocchi *et al.*, 2007). La mayoría de los compuestos orgánicos que las plantas almacenan son carbohidratos y en mucho menor importancia compuestos nitrogenados (Balocchi, 2001).

El área foliar y los carbohidratos de reserva están íntimamente relacionados entre sí, ya que la acumulación de carbohidratos depende del proceso de fotosíntesis, y este a su vez de la superficie foliar de las plantas (Carambula, 1977). Estos carbohidratos se almacenan en la base de las plantas y se concentran en los primeros 5 cm. del suelo, por ello es importante proteger este estrato de la pradera evitando un pastoreo muy intenso o dejar un residuo demasiado bajo (Balocchi *et al.*, 2007). Según Andrae (2004), los carbohidratos no son utilizados inmediatamente y son almacenados en órganos como raíces, rizomas, estolones y base de los macollos, esto difiere según la especie.

Smith (1966), en un estudio de la variación en la cantidad de carbohidratos de reserva acumulados en las raíces de la alfalfa desde que se inicia el crecimiento en primavera, hasta que madura la semilla, estableció que en general las especies forrajeras perennes tienen una curva de acumulación de carbohidratos que varía a través de las fases de crecimiento, siendo esta baja al comienzo del periodo de crecimiento y alta en etapas cercanas a la madurez (Figura 2).



**Figura 2.** Ciclo de acumulación carbohidratos solubles en alfalfa (Smith, 1966).

Cuando una planta perenne entra en el periodo de inactividad, los carbohidratos ubicados en las hojas y tallos se trasladan a las raíces y yemas donde permanecen en reserva para iniciar el crecimiento del año siguiente. El momento más crítico en el ciclo de crecimiento de una planta perenne es el periodo en que emerge de la inactividad dado que, es en esta etapa, en la cual requiere aproximadamente el 90% de los carbohidratos reservado para iniciar el crecimiento de hojas y tallos nuevos (Andrae, 2004). La defoliación continua durante este periodo produce graves daños a la planta y a su nutrición reduciendo, en consecuencia, la productividad anual debido a que luego de la defoliación la planta repone sus reservas solo cuando tiene superficie foliar suficiente para producir la cantidad de carbohidratos necesarios para llevar adelante sus actividades normales (Andrae, 2004).

### 2.3 Manejo del pastoreo.

El pastoreo es el proceso por el cual los animales retiran del potrero el forraje disponible en la pradera (producción primaria), para su transformación a producto vendible (producción secundaria) (Teuber *et al*, 2007). Vallentine (2001), señala al pastoreo, como el acto llevado a

cabo por los animales de cosechar el forraje desde la pradera y comprende básicamente la búsqueda del forraje; la defoliación del rebrote y la ingestión (consumo) del forraje.

Los bovinos en pastoreo realizan una utilización desuniforme del forraje y una distribución muy heterogénea de fecas y orina, obteniéndose un mosaico de áreas sobre o sub-pastoreadas en el potrero. Sin embargo, esto puede evitarse mediante un adecuado manejo de praderas, logrando una mejor distribución de las fecas, una menor selección por parte del ganado y una menor incidencia de plagas debido al aumento de la carga animal (Teuber, 1995).

El manejo de pastoreo es uno de los factores relevante en la gestión técnico-económica de las explotaciones lecheras. Según Parga *et al* (2007), uno de sus principales objetivos es maximizarla producción y el consumo de forraje de alta calidad a través del año.

En sí, el manejo del pastoreo es la manipulación del animal en pastoreo llevada a cabo por el hombre, logrando resultados en el animal, las plantas, el suelo, con el propósito final de obtener respuestas económicas, aunque el fin más inmediato sea suplir la cantidad y calidad de forraje requerida por los animales en pastoreo, para lograr la producción deseada. (Walter 1995; Vallentine 2001). Por una parte afecta la producción y persistencia de la pradera y, por otra, controla la disponibilidad y la calidad del pasto ofrecido a los animales, determinando así su nivel de consumo y eficiencia de utilización (Parga, 2003). Para Balocchi y Ponce (2001), un buen manejo de pastoreo tiene como objetivo central posibilitar el máximo rendimiento de forraje y generar su mayor transformación en producto animal, manteniendo las condiciones necesarias para la sustentabilidad del sistema. En el corto plazo los dos aspectos más importantes del manejo de pastoreo son la frecuencia e intensidad de pastoreo, y resultan clave para permitir una elevada producción de leche por vaca y por hectárea, repercutiendo en la eficiencia y rentabilidad global de la explotación (Parga, 2003).

### 2.3.1 Frecuencia de pastoreo.

La frecuencia de pastoreo se refiere al intervalo entre dos utilizaciones sucesivas de un mismo potrero o sector de pradera. Ella define cuándo pastorear, y en consecuencia determina la cantidad de pasto acumulado al ingresar a una nueva franja o potrero y la composición morfológica del mismo (proporción de hojas, tallos, espigas y material muerto) (Parga *et al.*, 2007).

Muslera y Ratera (1991), indican que la frecuencia o intervalo de tiempo entre dos pastoreos determina el sistema de pastoreo y número de aprovechamientos a lo largo del año, tiempos de ocupación y reposos, que influyen en la producción total final y dependen de la carga utilizada.

Según Parga (2003), los objetivos principales del control permanente de la frecuencia de pastoreo son, permitir el descanso suficiente de la pradera para lograr una adecuada acumulación de reservas para un rápido rebrote y optimizar la disponibilidad y cosecha de hojas verdes por el animal al momento del pastoreo. Para ello la frecuencia de pastoreo puede ser controlada para cada período del año de acuerdo a diversos criterios complementarios entre sí, tales como el número de días o intervalo entre pastoreos, la disponibilidad de forraje presente al inicio del pastoreo, la altura sin disturbar de la vegetación y/o el número de hojas nuevas por macollo (Parga *et al.*, 2007). Este último criterio fue establecido por Fulkerson y Slack (1994) quienes a través del número de hojas de ballica perenne determinaron la frecuencia de utilización de la pastura.

Según Rayburn, 1992; Reyes, 2006, los daños a las plantas aumentan al incrementar la frecuencia de la defoliación, ya que durante la estación de crecimiento de la pastura los animales en pastoreo remueven las hojas verdes, capaces de reservar energía vía fotosíntesis y consecuentemente, la tasa de crecimiento de las plantas disminuye, por lo tanto se debe proporcionar tiempo a las plantas antes de utilizar sus hojas nuevamente. Si esto no ocurre, las

plantas serán débiles, la producción disminuirá, la profundización de las raíces se reducirá y en algunos casos las plantas morirán. Parga (2003), además afirma que utilizaciones muy frecuentes en forma sostenida durante cualquier estación del año, no permitirán el desarrollo suficiente de las hojas para alcanzar su crecimiento máximo, ni para acumular las reservas necesarias para un rápido rebrote, perjudicando con ello la velocidad de crecimiento promedio y el rendimiento anual de materia seca.

La primavera es el periodo más delicado e importante en términos de manejo, ya que en ella se produce cerca del 50% del forraje anual, sobrepasando ampliamente la capacidad de consumo de los animales, las plantas maduran con rapidez una vez encañadas, reduciendo su valor nutritivo y dificultando su utilización en pastoreo (Parga y Teuber, 2006). El momento óptimo de entrada a pastoreo para la estación de primavera según Parga *et al.*, (2007), es de 2.200 a 2.600 kg MS ha<sup>-1</sup>, correspondiente a 15-20 cm de altura sin disturbar, con un rango de 14 a 25 días desde el pastoreo anterior. Para el criterio de las hojas, el óptimo es al momento en que la mayor parte de los macollos de ballica perenne ha alcanzado el estado de 2 a 3 hojas expandidas, durante todo el año (Parga y Teuber, 2006; Parga *et al.*, 2007). Pastoreos más frecuentes (antes de alcanzar el estado de 2 hojas) pueden restringir el rendimiento y persistencia de la pradera, por el contrario, pastoreos más distanciados (posteriores al estado de 3 hojas) disminuirán el valor nutritivo y aumentarán las pérdidas por muerte y descomposición de las hojas viejas (Parga, 2003; Parga y Teuber, 2006). Hecho que se acelera de mediados de primavera en adelante ya que la vida útil de las hojas disminuye con el aumento de las temperaturas (Parga *et al.*, 2007).

La frecuencia de utilización de la pradera cambia a través del año, dependiendo de la época y del estado de desarrollo de las especies forrajeras (Teuber y Romero, 2004).

La utilización tardía, con alturas o fitomasas de entrada muy altas provocará una acumulación y envejecimiento excesivo de la vegetación, limitando la penetración de luz, reduciendo fuertemente la densidad poblacional de macollos y estolones lo que aumenta las pérdidas de

material debido a la muerte de las hojas viejas, disminuyendo el valor nutritivo del forraje. Estas pérdidas de calidad se aceleran en primavera, debido a que utilizaciones tardías incrementan la proporción de macollos encañados, además aumentan las pérdidas por pisoteo y la cantidad de material rechazado por los animales, dificultando la utilización eficiente del forraje producido (Parga, 2003).

Dependiendo del tipo de pradera y de las condiciones climáticas, se debe acelerar gradualmente la rotación, disminuyendo el intervalo entre utilizaciones desde 25 hasta 14 días aproximadamente entre septiembre y noviembre. Ello exige reducir el área de pastoreo, descartando los potreros excedidos, con más de 3.000 kg MS ha<sup>-1</sup>, para destinarlos a conservación de forraje (Parga *et al*, 2007).

### **2.3.2 Intensidad de pastoreo.**

La intensidad de pastoreo se refiere a la severidad con que es utilizada una pradera. Vallentine (2001), la define como el grado al cual una planta o pastura es pastoreada durante un periodo de pastoreo. Según Rayburn (1992), se expresa como la cantidad de forraje o área de las hojas que quedan rezagadas en la pradera al final de la actividad en pastoreo (residuo). La intensidad de pastoreo puede controlarse a través de la altura del residuo o de la cantidad de fitomasa postpastoreo, es decir, indica cuánto pastorear una franja o potrero y regula simultáneamente el consumo realizado por los animales y la eficiencia de utilización de la pradera (Parga, 2003). Afecta también la cantidad de hojas residuales útiles para el rebrote o el área foliar remanente, y por ende, la velocidad del rebrote (Parga *et al*, 2007).

En la medida que el pastoreo es menos intenso o severo, aumenta el consumo de forraje por animal, pero simultáneamente se incrementa la cantidad de pradera rechazada, o residuo,

disminuyendo así la eficiencia de utilización de la pradera y la calidad de los rebrotes subsiguientes. En el otro extremo, pastoreos muy intensos reducen severamente el consumo y el rendimiento individual de los animales. Además, dejan un residuo de pradera muy escaso que es insuficiente para sostener un rebrote vigoroso (Parga y Teuber, 2006; Parga, 2003). Por lo tanto, la intensidad de pastoreo mas adecuada será aquella que logre conciliar mejor las necesidades del ganado con las de la pradera, en los distintos sistemas productivos.

Ensayos de evaluación de producción de leche en primavera realizados por Holmes y Mc Clenaghham, citados por Muslera y Ratera (1991), dan como resultado mayores producciones de leche cuando el pastoreo ha sido menos intenso, dejando residuos de 1.940 kg MS ha<sup>-1</sup> , comparado con un pastoreo fuerte con residuos de 1.090 kg MS ha<sup>-1</sup>.

En primavera y otoño, en el caso de vacas lecheras en lactancia y novillos en engorda sin suplementación, la mejor combinación entre rendimiento individual y rendimiento por hectárea se logra restringiendo ligeramente la oferta diaria de pradera por animal, de manera de evitar residuos excesivos. Esto significa dejar alturas postpastoreo entre 5 y 7 cm., equivalentes a 1.400 a 1.600 kg MS/ha aproximadamente, En caso necesario, el pastoreo con animales de repaso o el corte de homogenización de algunos potreros que hayan quedado con residuos altos durante la primavera, permitirá devolverlos a su condición más adecuada. (Parga y Teuber, 2006; Parga *et al*, 2007). Criterio respaldado por Dumont (2001), quien afirma que para el cambio de franja o potrero se debe dejar un residuo de 5 a 7 cm., medidos con un plato medidor de pasturas, si se baja de esta altura el tamaño de mordisco disminuye considerablemente además del consumo y la producción de leche.

Balocchi (2001), señala que para obtener una máxima producción de materia seca por hectárea es mejor un pastoreo severo con baja altura de residuo, pero al mismo tiempo permitiendo un largo intervalo entre pastoreos, comparado con un pastoreo liviano dejando una mayor altura de residuo. Esto reafirmado por Hainsworth *et al*. (1997), quien señala que las

pasturas deben ser pastoreadas intensamente en primavera, con el fin de obtener altas producciones de materia seca ya que si no se utiliza todo el forraje producido, la calidad disminuye y se reduce la producción de materia seca, sin embargo, las utilizaciones no deben ser tan intensas como para arriesgar el desarrollo posterior de la pastura. Parsons y Chapman (2000), señalan que pastoreos intensos y periodos de descanso relativamente largos durante la primavera mantendrán una pradera relativamente productiva, ya que se evita la acumulación de material muerto, el sombreado basal, la muerte de hojas, además de favorecer el macollaje y restringir el encañado en dicha estación.

Según Parga *et al.*, (2007), la intensidad de pastoreo recomendada para vacas lecheras en lactancia y novillos en engorda sin suplementación en el sur de Chile es de 1.400 a 1.600 kg MS ha<sup>-1</sup> de fitomasa residual post-pastoreo en la estación de primavera, correspondiente a una altura sin disturbar de 4 a 7 cm. Si no se respetan las normas de manejo de entrada y salida en cada época del año, los efectos negativos en rendimiento y persistencia se observaran en las estaciones de crecimiento siguiente (Demanet *et al.*, 2006).

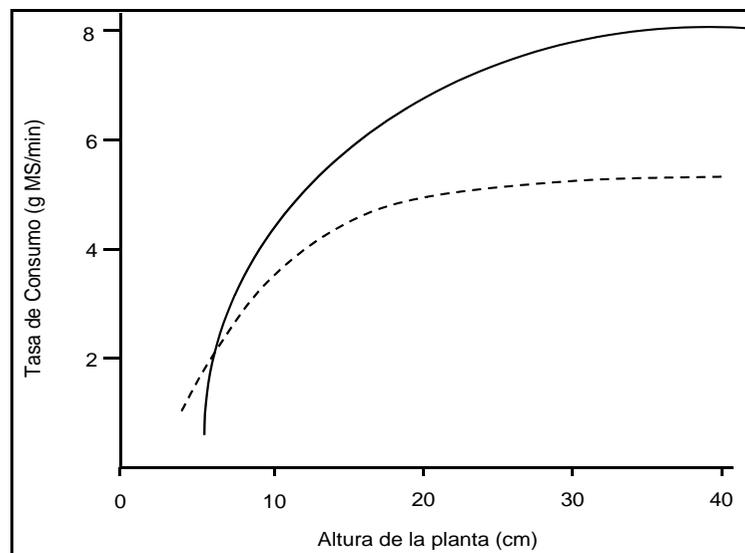
#### **2.4 Criterios para la planificación y control del pastoreo.**

Para la planificación y control práctico del pastoreo a nivel predial, deben utilizarse indicadores más sencillos de la disponibilidad de materia seca por animal. Estos permiten complementar la evaluación visual del estado de la pradera y chequear de manera más objetiva el grado de restricción alimenticia de los animales (Parga, 2003). Los métodos mas utilizados para controlar el pastoreo son la altura de la pradera, la disponibilidad de forraje y la presión de pastoreo, es decir, la oferta diaria de forraje por animal (Balocchi y Ponce, 2001).

### 2.4.1 Altura de la pradera.

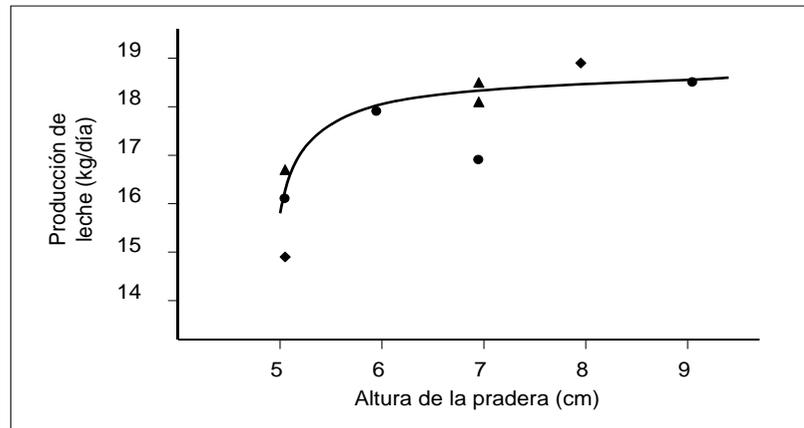
Se ha determinado que la altura de la pradera es una medida muy práctica para ser utilizada como herramienta en la toma de decisiones en el manejo del pastoreo, esta una variable importante en pastoreo ya que se relaciona directamente con el comportamiento de los animales en pastoreo y con su productividad.

Según Balocchi (2001), la utilidad de la medición de la altura de la pradera en el manejo de praderas es que ella entrega un índice de la condición de la pradera el cual se puede relacionar directamente con el consumo de forraje y productividad animal. Por ello, incrementos en la altura de la pradera producen un aumento en el consumo (Figura 3) y un aumento en la producción por animal (Figura 4) hasta un cierto límite que es dependiente del tipo de animal.



**Figura 3.** Relación entre altura de la pradera y tasa de consumo en corderos ---- y ovinos adultos — (Allden y Whittaker, citados por Balocchi (2001)).

Existe, por otra parte, evidencia práctica que pasado un cierto nivel de altura la productividad animal decrece, debido a un efecto indirecto de reducción en la calidad del forraje. Esto último afirmado por Parga *et al* (2007), quienes señalan que los bovinos pastorean con dificultad bajo los 4 cm. de altura y detienen totalmente su consumo bajo los 2 cm., dejando un residuo no pastoreable. Por ello la altura de la pradera determina el volumen o tamaño de los bocados, es así como en praderas llenas de hojas el peso de los bocados aumenta casi proporcionalmente con la altura del pasto. Praderas con hojas más altas permiten realizar un pastoreo más profundo, a la vez que posibilitan colectar una mayor superficie de pradera con la lengua en cada uno de los bocados recogidos (Parga *et al.*, 2007).



**Figura 4.** Efecto de la altura de la pradera sobre el nivel de producción de leche en un sistema de pastoreo continuo (Ernst *et al.*, citados por Balocchi (2001)).

En cuanto a la tasa de bocados y tiempo de pastoreo, disminuyen en la medida que aumenta la altura de la pradera o viceversa. Al disminuir la altura, el tiempo de pastoreo aumenta en respuesta a una menor tasa de consumo (Hodgson, 1986).

Además, la penetración del hocico en el perfil de la pradera, entonces la profundidad y tamaño de los bocados, se ven desfavorecidos por la presencia de pseudos-tallos en los horizontes inferiores, pero particularmente obstruidos con la presencia de material muerto y

tallos reproductivos, los que constituyen verdaderas barreras a la defoliación ( Dougherty *et al.*, 1992).

La altura de la pradera tiene la ventaja que se obtiene en forma directa y sencilla, mientras que la biomasa normalmente será estimada a través de la altura comprimida, basándose en ecuaciones de calibración. El problema radica en que la relación biomasa-altura puede cambiar a través del año (sobre todo en verano), generalmente difiere entre biomasa pre-pastoreo y biomasa post-pastoreo y puede variar entre praderas con manejos muy distintos (Parga, 2003). Se han desarrollado instrumentos prácticos para la determinación de la altura en terreno, como el bastón graduado, que mide la altura de la cubierta vegetal sin alterar.

#### **2.4.2 Disponibilidad de forraje.**

La disponibilidad de forraje se expresa en kg o ton MS ha<sup>-1</sup>, también se puede expresar por animal (kg de MS/animal), y se refiere a la cantidad de fitomasa ofrecida a los animales en pastoreo, correspondiente al material vegetal que existe sobre el nivel del suelo. Al conocer la disponibilidad de forraje de la pradera, se puede tomar mejores decisiones con respecto al manejo tanto de la pradera como de los animales, ya que es posible cuantificar y evaluar las variables que influyen directamente en el proceso del pastoreo (Canseco *et al.*, 2007).

Hodgson (1984), estableció que la disponibilidad es uno de los factores más importantes de la pastura que afecta el consumo de los animales en pastoreo, considerándolo como un componente que puede ser modificado mediante el manejo de pastoreo al determinar carga animal y productividad, además que mediante esta se pueden evaluar las estrategias de manejo de la pradera.

Esta puede medirse a través de métodos directos e indirectos. En los métodos directos la evaluación por corte requiere de tomar una muestra de la fitomasa presente antes del pastoreo, para su posterior análisis en laboratorio, procedimiento más exacto y objetivo, pero tiene la desventaja de requerir de mayor tiempo tanto en el potrero como en el laboratorio. Los métodos indirectos no son destructivos, requieren de menor tiempo y se basan en la relación de atributos vegetativos (altura, densidad) y no vegetativos con el forraje disponible (Canseco *et al.*, 2007).

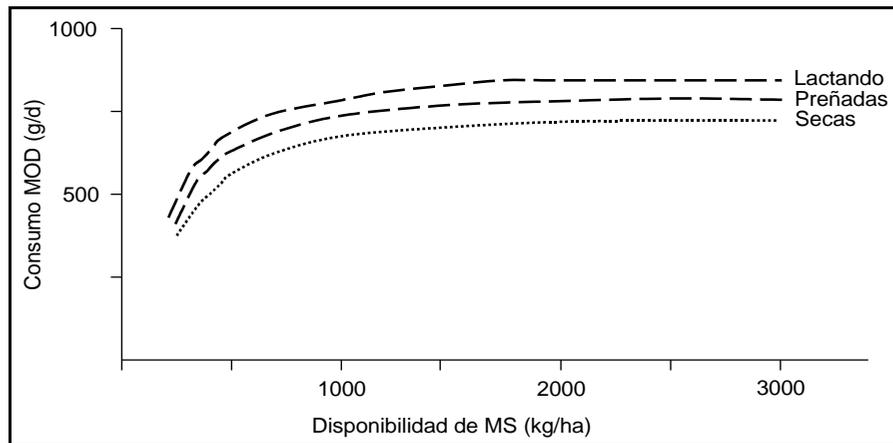
Es así, como se ha desarrollado instrumentos de medición indirecta de disponibilidad de materia seca en praderas. Algunos de estos son el Bastón electrónico (Grass master) y el Plato medidor de pasturas o Rising plate meter (Figura 5), este último ejerce una presión definida sobre la vegetación, determinando una altura “comprimida” (Earle y McGowan, 1979) y estima la biomasa presente y así la disponibilidad de forraje ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ), a través de su calibración bajo las condiciones en que será utilizado (Parga, 2003).



**Figura 5.** Plato medidor de pasturas o Rising plate meter.

Las calibraciones realizadas durante el desarrollo del proyecto FIA pastoreo, donde se compararon ambos métodos de evaluación ya mencionados, en el sur de Chile, se concluyó que el plato medidor de pasturas, presenta una mayor confiabilidad de medidas que el bastón electrónico (Canseco *et al.*, 2007). Al realizar las mediciones, se debe tener en cuenta que la disponibilidad de materia seca de la pradera es muy dinámica y cambia permanentemente en función de la tasa de crecimiento, de la tasa de senescencia y del consumo por parte de los animales. Por estas razones su estimación es válida solo para el momento en que se determina (Canseco *et al.*, 2007).

La Figura 6, muestra el efecto que produce un incremento en la disponibilidad de forraje sobre el consumo.



**Figura 6.** Relación entre disponibilidad de forraje y consumo, en ovinos Hodgson, citado por Balocchi (2001).

Como regla general existe una respuesta positiva del consumo a un aumento en la disponibilidad, hasta un punto en que ésta deja de ser limitante. Este punto se conoce como disponibilidad crítica, bajo la cual el consumo de forraje comienza a ser significativamente afectado. Este valor de disponibilidad crítica varía según el tipo de animal y su estado enológico.

En general en vacas lecheras es de alrededor de 1500 a 2000 kg MS ha<sup>-1</sup> y en ovinos de 500 a 800 kg MS ha<sup>-1</sup>, Hodgson citado por Balocchi (2001).

### **2.4.3 Carga animal.**

Expresado como el número de vacas ha<sup>-1</sup>, este es el más simple factor que define la disponibilidad de forraje por animal y sin duda es la primera decisión de manejo que debe tomar el productor en función de sus recursos alimenticios. Dado que condiciona la demanda de materia seca por hectárea e influye poderosamente sobre la eficiencia de cosecha de la pradera (Parga, 2003).

Según Anwandter *et al.* (2007), carga animal, corresponde al número de animales que se alimentan en una hectárea de pradera, ya sea a través del pastoreo, soiling y/o forraje conservado y puede ser expresada en forma instantánea o en forma anual. Ruiz (1996) señala, que se puede expresar como el número de animales (de un tipo dado), por unidad de superficie y por un tiempo definido.

Los efectos de la carga en la producción individual y por hectárea son indirectos, a través de su influencia sobre la oferta de pasto por animal, que puede ser definida como presión de pastoreo. La presión de pastoreo tiene directa relación con la carga animal puesto que para una producción específica de forraje, al aumentar el número de animales, la disponibilidad disminuye, es decir aumenta la presión (Ruiz, 1996). Para este autor la carga animal afecta simultáneamente la producción individual del animal (carne, leche, lana) y la producción por hectárea, por ello en ningún caso ambas variables pueden ser máximas simultáneamente.

Desde los primeros estudios realizados por Hancock (1953) y Mott (1960), citados por Balocchi (2001), un aumento en la carga animal ha producido un aumento en la producción de

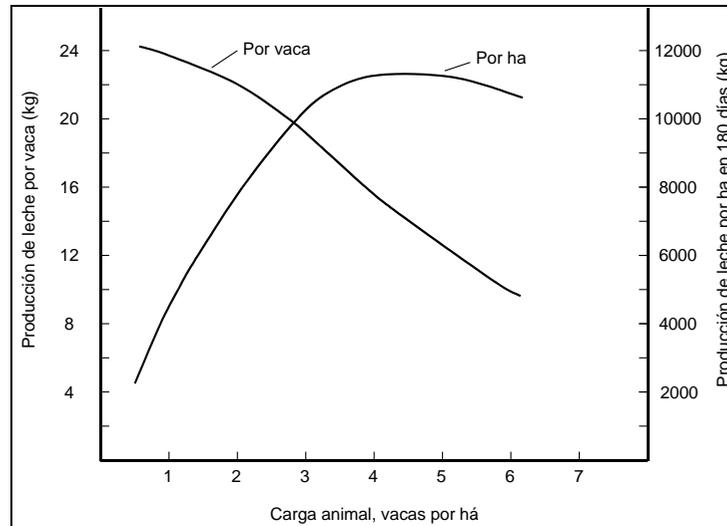
leche por hectárea y una disminución en la producción por vaca. Relación que sigue siendo reconocida, como lo señalan Parga (2003); Muslera y Ratera (1991), quienes estiman que un aumento de la carga animal por hectárea reduce la cantidad de forraje disponible por animal, afectando su rendimiento individual, pero esto suele ser más que compensado por un incremento de la producción por unidad de superficie, debido a la mayor población de ganado. Además mejora la utilización de la pradera ofrecida (Muslera y Ratera, 1991).

En cada explotación hay un nivel óptimo de carga que permite obtener las producciones máximas compatibles con la duración de la pradera, pero la determinación de ese óptimo debe realizarse en función de las necesidades a lo largo del año, para asegurar que la cantidad de forraje ofrecida por día a los animales sea adecuada a sus necesidades (Muslera y Ratera, 1991).

En los experimentos con vacas lecheras, realizados por Mc Meekan y Walshe, 1963; Greenhalgh *et al.*, 1966, citados por Muslera y Ratera (1991), con sistemas de pastoreo semilibre y racionado, se llega a la conclusión de que la producción máxima por hectárea se obtiene con cargas más elevadas, aunque se produzca una disminución en la producción individual. Es decir, un aumento de carga de un 30% determina un aumento de la producción lechera por hectárea del 12 al 20%, pero la producción individual disminuye del 8 al 14%. Si se continúa aumentando la carga, la producción lechera individual disminuye. Por el contrario, cuando la carga se reduce en un 23% la producción por hectárea también disminuye.

De acuerdo a Journet y Demarquilly, citados por Balocchi (2001), el efecto favorable de un aumento en la carga en la producción de leche por hectárea se debe a una pequeña disminución en el consumo de forraje por vaca, a una defoliación más baja de la pradera con una mejor eficiencia de utilización, como también a una reducción en la ganancia de peso de las vacas y un mejor uso del menor nivel de energía consumida. Curvas desarrolladas por Holmes (1989), demuestran que la producción de leche por hectárea decrece en forma paulatina pasado el óptimo de carga animal (Figura 7).

Con respecto a la disponibilidad de forraje, experiencias realizadas por Greenhalgh, 1970; Greenhalgh *et al.*, 1966, citados por Muslera y Ratera (1991), con pastoreo rotacional explica la influencia de la carga sobre las producciones individuales y por hectárea, donde concluye que un aumento en la carga animal en 1,3 vacas  $ha^{-1}$ , reduce la cantidad de forraje ofrecido por animal (de 20,4 a 11,4 kg de MS  $día^{-1}$ ) y el nivel de consumo de materia orgánica, pero mejora la utilización del forraje ofrecido y aumenta la producción de forraje para el siguiente pastoreo de un 58 a 92%.



**Figura 7.** Efecto de la carga animal en producción de leche por vaca y por hectárea. Basado en promedios de praderas con 300 kg de nitrógeno (Holmes, 1989).

Según Baker y Leaver (1986), una alta carga animal en primavera mejora la eficiencia de utilización de la pradera durante primavera, que permite aumentar la calidad del pasto y la producción de leche a fines de esa estación y en el periodo de verano - otoño siguiente. En Chile, en un experimento realizado en Osorno por Hargreaves *et al.* (2001), se corroboraron estos datos al evaluar tres cargas animales en primavera (3,3; 4,5 y 5,5 vacas  $ha^{-1}$ ) suplementadas

todas por igual con 3 kg de concentrado por vaca. Se observó que el incremento de carga entre 3,3 y 4,5 vacas  $\text{ha}^{-1}$  no afectó el consumo de pradera (13,7 versus 14,2 kg MS) ni el rendimiento individual (24,2 versus 24,3 litros  $\text{día}^{-1}$ ), pero incremento en cerca de 35% la producción de leche  $\text{ha}^{-1}$ . Con 5,5 vacas  $\text{ha}^{-1}$  la producción  $\text{ha}^{-1}$  creció un 9% extra, pero la producción individual declinó en 12%. Sin embargo, a este nivel hubo una fuerte reducción del consumo (-18%), indicando que las vacas estuvieron muy restringidas (4,2cm de residuo post-pastoreo medido con plato). En la misma línea Mott (1960) citado por Balocchi (2001), propone que la carga animal óptima se logra con una reducción de un 12% en la producción por animal obtenida con baja carga.

El aumento de la carga animal efectiva en primavera de manera de mantener un pastoreo semi-intenso (residuo cercano a 1.500kg MS/ha) ha sido extensivamente recomendado. Aunque puede limitar ligeramente el rendimiento individual durante la primavera misma, permite controlar el encañado y aumentar la disponibilidad de hojas en el verano y otoño siguiente, mejorando el consumo y la producción de leche de las vacas (Parga, 2003).

Según Parga (2003), considerando las diferentes condiciones de pradera y niveles de suplementación entre predios y, por otra parte, las diferencias en los requerimientos de alimento entre vacas de distinto tamaño y nivel productivo, se ha propuesto expresar la carga animal como kg de peso vivo (PV) por tonelada de alimento (base MS) disponible en el predio. Basado en resultados recientes, Penno (2001) sugiere que cargas entre 80 a 90 kg de PV/ton de MS permitirían combinar alta producción por vaca y por hectárea. Cargas mayores inducirían a restricciones alimenticias y pérdidas de producción por vaca, suficientes para anular cualquier beneficio derivado del aumento de la eficiencia de utilización de la pradera. Expresada de esta forma, la carga puede ser modificada variando el número de vacas o la cantidad de suplemento utilizado cada año.

A pesar de que la regulación de la carga animal constituye una herramienta práctica para la planificación y regulación del pastoreo en el mediano y largo plazo, su rigidez no permite el ajuste cotidiano, necesario para un óptimo manejo del pastoreo. Este puede realizarse en forma efectiva a través del control de la oferta diaria de forraje por animal y/o de las alturas o biomásas post y pre-pastoreo (Parga, 2003).

#### **2.4.4 Numero de hojas.**

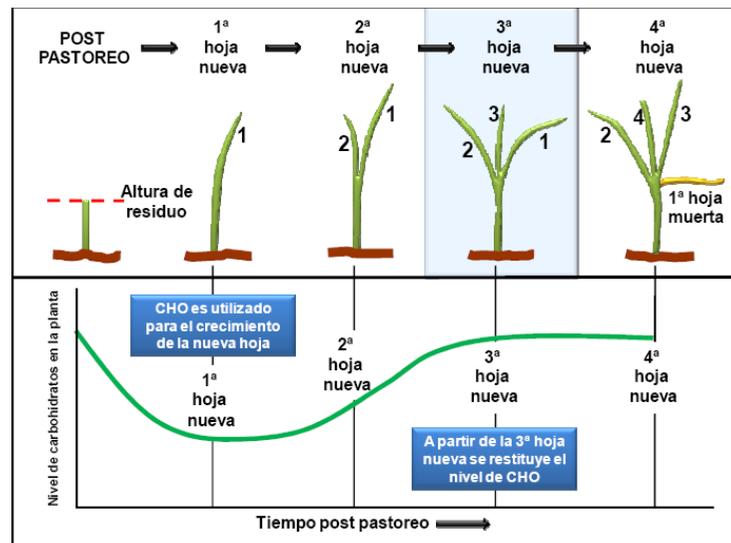
El número de hojas vivas es otro criterio posible de utilizar como guía para el ingreso de los animales al pastoreo, para lo cual se contabiliza el número de hojas expandidas por macollo. Este criterio a sido desarrollado para praderas dominadas por *Lolium perenne* y presenta estrecha relación con el rendimiento de materia seca, calidad nutritiva y nivel de carbohidratos de reserva en la planta (Canseco *et al.*, 2007). Este método fue desarrollado por Fulkerson y Donaghy (2001) y se basa en el nivel de reservas de la planta capaces de obtener un rebrote vigoroso teniendo en cuenta además el grado de senescencia de las hojas basales y el valor nutritivo del forraje. Este principio se basa, en obtener períodos de pastoreo suficientes para remover la máxima proporción de forraje acumulado, ajustando el período de descanso a la duración de la vida de la hoja, buscando minimizar las pérdidas por senescencia (Lemaire y Chapman, 1996).

Cuando una planta es defoliada por el pastoreo o corte, inmediatamente comienza su recuperación generando nuevas hojas a expensas de los carbohidratos de reserva y sólo cuando una segunda hoja nueva ha rebrotado, la planta tiene nuevamente un balance energético positivo y comienza a recuperar su nivel de reservas, reiniciando el crecimiento de las raíces. En el estado de tres hojas la planta tiene sus reservas restablecidas y se encuentra preparada para una nueva defoliación (Fulkerson y Donaghy, 2001; Balocchi *et al.*, 2007). Este hecho coincide con la particularidad que las ballicas mantienen simultáneamente solo tres hojas vivas, por ello la emergencia de la cuarta hoja tiende a coincidir con la muerte de la primera, hecho utilizado como

indicador para determinar el momento del pastoreo (Figura 8) (Fulkerson y Donaghy, 2001; Balocchi *et al.*, 2007; Parga, 2003).

Según Fulkerson y Donaghy (2001), el techo de producción en *Lolium perenne* se alcanza luego del intervalo necesario para el desarrollo de cuatro hojas expandidas en el rebrote, momento en que la calidad de la pradera ha disminuido.

Cuando crece la cuarta hoja en *Lolium perenne*, decrece la calidad de la pradera y el material senescente ya ha sido desaprovechado. Los contenidos de Energía Metabolizable (EM) y de fibra (FDN) no cambian apaciblemente hasta el estado de tres hojas por macollo. Entonces el momento optimo para pastorear una pradera es antes de la cuarta hoja, luego del intervalo necesario para la expansión de dos a tres hojas por macollo, logrando de esta forma el mejor equilibrio entre rendimiento, persistencia y calidad de la pradera (Fulkerson y Donaghy, 2001).



**Figura 8.** Curva de crecimiento de una pastura de *Lolium perenne* post pastoreo relacionando la acumulación de carbohidratos y el número de hojas expandidas. Adaptado de Fulkerson y Donaghy, 2001.

Investigaciones desarrolladas en Europa y Nueva Zelanda han revelado que, dependiendo de la temperatura, el intervalo de aparición de hojas en *Lolium perenne* puede variar de 6 a 11 días en primavera y extenderse hasta 20 a 35 días en invierno. La vida promedio de las hojas durante el período de primavera – verano es de aproximadamente 33 días, pero puede ser tan corta como 20 días en la etapa “peak” de primavera y alargarse a más de 60 días en invierno (Parga, 2003).

La producción o acumulación neta de materia seca, que representa la fracción utilizable, es el resultado de la diferencia entre el crecimiento de tejido nuevo y las pérdidas por muerte y descomposición de los tejidos viejos (Parga, 2003).

## **2.5 Efecto del pastoreo primaveral sobre la pradera.**

### **2.5.1 Composición botánica.**

El conocimiento de la composición botánica de la pastura, es necesario para la elección de alternativas de manejo del pastoreo, tales como hacer una mejor asignación de la carga animal, rotación de potreros y duración del pastoreo (Chávez, 2000).

Según Ruiz (1996), la frecuencia de defoliación afecta la competencia de especies en una asociación, pudiendo ocurrir cambios drásticos en la composición botánica, especialmente si se trata de especies que tienen características morfológicas diferentes. Al existir, en una mezcla, especies con diferentes períodos de madurez necesariamente tenderá a producirse el dominio de una especie u otra; si el rezago usado es corto, se favorecerá a la especie que crece mejor con pastoreos frecuentes, en cambio si el rezago largo, favorecerá a las especies que tienen su óptimo desarrollo bajo pastoreo infrecuente.

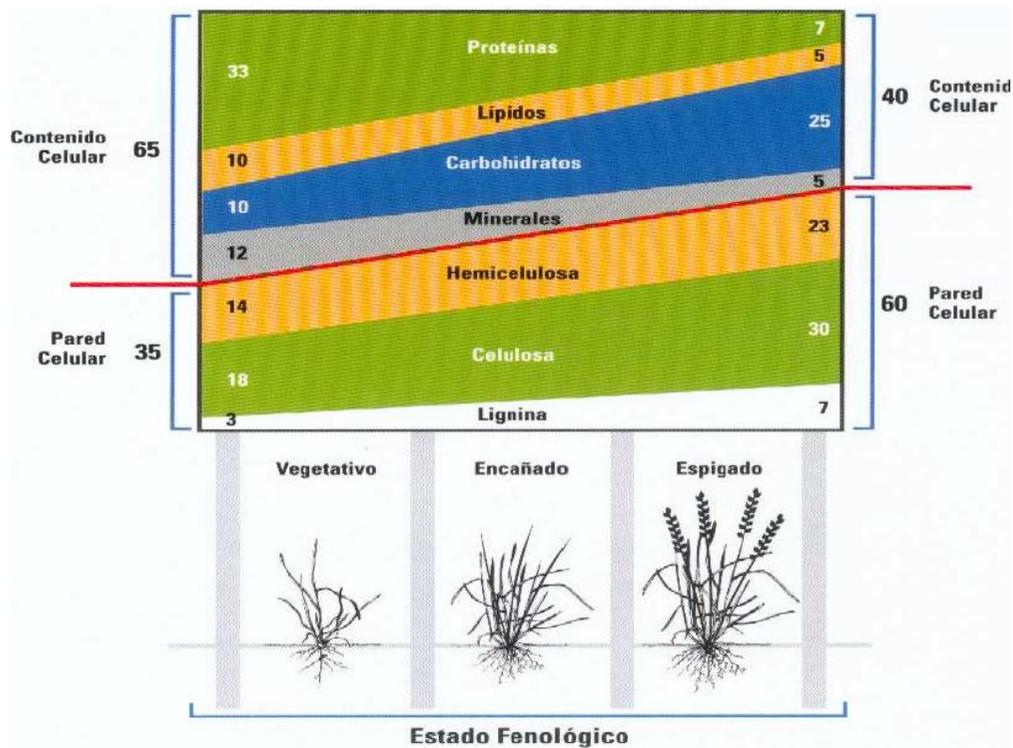
Los animales también pueden alterar directamente la composición de la pastura a través del pisoteo, muchas gramíneas son más tolerantes al pisoteo que otras y las leguminosas son normalmente menos tolerantes que las gramíneas al pisoteo. Las leguminosas que poseen corona como *Medicago sativa* y el *Trifolium pratense*, tienen menos tolerancia al pisoteo que el *Trifolium repens*. (Andrae, 2004). Además Mosquera y González (1999), señalan que en *Trifolium repens* cuanto mayor sea la frecuencia de corte, más aumenta su porcentaje en la pastura.

En el caso de *Lolium perenne*, McKenzie *et al.* (2006), señalan que se favorece su persistencia con pastoreos intensos y frecuentes en primavera. Estos mismos autores al realizar un estudio en Australia para evaluar el efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en la composición botánica de una pastura, sugieren que pasturas manejadas con pastoreos de primavera infrecuentes y suaves, son pasturas más susceptibles a la invasión de otras gramíneas (diferentes a la especie establecidas) que aquellas pastoreadas frecuente e intensamente. Además este último manejo de pastoreo (frecuente e intenso) produjo una disminución en el contenido de material muerto de la pastura mayor que en otras frecuencias e intensidades de pastoreo en primavera.

### **2.5.2 Calidad nutritiva.**

El valor nutritivo es un concepto amplio en el cual esta implícita la composición del alimento y su digestibilidad. Es importante ya que esta directamente relacionado con la respuesta animal esperada. Se habla de forrajes de alta calidad nutritiva cuando estos tienen alta concentración de nutrientes, son muy digestibles y permiten un consumo elevado (Canseco *et al.*, 2007). Según McCormick *et al.* (2001), la calidad de la materia seca disponible de una pradera esta determinada por la proporción de tejido vivo y muerto, la relación hoja: tallo y la biodiversidad entre especies de plantas (gramíneas-leguminosas).

La calidad de las praderas varia a lo largo del año y estas diferencias se deben tener presentes al realizar los programas de alimentación en la época de pastoreo (Muslera y Ratera, 1991). En este sentido Canseco *et al.* (2007), señalan que la calidad de las gramíneas cambia de acuerdo al estado de desarrollo, en la medida que las plantas aumentan en su estado fenológico, disminuye la concentración de proteínas, lípidos y minerales por efecto de dilución, los azúcares se acumulan y la pared celular aumenta en forma considerable, con lo cual se va reduciendo su digestibilidad (Figura 9).



**Figura 9.** Efecto del estado fonológico en los componentes celulares de una gramínea (Canseco *et al.*, 2007).

El manejo del pastoreo, particularmente el control de la frecuencia e intensidad de pastoreo, provoca cambios en los componentes de las plantas y en la composición botánica de la pradera,

lo cual tiene un efecto directo sobre la calidad nutritiva del forraje. Es por ello que pastoreos poco frecuentes en primavera, favorecen la acumulación de forraje maduro con mayor proporción de tallos y material senescente de baja calidad, situación que se agrava con un pastoreo poco intenso debido a la acumulación progresiva de material muerto en la base de la pradera, lo que disminuye la calidad de los brotes siguientes. Por otra parte tanto pastoreos muy frecuentes como aquellos muy intensos, pueden disminuir la velocidad de rebrote y la persistencia de las especies forrajeras, favoreciendo la proliferación de especies menos palatables y de menor valor nutritivo, que son menos consumidas por el ganado, deteriorando la calidad y la producción de la pradera en el tiempo (Canseco *et al.*, 2007).

Parga (2003), evaluó la composición química del forraje seleccionado por vacas lecheras en pastoreo rotativo en diferentes épocas de año, señalando que la calidad nutritiva de la pradera es máxima en primavera (2,8 - 3,0 Mcal E.M./kg MS), pero luego desciende en forma inevitable hacia el verano dependiendo su magnitud de las condiciones climáticas y de los residuos post-pastoreo dejados a fines de primavera. Finalmente, la calidad de los rebrotes mejora en otoño y se mantiene alta en invierno, época en que la disponibilidad de la pradera es la gran limitante. Este mismo autor señala, que la Fibra Detergente Neutra aumenta y la digestibilidad disminuye con el incremento del intervalo entre pastoreos, esto es particularmente significativo entre mediados de octubre y mediados de diciembre, período en que se produce el crecimiento acelerado de los tallos.

En cuanto a la altura de la pastura, es importante señalar que la composición química de una pastura también varía drásticamente desde lo alto a la base de ella, reflejando la declinación en la proporción de hojas y el incremento proporcional de seudotallos, tallos y material muerto. El aumento del intervalo entre utilizaciones en primavera acentúa las diferencias de composición entre la cima y la base de la vegetación (Delagarde *et al.*, 2000; Parga *et al.*, 2000). Los cambios en el valor nutritivo del pasto seleccionado por los animales son poco importantes mientras la altura de pastoreo no descienda de 7 a 8 cm (altura medida con plato). Sin embargo, la calidad puede disminuir rápidamente cuando el animal pastorea más profundo (Delagarde *et al.*, 2000).

Clark y Kanneganti ; Kolver y Müller, citados por Pulido *et al.*,(2006), señalan que praderas de climas templados utilizadas con vacas lecheras se describen como de alta calidad cuando contienen entre 18 a 24% de materia seca, un 18 a 25% de proteína cruda, un 40 a 50% de FDN y entre 2,5 a 2,9 Mcal/kg de EM. Lo que concuerda con los resultados obtenidos en una investigación realizado en Valdivia, en la estación de primavera, en donde Pulido *et al.*, (2006) obtuvieron resultados para una pradera descrita como de alta calidad, con promedios para la estación de 22,1% de PC, 49,5% de FDN y 2,7 Mcal/kg de EM, valores considerados como representativos de las praderas bien manejadas del sur de Chile.

## **2.6. Calidad de la pradera y producción de leche.**

Una vez iniciada la lactancia la producción de leche esta determinada por la curva productiva característica del tipo de animal, siendo la producción diaria un fiel indicador de las variaciones que sufre la alimentación de la vaca en pastoreo y de la producción de la pradera. Es decir, que el animal refleja en la leche cualquier deficiencia en la alimentación (Muslera y Ratera, 1991).

Kolver (2003), señala que una pradera de buena calidad, es capaz de sustentar los requerimientos de un animal de tamaño medio más bien que de uno pesado que produzca altos niveles de leche, demostrando en su investigación, que este último tipo de animal en sistemas pastoriles debe ser suplementado para que pueda expresar todo su potencial genético en cuanto a producción láctea. En otras palabras, señala que la cantidad de energía neta requerida por animales de alta producción, puede ser ingerida sólo durante unas pocas semanas en primavera, cuando la digestibilidad de la pradera es alta, siendo necesaria la suplementación para compensar esta limitante.

Trabajos realizados por Kolver y Muller, citados por Klein (2003), demuestran que una vaca exclusivamente a pastoreo es capaz de consumir suficiente energía como para producir 26 lt de leche día<sup>-1</sup>, con perdidas mínima de su condición corporal, sin embargo, el periodo de optima

composición nutricional y disponibilidad de la praderas que permite obtener estas producciones solo es de 4 a 6 semanas en primavera. Además demuestran que vacas lecheras de alta genética alimentadas exclusivamente con praderas de alta calidad y disponibilidad en primavera consumen hasta 19 kg de MS día<sup>-1</sup> (equivalente a 3,4% de su peso vivo), con producciones de 29,6 kg leche día<sup>-1</sup>, pero con pérdida de peso y condición corporal.

## **2.7 Importancia del consumo.**

Muchos autores sugieren que el consumo de alimentos es probablemente la variable más importante que determina el rendimiento animal y está generalmente correlacionado con la cantidad de nutrientes que pueden ser extraídos de los alimentos (Illius, 1998). Es generalmente aceptado que los animales comen para satisfacer sus requerimientos con los nutrientes necesarios para los procesos fisiológicos como mantención, crecimiento, producción y trabajo. En consecuencia, el rendimiento de los animales en pastoreo depende principalmente de la cantidad y de la calidad del forraje que logran consumir, lo que finalmente determina la ingestión de nutrientes (Parga, 2003).

El consumo voluntario de forraje de un animal en pastoreo está fuertemente influenciado por el peso de forraje por unidad de área “disponibilidad” (Hodgson, 1979), su distribución espacial “estructura” y su digestibilidad. La variación de estos tres parámetros puede explicar, en cierta medida, las diferencias de consumo voluntario en un animal en pastoreo (Balocchi y Anrique, 1993).

El consumo voluntario, como indicador del valor nutritivo es de vital importancia, debido a que es reflejo de la composición química o de la digestibilidad de la pradera. Está demostrado que la pradera en estado fresco, como alimento para rumiantes, es de mejor calidad que cualquier otra forma de ofrecerlo (ya sea como ensilaje, heno, etc.), observándose que el consumo y la respuesta productiva en leche de los bovinos son mayores (Rogers, 1979).

Por otra parte, conocer el consumo permitiría establecer las necesidades nutritivas en relación al estado fisiológico, producción y por lo tanto balancear las raciones eficientemente. Jamieson (1975), demostró que el potencial consumo de forraje en vacas de 600 kg de peso vivo, de alta producción, al inicio de la lactancia puede llegar a 21 kg de materia seca. Esta cantidad aportaría alrededor de 241 MJ de EM día<sup>-1</sup>, lo que en teoría permitiría producciones lecheras de hasta 33 kg por día, solo manteniendo las vacas a pastoreo, siendo esto, bajo condiciones ideales de pastoreo. Sin embargo, producciones de este nivel necesitan que el forraje esté a libre disposición y sea de alta calidad. En la práctica alcanzar una producción de 25 lt sólo manteniendo las vacas a pastoreo demuestra una buena utilización de la pradera (Garnsworthy, 1988).

Algunos alcances del máximo consumo de materia seca en pradera a pastoreo lo reporta Leaver (1986), donde señala que el consumo a pastoreo (kg de MS día<sup>-1</sup>) puede alcanzar un 3% del peso vivo, y que para vacas de alta producción podrían llegar hasta un 3,5% del peso vivo, en condiciones óptimas de pastoreo. En este sentido, Cañas (1995) señala que el consumo de MS de vacas lecheras en producción durante las 1º, 2º y 3º tercio de lactancia son: 3,6%, 3,0% y 2,6 % del peso vivo respectivamente.

Con el fin de conocer el consumo voluntario de forrajes por vacas lecheras en pastoreo se han desarrollado diferentes metodologías. Dependiendo de los recursos disponibles, precisión de la estimación y posibilidades metodológicas en pastoreo se destacan aquellos que estiman el consumo midiendo la disponibilidad de forraje pre y post pastoreo y aquellos que registran el peso del animal antes y después del pastoreo. Sin embargo, el primer método sólo permite conocer el consumo de un grupo de animales y el segundo, no es aplicable a condiciones de pastoreo diario (Corbett, 1978; Leaver, 1986).

El consumo de praderas está influido por una serie de factores, que actúan estimulándolo o inhibiéndolo (Leaver, 1986). Mc Clymont, (1967), sugiere que el consumo de forraje en vacas a

pastoreo es determinado por el balance entre estímulos facilitadores e inhibidores. Según este autor el estímulo facilitador primario es probablemente la demanda de energía. Los estímulos inhibitorios que ejercen mayor efectos son el llenado ruminal y la inhibición del comportamiento alimenticio. La saciedad debido a la falta de capacidad es más importante que los límites metabólicos en animales a pastoreo (Mc Clymont, 1967).

El logro de un alto consumo individual en base a pastoreo, sólo será factible en la medida que se propicie una baja utilización de la pradera, surgiendo la interrogante de maximizar la respuesta por vaca o antagónicamente la productividad por unidad de superficie. Al respecto, se señala que la obtención de una máxima productividad por hectárea se logra con un detrimento de un 10 a 20 % de las producciones máximas individuales factibles de obtener sólo a pastoreo (Viglizzo, 1981).

### **2.7.1 Consumo aparente.**

Teniendo en cuenta que para el método de pastoreo en franjas, existe una disponibilidad de pre-pastoreo y un residuo ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ); el consumo aparente ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) corresponde a la cantidad de forraje que es aparentemente consumida por los animales durante un pastoreo. Es decir es la diferencia entre la disponibilidad pre-pastoreo y el residuo dejado por los animales luego del pastoreo (Anwandter *et al.*, 2007).

## **2.8 Factores que afectan el consumo de forraje en vacas lecheras en pastoreo.**

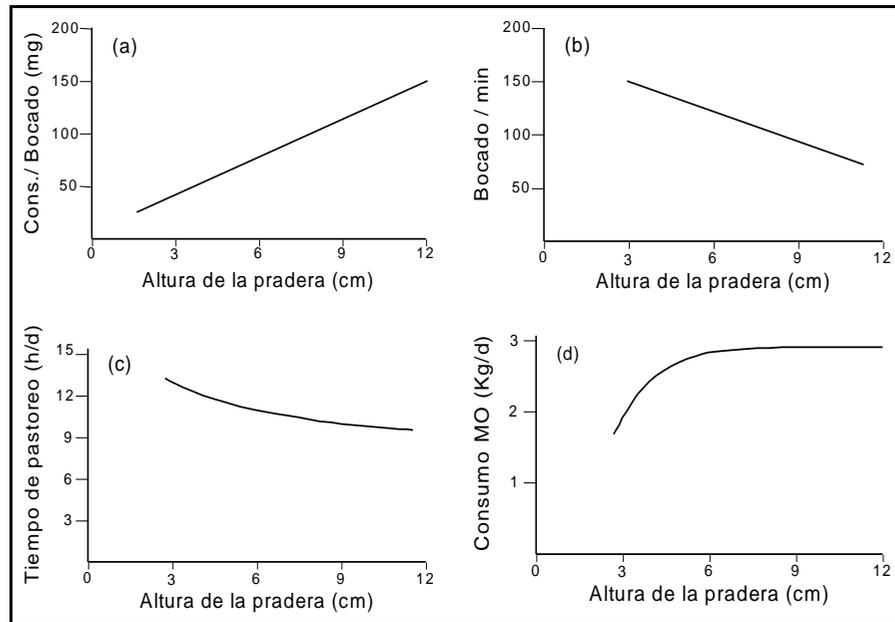
### **2.8.1 Factores de la pradera.**

#### **2.8.1.1 Estructura.**

La estructura de la pradera está determinada por la altura y densidad (Balocchi, 1993). Estas características de la pradera pastoreada, pueden influir en el consumo a través de efectos en la facilidad de prehensión de la pradera y en el tamaño de bocado, el cual ha sido visto como uno de los factores más importantes que influyen en el consumo de la pradera (Hodgson y Jamieson, 1981).

#### **2.8.1.2 Altura.**

La altura de la pradera, es una variable importante en pastoreo ya que se relaciona directamente con el comportamiento de los animales en pastoreo y con su productividad (Balocchi, 1993). Mayne *et al.* (1997), establecieron que el consumo por bocado del animal esta influenciado por la altura de la pradera, y a una altura de pradera similar, por la densidad de la pradera. (Figura 10 1d). Sin embargo y por otra parte existe evidencia practica que pasado un cierto nivel de altura de la pradera el comportamiento animal disminuye, debido a un efecto indirecto de reducción en la calidad del forraje. Por el contrario, la reducción que produce en el tamaño de bocado una disminución en la altura de la pradera tiende a ser compensada por un aumento en el tiempo de pastoreo y en la tasa de consumo y en principio una reducción en la altura no produce una disminución en el consumo (Balocchi, 1993).



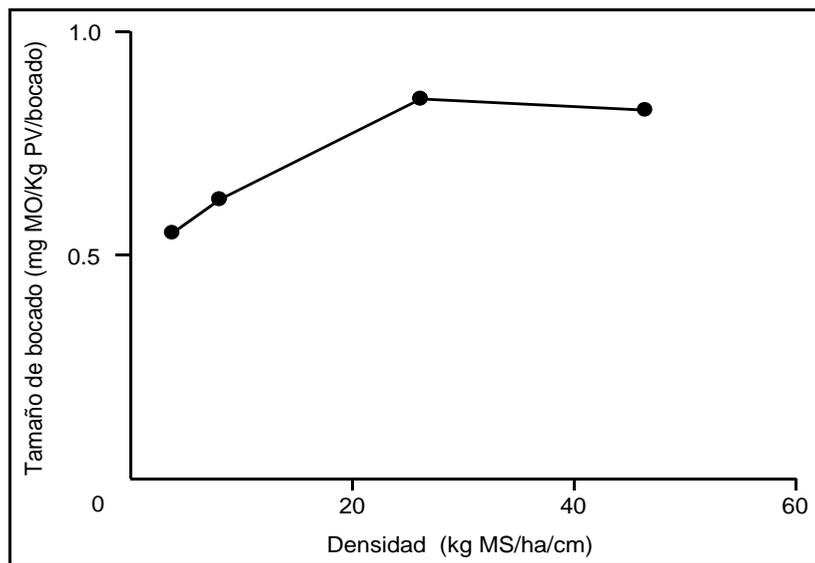
**Figura 10.** Influencia de la altura de la pradera en los componentes del pastoreo (Hodgson, 1986).

Elegir un sistema de pastoreo tiene un marcado efecto en la altura de la pradera. Mayne y Wright (1988), demostraron que en praderas de baja altura, vacas de alta y baja producción tienen similares consumos de pradera, en contraste, con praderas que presentan una mayor altura, en las cuales las vacas de alta producción tienen mayores consumos de pradera que vacas de baja producción.

Alturas o fitomasas de entrada muy bajas limitarán el tamaño de los bocados reduciendo el consumo diario de pasto, a pesar de que se amplíe la superficie de pradera asignada por animal diariamente. En estas condiciones, el consumo depende además de la disponibilidad de materia seca por animal, la cual tiene una importancia creciente en la medida que la oferta sea cada vez más limitada (Parga, 2003).

### 2.8.1.3 Densidad.

La densidad de una pradera se expresa como kg de MS/ha/cm. En general esta característica de la pradera ejerce un importante efecto en el tamaño de bocado y por lo tanto en el consumo (Figura 11). El tamaño de bocado tiende a disminuir cuando la densidad del forraje en el horizonte superior de pastoreo cae bajo 25 kg de MS/ha/cm. (Stobbs, citado por Hodgson, 1982).



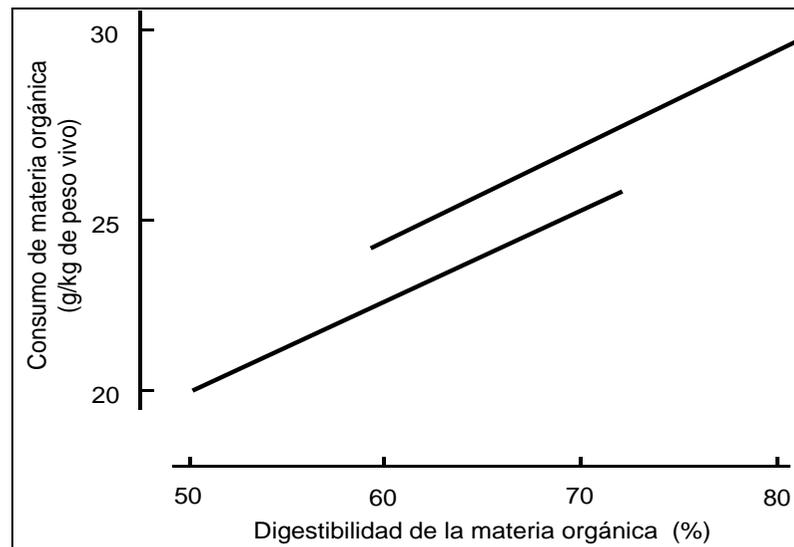
**Figura 11.** Relación entre densidad de la pradera en los horizontes superficiales y el tamaño de bocado, en vacas lecheras (Stobbs, citado por Hodgson, 1982).

### 2.8.1.4 Digestibilidad del forraje.

La digestibilidad es definida por Cañas (1995), como la parte del alimento consumido que es digerido o retenido en el animal. Es decir la proporción de un alimento o algunos de sus componentes que es absorbida en el tracto digestivo del animal, y por lo tanto, que no es excretada en las heces (Canseco *et al.*, 2007).

La digestibilidad de la vegetación, generalmente, exhibe una característica común de cambios durante el año, presentando los más bajos niveles medidos durante el verano, debido a la cercanía con la fase reproductiva del crecimiento de las gramíneas (Thompson and Warren, 1979).

Respecto a la influencia de esta variable en el consumo del animal en pastoreo, Hodgson (1990), señala que cuando no existen restricciones físicas de la pradera el consumo está directamente relacionado con la digestibilidad del forraje. Para el caso de praderas, entre los rangos normales de digestibilidad encontrados, existe una respuesta lineal de aumento del consumo a un incremento en la digestibilidad del forraje (Balocchi, 2001).



**Figura 12.** Relación entre digestibilidad del forraje y consumo voluntario por bovinos, en dos tipos de pradera. (Arriba) Pradera de *Lolium perenne*, primer crecimiento de la temporada y (abajo) Pradera de *Lolium perenne*, rebrote posterior a un corte (Hodgson, 1990).

Por lo tanto un mejoramiento en la digestibilidad del forraje produce un doble efecto positivo en el animal, produciendo un aumento en la concentración de nutrientes en la dieta y al mismo tiempo un aumento en la cantidad consumida (Balocchi, 2001). Se ha observado que el consumo

de alimento aumenta linealmente con digestibilidades sobre el 80% sin embargo, otros nutrientes también pueden ser importantes (Parga, 2003).

Peyraud *et al.*, citado por Parga (2003), indican disminuciones de consumo por vacas a pastoreo de hasta 200g por cada punto porcentual de pérdida de digestibilidad durante el período de encañado de la pradera. Estos valores, reflejan también una mayor dificultad del animal para pastorear en la medida que aumenta la proporción de tallos. En condiciones similares, Parga (2003) encontró una reducción promedio de la ingestión de 60g de materia orgánica (MO) por cada día adicional sobre los 18 días de rebrote (-420g MO/semana), la cual fue independiente de la presión de pastoreo.

En praderas puramente vegetativas, aunque aumenta el contenido de pared celular con la edad de las hojas, estas permanecen muy digestibles. La digestibilidad disminuye en alrededor de 0,1 punto porcentual por día y el consumo decrece en apenas 150 a 200g MS por semana suplementaria de rebrote (Parga, 2003).

## **2.8.2 Factores del animal.**

Holmes y Jones, (1964) observaron que los factores del animal más importantes que influenciaban el consumo de pradera eran el estado fisiológico, la producción y el peso vivo.

### **2.8.2.1 Estado fisiológico.**

Mayne y Wright (1988), señalaron que el estado fisiológico afecta el requerimiento de energía y por ende el consumo de alimento. En lactancia, el consumo de alimento aumenta en respuesta a la demanda de energía necesaria para la síntesis de leche, en cambio al término de la preñez el consumo voluntario de alimento disminuye (Campling, 1966). Curran *et al.*(1967) demostraron

el efecto que ejerce el estado fisiológico sobre el consumo de alimento el cual fue medido en vacas estabuladas, determinando que vacas en lactancia consumen 35-50% más que vacas no lactando del mismo peso. Hodgson y Jamieson (1981), demostraron que diferencias similares ocurren en vacas a pastoreo las cuales en lactancia consumen 43-76% más pradera que vacas secas de similar peso vivo. Invergartsen *et al.* (1992), observaron una reducción en el consumo a través del transcurso de la preñez, el cual fue consistente a partir de las 12 semanas preparto. La hipótesis planteada fue que la regulación hormonal, tanto como las limitaciones físicas, afectan el consumo.

### **2.8.2.2 Producción de leche.**

Se ha postulado que animales con diferente productividad en leche tendrían diferentes requerimientos de consumo de materia seca, el que se expresaría a través de cambios en su comportamiento en pastoreo (Pulido *et al.*, 1997). Se ha aceptado que la cantidad de leche producida estimula los requerimientos nutritivos de las vacas lecheras (McGilloway y Mayne, 1996).

El consumo de alimento aumenta cuando la demanda de energía es mayor. En vacas lactantes, donde la demanda de nutrientes es alta, la rápida remoción de metabolitos de la sangre reduce la estimulación de los quimiorreceptores, aumentando el consumo voluntario (Forbes, 1995).

Curran *et al.* (1967), estimaron que el consumo de pradera aumenta en 0,24-0,25 kg de materia seca por cada kg más de grasa en la producción de las vacas lecheras. Por su parte, Davey *et al.* (1983), observaron que vacas lecheras de alto mérito genético consumen 6-8% más materia seca que vacas de bajo mérito genético alimentadas ambas en praderas *ad-libitum*.

En Chile, experimentos realizados por Pulido *et al* (1997), demostraron que el consumo de forraje así como el consumo de MS día<sup>-1</sup> aumentó significativamente con el nivel de producción de leche, los resultados obtenidos muestran que por cada kg de aumento en producción de leche (promedio de 27,7 - 35,0 kg leche día<sup>-1</sup>) las vacas consumieron extra 0,51 kg MS día<sup>-1</sup>. Este valor estaría de acuerdo con lo encontrado por Stakelum y Dillon (1995), y sería mayor a lo señalado por Pulido *et al.* (1997), bajo distintas condiciones de pastoreo. Este mayor consumo se obtiene mediante un tiempo significativamente mayor de pastoreo total día y pastoreo diurno en las vacas más productivas respecto a otras de menor producción, pero sin mostrar diferencias durante el período nocturno. Es decir Las vacas con mayor producción de leche aumentaron su tiempo de pastoreo disminuyendo significativamente el tiempo destinado a estar parada y echada (Pulido *et al.*, 1997).

### **2.8.2.3 Peso vivo.**

El nivel de producción y tamaño de los animales condicionan sus requerimientos nutritivos, especialmente de energía y, con ello, su capacidad de consumo (Parga, 2003).

Numerosos estudios demuestran que el consumo voluntario de alimento depende del peso vivo (Hodgson y Wilkinson, 1967). Journet *et al.*, (1965) observaron en vacas lecheras que el consumo de materia seca aumenta en 0,74 kg por cada 100 kg que aumenta el peso vivo. Por lo tanto, animales de mayor peso vivo consumen mayores cantidades de alimento (Romney y Gill, 2000). El aumento en el consumo de forraje también está asociado a la ganancia de peso vivo. Es posible que el mayor consumo de forraje observado en animales, obteniendo altas ganancias de peso vivo quizás resulte de una asociación entre energía demandada y el alimento consumido (Hodgson y Wilkinson, 1967).

### **2.8.3 Factores de manejo.**

Estrategias y tecnologías para alterar el consumo de alimento, dependerán de las circunstancias que limiten este mismo, y si las limitaciones son factores de las plantas, los animales o combinación de ambas. En sistemas a pastoreo, el consumo de alimento puede ser aumentado por simples métodos de manejo, que permitan al animal un adecuado acceso a este (Romney y Gill, 2000).

#### **2.8.3.1 Suplementación.**

Los suplementos concentrados son ofrecidos a los animales en pastoreo principalmente para compensar déficit de materia seca, déficit de nutrientes específicos y para mantener los niveles de rendimiento. En sistemas de alta producción, en los que se requiere un alto nivel de producción por animal, los suplementos son usados a menudo para mejorar los niveles alcanzados sólo con alimentación de forraje *ad libitum* (Leaver, 1986; Pulido, 1997). La suplementación debe ser ofrecida para corregir alguna deficiencia nutritiva del alimento base o para equilibrar bajos consumos en ciertos periodos (Hodgson, 1990).

La respuesta productiva de animales a pastoreo al aportar un suplemento, es influenciada por las características de la pradera, del suplemento como tal, de la vía de uso y del potencial productivo del animal (Bondi, 1988).

Los efectos de la suplementación en el rendimiento de vacas lecheras en pastoreo es baja y antieconómica (Leaver, 1986). Esto se debe principalmente a la depresión en el consumo de forraje que se produce al alimentar con concentrados, resultando sólo en un pequeño incremento en el total de materia seca de alimento ingerida (Leaver y et al., 1968).

En general, la suplementación produce una tasa de sustitución, que por definición corresponde al efecto del reemplazo que produce el suplemento sobre el consumo de pradera o la reducción en el consumo de pradera resultante del suministro de suplemento. La tasa de sustitución representa un reemplazo kg. /kg., expresado en materia seca y normalmente fluctúa entre 0 y 1 kg. de pradera/kg. de suplemento, pudiendo ser mayor que 1 en algunos casos cuando se produce una total sustitución del forraje por el suplemento (Anrique y Balocchi, 1993).

El efecto de la suplementación con concentrados sobre la ingesta de materia seca de forraje, es mediado por el tiempo de pastoreo y la tasa de ingesta. Se ha demostrado que la tasa de sustitución se debe a un cambio en el comportamiento alimenticio de los animales a pastoreo (Mayne, 1988). Por lo tanto, los alimentos concentrados reducirían el vigor de ingestión de los animales, tanto en términos de duración e intensidad de pastoreo, produciendo el efecto de sustitución (Pulido y Leaver, 2001). En este sentido, ha sido demostrado que existe una relación negativa entre tiempo de pastoreo (min. /día) y consumo de MS de concentrado. En promedio, el tiempo de pastoreo de vacas no suplementadas es de 578 min. día<sup>-1</sup>, y el tiempo de pastoreo es reducido en 12 min. día<sup>-1</sup> por cada kg de concentrado consumido (St-Pierre, 2001).

Según Bargo *et al.* (2002), cuando se suplementa a vacas lecheras en pastoreo, éstas reducen la tasa en consumo de materia seca en forraje, pero incrementan el consumo total de materia seca. Esto a quedado demostrado en experimentos realizados por Pulido *et al.* (2006), donde demuestran que la suplementación con concentrado disminuyó el consumo de materia seca de forraje.

### **2.8.3.2. Presión de pastoreo.**

La presión de pastoreo es un concepto análogo a la oferta diaria de pradera, pero que se expresa en forma inversa (nº animales/ton MS/día), correspondiendo al numero de animales por una cantidad de forraje disponible, expresado en tons MS ha<sup>-1</sup> (Anwandter *et al.*, 2007). Bajo

este concepto, la presión de pastoreo tiene directa relación con la carga animal instantánea (densidad de pastoreo), puesto que para una disponibilidad específica de forraje, al aumentar el número de animales, la disponibilidad disminuye, es decir aumenta la presión, disminuyendo el consumo por animal (Ruiz, 1996). En este sentido, Mayne y Wright (1988), señalan que el número de animales por hectárea puede ser manipulado para disminuir la presión de pastoreo, para mantener la altura y la densidad de la pradera, logrando así maximizar el consumo de alimento.

## **2.9 Sistemas de pastoreo.**

Un adecuado sistema de pastoreo es aquél que permite optimizar la producción de forraje de alta calidad y maximizar su consumo por los animales (Parga y Teuber, 2006).

Los métodos de pastoreo pueden dividirse en dos grandes grupos. Uno es el pastoreo continuo en el que los animales están permanentemente en la pradera y el otro corresponde al pastoreo rotativo, donde los animales permanecen en forma intermitente sobre la pradera (Anwandter *et al.*, 2007). En la zona sur de Chile, el pastoreo rotativo ha demostrado ser un método eficaz para la utilización de praderas con vacas lecheras, siempre y cuando se realice correctamente (Parga y Teuber, 2006). Esto es reafirmado por Anwandter *et al.* (2007), quienes afirman que el pastoreo rotativo es el método más utilizado en la zona, especialmente en los sistemas de producción bovina de leche y de carne (crecimiento y engorda), no obstante el pastoreo continuo también es utilizado en sistemas pecuarios más extensivos, como la crianza de bovino y ovinos.

En el pastoreo continuo, los animales están presentes continuamente en la pradera por un número determinado de semanas e incluso toda la temporada (Anwandter *et al.*, 2007). En este tipo de pastoreo, la pradera tiene una gran capacidad de responder a los cambios en la carga animal, aumentando o disminuyendo su densidad de plantas según si la carga animal es alta o baja (Parsons *et al.*, 1984). Si la superficie pastoreada cambia entre periodos, cuando la tasa de crecimiento diaria varía, por ejemplo entre estaciones del año, pero los animales permanecen

permanentemente sobre la pradera, se le llama Pastoreo continuo mejorado (Anwandter *et al.*, 2007).

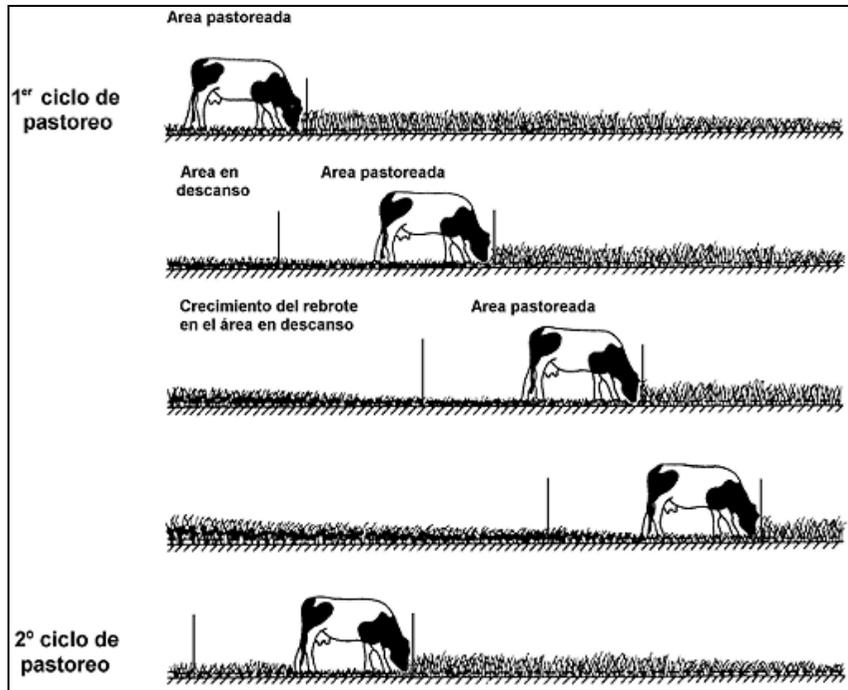
El pastoreo rotativo consiste en subdividir la pradera en diferentes porciones, permanentes o temporales, de manera que el pastoreo pueda realizarse en forma parcializada y secuencial (desde el primer al último potrero). Así, cada porción o potrero dispondrá de un tiempo de utilización o pastoreo, seguido por un tiempo de descanso para permitir la recuperación de la pradera entre dos pastoreos sucesivos (Parga y Teuber, 2006). El tamaño de los potreros va a depender del número de animales, de su capacidad de consumo y de la disponibilidad de forraje de la pradera (Anwandter *et al.*, 2007). En este sistema es fundamental el control de la altura o disponibilidad y de residuo post-pastoreo. La altura de entrada, por su parte, será relevante para disponer de un forraje de alta calidad que estimule el consumo (Balocchi y Ponce, 2001).

El movimiento de las vacas lecheras dos veces al día para su ordeña, facilita el pastoreo en franjas diarias o de medio día, sistema llamado “pastoreo en franjas”, esto consiste en asignar una nueva superficie de pradera cada día, o incluso después de cada ordeña, mediante el uso de cerco eléctrico móvil con una hebra electrificada adelante, e idealmente, otra detrás de los animales para evitar el consumo de rebrotes tiernos de las franjas ya pastoreadas (Parga y Teuber, 2006) (Figura 13). Anwandter *et al.* (2007), señalan que este sistema es similar al pastoreo rotativo, con la diferencia de que es más intensivo y consiste en delimitar sectores dentro de un potrero (franjas) para ser pastoreadas durante un período definido de tiempo (desde 0,5 hasta 3 días), dependiendo de el manejo y de la categoría de animales.

Las franjas se pastorean en forma secuencial (Figura 13) con una frecuencia e intensidad determinadas. La superficie de la franja puede variar de acuerdo al número de animales, su capacidad de consumo en pastoreo y de la disponibilidad de forraje de la pradera. Pudiéndose asignar el tamaño de la franja mediante la estimación de la capacidad de consumo de los

animales en pastoreo, calculando un consumo individual (kg MS/vaca/día) de un 3% de su peso vivo al día, para animales en producción (Anwandter *et al.*, 2007).

Este sistema permite una mejor regulación de la oferta de forraje, optimizando el consumo individual, reduciendo el gasto energético de los animales en la búsqueda de su alimento y minimizando el riesgo de sobrepastoreo, además minimiza la selectividad de los animales por determinadas especies de plantas, problema muy común en pastoreo con vacas lecheras. Por lo anterior este esquema permite aumentar la carga animal y en consecuencia también la producción de leche o carne por hectárea (Ponce, 1998).



**Figura 13.** Ciclo del pastoreo en franjas, con cerco eléctrico móvil adelante y atrás de las vacas (Parga y Teuber, 2006).

En cuanto a producción lechera, la mayoría de la evidencia experimental indica que el efecto de los diferentes sistemas de pastoreo sobre la producción individual de leche por vaca y por hectárea es pequeño en comparación con el efecto producido por la variación en la carga animal

(Mayne y Thomas, 1986). Según McMeekan y Walshe (1963), la producción diaria de leche disminuye más rápidamente en pastoreo rotacional que en pastoreo en franjas. Sin embargo, en pastoreo rotacional los animales tienen una producción superior al comenzar el aprovechamiento de la pradera.

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Ubicación del ensayo.**

La investigación se realizó en la Estación Experimental Maquehue perteneciente a la Universidad de la Frontera, que se encuentra ubicada en el Llano Central de la Región de la Araucanía, Comuna de Freire, Provincia de Cautín (38°50' LS - 72°40' LO).

#### **3.2 Características edafoclimáticas.**

Las pasturas se encuentran en un Andisol de la Serie Freire, que se caracteriza por poseer una topografía plana a suavemente ondulada, con pendientes que no superan el 1% y altura de 80 a 100 m.s.n.m. Son suelos moderadamente profundos de texturas medias y de colores pardos muy oscuros en la superficie y de texturas finas a muy finas en profundidad y que poseen un alto contenido de materia orgánica.

El clima predominante en la zona es mediterráneo frío, cuyo régimen térmico se caracteriza por temperaturas medias anuales de 12 °C, con máxima media mensual para el mes mas calido (enero), de 24,5 °C , y una mínima de 4,1 °C en el mes más frío (julio). El período libre de heladas es de dos meses (enero y febrero). El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 1328 mm, siendo junio es el mes más lluvioso. La estación seca abarca el período comprendido entre los meses de noviembre a marzo (Rouanet, 1983). Las condiciones pluviométricas y de temperaturas durante los meses en que se realizó el ensayo se presentan en el Cuadro 1 y 2 respectivamente.

**Cuadro 1:** Informe pluviométrico (mm). Estación Experimental Maquehue.2007.

<b>Mes</b>	<b>2007 (mm)</b>	<b>1981-2006* (mm)</b>
Octubre	48,3	68,0
Noviembre	19,0	54,7
Diciembre	35,3	51,0
<b>Total</b>	<b>102,6</b>	<b>173,7</b>

\* Pluviometría mensual promedio desde 1981 a 2006.

Temporada 2007. Universidad Católica de Temuco. Facultad de Ciencias. Departamento de Cs. Matemáticas y Físicas. Estación Meteorológica. (38°44' LS y 72°36' LO; Alt 110 m.s.n.m.).

**Cuadro 2:** Valores mensuales de temperaturas. Estación Experimental Maquehue. 2007.

<b>Mes</b>	<b>Máxima</b>	<b>Mínima</b>	<b>Media</b>	<b>t° media 1981-2005*</b>	<b>Desviación</b>
Octubre	26	2,1	12,3	12,2	-0,1
Noviembre	30,2	4,5	13,5	14,2	-1,0
Diciembre	37,4	5,2	15,6	16,3	-0,8

\* Temperatura mensual promedio desde 1981 a 2005.

Temporada 2006. Universidad Católica de Temuco. Facultad de Ciencias. Departamento de Cs. Matemáticas y Físicas. Estación Meteorológica. (38°44' LS y 72°36' LO; Alt 110 m.s.n.m.).

### 3.3 Pasturas.

Se evaluó el consumo de dos pasturas, de cuarta y quinta temporada, ambas con precultivo de *Avena sativa* para grano y pastoreo respectivamente.

### 3.3.1. Siembra.

La pastura N° 1 (potrero 3) se estableció la primera quincena de abril del 2003, en dosis de 25 kg ha<sup>-1</sup> de *Lolium perenne* cv. Jumbo + 3 kg ha<sup>-1</sup> de *Trifolium repens* cv. Pitau y la pastura N° 2 (potrero 8) se estableció la primera quincena de abril del 2004, en dosis de 12,5 kg ha<sup>-1</sup> de *Lolium perenne* cv. Foxtrot + 12,5 kg ha<sup>-1</sup> de *Lolium perenne* cv. Calibra + 3 kg ha<sup>-1</sup> de *Trifolium repens* cv. Nusiral. Ambas con el sistema de siembra en línea con máquina cerealera a distancia entre hilera de 17.5 cm.

### 3.3.2 Fertilización.

**3.3.2.1 Fertilización siembra.** A partir de los requerimientos de las pasturas y los niveles de nutrientes del suelo, determinados por un análisis químico de suelo (Cuadro 3), en el establecimiento se aplicó al surco de siembra en mezcla con la semilla:

- N° 1; Abril 2003: 153 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; 35 kg de N ha<sup>-1</sup>; 77 kg de ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O; en la forma de Superfosfato Triple, Fosfato Monoamonico, Nitrato de Potasio y Cloruro de Potasio.

- N° 2; Abril 2004: 174 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; 34 kg de N ha<sup>-1</sup>; 55 kg de ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O; en la forma de Superfosfato Triple, Fosfato Monoamonico y Nitrato de Potasio.

**Cuadro 3:** Composición química del suelo en el sitio del ensayo. Estación Experimental Maquehue. Laboratorio de Análisis químico de Suelo, Instituto de Agroindustria. Universidad de La Frontera, Temuco. 2007.

<b>Potrero</b>	<b>3</b>		<b>8</b>	
	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
N (mg/kg)	-	-	-	-
P (mg/kg)	7	8	6	8
K (mg/kg)	188	176	113	188
pH H <sub>2</sub> O	6.01	6.07	5.87	5.96
M.O. %	-	-	-	-
K (cmol+/kg)	-	-	-	-
Na (cmol+/kg)	-	-	-	-
Ca (cmol+/kg)	6.62	7.38	8.01	6.22
Mg (cmol+/kg)	1.31	1.34	1.51	1.36
Al (cmol+/kg)	-	-	-	-
Sat. de Al %	0.46	0.75	1.28	1.66
CICE (cmol+/kg)	-	-	-	-
S. Bases (cmol+/kg)	8.65	9.32	10.04	8.29
B (ppm)	0.28	0.27	0.3	0.26
Zn (ppm)	0.28	6.65	0.31	0,38
S (ppm)	11	13	8	12

Metodología: 8,5 (Olsen); S disponible: extracción con Ca (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) 20, 01 mol/L; Ca, Mg, K y Na intercambiable: extracción con CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> 1 mol/L a pH 7,0; Al intercambiable; extracción con KCL 1 mol/L; CICE: Ca+Mg+K+Na+Al intercambiables; saturación de Al: (Al intercambiable x 100)/CICE; técnicas analíticas según norma de la CNA de la Sociedad Chilena de la Ciencias del Suelo.

### **3.3.2.2 Fertilización post siembra.**

- Nº 1; Inicio de macolla: 105 kg de N ha<sup>-1</sup> en la forma de Urea y 60 kg de ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O en la forma de Cloruro de Potasio.

- Nº 2; Inicio de macolla: 72 kg de N ha<sup>-1</sup> en la forma de Urea.

Primer talaje (Agosto 2004): 45 kg de N ha<sup>-1</sup> en la forma de Supernitro 30.

### **3.4 Periodo pre experimental.**

Previo al periodo experimental se realizó una visita al Modulo de producción Lechera, el día 14 de Septiembre del 2007 para conocer el manejo del predio debido a la imposibilidad de intervención en el sistema de producción para realizar esta investigación, pues en esta se pretende medir el consumo aparente en condiciones reales de producción del Modulo de producción Lechera de la Estación Experimental Maquehue. Además en la oportunidad se realizó el levantamiento topográfico de los potreros a pastorear en el periodo experimental para determinar la superficie en pastoreo y facilitar la toma de datos.

### **3.5 Periodo experimental.**

La fase experimental duró 14 semanas iniciándose el día 4 de Octubre del 2007 y finalizando el día 29 de Diciembre del 2007, periodo en el cual se midió 2 a 3 días por semana, registrándose en total 32 días en el periodo (10 en Octubre, 8 en Noviembre y 14 en Diciembre). Para realizar la toma diaria de datos se utilizó en pastoreo un número determinado de vacas de la raza Holstein Fresian, correspondientes a todo el rebaño en producción láctea del predio, el cual promedio 82 vacas durante la estación. El sistema de producción utilizado por el administrador fue mixto (pastoreo con suplementación), utilizando el sistema de pastoreo en franjas (con uso de cerco

eléctrico adelante de la franja pastoreada) mas suplementación con concentrado y sales minerales, ofrecidos al momento de la ordeña. Durante el periodo de pastoreo se mantuvo acceso permanente al agua de bebida de los animales.

### **3.6 Diseño experimental.**

No se planteo un diseño experimental para esta investigación, ya que se adecuó a la realidad del predio, no interviniendo esta en el sistema de producción, realizándose las evaluaciones en condiciones reales de producción. No obstante se estimó la superficie mediante levantamiento topográfico con GPS GARMIN ETREX H 010-00631 y se corroboró con el diseño planimétrico mediante utilización de Softdesk, la superficie total fue de 30,6 ha destinados para el consumo de pradera.

### **3.7 Evaluaciones.**

#### **3.7.1 Disponibilidad de forraje y residuo post-pastoreo.**

En el predio se pastorearon dos franjas diarias, cada una después de cada ordeña (07:00 y 16:00 hrs.), la superficie promedio de las franjas en la temporada fue de 1,01 ha, registrándose en total 64 franjas pastoreadas. Para obtener la cantidad de forraje disponible y el residuo de cada una de las franjas, antes y después de pastorear, se midió la disponibilidad de entrada y salida de los animales. Para esto, se utilizó el método indirecto del plato (Rising Plate Meter), este instrumento, mide la altura comprimida de la vegetación en unidades de 0.5 cm. y a través de la ecuación de calibración para primavera;  $Y = 100x + 400$ , obtenida durante el desarrollo del proyecto FIA pastoreo (Canseco *et al.* ,2007), así fue posible estimar la cantidad de forraje pre y post-pastoreo, en kg de MS ha<sup>-1</sup>.

### **3.7.2 Consumo aparente.**

Se determinó el consumo aparente de MS a través de la diferencia entre el forraje pre-pastoreo (disponibilidad) y el post-pastoreo (residuo), para cada uno de las franjas pastoreadas entre ordeña, expresando los resultados en kg MS ha<sup>-1</sup>. Para obtener el consumo aparente por animal se dividió el consumo aparente total de la franja por el número de animales en pastoreo, obteniéndose los resultados en kg MS vaca<sup>-1</sup>.

### **3.7.3 Consumo de concentrado y sales minerales.**

El concentrado (Suralim Vaca 17) y las sales minerales (Vetersal Alta Producción) suministrados se midieron diariamente y fueron divididos en dos partes iguales para ser entregados en cada ordeña. Cada día se suministro por vaca 0,15 kg MS de sales minerales, durante todo el periodo y 3,48 kg MS de concentrado entre el 4 de octubre y 19 de diciembre, reduciéndose esta cantidad por falta de stock en el predio a 2,62 kg MS por el resto del periodo.

### **3.7.4 Producción de leche.**

Debido a que el camión recolector retira la leche del estanque de acopio luego de la ordeña de la mañana, la producción de leche fue medida diariamente (L / rebaño) posterior a esta ordeña, sumándose con la producción de leche de la ordeña en la tarde del día anterior. Dividiendo la leche total del día con el número de vacas en ordeña se obtuvo el promedio de producción por vaca (L/vaca/día).

### **3.8 Análisis estadístico.**

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con el programa estadístico SPSS 11,5 a través de análisis de varianza y los resultados que presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) fueron comparados mediante la Prueba de comparación Múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 5%. Además, a los parámetros estudiados se les calculó el coeficiente de correlación de Pearson y estimación de regresiones lineales simples.

## 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 4.1 Disponibilidad de forraje y residuo post pastoreo.

Las fitomasas de entrada y salida del pastoreo, utilizadas en el manejo de las dos franjas pastoreadas diariamente y promediadas por semana, se presentan en el Cuadro 4. En este se observa que no hay variación de los datos registrados durante el periodo para cada criterio.

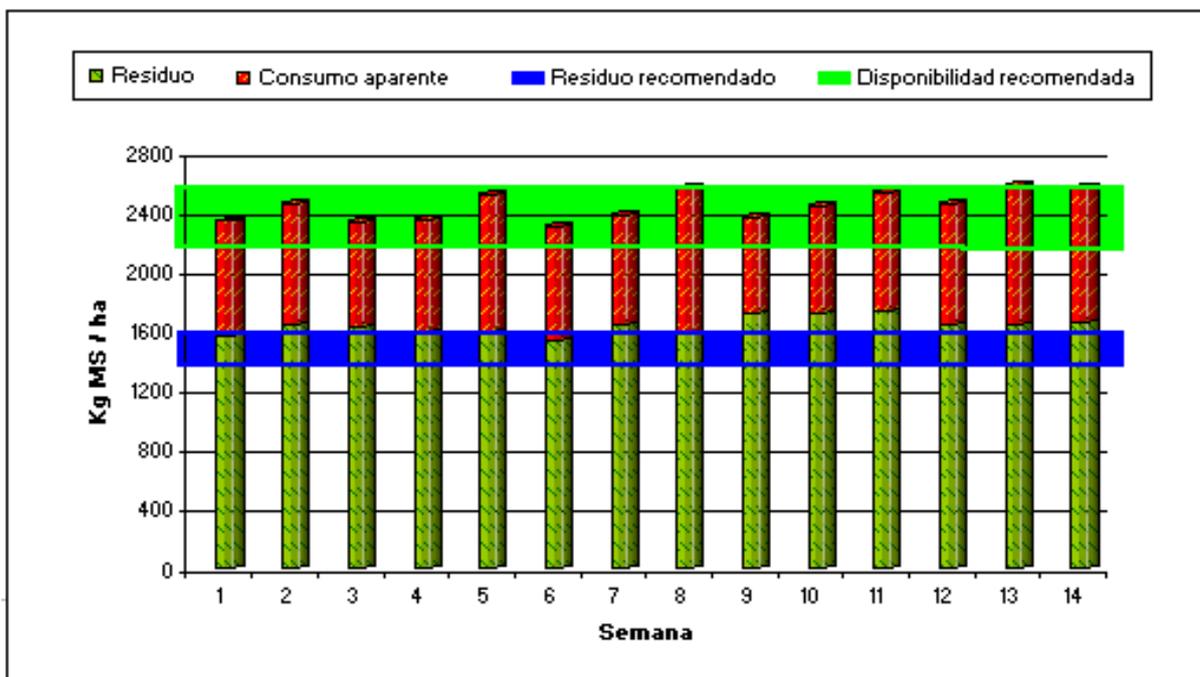
**Cuadro 4:** Disponibilidad y residuo semanal promedio (Kg MS ha<sup>-1</sup>). Estación Experimental Maquehue, Región de la Araucanía. Primavera 2007.

	Semana						
	1	2	3	4	5	6	7
Disponibilidad	2.344,5a	2.453,4a	2.339,2a	2.357,4a	2.520,1a	2.313,3a	2.386,1a
Residuo	1.574,5b	1.648,2b	1.637,1b	1.605,2b	1.597,6b	1.540,2b	1.647,0b
	8	9	10	11	12	13	14
Disponibilidad	2.564,7a	2.361,5a	2.448,0a	2.536,0a	2.462,0a	2.577,0a	2.562,1a
Residuo	1.591,8b	1.722,5b	1.721,6b	1.735,6b	1.651,3b	1.639,5b	1.663,2b

Cifras con letras distintas son diferentes según Prueba de Comparación Múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ). Los coeficientes de variación para las diferentes semanas corresponden a 2,2%; 4,4%; 2,5%; 2,6%; 2,8%; 7,4%; 2,9%; 5,5%; 2,7%; 0,8%; 6,6%; 8,0%; 4,6%; 0,9%; para Disponibilidad y 2,1%; 7,0%; 9,5%; 4,7%; 3,8%; 3,9%; 10,5%; 12,4%; 4,7%; 4,3%; 16,4%; 5,2%; 6,5%; 1,3%; para Residuo.

Al entrar a pastorear cada franja se observó una buena disponibilidad de forraje, con un promedio de fitomasa de entrada para el periodo de 2.444 Kg MS ha<sup>-1</sup>, encontrándose dentro del rango recomendado por Parga *et al.*, (2007) para la estación de primavera. Balocchi (2001), señala en este sentido que el efecto que ejerce la pradera en el consumo voluntario de las vacas se debe principalmente a tres factores: disponibilidad, estructura y digestibilidad,

por ello con una buena disponibilidad de pradera se incrementa el consumo voluntario. A la salida de la franja de pastoreo se registraron fitomasas post pastoreo un tanto excesivas, promediando en la temporada 1.641 Kg MS ha<sup>-1</sup> de fitomasa residual, cantidad casi fuera del rango recomendado por Parga *et al.*, (2007) (Figura 14), lo que denota que se realizaron pastoreos poco intensos, debido presumiblemente al excesivo tamaño de las franjas para el número de vacas del rebaño. Esto aumenta el consumo de forraje por animal, pero al aumentar la cantidad de pradera rechazada (residuo) se disminuye la eficiencia de utilización de la pradera y la calidad de los rebrotes subsiguientes (Parga y Teuber, 2006; Parga, 2003).



**Figura 14:** Promedios semanales de Disponibilidad, residuo post-pastoreo y consumo aparente diario de pradera, contrastado con lo recomendado por Parga *et al.*, (2007). Estación Experimental Maquehue, Región de la Araucanía. Primavera 2007.

#### 4.2 Consumo total de MS.

En el Cuadro 5, se presentan los promedios semanales del consumos total de MS diario por vaca, sumando los tres alimentos que componen la ración diaria; pradera, concentrado y sales minerales.

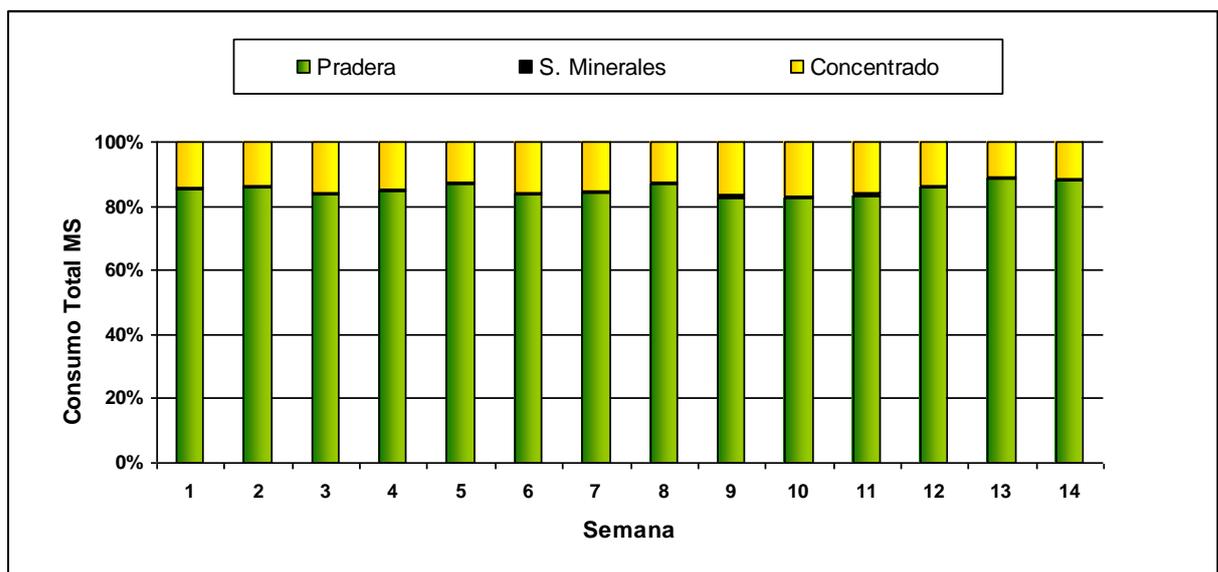
**Cuadro 5:** Consumo diario total de MS, promedio por semana. Estación Experimental Maquehue, Región de la Araucanía. Primavera 2007.

	Semana						
	1	2	3	4	5	6	7
Kg MS/vaca	24,7 ab	25,5 ab	21,9 ab	23,8 ab	28,2 a	22,3 ab	22,7 ab
	8	9	10	11	12	13	14
Kg MS/vaca	27,6 a	18,4 b	20,6 ab	21,6 ab	21,2 ab	23,8 ab	22,9 ab

Cifras con letras distintas son diferentes según Prueba de Comparación Múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ). Los coeficientes de variación para las diferentes semanas corresponden a 8,6%; 7,8%; 23,3%; 6,5%; 5,5%; 3,0%; 10,6%; 11,1%; 12,5%; 8,9%; 4,9%; 11,0%; 9,8%; 2,3%.

El consumo total de MS, promedio para la temporada, fue de 23,2 Kg MS/día, esto es un 18 % más que los 19,5 Kg MS/día recomendado por Klein, citado por Ponce (2002), para vacas con una producción promedio en primavera de 26 L/día (con un mayor aporte de forraje suplementario), esto es una producción 1,8 L/día mas que lo obtenido en esta investigación como promedio para la temporada. Este mayor consumo de forraje total, esta influenciado principalmente por la pradera, dada su gran contribución al consumo diario total (Figura 15). Este mayor consumo podría ser explicado por la rápida descomposición ruminal del pasto debido a su elevada proporción de hidratos de carbono solubles en primavera (Muslera y Ratera, 1991).

En cuanto a lo que representó el pastoreo en este sistema de producción, se obtuvo que el porcentaje de participación de la pradera en la ración diaria durante todo el periodo, fue en promedio un 85 % del total de MS consumida diariamente por vaca (Figura 18), esto es 13,4% mas que lo obtenido por <sup>1</sup>Demagnet (2007), en un estudio del PDP Watt's. Esto podría ser explicado por que en esta investigación se aportó menor cantidad suplementos que lo entregado diariamente por animal en el PDP Watt's, siendo esto 0,71 Kg MS/vaca/día menos en promedio para la temporada.



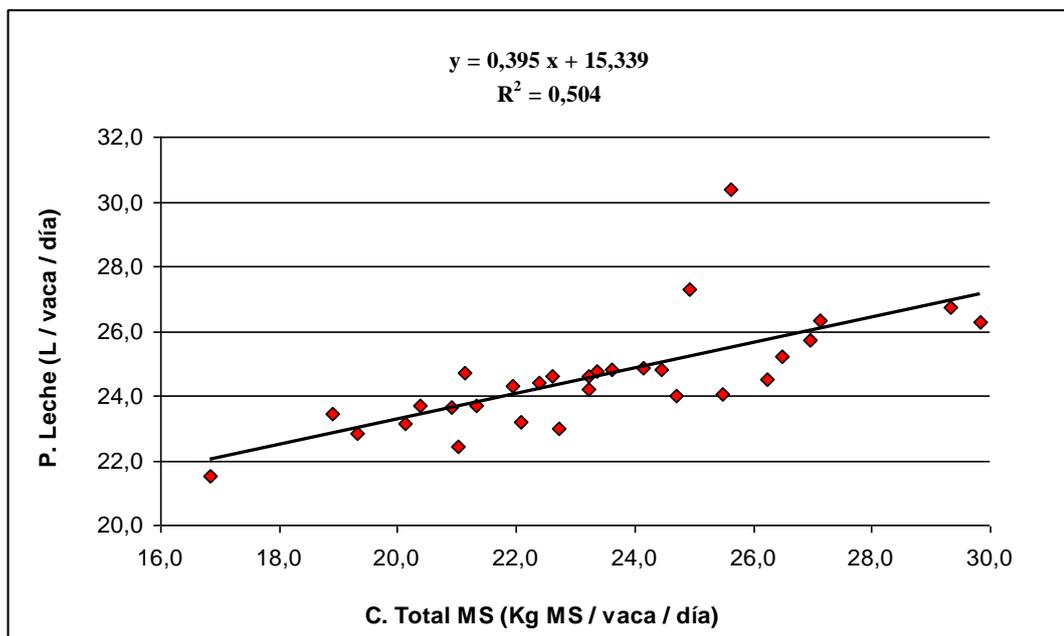
**Figura 15:** Composición porcentual de la ración diaria. Estación Experimental Maquehue, Región de la Araucanía. Primavera 2007.

La literatura reporta que el mayor costo de producción de leche está representado por la alimentación (27,6% del costo total) resultando así un factor clave que el productor puede intervenir para bajar el costo de producción (Ponce, 2001), por ello en esta investigación

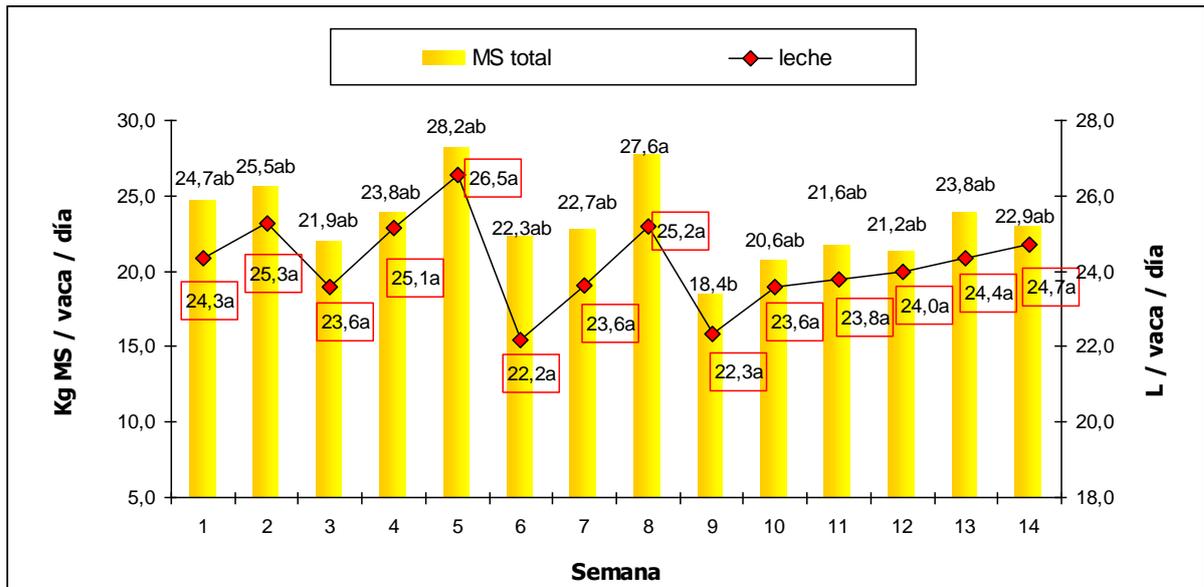
<sup>1</sup> Demagnet, R., 2007. Información confidencial.

destaca la gran participación de la pradera en el consumo total de alimento, teniendo en cuenta que esta es el recurso alimenticio de menor costo en el sur de Chile (Parga, 2003).

En la correlación de datos realizada para las variables consumo total de MS (Kg MS/vaca/día) y producción de leche diaria (L/vaca/día) se observó una fuerte asociación entre las variables ( $r = 0,71$ ), y en la regresión lineal (Figura 16) se obtuvo que por cada kg MS total consumido adicionalmente (desde un consumo mínimo de 16,8 Kg MS/vaca/día), aumentó la producción de leche por animal en 0,395 L diarios. Esta relación directa entre el consumo y la producción de leche se puede observar gráficamente en la Figura 17, lo que concuerda con la tendencia obtenida por Blaxter, citado por Viglizzo (1981), quien concluyó que vacas con producciones diarias de 25 L, aumentaron su producción en 0,71 L por cada kg de MS consumida, pudiendo llegar este aumento en la producción a 0,66 L por Kg de MS, en vacas con producciones menores (10 L/vaca/día).



**Figura 16:** Relación entre consumo total de MS y producción de leche.



**Figura 17:** Relación entre el consumo total de MS y la producción de leche.

En relación al aporte del concentrado al consumo total de MS por día, este correspondió en promedio al 14,4% del consumo diario por animal en el periodo, resultado que es menor al 24,2% de participación obtenido por Demanet (2007), en raciones de vacas con un consumo diario menor en 8,8 Kg MS/vaca/día al obtenido en esta investigación en primavera. Pero este resultado si concuerda con el 14,8% recomendado por Klein, citado por Ponce (2002), para vacas con producción de 26 L/día en primavera, que a la vez son suplementadas con heno (2,7 Kg MS/vaca/día) durante la primavera.

Las disminución de la cantidad de concentrado en 0,87 Kg MS/vaca/día desde la semana 12 no tuvo repercusión en el consumo total de MS, ya que desde la semana 1 a la 11 se obtuvo un consumo total promedio de 23,1 Kg MS/vaca/día con el primer concentrado asignado y posteriormente un promedio de 23,0 Kg MS/vaca/día desde dicha disminución hasta el final del periodo.

### 4.3 Producción de leche.

En el Cuadro 6, se presentan los promedios semanales de la producción de leche diaria, observándose que no existen diferencias significativas entre las producciones, comportándose estas de acuerdo a las fluctuaciones en el consumo total de MS.

La mayor producción de leche se obtuvo en la semana cinco con un promedio de 26,5 L/vaca/día (Cuadro 6), coincidiendo con la semana de máximo consumo total de MS promedio (28,2 Kg MS/vaca/día) y por el contrario en la semana nueve, donde se registró estadísticamente la menor producción de leche (promedio de 22,3 L/vaca/día), se obtuvo el menor consumo diario de materia seca total (18,4 Kg MS/vaca/día), destacándose de esta manera que la producción de leche sigue la tendencia del consumo total de MS durante todo el periodo (Figura17). Esto significa que al aumentar la producción lechera el consumo de materia seca también aumenta, coincidiendo con Mc Gilloway y Mayne, (1996); Pulido, (1997) y Vyhmeister, (1998) quienes demostraron que cuando se aumenta el nivel productivo de las vacas lecheras se estimulan los requerimientos nutritivos de estas y debido a eso se aumenta el consumo de materia seca.

**Cuadro 6:** Promedios semanales de la producción diaria de leche por vaca. Estación Experimental Maquehue, Región de la Araucanía. Primavera 2007.

	Semana							
	1	2	3	4	5	6	7	
L/vaca/día	24,3 a	25,3 a	23,6 a	25,1 a	26,5 a	22,2 a	23,6 a	
	8	9	10	11	12	13	14	
L/vaca/día	25,2 a	22,3 a	23,6 a	23,8 a	24,0 a	24,4 a	24,7 a	

Cifras con letras distintas son diferentes según Prueba de Comparación Múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ). Los coeficientes de variación para las diferentes semanas corresponden a 0,9%; 2,3%; 30,2%; 11,9%; 1,0%; 16,8%; 6,7%; 6,2%; 5,1%; 4,3%; 2,5%; 3,0%; 2,8%; 0,4%.

#### 4.4 Consumo aparente de pradera.

En el Cuadro 7, se presentan los promedios semanales del consumo aparente diario por vaca, en donde se observa que la semana cinco fue la de mayor consumo (24,5 Kg MS/vaca/día) y la semana nueve la de menor consumo (14,8 Kg MS/vaca/día), coincidiendo con las semanas de mayor y menor producción de leche (Figura 18), y consumo total de MS, dado que este último se sostiene básicamente en el consumo de pradera.

**Cuadro 7:** Consumo aparente de pradera, promedio por semana. Estación Experimental Maquehue, Región de la Araucanía. Primavera 2007.

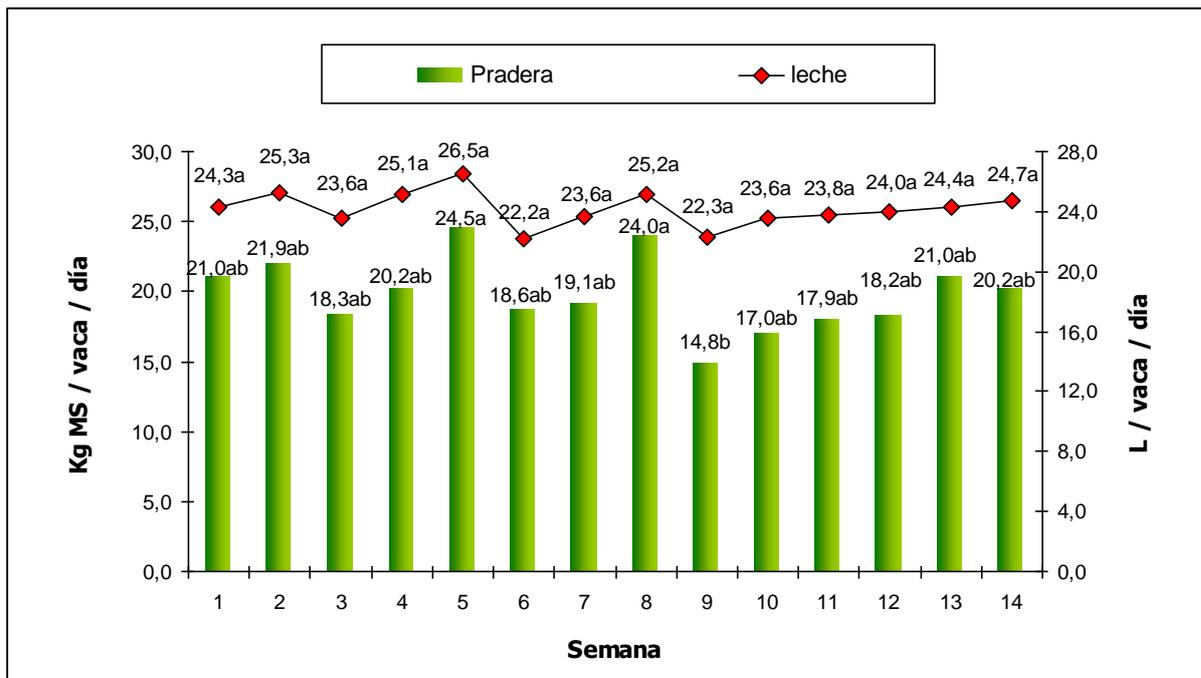
		Semana						
		1	2	3	4	5	6	7
Kg MS/vaca/día		21,0 ab	21,9 ab	18,3 ab	20,2 ab	24,5 a	18,6 ab	19,1 ab
		8	9	10	11	12	13	14
Kg MS/vaca/día		24,0 a	14,8 b	17,0 ab	17,9 ab	18,2 ab	21,0 ab	20,2 ab

Cifras con letras distintas son diferentes según Prueba de Comparación Múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ). Los coeficientes de variación para las diferentes semanas corresponden a 10,0%; 9,1%; 27,9%; 7,7%; 6,3%; 8,7%; 12,6%; 12,8%; 15,6%; 10,8%; 5,9%; 13,1%, 11,1%; 2,8% .

El consumo promedio de pradera para la temporada fue de 19,8 Kg MS/vaca/día, resultados que concuerdan con lo planteado por Ponce (2002), quien indica que el consumo de MS requerido por una vaca en producción en primavera, en promedio, es superior a los 15 Kg MS/día. Pero es un poco menos que los 21 Kg MS/vaca/día de potencial consumo de forraje en vacas de alta producción y de 600 kg de peso vivo, demostrado por Jamieson (1975), esto debido al menor peso de las vacas evaluadas en esta investigación, las que en promedio pesaban 560 kg aproximadamente.

Los promedio mensuales del consumo aparente diario de pradera son 21,2 Kg MS en Octubre, 19,2 Kg MS en Noviembre y 18,2 Kg MS en Diciembre, sobrepasando en 12,2; 8,2 y 7,9 Kg MS a los resultados del PDP Watt's, obtenidos por Demanet (2007) en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, respectivamente. Esto se debe al menor efecto sustitutivo que tiene el concentrado sobre el consumo de pradera, gracias a la menor entrega de alimentos suplementarios en el manejo de este predio.

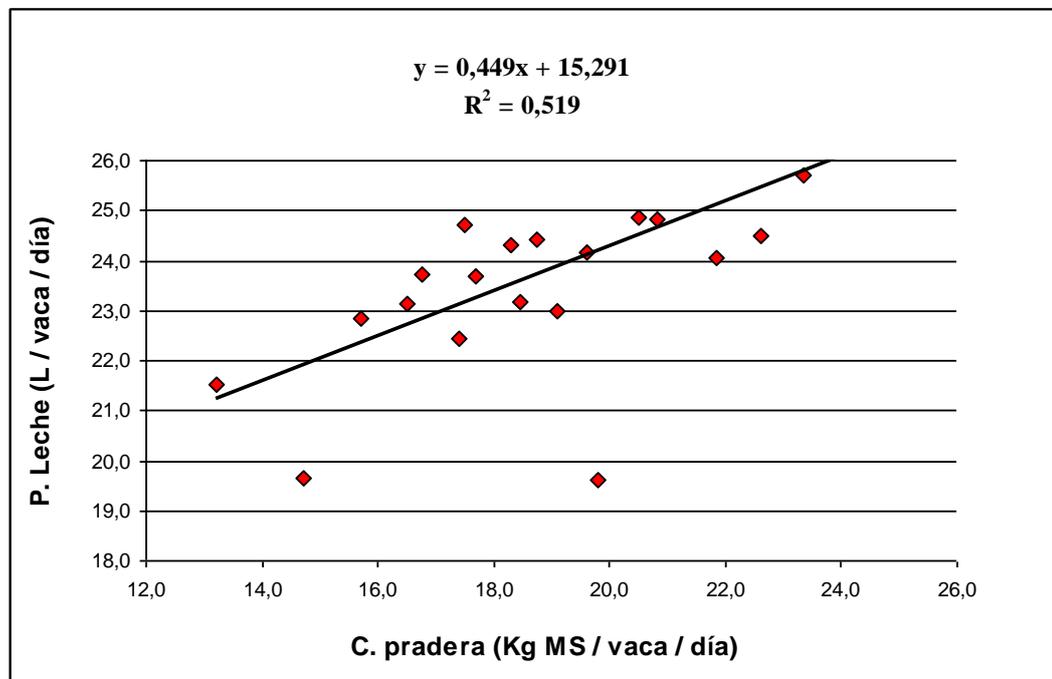
Al analizar el consumo de pradera según la cantidad de concentrado suministrada, se obtiene que en el primer periodo, con un consumo de concentrado 3,48 kg MS/día el consumo promedio de pradera fue de 19,6 Kg MS/vaca/día y en el segundo periodo con un consumo de concentrado de 2,61 kg MS/día se obtuvo un consumo de pradera de 20,2 Kg MS/vaca/día, esto es un aumento de 3,06% en el consumo aparente de pradera, coincidiendo con lo planteado por Hodgson (1990), quien indica que cuando una fuente de nutrientes fácilmente asimilable se ofrece en forma de concentrado, es probable que los animales realicen menos esfuerzo en pastoreo y de esta manera se reduce la ingesta de pradera aún existiendo disponibilidad de la misma.



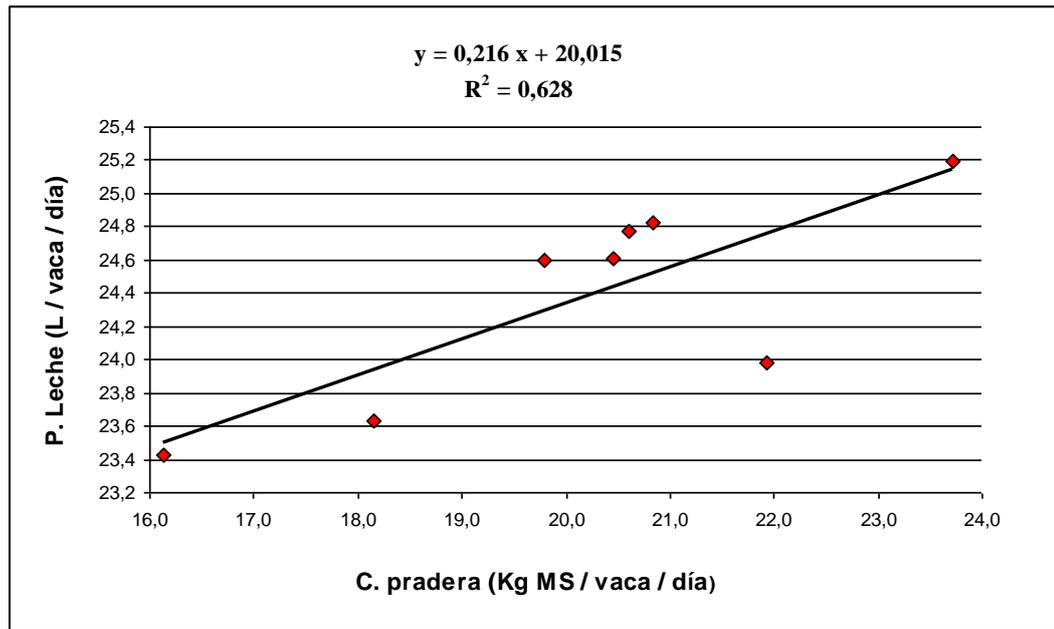
**Figura 18:** Relación entre el consumo aparente de pradera y la producción de leche.

En la correlación de datos realizada para las variables consumo diario de pradera (Kg MS/vaca/día) y producción de leche (L/vaca/día), segmentando los datos por cada periodo de consumo de concentrado, correspondientes a 3,48 y 2,61 Kg MS/vaca/día, se obtuvo  $r = 0,71$  y  $r = 0,79$  respectivamente, lo cual indica una fuerte asociación entre ambas variables, para los dos casos. Concordando así con la correlación ( $r = 0,59$ ) obtenida por Owen, (1983), pudiéndose demostrar que el consumo aparente de pradera es uno de los factores que presenta una gran influencia en la producción de leche.

Al realizar una regresión lineal entre las variables analizadas, en ambos casos ( $r^2 = 0,52$  y  $r^2 = 0,63$  respectivamente), se obtuvo que por cada kg MS de pradera consumida la producción de leche aumenta en 0,449 L y 0,216 L respectivamente (Figuras 19 y 20), resultado que concuerdan con lo planteado por Pulido (1997), quien señala la producción lechera aumenta al aumentar el consumo de materia seca. Pero no coincide con lo planteado por Pulido *et al.*, (1997), quienes obtuvieron como resultado que por cada kg de aumento en producción de leche las vacas consumieron extra 0,51 kg de MS/día.



**Figura 19:** Relación entre consumo aparente de pradera y producción de leche, con consumo de 3,48 Kg MS de concentrado diario por vaca.



**Figura 20:** Relación entre consumo aparente de pradera y producción de leche, con consumo de 2,61 Kg MS de concentrado diario por vaca.

La menor pendiente que se da en el segundo caso, reflejada en un menor aumento de la producción láctea por Kg de MS consumido, se debe principalmente a la disminución de la cantidad de concentrado suministrado por animal diariamente en 0,87 Kg MS, ya que por el contrario el consumo de pradera aumento, obteniéndose para el primer y segundo caso consumos aparentes de 19,6 y 20,2 kg MS/vaca/día respectivamente.

Se puede concluir que al disminuir la cantidad de concentrado aumenta el consumo de pradera, por ello en este caso, la pradera explica en un mayor porcentaje (62,8%) la producción de leche.

## 5. CONCLUSIONES

El consumo aparente de pradera, promedio para la temporada fue de 19,8 Kg MS/día, representando un 85% de la MS total consumida diariamente por los animales.

El consumo diario total de MS fue de 23,2 Kg MS/vaca/día, promedio para el periodo, no siendo afectada por los periodos de distinto consumo de concentrado por animal.

Existe una relación positiva entre el consumo aparente de pradera (Kg MS/vaca/día) y la producción diaria de leche (L/vaca/día) en la estación de primavera.

## 6. RESUMEN

El estudio se realizó en un Andisol de la Serie Freire de la Estación Experimental Maquehue, Universidad de La Frontera, Región de La Araucanía, 38°50' LS, 72°42' L0, 70 m.s.n.m, en la estación de Primavera 2007, el diseño se adecuó a la realidad del predio, no interviniendo esta investigación en el sistema de producción, realizándose las evaluaciones en condiciones reales de producción. Las dos pasturas utilizadas se establecieron en Abril los años 2003 y 2004, estuvieron compuesta por *Lolium perenne* cv. Jumbo asociada a *Trifolium repens* cv. Pitau en dosis de semilla 25 y 3 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente y la segunda de *Lolium perenne* cv. Foxtrot, *Lolium perenne* cv. Calibra asociada a *Trifolium repens* cv. Nusiral en dosis de semilla 12,5 kg ha<sup>-1</sup> para cada especie gramínea y 3 kg ha<sup>-1</sup> para trébol blanco. El sistema de producción con vacas Holstein fresian, utilizó pastoreo en franjas mas suplementación con concentrado y sales minerales otorgados en cada ordeña dos veces al día. Para determinar las disponibilidades de MS pre y post-pastoreo, se utilizó el método Rising Plate Meter. Se calculó el consumo aparente por diferencia entre las disponibilidades de entrada y salida al pastoreo. Además se midió la producción diaria de leche del rebaño.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente a través de análisis de varianza y los resultados que presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) fueron comparados mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de 5%. Además, se realizaron pruebas de correlación, para lo cual se calculó el coeficiente de correlación de Pearson y la estimación de regresiones lineales simples. El consumo aparente de pradera, promedio para la temporada fue de 19,8 Kg MS/vaca/día, representando un 85% de la MS total consumida diariamente por los animales. Además el consumo diario total de MS fue de 23,2 Kg MS/día, promedio para el periodo, no siendo afectada por los periodos de distinto consumo de concentrado por animal. Existe una relación positiva entre el consumo aparente de pradera (Kg MS/vaca/día) y la producción diaria de leche (L/vaca/día) en la estación de primavera.

## 7. SUMMARY

The study was done in an Andisol from the Freire serie of the Estación Experimental Maquehue, Universidad de la Frontera, Region de la Araucanía, 38°50' LS, 72°42' L0, 70 m.s.n.m, in Spring Seaton 2007, the design was adapted to the reality of the place, without the intervention of this research in the production system. The evaluations were done in real conditions of production. Both pastures used were established in April 2003 and 2004. They were formed by *Lolium perenne* cv. Jumbo associated to *Trifolium repens* cv. Pitau in doses of seed 25 and 3kg ha<sup>-1</sup> respectively and the second one of *Lolium perenne* cv Foxtrot, *Lolium Perenne* cv Calibra associated to *Trifolium repens* cv. Nusiral in doses of seed 12,5kg ha<sup>-1</sup> for every grain specie and 3 kg ha<sup>-1</sup> for white clover. The production system with Holstein fresian cows used fringes leading plus concentrated supplement and minerals salts given every milk twice a day. To determine the availabilities of MS pre and post leading, there was used the Rising Plate Meter method. The apparent consumption was calculated by the difference among the entrance and exit availabilities to the leading. Besides the daily milk production of the flock was also measured.

The information obtained were analysed estadistically through the varie analysis and the results, which presented important differences (P<0,05), were compared through the test of multiple comparison of Tukey at a 5% level. Apart from that, correlation test were done for what it was calculated the coefficient of corralation of Pearson and the estimate of simple lineal backwards. The apparent consumption of average meadow for the Seaton was 19,8kg MS/cow/day representing an 85% of the total MS consumed daily by the animals. Besides, the total daily consumption of MS was 23,2 kg MS/day, average for the Seaton and not being affected by seasons of different consumption of concentrated by animal. There is a positive relation between the apparent consumption of meadow (kg MS/cow/day) and the daily production of milk (L/cow/day) in spring.

## 8. LITERATURA CITADA

- Andrae, J.** 2004. Grazing impacts on pasture composition the University of Georgia. College of agricultural and environmental sciences. Crop and Soil Science Department. Bulletin 1243. Revisado Agosto 2007 <http://www.fao.org/documents/>.
- Anrique, R. y Balocchi, O.** 1993. Atributos de la pradera que afectan el consumo y producción de animales en pastoreo. Sociedad Chilena de Producción Animal. Serie Simposios y compendios 1: 23-32.
- Anwandter, V., Balocchi, O., Parga, J., Canseco, C., Teuber, N., Abarzúa, A., Lopetegui, J. y Demanet, R.** 2007. Métodos y control el pastoreo. Manejo de pastoreo. Proyecto FIA. Gobierno de Chile. Osorno, Chile. Pág. 91-105.
- Baker, J. and Leaver, J.** 1986. Effect of stocking rate in early season on dairy cow performance and sward characteristics. Grass and Forage. Science. .41, 333-340.
- Balocchi, O. y Anrique, R.** 1993. Atributos de la pradera que afectan el consumo y producción de animales en pastoreo. Serie Simposios y Compendios. Sociedad Chilena de Producción Animal. Dumont, J (ed). Chile, 1. p 23.
- Balocchi, O.** 2001. Manejo del pastoreo y utilización de praderas. Documento-resumen Seminario de praderas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de investigación Remehue. Osorno, Chile. p.58.
- Balocchi, O.** 2001. Evaluación de praderas. Apunte de clases. Manejo de praderas. PRAN 121- Universidad Austral de Chile.
- Balocchi, O. y Ponce, M.** 2001. Manejo del pastoreo de vacas lecheras. Boletín informativo N° 28. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de investigación Remehue. Osorno, Chile.
- Balocchi, O. y Teuber, N.** 2003. Recursos forrajeros en producción de leche. II.Novedades en gramíneas y leguminosas forrajeras. Seminario “Hagamos de la lechería un mejor negocio”. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie N° 24.pp: 13-19.
- Balocchi, O., Teuber, N., Parga, J., Demanet, R., Anwandter, V., Lopetegui, J., Canseco, C.,Abarzua, A.** 2007. Crecimiento de las plantas forrajeras y su adaptación al pastoreo. Manejo de pastoreo. Proyecto FIA. Gobierno de Chile. Osorno, Chile. Pág. 9-22.

- Bargo, F.; Muller,L.; Delahoy,J.; Cassidy, T.** 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J Dairy Sci* 85, 1777-1792.
- Beck, A. y Pessot, R.** 1992. Producción de leche en praderas permanentes durante la primavera. *Agro Sur (Chile)* 20 (1): 34-39.
- Bondi, A.** 1988. *Nutrición Animal*. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. Pág. 15-45.
- Brougham, R.** 1957. Pasture growth rate studies in relation to grazing management. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* 17: 46-55.
- Canseco, C., Demanet, R., Balocchi, O., Parga, J., Anwandter, V., Abarzúa, A., Teuber, N. y Lopetegui, J.** 2007. b. Determinación de la disponibilidad de materia seca de praderas en pastoreo. Manejo de pastoreo. Proyecto FIA. Gobierno de Chile. Osorno, Chile. Pág. 23-49.
- Campling, R.** 1966. A preliminary study of the effect of pregnancy and of lactation on the voluntary intake of food by cows. *British Journal of Nutrition*, 20, 25-39.
- Cañas, R.** 1995. *Alimentación y Nutrición Animal*. Ed. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. 576p.
- Carambula, M.** 1997. *Producción y manejo de pasturas sembradas*. Ediciones Don Ovino. Uruguay. 464p.
- Corbertt, J.** 1978. *Measuring Animal Performance. Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production. Bulletin 52.* (Ed. L'Mannetje). Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops: Farmhand Royal, England. pp. 163-231.
- Chávez, A., Perez, Y. and Sanchez, E.** 2000. Intensidad de pastoreo y esquema de utilización en la selección de la dieta del ganado bovino durante la sequía. *Tecnología Pecuaria Mexicana (México)*. 38 (1): 19-34.
- Curran, M., Campling, R., Holmes, W.** 1967. The feed intake of milk cows during the pregnancy and early lactation. *Animal Production*, 9: 266-274.
- Davey, A., Grainger,C, Mackenzie, D., Flux, D., Wilson, G., Brookes, I.** 1983. Nutritional and physiological studies of differences between Friesian cows of high and low genetic merit. *New Zealand Society of Animal Production*, 43: 67-70.
- Demanet, R., Cantero, E., Canseco, C.** 2006. Técnicas de manejo de pastoreo para producción de carne bovina en praderas permanentes. *Revista mundo ganadero*. Octubre, 2006.Pág.15-17.

- Dougherty, C., Bradley, N., Laurialt, N., Arias, J. and Cornelius, P.** 1992. Allowance-intake relations of cattle grazing vegetative tall fescue. *Grass and Forage Science*. 47: 211-219.
- Dumont, J.** 2001. Estrategias en el uso de praderas para la producción lechera. Seminario de Leche “Enfrentando juntos los nuevos desafíos”. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de investigación Remehue. Osorno, Chile.
- Earle, D., McGowam, A.** 1979. Evaluation and calibration of an automated rising plate meter for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental and Animal Husbandry*. 19: 337-343.
- Forbes, J.** 1995. *Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals*. CAB International, Wallingford, UK.
- Fulkerson, W., Slack, K.** 1994. Leaf number as criteria for determining defoliation time for *Lolium perenne*: 1. Effect of water soluble carbohydrates and senescence. *Grass and forage science (New Zealand)*. 49: 373-377.
- Fulkerson, W., and Donaghy, D.** 2001. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence-key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures; a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture (Australia)*. 41: 261-275.
- Garnsworthy, P.** 1988. Nutrition and lactation in dairy cow. Eds. Butterworth England.
- Hainsworth, R. and Thomson, N.** 1997. Identifying a feed surplus. Ruakura Farmer's Conference. Agricultural Research, Taranaki (New Zealand). p100.
- Hargreaves, A., Strauch, O., and Teuber, N.** 2001. Efecto de la carga animal y de la suplementación reguladora a vacas lecheras en primavera y verano sobre la producción de leche. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)*. 28 (2): 89-102
- Hodgson, J.; Wilkinson, J.** 1967. The relationship between live weight and herbage intake in grazing cattle. *Animal Production*, 9: 365-376.
- Hodgson, J.** 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science*. 34, 11-18
- Hodgson, J., Jamieson, W.** 1981. Variation in herbage mass and digestibility and the grazing behavior and herbage intake of adult cattle and weaned calves. *Grass and Forage Science*, 36: 39-48.
- Hodgson, J.** 1982. Influence of swards characteristics on diet selection and herbage intake by the

grazing animal. In: Hacker, J.B. (ed.). Nutritional limits to animal production from pasture. Commonwealth. Agricultural Bureaux. Slough, U.K. p:153-166.

**Hodgson, J.** 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 44, 99-104.

**Hodgson, J.** 1986. Grazing behaviour and herbage intake. In: Frame, J. (ed). Grazing. British Grassland Society. Occasional Symposium. 19. p51.

**Hodgson, J.** 1990. Grazing management. Science into practice. London (UK): Longman Group Limited.

**Holmes, W., Jones, J.** 1964. The efficiency of utilization of fresh grass. Nutrition Society, 23: 88-89.

**Holmes, W.** 1989. Grass. Its production and utilization. Oxford Blackwell publications. London, England.

**Illius, A.** 1998. Advances and retreats in specifying the constraints on intake in grazing ruminants. International Grassland Congress, Vol III. Association Management Centre, Calgary, pp. 39-44.

**Invergartsen, K.; Andersen, H.; Foldager, J.** 1992. Effect of sex and pregnancy on feed intake capacity of growing cattle. Acta Agriculturae Scandinavica A, Animal Science 42: 40-46.

**Jamieson, W.** 1975. Studies on the herbage intake and grazing behavior of cattle and sheep. Ph.D. thesis, Reading University, UK.

**Jennings, P. y Holmes, W.** 1984. Supplementary feeding of dairy cows on continuously stocked pasture. Journal of Agricultural Science, Cambridge (UK.) 103: 161-170.

**Journet, M.; Poutous, M.; Calomiti, S.** 1965. Appetit de la vache laitiere. Annales de Zootechnie, 14: 5-38.

**Klein, F.,** 2003. Utilización de praderas y nutrición de vacas en pastoreo. Hagamos de la lechería un mejor negocio. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de investigación Remehue. Osorno, Chile.3:1-13.

**Kolver, E.** 2003. Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems. Proceedings of the Nutrition Society. 62: 91-300.

- Leaver, J.** 1986. Effects of Supplements on Herbage Intake and Performance. *En:*"Grazing" (Ed. J. Frame), British Grassland Society Occasional Symposium No. 19. Great Malvern, pp. 79-87.
- Leaver, J., Campling, R., Holmes, W.** 1968. Use of supplementary feeds for grazing dairy cows. *Dairy Sci. Abstr.* 30: 355-361.
- Mayne, C.** 1988. Grassland management grazing. Agricultural Research Institute of Northern Ireland. Hillborough. Milk production. Occasional Symposium N°16 pp.25-34.
- Mayne, C., Wright, I.** 1988. Herbage intake and utilization by grazing dairy cow. *En Nutrition and Lactation in the dairy cow* pp 280-291.
- Mayne, C., Thomas, C.** 1986. Grazing management systems. *En: Principles and practice of feeding dairy cows* (ed) W.H. Broster, R.H. Phipps and C.L. Johnson) NIRD, Reading. pp. 177-201.
- Mayne, C., McGilloy, D., Cushnahan, A., Laidlaw, A.** 1997. The effect of sward height and bulk density on herbage intake and grazing behavior of dairy cows. *Proceedings of the XVIII International Grassland Congress. Canada.* 15-16pp.
- Mc Clymont, G.** 1967. Selectivity and intake in the grazing ruminant. *En Handbook of Physiology, Section 6: Alimentary Tract, vol. 1,* edited by C. F. Code, pp. 129-137.
- Mc Cormick, M., Ward, J., Redfean, D., French, D., Blouin, D., Chapa, A. and Fernandez, J.** 2001. Supplemental dietary protein for grazing dairy cows effects on pasture intake and lactation performance. *J Dairy Science.* 84: 896-907.
- Mc Gilloway, D., Mayne, C.** 1996. The importance of grass availability for the high genetic merit dairy cow. *Recent Advances in Animal Nutrition.* 8: 135-169.
- McKenzie, F., Jacobs, J., and Kearney, G.** 2006. Effects of spring grazing on dryland perennial ryegrass white clover dairy pastures. Pasture accumulation rates, dry matter consumed yield, and nutritive characteristics. *Australian Journal of Agricultural Research:* 57, 555-563.
- Mosquera, M. y González, A.** 1999. Efecto del manejo en la evolución de praderas sembradas en sistemas lecheros. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. (España).* Vol. 14 (1-2), 101-106.
- Muller, L.** 1999. Programa de suplementación de vacas lecheras de alto potencial genético en pastoreo. *Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Chile,* pp 1-19.
- Muslera, P. y Ratera, C.** 1991. Praderas y Forrajes. Producción y aprovechamiento. Ediciones Mundi Prensa. Madrid España. 674 Pág.

**Nielsen, D.** 1997. Observations on pasture management and grazing. Electronic publishing.

**Owen, J.** 1983. Feed Intake. Cattle Feeding. Adlard and Son Ltda. pp 25-41.

**Parga, J., Delagarde, R and Peyraud, J.** 2000. Effect of the sward structure and herbage allowance on the herbage intake and digestion by strip-grazing dairy cows. In: A.J. Rook and P.D/ Penning Eds. Grazing management: The principles and practice of grazing, for profit and environmental gain, within temperate grassland systems. British Grassland Society, Occasional Symposium N° 34, p. 61-66.

**Parga, J.,** 2003. Utilización de praderas y manejo de pastoreo con vacas lecheras. Hagamos de la lechería un mejor negocio. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de investigación Remehue. Osorno, Chile.4: 1-19.

**Parga, J. y Teuber, N.** 2006. VI. Manejo del pastoreo con vacas lecheras en praderas permanentes. Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Boletín N° 148.

**Parga, J., Balocchi, O., Teuber, N., Abarzua, A., Lopetegui, J., Anwandter, V., Canseco, C. y Demanet, R.** 2007. Criterios y recomendaciones para el manejo de pastoreo. Manejo de pastoreo. Proyecto FIA. Gobierno de Chile. Osorno, Chile. Pág. 107-126.

**Parsons, A., Collet, B., Lewis, J.** 1984. Changes in the structure and physiology of a perennial ryegrass sward when released from a continuous stocking management: implications for the use of exclusion cages in continuously stocked swards. Grass and Forage Sci.39:1-9.

**Parsons, A. and Chapman, D.** 2000. The principles of pasture growth and utilization. In: A. Hopkins. Ed. Grass: It production an utilization, 3<sup>rd</sup> Edition, Blackwell/B.G.S. New Zealand. p:31.

**Penno, J.** 2001. Changing farm system in response to current market signals. Ruakura farmers Conference. p 1.

**Ponce, M.** 1998. Sistemas de pastoreo. Boletín informativo N° 18. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de investigación Remehue. Osorno, Chile.

**Ponce, M.** 2001. Resultados económicos en explotaciones lecheras de la X Región. Boletín informativo N° 30. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de investigación Remehue. Osorno, Chile.

- Ponce, M.** 2002. Respuesta económica a la suplementación de vacas lecheras en pastoreo. Boletín informativo N° 31. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de investigación Remehue. Osorno, Chile.
- Pulido, R.** 1997. Interaction of pasture conditions, concentrate supplementation and milk yield level in relation to dairy cow performance and behavior. Ph. D. Thesis, Wye College, University of London.
- Pulido, R., Balocchi, O., Fernandez, J.** 1997. Efecto del nivel de producción de leche sobre el comportamiento ingestivo en vacas lecheras en pastoreo primaveral. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 25 p.
- Pulido, R., Leaver, J.** 2001. Quantifying the influence of sward height, concentrate level, and initial milk yield on the milk production and grazing behaviour of continuously stoked dairy cows. *Grass Forage Sci.* 56:57-67.
- Pulido, R.; Felmer, E.; Hinojosa, A.** 2006. Efecto del tipo de carbohidrato en el concentrado sobre el consumo de alimento de vacas lecheras en pastoreo. *Arch. med. vet.*, vol.38, no.2, p.123-128.
- Rayburn, E.**1992. Modeling the effect of forage availability on the forage intake of grazingcattle. Paper presented at the American Society of Agronomy Northeastern Branch Meetings, University of Connecticut, Storrs, Conn., June 28–July 1, 1992.
- Reyes, A.** 2006. Efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo primaveral en el rendimiento y calidad de una pastura permanente. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 59p.
- Rogers, G.**1979. Wilted silage as supplements for pasture feed cows in late lactation. Ellibank Dairy Research Station. Animal report, Department of Agriculture, Victoria. pp. 55-56.
- Romero, O.** 1996. Conceptos básicos relacionados con el crecimiento de plantas forrajeras y con el manejo de praderas perennes sembradas. *En: Ruiz, I* (ed). Praderas para Chile. Instituto de investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. pp: 199- 208.
- Romney, D.; Gill, D.** 2000. Intake of Forages. Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CABI Publishing. 2000. pp. 43-62.
- Rouanet, J.** 1983. Clasificación Agroclimática Novena Región, Macroárea II. Segunda aproximación. Investigación y Progreso Agropecuario. INIA Carillanca, Chile. (2): 23-26.

- Sandles, L.** 2000. Curva de crecimiento en praderas con disponibilidad y residuo en kg MS. Seminario en producción de leche en base a pastoreo. Estación Experimental Remehue, Osorno, Chile. Octubre 2000.
- Smith, D.** 1966. Consideraciones fisiológicas para la explotación de forrajes in Forrajes. Hughes, Heath y Matchfe. Eds. Tr. José Luis de la Loma. Ed. Continental, S.A. Mexico. 2: 440-447.
- Stakelum, G., Dillon, P.** 1995. Supplementary feeding of grazing dairy cows. Technical Bulletin, Issue No. 2, R & H Hall, Dublin.
- St-pierre, N.** 2001. Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. J. Dairy Sci 84:741-755.
- Teuber, N.** 1995. Manejo de praderas permanentes en el sur de Chile. Frontera Agrícola. 3 (2): 61-67.
- Teuber, N. y Balocchi, O.,** 2003. Recursos forrajeros en producción de leche. I. Balance alimenticio con los recursos del sur. Hagamos de la lechería un mejor negocio. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de investigación Remehue. Osorno, Chile. 1:1-12.
- Teuber, N. y Romero, O.** 2004. Manejo de praderas. 254 p. In: **R. Romero** (ed) Manual de producción de bovinos de carne para la VIII, IX y X Regiones. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de investigación Carillanca. Temuco, Chile.
- Thompson, N. and Warren, R.** 1979. Variations in compositions of pasture herbage. Grass and Forage Science (New Zealand). 34: 83-88.
- Vallentine, J.** 2001. Grazing management. Second edition. Academic press. California. United States of America. 659
- Viglizzo, E.** 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. 125 p
- Vyhmeister, M.** 1998. Determinación del consumo de alimento en vacas lecheras a pastoreo primaveral mediante el método de la productividad animal y su correlación con el método del rendimiento fecal/digestibilidad de la dieta. Tesis Lic., Med. Vet. Universidad Austral de Chile: Facultad Ciencias Veterinarias. Valdivia. Chile
- Walter, J.** 1995. Grazing management and research now in the next millennium a viewpoint. J. Range Manage. 48, 350-357.