

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**RELACION DEL CONSUMO APARENTE DE FORRAJE EN VERANO Y LA  
PRODUCCION DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO**

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.

**ANA ALEJANDRA VIDAL PARRA**

**TEMUCO – CHILE**

**2008**

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**RELACION DEL CONSUMO APARENTE DE FORRAJE EN VERANO Y LA  
PRODUCCION DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO**

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.

ANA ALEJANDRA VIDAL PARRA

PROFESOR GUIA: ROLANDO DEMANET FILIPPI

TEMUCO – CHILE

2008

**RELACION DEL CONSUMO APARENTE DE FORRAJE EN VERANO Y LA  
PRODUCCION DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO**

PROFESOR GUIA:

SR. ROLANDO DEMANET FILIPPI

Ingeniero Agrónomo

Departamento de producción agropecuaria

Universidad de La Frontera

PROFESOR ASESOR:

SR JUAN CARLOS GARCIA DIEZ

Ingeniero Agrónomo

Departamento de producción agropecuaria

Universidad de La Frontera

CALIFICACION PROMEDIO TESIS:

*A Dios, a mis padres Luis y Patricia,  
a mi hermana María José, que sin su  
apoyo incondicional, no habría llegado al  
final de esta etapa.*

## INDICE DE MATERIAS

CAPITULO		PAGINAS
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	<b>3</b>
2.1	La pradera como fuente de alimentación animal	3
2.1.1	Alimentación durante el verano	3
2.2.	Crecimiento de la pradera	4
2.2.1.	Calidad del residuo	5
2.2.2	Índice de área foliar	5
2.2.3.	Reservas del crecimiento	6
2.3.	Componentes del rendimiento	7
2.3.1.	Gramíneas	7
2.3.1.1.	Macollos	7
2.3.1.2.	Tamaños de los macollos	8
2.3.2.	Estolones	9
2.4.	Indicadores de calidad nutritiva en praderas	11
2.4.1	Contenido de materia seca	11
2.4.2	Contenido de fibra	11
2.4.3	Digestibilidad del forraje	12
2.4.4	Energía metabolizable	13
2.4.5	Proteína	13
2.5	Factores de la pradera que controlan el consumo	14
2.5.1	Disponibilidad	14
2.5.2	Estructura de la pradera	15
2.5.2.1	Altura de la pradera	15
2.5.2.2	Densidad	17

2.5.3	Digestibilidad	18
2.6	Manejo del pastoreo	18
2.7	Frecuencia en intensidad de pastoreo	19
2.7.1	Frecuencia	19
2.7.2	Intensidad	20
2.8	La carga animal y sus efectos	21
2.9	Pastoreo en franjas	23
2.10	Ensilaje como alimento en vacas lecheras	24
2.11	Las vacas lecheras y su producción.	28
2.12	Composición botánica	28
2.13	Medición de la pradera	29
2.13.1	Método indirecto para medir praderas	29
2.14	Costos en la producción de leche	30
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>32</b>
3.1	Ubicación del ensayo	32
3.2	Características Edafoclimáticas	32
3.3	Pre-cultivo y preparación de suelo	34
3.4	Siembra	34
3.5	Fertilización	34
3.5.1	Fertilización siembra	34
3.5.2	Fertilización post- siembra	35
3.6	Preparación del ensilaje	36
3.7	Preparación del concentrado	37
3.8	Periodo no experimental	38
3.9	Periodo experimental	38
3.10	Diseño experimental	39
3.11	Tratamiento	39
3.12	Evaluaciones	39

3.12.1	Consumo aparente pradera	39
3.12.2	Consumo aparente concentrado	40
3.12.3	Consumo aparente de ensilaje	40
3.12.4	Producción de leche	40
3.13	Análisis estadístico	40
<b>4.</b>	<b>PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>41</b>
4.1	Consumo total de alimentos	41
4.2	Consumo de praderas	44
4.3	Suplementación en vacas lecheras a pastoreo	49
4.3.1	Consumo de ensilaje	49
4.3.2	Consumo de concentrado	55
4.4	La alimentación de vacas de lechería y su rentabilidad	59
4.4.1	División porcentual de la alimentación total en vacas lecheras en la Estación Experimental Maquehue	59
<b>5.</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>61</b>
<b>6.</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>62</b>
<b>7.</b>	<b>SUMARY</b>	<b>64</b>
<b>8.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>66</b>

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Aspectos críticos de la curva de crecimiento de la pradera.	4
2	Relación entre altura de la pradera y tasa de consumo en corderos y ovinos adultos.	15
3	Efecto de la altura de la pradera sobre el nivel de producción de leche en un sistema de pastoreo continuo.	16
4	Influencia de la altura de la pradera sobre los componentes del pastoreo.	16
5	Relación entre densidad de la pradera en los horizontes superficiales y el tamaño de bocado en vacas lecheras.	17
6	Relación entre carga animal y ganancia/animal y ganancia / ha.	22
7	Efecto de la digestibilidad del forraje en la producción de leche.	28
8	Ecuación de calibración para la estación de verano en praderas permanentes del sur de Chile.	30
9	Consumo total de alimentos (kgMS/animal) y la producción de leche (l/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).	41
10	Relación entre el consumo total (kgMS/animal) y la producción de leche (L/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).	43
11	Consumo de pradera (kgMS/animal) en el tiempo. Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).	44
12	Relación entre el consumo praderas (kgMS/animal) y la producción de leche (L/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).	47

13	Consumo de ensilaje (kgMS/animal) en el tiempo. Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).	49
14	Relación entre el consumo de pradera kgMS/Animal y la producción de leche l/animal en el suministro de 8,6 kgMS/animal de ensilaje	52
15	Relación entre el consumo de pradera kgMS/Animal y la producción de leche l/animal en el suministro de 9,1 kgMS/animal de ensilaje	52
16	Consumo de concentrado (kgMS/animal) en el tiempo. Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).	55
17	Relación entre el consumo de pradera kgMS/Animal y la producción de leche l/animal en el suministro de 3,9 kgMS/animal de concentrado	57
18	Relación entre el consumo de pradera kgMS/Animal y la producción de leche l/animal en el suministro de 4,4 kgMS/animal de concentrado.	58
19	Distribución porcentual de la alimentación. Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).	59
20	Producción de leche (l/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).	60

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Calidad de una pastura permanente consumida en pastoreo rotativo. Rio Bueno, Región de Los Lagos. Temporada 2003/06.	14
2	Intervalo de pastoreo para cada estación	19
3	Efecto de la intensidad de fermentación del ensilaje con la composición química, comportamiento ingestivo, consumo de materia seca y respuesta productiva en vacas lecheras.	26
4	Efecto del estado de madurez sobre la digestibilidad en la M.S., consumo voluntario y respuesta animal.	27
5	Precipitación (mm) promedio de los diferentes meses. Registro histórico año 1981/2007 y registro promedio de 2007/2008	33
6	Temperatura promedio de los diferentes meses. Registro histórico año 1981/2007 y registro promedio de 2007/2008	33
7	Análisis químico de suelo del área estudiada, Estación Experimental Maquehue. Laboratorio análisis químico de suelos. Departamento de Agroindustria, Universidad de La Frontera	36
8	Análisis químico de ensilaje. Estación Experimental Maquehue. Laboratorio análisis químico de suelos. Departamento de Agroindustria, Universidad de La Frontera.	37
9	Análisis químico de concentrado	37
10	Consumo total de alimentos (kg/MS/animal). Estación Experimental Maquehue. Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).	42
11	Consumo de praderas (kg/MS/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).	46

12	Consumo de ensilaje (kg/MS/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).	50
13	Consumo de concentrado (kg/MS/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).	56

## INTRODUCCION

La alimentación en vacas lecheras es uno de los factores de mayor incidencia en la producción de leche, debido a que corresponde al 50% de los gastos totales de producción.

Chile y en especial la zona sur del país presentan ventajas comparativas para la producción de leche, ya que ofrece alimentos para animales en base a praderas, que proporcionan un nivel de calidad óptimo y de menor costo para producir.

Una correcta alimentación permite mejorar la producción de leche, incrementando los niveles de esta y a su vez, favorece la sanidad de los animales y la reproducción de estos.

Es así, como la disponibilidad de alimentos es un factor relevante a la hora de establecer un plantel lechero, en base a pastoreo ya que este, a pesar de ser más económico, debe suministrar lo necesario al animal sin generar pérdidas en la producción.

Por tal motivo es importante conocer o estimar la cantidad de alimento consumido por el animal, al ingresar y salir de un sistema de pastoreo definido, ya que permite establecer una relación entre el consumo y la producción final.

En la presente investigación se plantea como hipótesis que el consumo aparente de forraje en verano afecta la producción de leche.

El objetivo general de esta tesis es relacionar el consumo aparente de forraje en verano y la producción de leche de vacas en pastoreo.

Los objetivos específicos que se plantean son:

- Relacionar el consumo aparente de materia seca de forraje de vacas en producción de leche en un sistema pastoril de praderas permanentes.
- Relacionar el consumo aparente de materia seca al suplementar vacas en producción de leche en un sistema pastoril.
- Relacionar el consumo aparente de materia seca total con la producción de leche individual de vacas en pastoreo.

## **2. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **2.1 La pradera como fuente de alimentación animal.**

#### **2.1.1 Alimentación durante el verano.**

El objetivo del manejo durante el verano consiste en seguir produciendo toda la leche posible evitando pérdidas de peso excesivas en las vacas, y procurar que el pastoreo no resulte excesivo o ligero (Holmes, 1989).

Este mismo autor señala que debido a consecuencia de las mayores temperaturas, la insolación y la insuficiente cantidad de lluvia durante el verano, los suelos se resecan y el crecimiento de la pradera se reduce, en ese momento el ritmo de crecimiento desciende significativamente, la superficie pastada por los animales debe reducirse.

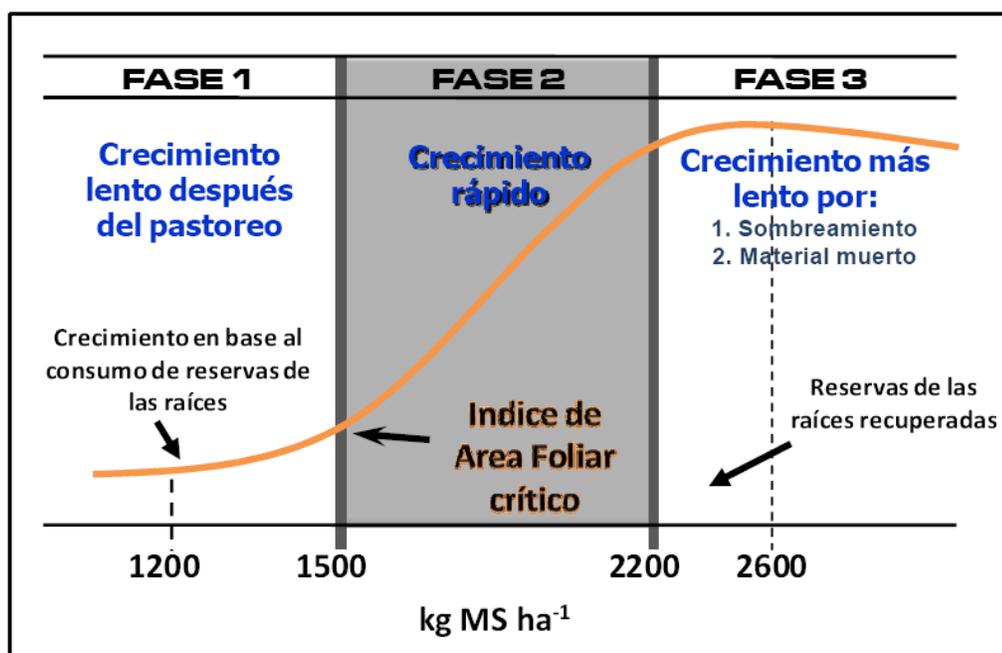
Romero (1991), señala que en el periodo de verano, el pastoreo liviano es más recomendable para lograr una mayor sobrevivencia de las nuevas macollas, frente a posible déficit hídricos, las que son expuestas en otoño después de un pastoreo severo cuando las temperaturas y el déficit hídricos disminuyen.

El pastoreo intenso continuado durante el tiempo cálido y seco, puede perjudicar la pradera con la muerte de las plantas de ballicas (Holmes, 1889).

Muslera y Ratera (1991), señalan que al aumentar la duración del día el periodo de pastoreo es mayor, y con temperaturas altas disminuye el tiempo dedicado al pastoreo.

## 2.2 Crecimiento de la pradera.

Dentro de las características de las plantas forrajeras destaca la capacidad de iniciar un nuevo crecimiento o rebrote después del corte o pastoreo (Romero, 1996). El modelo demostrado por el crecimiento del rebrote refleja una curva sigmoidea con respecto al tiempo (Brougman, 1956), en el cual se pueden distinguir tres fases, la fase I correspondiente a un crecimiento lento después del pastoreo, fase II presenta un crecimiento rápido y la fase III presenta un crecimiento lento debido básicamente al sombreadamiento presentado por las plantas y la cantidad de material muerto (Figura 1).



**Figura 1:** Aspectos críticos de la curva de crecimiento de la pradera. Sandles, 2002.

La fase I, de tipo exponencial, con residuo de 1200 a 1500 kg/MS/ha la pradera crece en forma lenta después del pastoreo, utilizando las reservas contenidas en la base de los macollos, la Fase II de tipo lineal, la tasa de crecimiento es constante y máxima, produciéndose un crecimiento rápido debido al mayor índice de área foliar, en la fase III la curva de crecimiento disminuye exponencialmente cuando se logra el máximo de producción de materia seca, es en esta etapa donde la pradera se recupera y puede ser pastoreada nuevamente, con una

disponibilidad de 2.200 a 2.600 kg MS ha<sup>-1</sup>, aunque esta se relaciona de mejor manera con el número de hojas presentes.

El componente de crecimiento es proporcional a la tasa de fotosíntesis y permanece ligeramente constante después de la intersección de luz. La fase asintótica es causada por el aumento en la respiración y muerte de hojas que iguala la fotosíntesis (Romero, 1996).

Este mismo autor señala que dentro de los factores fisiológicos que influyen en el crecimiento se encuentran la calidad de residuo, índice de área foliar y reservas de crecimiento.

### **2.2.1 Calidad del residuo.**

La cantidad de luz recibida por las hojas recién formadas influye en la tasa de crecimiento, residuos altos después del pastoreo, formado por los tallos amarillos, material muerto y senescente, dificultan la entrada de la luz a la pradera, en cambio los residuos bajos están formados principalmente por hojas verdes, fotosintéticamente activas, que permiten una mejor utilización de la luz (Romero, 1996).

### **2.2.1 Índice de área foliar.**

La cantidad de luz interceptada por la pradera depende de la superficie de hojas existentes por unidad de superficie de suelo, lo que se denomina índice de área foliar (Teuber *et al.*, 2007).

Broun y Blaser, (1968), citados por Romero (1996) señalan que el índice de área foliar para las máximas tasas de crecimiento, difieren entre especies y depende del ángulo de las hojas, latitud y estación del año. Las gramíneas tienen hojas generalmente más verticales que los tréboles y requieren un mayor IAF para interceptar la misma cantidad de luz.

El IAF en que el 95% de la luz interceptada, es denominado IAF óptimo y usualmente está en el rango de 4 a 6 en praderas mixtas de ballica con trébol blanco. El IAF óptimo para el trébol blanco es menor que para la ballica, debido a la posición más horizontal de las hojas de la leguminosa que la ballica (Teuber *et al.* 2007).

Este mismo autor señala que si se incrementa el IAF sobre el óptimo, la tasa de crecimiento de la pradera no aumenta ya que las hojas basales no interceptan luz y actúan como hojas parasitas. Aunque la masa foliar de las plantas sigue en aumento, no ocurre lo mismo con la fotosíntesis neta, el incremento paralelo que sufre la respiración produce una asimilación neta menor y por consiguiente una menor tasa de crecimiento.

### **2.2.3 Reservas de crecimiento.**

Cuando los carbohidratos producidos por la fotosíntesis superan los utilizados para el crecimiento y la respiración, los almacenan como fuente de energía para ser utilizados en el rebrote después de la defoliación cuando el balance energético de la planta es negativo. (Teuber *et al.*, 2007).

Este mismo autor señala que cuando una planta es defoliada por el pastoreo, inmediatamente comienza su recuperación generando nuevas hojas, durante el crecimiento de la primera hoja, la planta requiere más carbohidratos que los que puede producir por el proceso de fotosíntesis, por lo que utiliza las reservas acumuladas en la base de las hojas o tallos. A partir del nacimiento de la segunda hoja comienza nuevamente a tener un balance positivo y comienza a recuperar su nivel de reservas.

Donaghy (2006), señala que en el estado de tres hojas la planta tiene sus reservas restablecidas y se encuentra preparada para una nueva defoliación. En el caso de las ballicas estas mantienen simultáneamente solo tres hojas vivas, que es un indicador utilizado para determinar el momento de pastoreo.

## **2.3 Componentes del rendimiento**

### **2.3.1 Gramíneas.**

#### **2.3.1.1 Macollos.**

Las gramíneas consisten en numerosos macollos, cada uno de los cuales posee yemas o brotes capaces de desarrollar nuevos macollos (Romero, 1996). Ellos constituyen la unidad de reproducción de las gramíneas siendo responsables de la producción de hojas y se caracterizan por ser sensibles a cambios ambientales y de manejo de pastoreo, así como también a la fertilización (Ruiz, 1996).

La formación de nuevos rebrotes es más rápida durante el otoño, invierno y primavera, cesando completamente durante el tiempo en que tiene lugar la floración de la planta, la formación de los rebrotes es estimulada por los altos niveles de intensidad lumínica y por el pastoreo (Holmes, 1989).

El rendimiento puede ser manejado através de un aumento en el número de macollos o del peso de ellos, sin embargo existe compensación a nivel de la planta, ya que existe una relación inversa entre el número de macollos y su peso, es decir al disminuir el número de macollos, se incrementa su desarrollo individual (Romero, 1996).

Los factores que influyen en la producción de macollos son temperatura, luz, humedad y época del año en que se encuentre (Ruiz, 1996).

Romero, (1996), señala que la temperatura actúa en los tejidos meristemáticos cercanos al suelo. En ballica y festuca han encontrado que la tasa de producción de macollos a 20° C es tres veces más alta que a 10 °C. a su vez, 30 °C la producción es mayor que a 10°C, pero menor que a 20°C.

La luz estimula la producción de macollos y hojas. En praderas pastoreadas con altas cargas animales, es capaz de penetrar a la base de los macollos, estimulando la producción de hojas y macollos, diferente es lo que ocurre con un pastoreo menos intenso donde el residuo dificulta la penetración de luz (Ruiz, 1996). Los altos niveles de intensidad lumínica favorecen la emergencia rápida de nuevas hojas, tanto que los bajos niveles de intensidad lumínica dan lugar a un aumento en el ritmo de muerte de las hojas (Holmes, 1989).

Muslera y Ratera, (1991), señalan que la mayor iluminación aumenta o estimula el ahijado y se cree que el número de hijos en plantas desarrolladas en comunidad está relacionado con la cantidad de energía luminosa que recibe la planta. El sombreamiento reduce la tasa de macollamiento. Plantas que pasan de una condición de sombra a una mayor luminosidad aumentan inmediatamente la tasa de macollamiento (Teuber *et al.*, 2007).

Con respecto a la época del año, Romero, (1996) señala que la formación de nuevos macollos es más rápida durante el otoño, invierno y primavera. Disminuye cuando la planta comienza florecer.

Por último la humedad es otro factor importante en la producción de macollos, Ruiz, (1996) señala que la tasa de producción de macollos es disminuida por el déficit de humedad.

Cabe destacar que el pastoreo es otro factor relevante en la producción de macollos, estudios realizados por Romero, (1991), indican que en el periodo de verano el pastoreo liviano es más recomendable para lograr una mayor sobrevivencia de macollas, frente a posibles déficits hídricos.

### **2.3.1.2 Tamaño de los macollos.**

La producción de hojas podría ser expresada como una función de la tasa de expansión por el número de macollos/m<sup>2</sup> (Ruiz, 1996).

Estudios realizados por Ganderats, (2003), concluyen que el crecimiento de ballica perenne se caracterizó por producir mayor número de macollos, aunque de menor tamaño y peso, en comparación con pasto ovilla y festuca. La tasa de extensión laminar de esta especie es superior a la de festuca, particularmente en los períodos de mayor temperatura y humedad.

Como consecuencia del mayor número de hijos aumentara también el número de hojas, siendo el resultado una mayor producción de forraje (Muslera y Ratera, 1991).

### **2.3.2 Estolones.**

Los estolones pueden encontrarse sobre la superficie del suelo y en contacto con este (superficiales) o en forma aérea (aéreos) y bajo el suelo (subterráneos) (Ruiz, 1996).

En el ápice de cada estolón se generan las hojas, las que nacen de los nudos y cada una posee una yema axilar, de estas yemas pueden nacer estolones secundarios, a su vez de estos pueden nacer estolones terciarios y así sucesivamente (Teuber *et al.*, 2007).

Romero (1985) encontró la máxima cantidad de estolones sobre el suelo a fines de primavera y verano, época en la que ocurre la mayor producción de trébol blanco. La duración de los estolones no va más allá de un año.

Dentro de los factores que afectan la producción de estolones se mencionan temperatura, luz, nitrógeno, pastoreo y morfología (Ruiz, 1996).

La temperatura afecta la velocidad de aparición de hojas que aumenta linealmente con la temperatura; aunque al bajar temperaturas (desde 2,6°C) hay formación de hojas, estas no son capaces de expandirse hasta que la temperatura no exceda los 6,3 ° C. (Haycock, 1981).

Arnot y Rail (1982) citados por Romero (1996), indicaron que aumentando la temperatura diurna de 15 a 20° C y la nocturna de 10 a 15° C, la producción de hojas aumentaba en un 65%, y su tamaño en 20%.

La luz juega un papel importante en la competencia con gramíneas en la pradera, especialmente aplicados a climas mediterráneos, donde la dominancia de leguminosas sobre gramíneas en praderas de pastoreo frecuente (Muslera y Ratera, 1991).

Investigaciones realizadas por Teuber *et al.*, (1992), concluyen que los estolones o más específicamente las yemas axilares, son el principal y más importante sitio de percepción del estímulo luminoso en la respuesta morfogénica del trébol blanco.

La fertilización en especial el nitrógeno, y la aplicación de este elemento produce una baja producción de nuevos estolones secundarios, debido a que un rápido crecimiento del follaje impide la penetración de luz (Romero, 1996).

Muslera y Ratera, (1991), señala que la presencia de la gramíneas en un pradera mixta favorece la fijación de nitrógeno por las leguminosas.

Pinochet (1999) señala que en la medida que el porcentaje de leguminosa desaparece de la pradera, mayores son las necesidades de nitrógeno suplementario para que el sistema pueda mantener la productividad de la pradera.

El pastoreo es otro factor que afecta la producción de estolones, Romero, (1996), señala que pastoreos livianos estimulan la producción de grandes estolones que producen hojas de mayor tamaño que pastoreos severos que producen pequeños y numerosos estolones asociados a hojas de menor tamaño.

Es posible encontrar áreas con altos niveles de nitrógeno, donde se producen manchas de color verde intenso como consecuencia de la distribución desuniforme de fecas y orinas en el

potrero. Una respuesta a niveles altos de nitrógeno es el aumento en vigor de los estolones primarios, al tiempo que se reduce el desarrollo de estolones secundarios (Ruiz, 1996).

Romero (1991), señala que la presencia del animal en la pradera produce cambios en la composición botánica debido al pastoreo selectivo y a la devolución desuniforme de nutrientes vía orina y fecas. La cantidad de nutrientes devueltos al ecosistema bajo condiciones de pastoreo es alrededor de un 70 a 75%. A modo de ejemplo, del nitrógeno excretado, el 70% es devuelto en la orina y el 30% en las fecas.

## **2.4 Indicadores de calidad nutritiva en praderas**

### **2.4.1 Contenido de materia seca.**

El contenido de materia seca (MS) del forraje es la resultante de la extracción del agua que contienen las plantas al estado fresco o verde. (Teuber *et al.*, 2007).

Los tejidos de las plantas forrajeras tienen una alta cantidad de agua y un bajo contenido de materia seca (MS). El contenido de materia seca varía frecuentemente entre 14 y 25% del peso fresco, pudiendo alcanzar valores de hasta un 50% en los meses estivales cuando existen abundante acumulación de material muerto (Teuber *et al.*, 2007).

### **2.4.2 Contenido de fibra.**

El contenido de fibra de un forraje es importante ya que se relaciona con la concentración energética del mismo y con el consumo de materia seca. En la medida que se incrementa el nivel de fibra detergente neutro (%FDN) de un forraje decrece su consumo de materia seca (Teuber *et al.*, 2007).

McDonald *et al.* (1986) señala que la fracción de fibra bruta de un alimento influye sobremanera en su digestibilidad, tanto por su cantidad como por su composición química.

Teuber *et al.*, (2007), señala que la evolución de FDN y los niveles de fibra alcanzan los niveles mas bajos del año los meses de invernales, incrementándose desde fines de primavera en adelante debido a cambios ambientales y fisiológicos en las plantas.

### **2.4.3 Digestibilidad del forraje.**

La digestibilidad de un alimento se define con más exactitud como la proporción del alimento que no es excretado por las heces y que se supone, por lo tanto que ha sido absorbido. Se expresa en relación a la materia seca como un coeficiente porcentual (McDonald *et al.* 1986).

La digestibilidad del forraje puede variar de 85 a 55% dependiendo de múltiples factores, pero los mas importantes se asocian al estado de madurez de las plantas (Teuber *et al.*, 2007).

La fracción de fibra bruta de un alimento influye sobremanera en su digestibilidad, tanto por su cantidad como por su composición química (McDonald *et al.* 1986).

Teuber *et al.*, (2007), señala que la fibra de detergente acido (FDA) cuantifica la cantidad de lignina y celulosa que puede ser utilizada para predecir la digestibilidad de un forraje, basada en la relación inversa entre esta última y los constituyentes fibrosos indigestibles de la pared celular.

Cuando no existen restricciones físicas de la pradera el consumo está directamente relacionado con la digestibilidad del forraje (Hodgson *et al.*, 1977). Existe una respuesta lineal de aumento del consumo a un incremento en la digestibilidad del forraje.

#### **2.4.4 Energía metabolizable.**

La energía metabolizable (EM) corresponde a la energía presente en la porción digestible de la planta, menos la pérdida de energía a través de la orina y gas metano producido durante la fermentación ruminal (Teuber *et al.*, 2007).

Este mismo autor señala que la evolución de la energía metabolizable a través del año en una pradera del sur de Chile bajo pastoreo, los mayores niveles de EM se registran en invierno e inicios de primavera, decayendo fuertemente cuando se acercan al verano y aumenta la proporción de tallos y lignificación de los tejidos.

#### **2.4.5 Proteína.**

La proteína presente en la pradera se divide en nitrógeno no proteico y proteína verdadera. Teuber *et al.*, (2007), señala que la fracción más importante de la proteína verdadera de los forrajes corresponde a la proteína degradable en el rumen, que es utilizada junto con el nitrógeno no proteico por los microorganismos ruminales para la síntesis de proteína microbiana (PM).

Este mismo autor menciona que el nitrógeno no proteico de los forrajes varía de acuerdo al estado de madurez fertilización nitrogenada y época del año. Es más alto en rebrotes vegetativos y bien fertilizados, especialmente en otoño e invierno y disminuye a medida que avanza la madurez de la pradera.

Demagnet *et al.*, (2006), evaluaron la composición química seleccionada por el ganado destinado la producción de carne en diferentes épocas del año (Cuadro 1). Al analizar los datos se observa una variación en la calidad nutritiva del forraje durante las diferentes épocas de crecimiento. Dichos resultados concuerdan con los obtenidos por Parga, (2003), el cual señala que existe una máxima calidad nutritiva en primavera, la cual desciende hacia el verano, debido

básicamente a las condiciones climáticas y los residuos post pastoreo dejados por los animales. Destacándose además que la calidad de los rebrotes mejora en otoño y se mantiene alta en invierno, época en que la disponibilidad es la gran limitante.

**Cuadro1:** Calidad de una pastura permanente consumida en pastoreo rotativo. Rio Bueno, Región de Los Lagos. Temporada 2003/06.

Parámetro de calidad	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Proteína Cruda (%)	26 - 31	31 - 35	19 - 35	19 - 26
Energía Metabolizable (Mcal kg <sup>-1</sup> MS)	2,4 - 2,6	2,4 - 2,7	2,3 - 2,7	2,3 - 2,6
Fibra Detergente Neutra (%)	48 - 57	46 - 53	46 - 52	50 - 56

**Fuente:** Demanet *et al.* 2006.

## 2.5 Factores de la pradera que controlan el consumo.

El consumo voluntario de forraje de un animal en pastoreo está fuertemente influenciado por el peso del forraje por unidad de área (disponibilidad), su distribución espacial (estructura) y por su digestibilidad (Balocchi, 2001).

### 2.5.1 Disponibilidad.

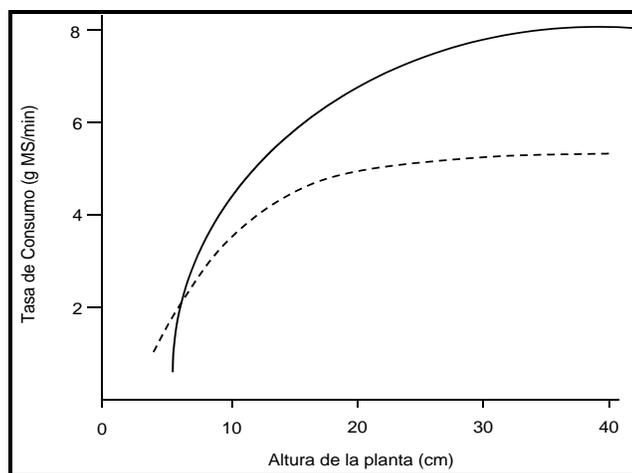
Hogdson, (1984) señala que la disponibilidad es uno de los factores más importantes en una pastura, ya que afecta el consumo de los animales en pastoreo, el cual puede ser modificado mediante el manejo del pastoreo al determinar la carga animal y productividad, además que mediante esta se pueden evaluar las estrategias de manejo de la pradera.

La ingestión de forrajes depende de la cantidad de pradera disponible, existiendo un nivel crítico por debajo del cual disminuye muy rápidamente. Este nivel es de 1.100 a 2.800 kg de MS/ha para ganado vacuno en pastoreo (Muslera y Ratera, 1991).

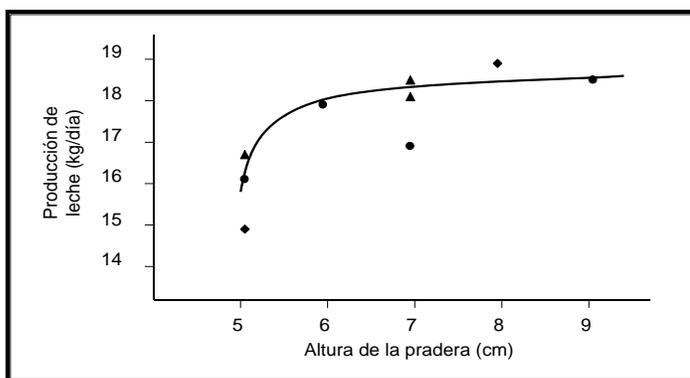
## 2.5.2 Estructura de la pradera.

### 2.5.2.1 Altura de la pradera.

Incremento en la altura de las praderas producen un aumento en el consumo y un aumento en la producción hasta un cierto límite que es dependiente del tipo de animal (Balocchi, 2001). Este mismo autor señala que la altura de la pradera determina la profundidad de cada bocado, factor que es el factor más sensible a las variaciones en la estructura de la pradera, esto referido a los cambios en la altura (Figura 2) y densidad de la pradera (Teuber, 2007).

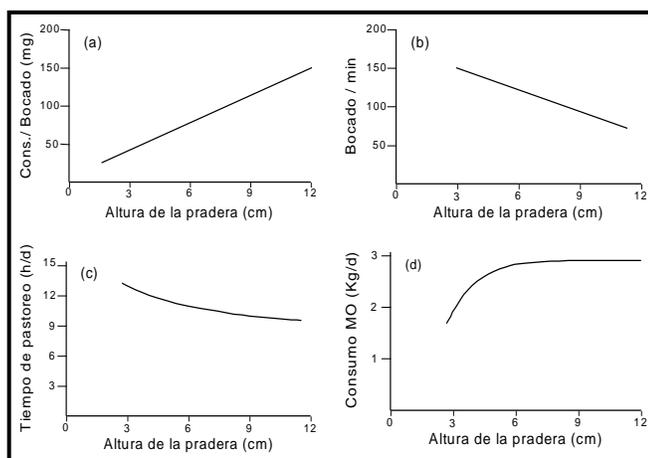


**Figura 2:** Relación entre altura de la pradera y tasa de consumo en corderos y ovinos adultos .Hodgson, (1986).



**Figura 3:** Efecto de la altura de la pradera sobre el nivel de producción de leche en un sistema de pastoreo continuo (Ernst *et al.*, 1980).

En praderas llenas de hojas, el peso de los bocados aumenta casi proporcionalmente con la altura del pasto, debido a la influencia determinante de la altura sobre el volumen o tamaño de los bocados. Praderas con hojas más altas permiten realizar un pastoreo más profundo, a la vez que posibilitan coleccionar una mayor superficie de pradera con la lengua en cada uno de los bocados recogidos (Teuber *et al.*, 2007).



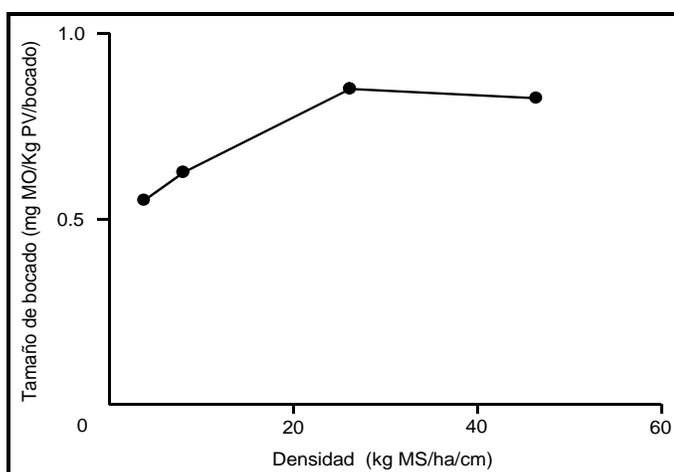
**Figura 4:** Influencia de la altura de la pradera sobre los componentes del pastoreo. Hodgson, (1986).

La reducción que produce en el tamaño de bocado una disminución en la altura de la pradera (Figura 4) 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, 2001).

Se ha observado que los bovinos en pastoreo rotativo consumen la pradera a través de la defoliación de los estratos u horizontes sucesivos. La profundidad de defoliación de cada horizonte o profundidad de los bocados, tiende a ser una proporción constante de la altura de las hojas, cercanas al 35%. (Teuber *et al.* 2007).

### 2.5.2.2 Densidad.

Una alta densidad de hojas en los horizontes o estratos superiores de la pradera (Figura 5) es clave para que el animal obtenga bocados pesados. La densidad de los horizontes pastoreados suele aumentar conjuntamente con la población de macollos por unidad de superficie y con la proporción de trébol en la pradera (Teuber *et al.* 2007).



**Figura 5:** Relación entre densidad de la pradera en los horizontes superficiales y el tamaño de bocado, en vacas lecheras Hodgson, (1982).

### 2.5.3 Digestibilidad.

En pastoreo no siempre la disponibilidad de la pradera es ilimitada y , por ello la influencia de la digestibilidad sobre la producción animal es mayor, especialmente en animales de necesidades nutritivas elevadas (Muslera y Ratera, 1991).

Currant y Holmes (1970) citados por Muslera y Ratera (1992) no encontraron, trabajando con vacas lecheras, diferencias de calidad de pradera ingerida cuando la digestibilidad variaba.

## 2.6 Manejo de pastoreo.

El consumo voluntario de forraje de un animal en pastoreo está fuertemente influenciado por el peso del forraje por unidad de área (disponibilidad), su distribución espacial (estructura) y por su digestibilidad. Todos estos factores pueden ser ampliamente manipulados a través del manejo del pastoreo

Según Romero (1991) el manejo del pastoreo sobre una pradera de ballica y trébol blanco tiene como objetivos principales:

- ✓ Asegurar que el forraje que crece sea utilizado por los animales y evitar pérdida de pasto.
- ✓ Asegurar que después de cada pastoreo, las especies que componen la pradera estén en condiciones de iniciar un vigoroso rebrote.
- ✓ Permitir el desarrollo y sobrevivencia de nuevos tallos, macollas y estolones.
- ✓ Mantener un buen balance de gramíneas (70%) y leguminosas (30%) para cumplir con las ventajas de su inclusión en la mezcla.
- ✓ Asegurar la calidad y cantidad de forraje a través del año, lo cual en cierta medida puede ser controlado por el pastoreo.

## 2.7 Frecuencia e intensidad de pastoreo.

### 2.7.1 Frecuencia.

La frecuencia de pastoreo está referida al intervalo entre dos utilizaciones sucesivas de un mismo potrero o sector de la pradera. Esta determina la cantidad de forraje acumulado al ingresar a una nueva franja o potrero (Teuber *et al.*, 2007).

Si la duración de la rotación es muy corta y los pastos se usan con demasiada frecuencia, las hojas nuevas no pueden alcanzar el ritmo de crecimiento máximo. Si el tiempo de rotación es prolongada, el pasto se encuentra muy alto dará sombra a las hojas inferiores haciéndolas morir y pudrirse, reduciendo el número y vigor de los nuevos rebrotes (Holmes, 1989).

Este mismo autor señala que no existe un tiempo óptimo (Cuadro 2) de duración de la rotación para todas las estaciones pero existen pautas para las diferentes estaciones.

**Cuadro 2:** Intervalo de pastoreo para cada estación

Estaciones	Duración de la rotación (o intervalo de pastoreo) (días)
Primavera	15 a 25
Verano	15 a 35
Otoño	25 a 35
Invierno	40 a 90

**Fuente:** Holmes, 1991.

Teuber *et al.*, (2007), señala que en verano la frecuencia de pastoreo puede ser variable dependiendo de las condiciones climáticas imperantes. La disponibilidad de ingreso recomendada fluctúa entre 2.000 y 2.400 kg MS/ha, siempre y cuando no se sobrepase los 35 días de descanso,

para evitar pérdidas importantes de calidad. Bajo condiciones climáticas favorables en esta época, la frecuencia de pastoreo debiera ser entre 20 a 30 días.

Este mismo autor señala que en verano en localidades sin déficit de humedad, los pastoreos pueden ser mas frecuentes o similares a los realizados en primavera (con disponibilidad de 2.200 a 2.600 kg MS/ha y de 14 a 25 días de frecuencia entre pastoreos), en casos de sequia extrema se debe prolongar el pastoreo a 50 días o mas.

Parga, (2003), señala que las fitomasas pre-pastoreo recomendadas para verano y otoño debieran ser cercanas a 2.200 kg de MS/ha, siempre y cuando no se sobrepase los 35 días de descanso, para evitar pérdidas importantes de calidad. Bajo condiciones climáticas favorables, la frecuencia de pastoreo debiera ser entre 20 y 30 días.

### **2.7.8 Intensidad.**

La mayoría de las experiencias han demostrado que el pastoreo intenso tiene un efecto negativo en el ritmo de crecimiento de las praderas, ya que produce una insuficiente fotosíntesis por las hojas residuales para permitir el rebrote rápido, inmediatamente después del pastoreo (Holmes, 1991).

Además Holmes (1991), señala que estudios recientes, incluyendo pastoreo de vacas lecheras demuestran que el pastoreo intenso, siempre a que no llegue al extremo, determina un incremento en la producción de la pradera.

En ensayo de evaluación de producción de praderas en relación al intervalo entre aprovechamientos, los cuales repercuten en la disponibilidad de materia seca y altura de la pradera, los rendimientos son mas elevados cuando los intervalos entre aprovechamiento son mas largos. Cuando se comparan intensidades de aprovechamiento, estimada por la altura del

forraje remanente, las producciones más elevadas se obtienen cuando el aprovechamiento, ha sido menos intenso (Muslera y Ratera, 1991).

El pastoreo intenso continuado durante el tiempo cálido y seco puede perjudicar la pradera con la muerte de las ballicas, mientras que el pastoreo ligero puede reducir el crecimiento del trébol blanco (Holmes, 1991).

Teuber *et al.*, 2007, en estación de verano sugiere pastorear menos severamente, dejando no a menos de 1.600 kg MS/ha de residuo, debido al déficit de humedad del suelo que normalmente ocurre en esta época.

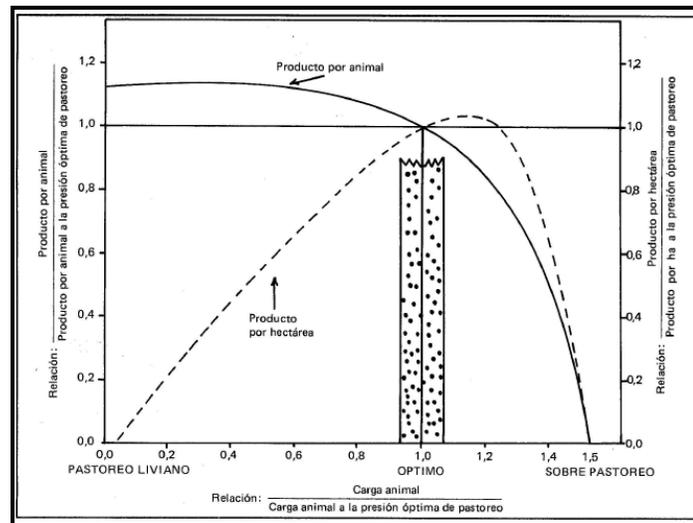
## **2.8 La carga animal y sus efectos.**

La carga animal corresponde al número de animales por unidad de tierra y por un tiempo definido (Ruiz, 1996).

La carga animal afecta simultáneamente la producción individual del animal (carne, leche, lana) y la producción por hectárea. En ningún caso ambas variables pueden ser máximas simultáneamente (Ruiz, 1996).

McMeekan, (1956), menciona que un aumento en la carga animal produce un aumento en la producción de leche por hectárea y una disminución en la producción por vaca.

La mayor parte de las relaciones entre cargas y parámetros de producción animal se han determinado con información de novillos (Figura 6). Con una bajo una carga muy liviana, la ganancia del animal es influenciado poco o nada; si la presión es muy alta, la ganancia puede ser negativa (Mott, 1960).



**Figura 6:** Relación entre carga animal y ganancia/animal y ganancia / ha. Mott, 1960.

La carga ganadera puede afectar al crecimiento de la hierba, a la utilización del pasto (y a la cantidad de hierba no utilizada) y por su efecto sobre el nivel de alimentación del ganado, puede influir también sobre la eficiencia de transformación. La carga ganadera tiene gran importancia como determinante de la productividad por hectárea (Holmes, 1989).

El empleo de cargas ganaderas muy elevadas puede determinar un sobre pastoreo en ciertos momentos del año como por ejemplo en verano. Si es severo puede reducirse la producción total de hierba (Holmes, 1989).

Según Muslera y Ratera, (1991), mencionan que cuando la carga aumenta, la cantidad de hierba disponible por animal y día disminuye, y la utilización de la hierba es mayor. Un aumento en la carga animal aumenta la cantidad de heces devueltas y mejora su distribución. Con cargas bajas la acumulación de forraje disminuye por las dosis relativamente altas de descomposición del forraje existente.

En los experimentos realizados con vacas lecheras (Mc Meekan y Walshe, 1963), con sistemas de pastoreos semi-libres y racionado, se llega a la conclusión de que la producción

máxima por hectárea se obtiene con cargas mas elevadas, aunque se produzca una disminución en la producción individual.

Muslera y Ratera, (1991), señala que con pastoreo rotacional se explica la influencia de la carga sobre las producciones individuales y por hectárea , donde concluye que un aumento en la carga reduce la cantidad de forraje ofrecido al ganado, y el nivel de consumo de materia orgánica, pero mejora la utilización de la pradera ofrecida.

Las vacas lecheras son más sensibles que un novillo a la disminución de la calidad del forraje. Por otra parte la carga muy pesada no detiene la producción de leche inmediatamente, ya que el animal recurre a las reservas corporales, pero después de algunos días el animal dejara de producir; obviamente en este caso la curva de leche por hectárea no puede pasar más allá de cero y ser negativa (Ruiz, 1996).

## **2.9 Pastoreo en franjas.**

El pastoreo en franjas es similar al pastoreo rotativo, con la diferencia que es más intensivo. Este método de pastoreo consiste en delimitar sectores dentro de un potrero, denominado franjas, para ser pastoreadas durante un periodo definido de tiempo (0,5 a 3 días), dependiendo del manejo y de la categoría de animales en engorda u otros. (Teuber *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 (Ponce 2001).

Este mismo autor señala que mediante este esquema permite mejorar la productividad de la pradera y minimizar la selectividad de los animales por determinadas especies, lo que permite aumentar la carga animal y en consecuencia también la producción de leche por hectárea.

## **2.10 Ensilaje como alimento en vacas de lechería.**

El valor nutritivo de los ensilajes está determinado principalmente por la composición del forraje al momento de la cosecha y por las modificaciones químicas que toman lugar durante el proceso de ensilado. El valor nutritivo del ensilaje es siempre menor en relación al material de origen, siendo la magnitud de estos cambios dependiente de las medidas que se adopten para conducir el proceso de conservación técnicamente en la forma más adecuada. (Gonzales, 1994).

Este mismo autor señala que, en el caso de los rumiantes, el uso de forrajes voluminosos está estrictamente limitado por aspectos del consumo voluntario. La biología del consumo voluntario es compleja, pero está claro que interactúan factores relacionados con el animal, el alimento y el ambiente (Faverdin, 1985).

En este sentido, la cantidad total de alimento consumido por un rumiante en un determinado período de tiempo, depende de la frecuencia de alimentación, la duración de cada ingesta y de la tasa de ingestión durante cada comida (Bines, 1976).

Cabe destacar que los ensilajes tienen una gran variabilidad en su composición química como resultado de los diferentes modelos de fermentación, por lo que la predicción del consumo en dietas basadas en ensilajes, es particularmente problemática. (Gonzales, 1994).

Existe un gran volumen de información que indica que el consumo voluntario de ensilajes de pradera es menor que el consumo de la pradera fresca (Moore et al., 1960; Gordon et al., 1961; Harris y Raymond, 1963; Demarquilly, 1973). En general, se ha establecido que existe una relación positiva entre el contenido de materia seca de los ensilajes y el consumo voluntario (Mc Donald, 1981).

Por ejemplo, Rohr y Thomas (1984) y posteriormente Gordon (1988), al comparar una serie de experimentos que involucraban el uso de ensilajes premarchitos y de corte directo en vacas lecheras, concluyeron que al premarchitar, el consumo voluntario de ensilajes aumentaba

entre un 4 - 6 %. Sin embargo, los mecanismos que explican el efecto del aumento del contenido de materia seca del ensilaje sobre su consumo voluntario no están claramente establecidos.

El contenido de agua per se parece tener muy poca influencia (Mc Donald et al, 1991). El aumento en el consumo voluntario sería entonces indirecto, se postula que un aumento en el contenido de materia seca actuaría principalmente restringiendo la intensidad de la fermentación, retardando la actividad de los microorganismos especialmente los clostridios. Esto lleva a una reducción de la concentración de ácidos totales y a una disminución del contenido de nitrógeno amoniacal.

Es importante señalar además, que en la mayoría de los experimentos revisados, este aumento del consumo de materia seca no se ve reflejado en un aumento de la producción de leche o carne. (Elizalde, 1993).

Demarquilly (1980), señala que el menor consumo de los forrajes ensilados no se debe a efectos de llenado del rumen, el cual es menor para el caso de pasto fresco, sino que se debe a una menor tasa de ingestión la que refleja una menor palatabilidad, relacionada a la presencia de productos de fermentación (Cuadro 3) que entregaría olores y sabores desagradables en el ensilaje.

**Cuadro 3.** Efecto de la intensidad de fermentación del ensilaje con la composición química, comportamiento ingestivo, consumo de materia seca y respuesta productiva en vacas lecheras.

	GRADO DE FERMENTACIÓN EN EL ENSILAJE		
	Extensiva	Moderadamente restringida	Restringida
Contenido de m.s. (%)	20	20,5	21,1
<u>Composición de la m.s. (%)</u>			
Proteína cruda	16,0	16,1	17,0
Nitrógeno amoniacal	7,5	6,0	6,8
pH	3,70	3,73	3,86
Acido láctico	13,1	9,1	5,0
Carbohidratos solubles	0,7	1,1	4,5
F.D.A m.	31,0	30,8	30,5
A.G.V.	3,1	2,5	2,3
<u>Comportamiento ingestivo y consumo de m.s.</u>			
Número de comidas/día	11,0	9,8	9,7
Tamaño de comidas (Kg/m.s)	1,0	1,3	1,4
Tasa de consumo (g m.s./min)	46,5	56,2	63,2
Consumo diario de m.s	11,1	12,5	13,3
<u>Respuesta productiva</u>			
Producción de leche (lt/día)	21,9	23,5	24,0
Sólidos:grasa, proteína y lactosa (Kg/día)	2,50	2,78	2,90

Fuente: Elizalde, 1993.

La digestibilidad de los forrajes ensilados depende fundamentalmente de la digestibilidad del cultivo original (Thomas y Thomas , 1985).

Mc Ilmoyle (1977) señala que el factor más importante que se encuentra afectando la respuesta animal al uso de ensilaje es el estado fenológico al corte de la pradera.

Mather *et al.* (1959), señala que el estado de desarrollo de la planta en el momento de la cosecha, es más importante que el método de cosecha y almacenamiento. De ahí entonces que una consideración realmente significativa a tener en cuenta para obtener el mejor resultado de los

procesos de ensilaje, sea cosechar cada cultivo en la etapa de madurez más apropiada (Carámbula, 1977).

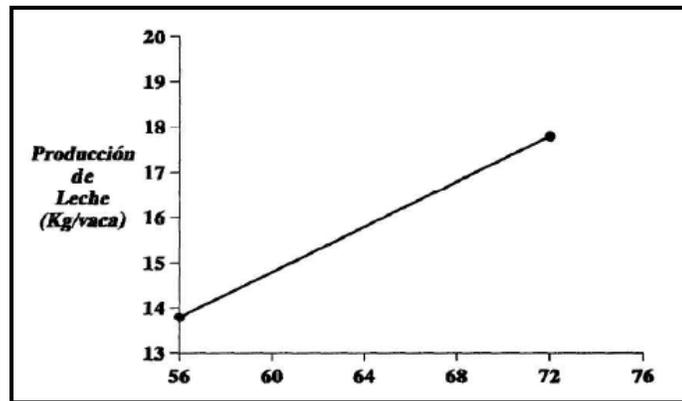
Al respecto, Mc Ilmoyle (1976), al comparar ensilajes provenientes de una pradera de ballica perenne cosechada en dos estados de crecimiento, obtuvo que la digestibilidad de la materia seca disminuyó en el corte mas tardío y que el consumo de materia seca fue mayor en el ensilaje cortado temprano. A la vez, las ganancias de peso vivo fueron mayores al cosechar tempranamente (Cuadro 4).

**Cuadro 4:** Efecto del estado de madurez sobre la digestibilidad en la M.S., consumo voluntario y respuesta animal.

Días de rezago	Digestibilidad de la m.s. (%)	Consumo voluntario (Kg m.s/día)	Ganancia de peso vivo (Kg/día)
42	70	4,6	0,73
63	62	4,5	0,50

**Fuente:** Mc Ilmoyle de (1976).

Se han encontrado relaciones positivas entre parámetros tales como concentración de energía, contenido de materia seca sobre el consumo o producción.(Gonzales, 1994).



**Figura 7:** Efecto de la digestibilidad del forraje en la producción de leche. Gonzales, 1994.

### 2.11 Las vacas lecheras y su producción.

La respuesta en la producción de leche, el aumento o pérdida de peso, varía con el potencial genético, fase de lactación e historia nutritiva. Las vacas de alta producción responden produciendo mas leche por cada unidad de alimento adicional en comparación a las vacas de baja producción, en estas la mayor respuesta se da en los aumentos de peso. (Bondi, 1988).

Según Cañas, (1995) en los primeros meses de la lactación los efectos de una deficiencia alimenticia son pequeños y difíciles de evaluar, notándose la consecuencia en las semanas siguientes. Las necesidades de las vacas durante este periodo están directamente relacionadas a la curva de lactación

Experimento realizados por Blaxter, (1967), señalan que la respuesta en la secreción de leche al aumento en la cantidad de alimentos, aumenta la producción de leche.

### 2.12 Composición botánica.

Según Ruiz, (1996), la frecuencia en la defoliación afecta la competencia de especies en una mezcla y pueden ocurrir cambios drásticos en la composición botánica, especialmente si se

tiene características morfológicas diferentes. Al existir diferente periodo de madurez entre las especies, tiende a producirse el dominio de una especie u otra.

Hargreaves *et al.*, (2001), mencionan que el trébol blanco tiene una recuperación rápida después del pastoreo, lo que favorece una mayor eficiencia de aprovechamiento.

Muslera y Ratera (1991), señalan que la ballica perenne se adapta mejor a sistemas de aprovechamiento intenso y relativamente frecuente, ya sea en pastoreo o corte, mediante los cuales domina y compite con otras gramíneas y especies residentes obteniendo producciones elevadas.

Los animales también pueden alterar la composición de la pastura a través del pisoteo, muchas gramíneas son mas tolerantes que otras y las leguminosas son normalmente menos tolerantes que las gramíneas al pisoteo (Andrae, 2004).

## **2.13 Medición de la pradera.**

### **2.13.1 Método indirecto para medir praderas.**

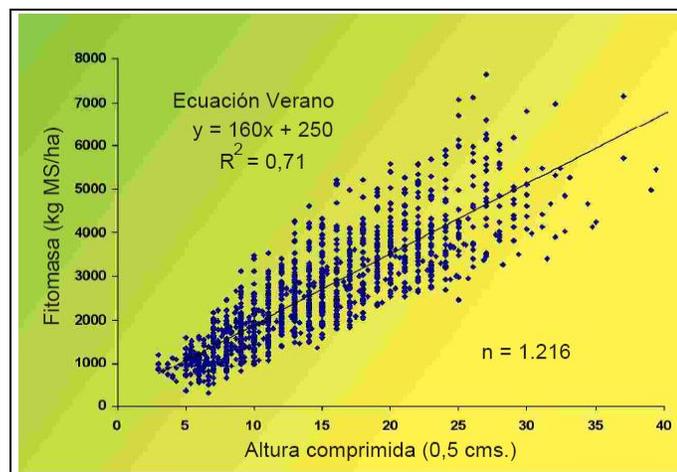
Descrito por Holmes (1974), como un disco de aluminio de 30 cm de diámetro y 1,9 cm de grosor con una vara por la cual se desliza un disco, fuste marcado a 0,5 cm de distancia, determina el volumen de forraje y se compone por altura, densidad y comprensibilidad.

Este mismo autor señala que el plato medidor de forraje registra una altura que está en función de la densidad del forraje que varía de acuerdo a la cobertura, altura y estado fisiológico de la pradera.

Teuber *et al.*,(2007), indica que al existir mayor densidad de plantas mayor será la oposición de la pradera al peso del disco, como también de praderas en estado reproductivo o vegetación mas lignificada ofrecen mayor resistencia al peso del plato.

Este mismo autor señala que independiente del tipo de plato medidor, se necesita un adecuado proceso de calibración para obtener una ecuación lineal ( $y = ax + b$ ) que transforme satisfactoriamente la altura comprimida del plato a cantidad de forraje disponible (kg/MS/ha).

Teuber *et al.*, (2007) señala que la mayor pendiente de la ecuación de calibración para el plato durante la estación de verano se registro ( $160x$ ) ya que durante los meses estivales las condiciones ambientales de alta temperatura y baja humedad relativa elevan el contenido de materia seca del forraje, debido al estado reproductivo de las plantas y una alta proporción de tallos y materias senescentes. Todas estas características señalan que en verano a una misma altura de la pradera, la disponibilidad de materia seca es mayor. El intercepto de la ecuación para este periodo baja críticamente a 250, debido a la alta mortalidad de macollos lo que provoca una disminución de la cobertura de la pradera (Figura 18).



**Figura 8:** Ecuación de calibración para la estación de verano en praderas permanentes del sur de Chile libro Teuber, 2007.

## 2.14 Costos en la producción de leche

La pradera es el alimento de menor costo y debe ser utilizada en la forma mas eficiente posible, complementada de acuerdo a sus limitantes nutricionales (Klein, 2001).

En las pequeñas y medianas empresas la incidencia de los costos fijos es mas alta que en las grandes empresas. Por otra parte, las explotaciones lecheras mas intensas, pueden alcanzar la mas alta rentabilidad, sin embargo presentan una mayor sensibilidad al precio pagado por el precio de la leche, es decir, un disminución en el precio afecta la rentabilidad (Ponce, 2001).

El mayor ingreso neto (margen neto) en lecherías se obtiene con vacas alimentadas a base de pastoreo, en comparación a vacas estabuladas. (Navarro, 1996).

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

#### **3.1 Ubicación del ensayo.**

El ensayo se encuentra ubicado en la Estación Experimental Maquehue predio perteneciente a la Universidad de La Frontera, ubicado 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.**

El ensayo se estableció en un suelo andisol del llano central de la región de la Araucanía, el cual presenta una topografía de lomajes suaves y planos. La serie Freire presenta suelos trumaos que se caracterizan por ser terrenos planos (Ruiz, 1996). Además estos suelos presentan limitaciones en la disponibilidad de fósforo (Romero, 1996).

La temperatura máxima media corresponde a 24,5 ° C (enero), mientras que la mínima media es de 4,1 ° C (julio). Presenta una pluviometría de 1.328 mm anuales El periodo libre de heladas se concentra entre los meses de enero y febrero. El periodo de déficit hídrico se presenta desde noviembre a marzo. (Rouanet, 1983).

La investigación se desarrolló bajo las siguientes características las que se destacan en el Cuadro 5 correspondiente precipitación (mm) y el Cuadro 6 que corresponde a la información de temperatura registrada en el periodo estudiado.

**Cuadro 5:** Precipitación (mm) promedio de los diferentes meses. Registro histórico año 1981/2007 y registro promedio 2007/2008

Mes	2007/2008	1981/2007
Agosto	66,6	101,2
Septiembre	2,8	88,7
Octubre	48,3	86,8
Noviembre	23	57,1
Diciembre	35,3	45,9
Enero	19,5	17,2
Febrero	10,0	12,9
Marzo	20	22,0
Abril	153,3	26,2

Precipitación mensual promedio correspondiente al periodo 1981/2007. Temporada 2007/2008. Universidad católica de Temuco. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Estación meteorológica. Lat. 38°44' Long. 38° 44' Alt. 110 m.s.n.m.

**Cuadro 6:** Temperaturas promedio de los diferentes meses. Registro histórico año 1981/ 2007 y registro promedio 2007/2008.

Mes	2007/2008		1981/2007	
	T° min.	T° max.	T° media	T° media
Agosto	-1,5	18,9	6,6	12,2
Septiembre	0,2	22,3	10,4	14,1
Octubre	2,3	25,2	12,3	16,3
Noviembre	4	27,1	13,5	10,3
Diciembre	5,9	29,5	15,6	8,6
Enero	3,3	28,9	16,1	17,4
Febrero	0,9	36,8	18,8	17,3
Marzo	1,7	32,7	17,2	15,5
Abril	-2,8	23,8	10,5	12,3

Temperatura mensual promedio correspondiente al periodo 1981/2007. Temporada 2007/2008. Universidad católica de Temuco. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Estación meteorológica. Lat. 38°44' Long. 38° 44' Alt. 110 m.s.n.m.

### **3.3 Pre-cultivo y preparación.**

En la investigación se trabajó en praderas permanentes de la Estación Experimental Maquehue en potreros asignados para el consumo animal. Se evaluó el consumo de dos praderas, de cuatro y cinco años, las cuales tenían como pre-cultivo de *Avena sativa* para grano y pastoreo respectivamente.

### **3.4 Siembra.**

El primer potrero se estableció en el mes de abril del año 2003, con una mezcla forrajera de *Lolium perenne* cv. Foxtrot, *Lolium perenne* cv. Calibra y *Trifolium repens* var. Nuciral correspondientes a 12,5 kg/ha, 12,5 kg/ha y 3 kg/ha de semillas respectivamente.

El segundo potrero se estableció en el mes de abril del año 2003, con mezcla forrajera de *Lolium perenne* cv. Jumbo y *Trifolium repens* cv. Pitau con 25 kg ha<sup>-1</sup> y 3kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Ambas siembras se realizaron con máquina cerealera, en un sistema de siembra directa con una distancia entre hilera de 17,5 cm.

### **3.5 Fertilización.**

**3.5.1. Fertilización siembra.** Los requerimientos de la pradera y la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo para las plantas, es determinado mediante el análisis de suelo correspondiente (Cuadro 7). La aplicación de nutrientes se realizó al surco de siembra mezclado con las semillas.

Se aplicaron a la siembra en el mes de abril del 2003 para el potrero 1 las siguientes unidades de fertilizantes.

- ✓ 174 Kg  $P_2O_5$   $ha^{-1}$ ;
- ✓ 34 kg de N  $ha^{-1}$ ;
- ✓ 55 kg de  $K_2O$   $ha^{-1}$ ;
- ✓ en la forma de Superfosfato Triple, Fosfato Monoamónico y Nitrato de Potasio.

En el mes de abril del 2003 para el potrero 2 se aplicaron las siguientes unidades de fertilizantes.

- ✓ 153 Kg  $P_2O_5$   $ha^{-1}$
- ✓ 35 kg de N  $ha^{-1}$
- ✓ 77 kg de  $ha^{-1}$
- ✓ 34 kg de  $K_2O$   $ha^{-1}$
- ✓ en la forma de Superfosfato Triple, Fosfato Monoamónico, Nitrato de Potasio y Cloruro de Potasio

**3.5.2 Fertilización post- siembra:** Aplicación potrero 1, a inicio de macolla 72 kg de N  $ha^{-1}$  en la forma de Urea. Aplicación primer talajeo (Agosto 2004) 45 kg de N  $ha^{-1}$  en la forma de Supernitro 30.

Aplicación a inicio de macolla potrero 2. 105 kg de N  $ha^{-1}$  en la forma de Urea y 60 kg de  $ha^{-1}$   $K_2O$  en la forma de Cloruro de Potasio.

**Cuadro 7:** Análisis químico de suelo del área estudiada, Estación Experimental Maquehue. Laboratorio análisis químico de suelos. Departamento de Agroindustria, Universidad de La Frontera

Muestreo / Potrero	1		2	
	2007	2008	2007	2008
N (mg/kg)	-	-	-	-
P (mg/kg)	7	8	6	8
K (mg/kg)	188	176	113	188
pH(en agua)	6.01	6.07	5.87	5,96
Materia Organica %	-	-	-	-
K(cmol+/kg)	-	-	-	-
Na(cmol+/kg)	-	-	-	-
Ca(cmol+/kg)	6.64	7.38	8.01	6.22
Mg(cmol+/kg)	1.31	1.34	1.51	1.36
Al(cmol+/kg)	-	-	-	-
Saturacion 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 ( $H_2PO_4$ ) 20, 01 mol/L; Ca, Mg, K y Na intercambiable: extracción con  $CH_3COONH_4$  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.

### 3.6 Preparación del ensilaje.

La preparación del ensilaje (Cuadro 8) se realizó mediante corte directo, la especie utilizada corresponde a *Lolium perenne*, no se incorporaron aditivos al ensilaje. Se preparó a partir del 29 de noviembre y se terminó el 5 de diciembre 2007.

**Cuadro 8:** Análisis químico de ensilaje. Estación Experimental Maquehue. Laboratorio análisis químico de suelos. Departamento de Agroindustria, Universidad de La Frontera

N° Laboratorio	518-08
M.S. (%)	26.3
PROTEINA BRUTA (%)	6.75
E.E. (%)	9.76
pH	3.92
N-NH <sub>3</sub> (%)	3.63
F.D.N (%)	57.7
F.D.A (%)	30.5
E.M. (Mcal/kg)	2.29

E.M. Mcal/kg= calculo por ecuación de regresión lineal en base a F.D.A. los valores están expresados en base materia seca de 105°C.

### 3.7 Preparación concentrado.

El concentrado proporcionado a los animales corresponde a una preparación industrial (Suralim vaca 17), cuya composición se detalla a continuación (Cuadro 9).

**Cuadro 9:** Análisis químico de concentrado.

Análisis Químico	
Humedad máxima(%)	13,5
Extracto etéreo min (%)	-
Proteína (%)	17,3
Energía metab (McalKg)	2,8
Calcio grs por kg no menos de	0,16
Fosforo grs por kg no menos de	0,56
MS(%)	88

**Ingredientes:** Granos de cereales y sus derivados, coseta , melaza, afrecho de oleaginosas, afrecho de leguminosas, grasas , fuentes de nitrógeno no proteico y sales minerales.

### **3.8 Periodo no experimental.**

Previo a la toma de datos se realizó una visita al predio el día 20 de Diciembre del 2007 para hacer el levantamiento topográfico de las zonas a pastorear para facilitar la toma de datos, además para conocer el manejo del predio. No se realizaron cambios en el sistema de manejo ya que corresponde a una unidad de producción que financia la estación experimental Maquehue.

El pastoreo se realizó en forma aleatoria según el manejo utilizado habitualmente por la administración del predio.

### **3.9 Periodo experimental.**

El periodo experimental se inicia en día 2 de enero del 2008 y finaliza el día 28 de febrero del 2008. Se utilizó el Rissing plate meter el cual mide la altura comprimida de la pradera. Se utilizaron 73 animales promedio de raza Holstein Friesian, los cuales son destinados a la producción comercial de leche en el predio.

Diariamente se registró el consumo de alimentos que componen la ración alimenticia, con respecto a la pradera se registró la entrada (pre-pastoreo) y la salida (post-pastoreo), posteriormente se utilizó la ecuación para la estación de verano generado en el proyecto FIA denominado manejo del pastoreo del año 2007.

Además los animales fueron suplementados con concentrado, durante todo el periodo con 5 kg por animal diariamente. El ensilaje de ballica suministrado se realizó por corte directo y se incorporo desde la semana cinco en adelante.

Cada pastoreo se designó, según lo dispuesto en el predio, ya que se trata de un rebaño comercial.

En las limitaciones de las franjas asignadas se utilizó cerco eléctrico, marca Gallager Power Fencer. Para los animales el agua estuvo disponible durante todo el periodo estudiado.

Con respecto a la producción de leche, se midió el estanke en forma diaria y se obtuvo un promedio de producción animal.

### **3.10 Diseño experimental.**

El experimento no presentó un diseño específico, no obstante se utilizaron franjas diarias para el consumo animal. 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 asignada correspondía a 88 franjas promedios de  $0.957 \text{ ha}^{-1}$ , con una superficie total de  $30,6 \text{ ha}^{-1}$  destinados para el consumo de pradera.

### **3.11 Tratamiento.**

En esta investigación no se utilizaron tratamientos, se trabajó con unidades de tiempo y superficie asignada divididas por semana para el análisis correspondiente de consumo alimenticio.

### **3.12 Evaluaciones.**

**3.12.1 Consumo aparente pradera:** El forraje consumido por los animales se midió con el rissing plate meter (plato medidor de pasturas), y se obtuvo mediante diferencias ente el forraje disponible (pre-pastoreo) y el residuo (post-pastoreo), de cada franja pastoreada. Se estimó el consumo de pradera consumida y los resultados se expresaron en  $\text{kgMS/animal}$ .

**3.12.2 Consumo aparente de Concentrado:** La ingesta de concentrado por parte de los animales se midió diariamente al ingresar el rebaño a la sala de ordeña. Este resultado se expresó en kgMS/animal.

**3.12.3 Consumo aparente de ensilaje:** El consumo de ensilaje consumido por los animales, se midió en m<sup>3</sup> previamente. Posteriormente se traspaso a volumen de carro de alimento suministrado para el rebaño. Este valor se expresó en kgMS/animal

**3.12.4 Producción de leche:** Se midió a nivel de estanke el volumen de leche producido por el rebaño diariamente, posteriormente se obtuvo el valor por animal dividiendo la cantidad producida por la cantidad de animales ordeñados. Este valor se expresó en l/animal.

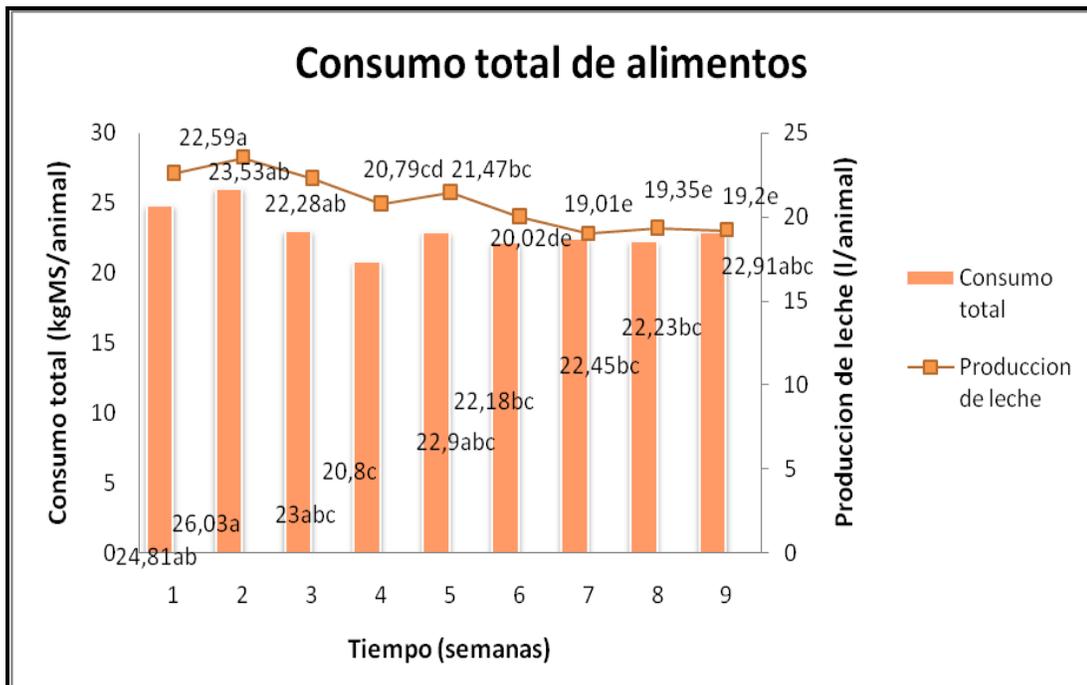
### **3.13 Análisis estadístico.**

Los datos obtenidos durante la etapa experimental fueron analizados con el programa estadístico SPSS 11.5, los cuales fueron sometidos a análisis de varianza y los resultados que presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) fueron comparadas mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de un 5%. Además se segmentó por grupos el aporte de concentrado y ensilajes en la producción de leche y se realizó una regresión lineal para todas las variables.

## 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADO

### 4.1 Consumo total de alimentos

El consumo total corresponde a suma de los diferentes alimentos ingeridos por el animal y que se asocian a la producción de leche. (Figura 9).



**Figura 9:** Consumo total de alimentos (kgMS/animal) y la producción de leche (l/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).

La mayor producción de leche se observa en la semana dos con un promedio de 23,53 l/animal esto asociado al consumo de MS promedio de 26,03 kgMS/animal, la más alta registrada durante la época de estudio. Durante las siguientes semanas se observa una disminución promedio de un 12,5% en la producción de leche con respecto a la semana dos.

Esto se asocia a la disminución en el consumo total MS registrado durante el estudio (Cuadro 10). Al estabilizarse el consumo de MS/animal durante las ultimas semanas (siete, ocho y nueve respectivamente) la producción de leche mantiene constante.

**Cuadro 10:** Consumo total de alimentos (kg/MS/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).

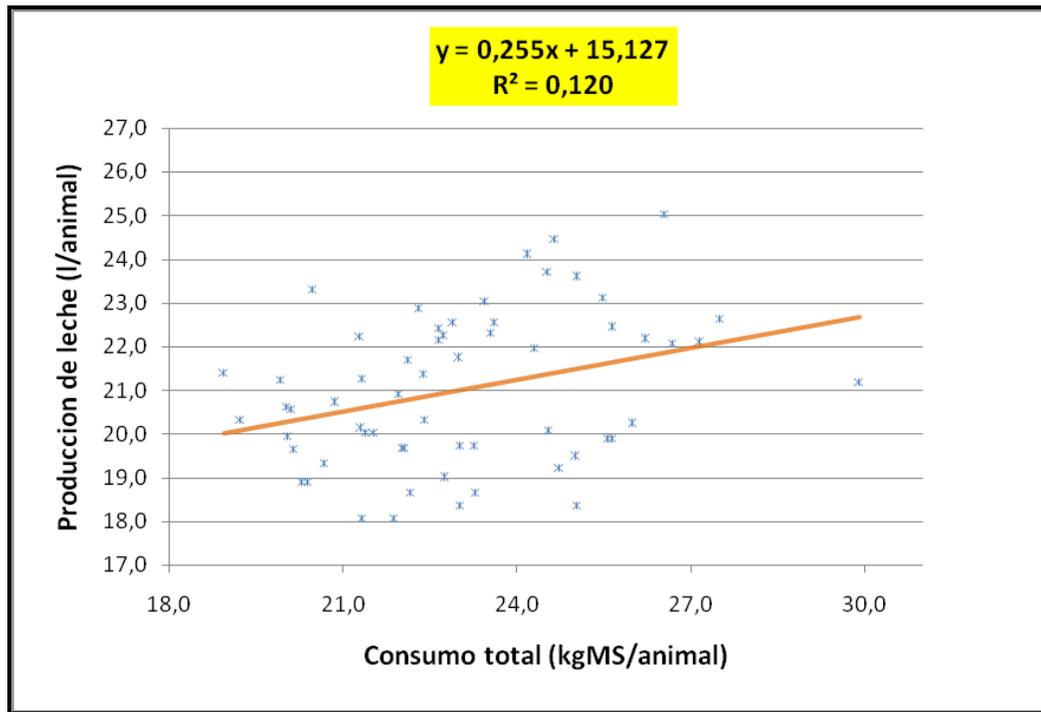
Alimento	Semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Consumo total	24,81ab	26,03a	23,00abc	20,8c	22,90abc	22,18bc	22,45bc	22,23bc	22,91abc
Leche	22,59a	23,53ab	22,28ab	20,79cd	21,47bc	20,02de	19,01e	19,35e	19,2e

Cifras con diferentes letras indican diferencias significativas dentro de las semanas según Prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) los coeficientes de variación para las diferentes semanas para praderas corresponden a 8,4%; 7,8%; 1,78%; 6,5%; 12,8%; 12,5%; 10,1%; 6,7% y 3,5% respectivamente. En producción de leche el coeficiente de variación para las diferentes semanas corresponden a 2,4%; 5,39%; 1,25%; 3,1%; 6,39%; 3,8%; 3,0%; 4,5%, 3,2%.

Según estudio realizados por Demanet (2007) en producción de leche, el consumo de MS total de alimentos promedio para el mes de enero corresponde a 21,2 kg MS/animal, esto se acerca a lo obtenido en esta investigación, la cual promedió 23,1 kgMS/animal durante las primeras cinco semanas del estudio que corresponden al mes de enero. Durante el mes de febrero el consumo total de alimentos determinado corresponde a 18,1 kgMS/animal, durante el estudio la temporada registró un consumo de 22,44 kgMS/animal superior a lo obtenido por los productores.

En la correlación de datos realizadas (Figura 10), para la variable de consumo total de alimentos (kg MS/animal), con respecto a la producción de leche (l/animal), se observa una fuerte asociación entre las variables ( $r=0,346$ ). Lo que indica que existe una relación cercana al 30,9% entre las variables anteriormente analizadas.

Al realizar la regresión lineal se obtuvo que por cada kgMS del consumo total de alimentos se aumento 0,255 (l/animal) en la producción de leche. Sobre una de producción base de 15,12 l/animal.

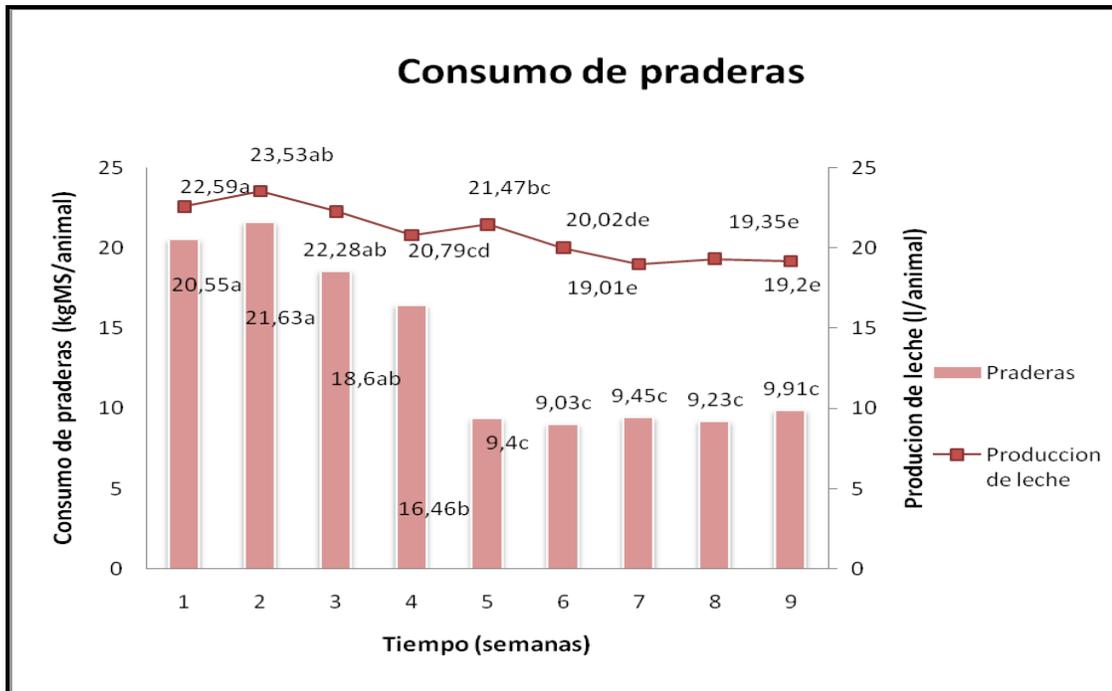


**Figura 10:** Relación entre el consumo total (kgMS/animal) y la producción de leche (l/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Blaxter, (1967), el cual señala que al aumentar la ingesta de alimentos aumenta la producción de leche, dichos valores aumentan por kg/alimento consumido desde 0,661 l/animal cuando la producción de leche diaria es de 10 l/animal y que puede llegar hasta un aumento hasta 0,171 l/animal cuando es cercana a los 25 l/animal.

## 4.2 Consumo de praderas

El consumo de praderas kgMS/animal, se registró durante nueve semanas. a partir de la semana cinco el consumo disminuye en un 50 % aproximadamente (Figura 11).



**Figura 11:** Consumo de pradera (kgMS/animal) en el tiempo. Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).

Durante las primeras semanas (Figura 11), se produce un descenso en el consumo de MS aportado por la pradera con respecto a la semana de mayor consumo (semana dos) en un 49%, 14% y un 23% correspondiente a las semanas uno, tres y cuatro. A partir de semana cinco hasta la nueve, se produce una disminución de consumo promedio de un 56% con respecto a la semana dos, donde se registro el mayor consumo en el periodo estudiado.

Esta disminucion se atribuyé a la oferta de la pradera, por lo cual se restringe la alimentación y se hace una suplementacion a partir de la semana cinco en adelante respectivamente.

Evaluaciones en praderas realizados por Demanet, (2007), señala que el consumo de MS/animal durante el mes de enero corresponde a 14,2 kgMS/animal. Estos datos no concuerdan con los obtenidos en esta investigación para el mes de enero ya que son superiores con valores de 18,8 kgMS/animal. Para el mes de febrero el mismo estudio señala que la ingesta de praderas corresponde a 11 kgMS/animal, valores mayores a los registrados durante en esta investigación, el promedio para el mes de febrero es de 9,4 kgMS/animal.

Cuando la carga animal es alta o aumenta la cantidad de pradera disponible por animal la utilizacion de la padera es mayor. Muslera y Ratera (1991) , mencionan que la oferta de 15 kgMS/animal/dia correspondiente solo a la fraccion de praderas, permite obtener una buena utilizacion, asi como atenuar variaciones estacionales en la produccion. Esto concuerda con lo obtenido, desde la semana uno a la cuatro donde el consumo es mayor a 15 kgMS/animal y la produccion de leche disminuye paulatinamente.

Se observaron diferencias significativas ( $P \leq 0,005$ ) entre las diferentes semanas analizadas (Cuadro 11), el mayor consumo se registró en la semana dos correspondiente a 21,63 kgMS/animal con una producción de 23,53 l/ animal la mayor registrada durante las diferentes semanas, con respecto al menor consumo de praderas esta se registró en la semana seis con un consumo de 9,03 kgMS/animal y una producción de 20,02 l/animal.

**Cuadro 11:** Consumo de praderas (kg/MS/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).

Alimento	Semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pradera	20,55a	21,63a	18,60ab	16,46b	9,40c	9,03c	9,45c	9,23c	9,91c
Leche	22,59a	23,53ab	22,28ab	20,79cd	21,47bc	20,02de	19,01e	19,35e	19,2e

Cifras con diferentes letras indican diferencias significativas dentro de las semanas según Prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Los coeficientes de variación para praderas durante las diferentes semanas corresponden a 10,2%; 9,6%; 2,2%; 8,2%; 25,4%; 29,7%; 24,2%; 16,1% y 5,2% respectivamente. En producción de leche el coeficiente de variación para las diferentes semanas corresponden a 2,4%; 5,39%; 1,25%; 3,1%; 6,39%; 3,8%; 3,0%; 4,5%, 3,2%.

Mella, (2006), señala que el bajo consumo de MS, es el factor más limitante para la producción de leche en sistemas de pastoreo. Esto concuerda con esta investigación ya que los máximos niveles productivos se obtienen en la semana uno, dos y tres, cuando la alimentación en base a praderas es mayor que las registradas en las semanas posteriores.

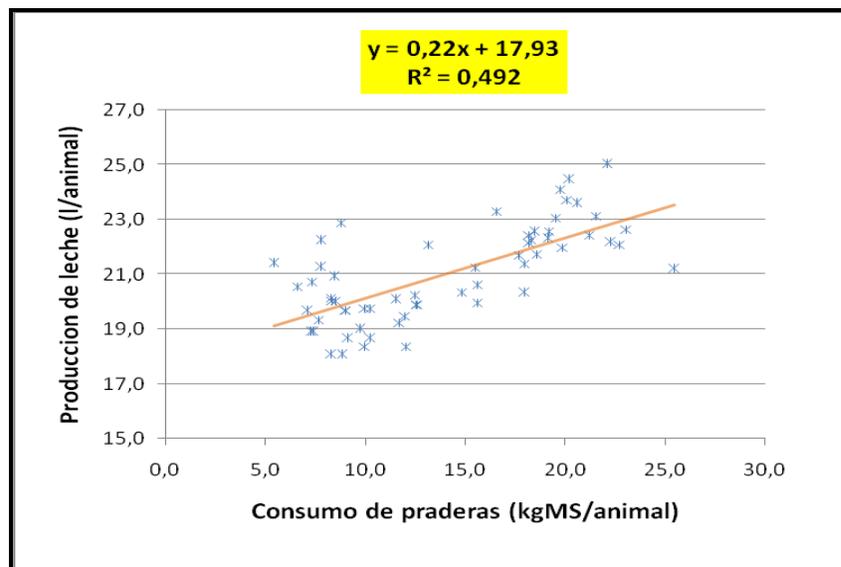
Kolver, (2003), menciona que una pradera de buena calidad es capaz de sustentar los requerimientos del animal para la producción de leche. Pero que debe ser suplementado para expresar su máximo potencial genético. Esto concuerda con lo analizado con anterioridad ya que la disminución en la cantidad de pradera consumida por el animal disminuye al avanzar la temporada, por lo cual la suplementación debe ser considerada para estabilizar la producción de leche.

Teuber, *et al.*, (2007), menciona que durante la temporada estival la disponibilidad de praderas disminuye significativamente debido a las condiciones climáticas presentes, esto a la vez se traduce en un cambio en las características de la pradera, por lo cual el consumo se ve restringido. Esto concuerda con lo obtenido en esta investigación ya que durante la época de estudio la cantidad de pradera consumida por los animales disminuyó significativamente.

El consumo de MS se ve afectado por la disponibilidad y la concentración de nutrientes, esto a su vez afecta la producción de leche. Klein, (2001), señala que es difícil alcanzar consumos de MS cercanos a los 20 kgMS/ animal por día, lo cual limita la producción de leche. Esto no concuerda con lo registrado en esta investigación, ya que el consumo de praderas durante las tres primeras semanas, superó los 20 kg MS en base a praderas.

En la correlación de datos (Figura 12), para la variable de consumo de praderas (kgMS/ animal) con respecto a la producción de leche (l/animal), se observa una fuerte asociación entre las variables ( $r=0,702$ ). En base a lo obtenido la relación entre variables corresponde a un 70,2%.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Pulido *et al.* (2001), el cual señala que el consumo de forraje así como el consumo de materia seca día aumenta significativamente con el nivel de producción de leche.



**Figura 12:** Relación entre el consumo praderas (kgMS/animal) y la producción de leche (L/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).

Mella, (2006), señala que el contenido de MS de la pradera influencia fuertemente el consumo que el animal puede efectuar de esta, además a partir de los 15 lt/animal de leche producida el 59 a 52% de cada l/leche por animal esperado puede ser generado en base praderas. A esto se denomina como leche permitida por la pradera, que corresponde a la capacidad que tiene esta de suplir cerca del 60% de los requerimientos del animal por l/leche.

Al realizar la regresión lineal ( $r^2=0,493$ ) se obtuvo que por cada kgMS consumido en base a praderas se aumentó 0,22 l. en la producción de leche.

Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Wilson *et al.*, (1982), el cual señala que para producir un litro de leche se requieren 0,6 kg de MS.

Stockdale *et al.*, (1983), señalan que la alimentación en base a praderas al ingerir 1 kgMS se incrementan en 0,75 l de leche los cuales no concuerdan con los datos obtenidos en esta investigación.

Se ha aceptado que la cantidad de leche producida estimula los requerimientos nutritivos de las vacas lecheras (McGilloway y Mayne, 1996). El consumo de forraje así como el consumo de MS día aumenta significativamente con el nivel de producción de leche. Esto concuerda con lo observado y con lo obtenido en este estudio.

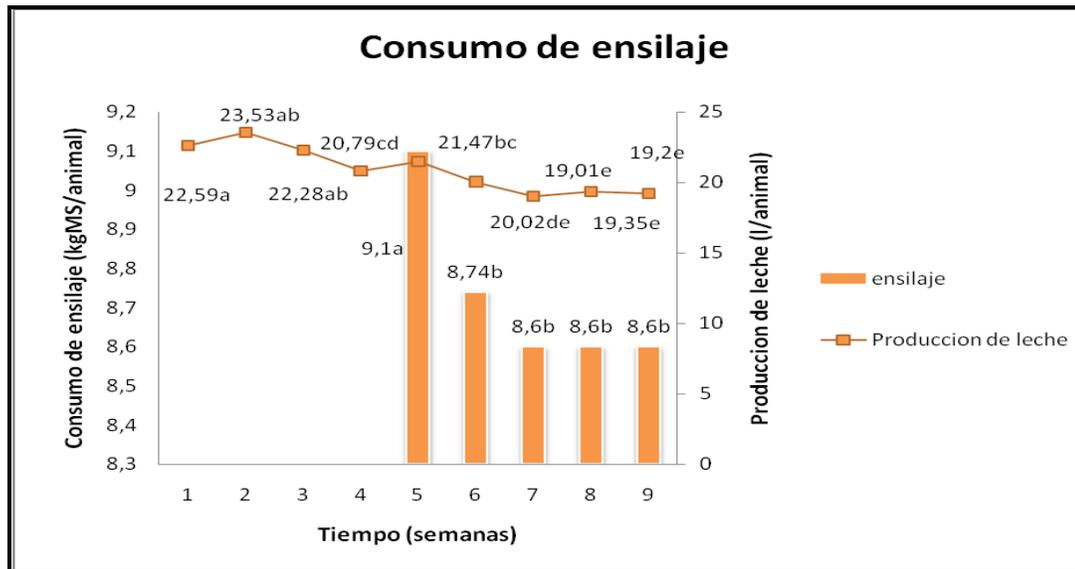
Edwards y Parker (1994), indican que en sistemas pastoriles la disponibilidad y calidad del forraje y su efecto sobre consumo voluntario de forraje, serían grandes factores que influyen la producción de leche. Esto se asemeja a lo analizado con anterioridad ya que la disponibilidad de la pradera para el consumo animal incrementa los niveles de leche producidos.

### 4.3 Suplementación en vacas lecheras a pastoreo

#### 4.3.1 Consumo de ensilaje

A partir de la semana cinco (Figura 13), se incorpora ensilaje debido a la disminución en la alimentación en base a praderas. El mayor consumo se registra en la semana cinco con 9,1 kgMS/animal, para la semanas siguientes se produce una disminución con respecto a la semana de mayor consumo un 4,3% para la semana seis y un 5,4% desde la semana siete a la nueve respectivamente. A su vez la mayor producción de leche a partir de la incorporación de ensilaje se produce en la semana cinco, donde se registra el mayor consumo de ensilaje.

Evaluaciones realizadas por Demanet, (2006), con respecto al consumo de ensilaje en los meses de enero y febrero se registraron ingestas de 0,8 y 1,6 kgMS/animal valores inferiores a los registrados durante esta investigación, ya que durante los meses de enero y febrero correspondientes a este estudio el consumo correspondió a 9,1 y 8,6 kgMS/animal respectivamente.



**Figura 13:** Consumo de ensilaje (kgMS/animal) en el tiempo. Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).

Mediante el análisis estadístico aplicado al consumo de ensilaje (kgMS/animal), esta variable presenta diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre las diferentes semanas (Cuadro 12). En la semana cinco se registra un consumo significativamente mayor con respecto a las semanas seis, siete, ocho y nueve. Con respecto a la producción de leche esta disminuye paulatinamente desde la semana cinco a la semana nueve

Teuber, *et al.*, (2007) señala que la suplementación del ganado en función de la producción se justifica solo cuando la disponibilidad y la calidad de la pradera no cumplen con las necesidades de los animales, así se permite compensar la utilización de esta. Dicha información concuerda con lo estudiado en este capítulo, la incorporación de ensilaje a partir de la semana cinco produce un efecto en la producción de leche evitando la disminución debido a la poca disponibilidad de MS de la pradera.

**Cuadro 12:** Consumo de ensilaje (kg/MS/animal). Estación Experimental Maquehue  
Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).

Alimento	Semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ensilaje					9,10a	8,74b	8,6b	8,6b	8,6b
Leche	22,59a	23,53ab	22,28ab	20,79cd	21,47bc	20,02de	19,01e	19,35e	19,2e

Cifras con letras diferentes indican diferencias significativas dentro de las semanas según Prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). El coeficiente de variación promedio corresponde a 2,5%. En producción de leche el coeficiente de variación para las diferentes semanas corresponden a 2,4%; 5,39%; 1,25%; 3,1%; 6,39%; 3,8%; 3,0%; 4,5%, 3,2%.

Los valores de consumo de ensilaje durante las diferentes semanas, son inferiores a los obtenidos por Rae *et al.* (1987), el cual señala que el consumo de materia seca corresponden a 12,6 kg/vaca/día, con producciones de leche de 21,1 l/día.

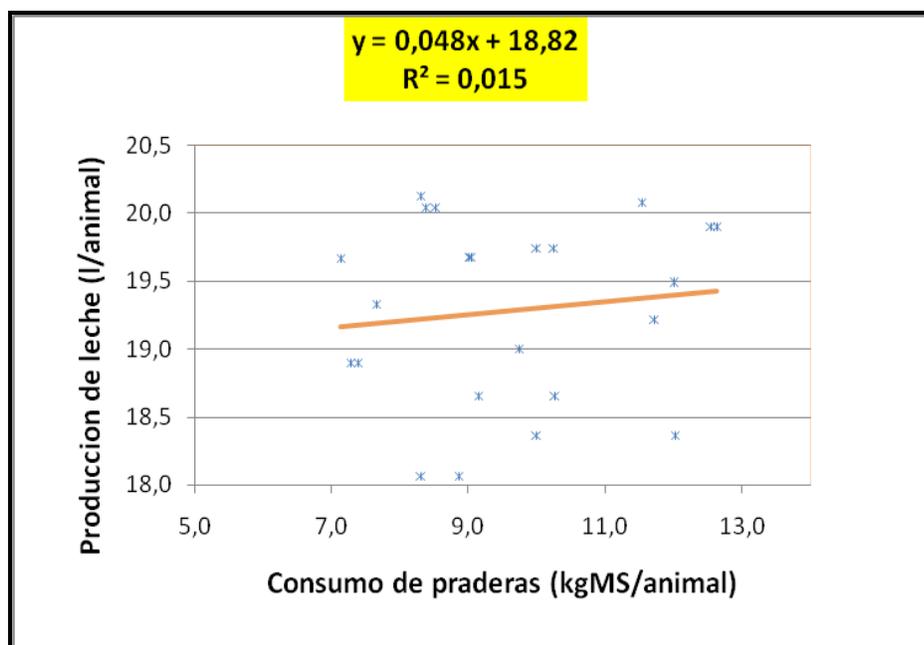
Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Taylor y Leaver, (1984), los cuales demuestran que el promedio de consumo de ensilaje está en un rango de 9 a 8,7 kgMS/animal cuando estos son de buena calidad, registran producciones de leche promedio de 24,4 l/animal y con un máximo de 29,9 l/animal.

Los resultados obtenidos por Klein *et al.* (1992) concuerdan con los obtenidos en esta investigación el cual señala que el consumo de ensilaje de ballica con corte directo por parte de los animales corresponde a 9 kgMS/animal con producciones de leche de 17,9 l/animal.

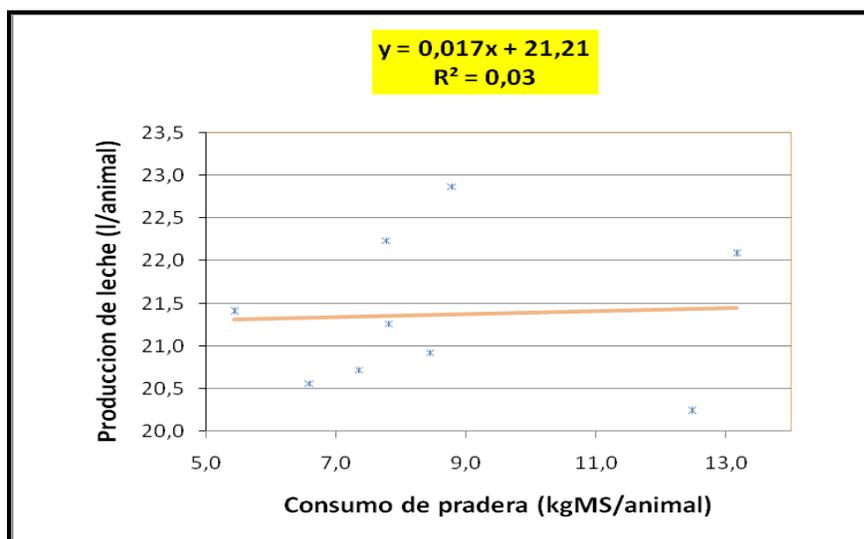
La suplementación con forrajes en condiciones restrictivas para el consumo en pastoreo, permite regular generalmente el consumo y la producción de leche (Roberts, 1989; Phillips y Leaver, 1985a,b; Roberts, 1986; Hargreaves, 1993).

Delaby *et al.* (2003), indica que el aporte de forrajes conservados no produce un incremento en la respuesta desde el punto de vista de la producción y no se justificaría sino, sólo en el caso de escasez de pradera (por ejemplo en verano, debido a sequía estival) con el propósito de aumentar la ingestión total o de prolongar la estación de pastoreo. Esto concuerda con lo observado en este estudio, la incorporación de ensilaje sostuvo la producción y suplemento la carencia de praderas.

Se disminuyó en 0,5 kgMS/animal, durante el periodo estudiado, los valores obtenidos en la regresión lineal, previamente segmentados para un mayor entendimiento, concluyeron que el aporte realizado por el ensilaje en conjunto con la pradera (Figura 14) correspondiente a 8,6 kgMS/animal de ensilaje consumido ( $r^2= 0,015$ ), se tradujo en un incremento en la producción de leche de 0,48 l por kg/MS de pradera sobre una producción de 18,82 l/animal en base a praderas, en cambio el aporte realizado por el consumo de 9,1 kgMS/animal de ensilaje (Figura 15), con un ( $r^2=0,03$ ), aumentó en 0,012 l. la producción de leche por kg/MS pradera consumida, con una base de producción de 21,21 l/animal.



**Figura 14:** Relación entre el consumo de praderas kgMS/animal y la producción de leche l/animal en el suministro de 8,6 kgMS/animal de ensilaje.



**Figura 15:** Relación entre el consumo de praderas kgMS/animal y la producción de leche l/animal en el suministro de 9,1 kgMS/animal de ensilaje.

La relación que existe entre la cantidad de ensilaje suministrado y el aumento en la producción de leche, se encuentra relacionada con el efecto suplementario de los alimentos recibidos por el animal en la época de verano. Esto concuerda con lo descrito por Parga *et al.* (2003), el cual señala que en verano la suplementación con forrajes conservados permite reducir la presión de pastoreo, o incrementar la carga animal y como resultado obtener un aumento en la producción de leche.

Phillips y Leaver, (1985) señalan que cuando la disponibilidad de forraje por animal no está restringida, la suplementación con ensilaje de pradera generalmente produce una alta tasa de sustitución, lo que se traduce en una menor producción de leche, esto no concuerda con lo obtenido ya que el incremento de leche se ve afectado positivamente en el consumo de praderas cuando se pastorea y se suministra ensilaje.

La suplementación con ensilaje de pradera en condiciones de disponibilidad de forraje para pastoreo sin restricción, fue revisada por Phillips (1989) el cual señala que la tasa de sustitución es alta, indicando que no existe ningún efecto de suplementación; sólo hay un reemplazo de forraje pastoreado por ensilaje. Como consecuencia, el consumo total de materia seca no se altera o sólo levemente; la producción de leche tiende a disminuir esta afirmación no concuerda con lo obtenido en la investigación ya que la reducción de praderas en las últimas semanas y el reemplazo del ensilaje, mantuvieron los niveles promedios de leche desde la semana seis a la nueve.

Phillips, (1989), señala que al ofrecer ensilaje de pradera en condiciones de pastoreo restringido se produce una menor tasa de sustitución y, consecuentemente, el consumo total de materia seca aumenta. Es decir, existe un efecto real de suplementación y no sólo de sustitución como es el caso de condiciones de alta disponibilidad de pasto esto concuerda con los datos estudiados con anterioridad ya que la producción promedio se mantiene durante las últimas semanas.

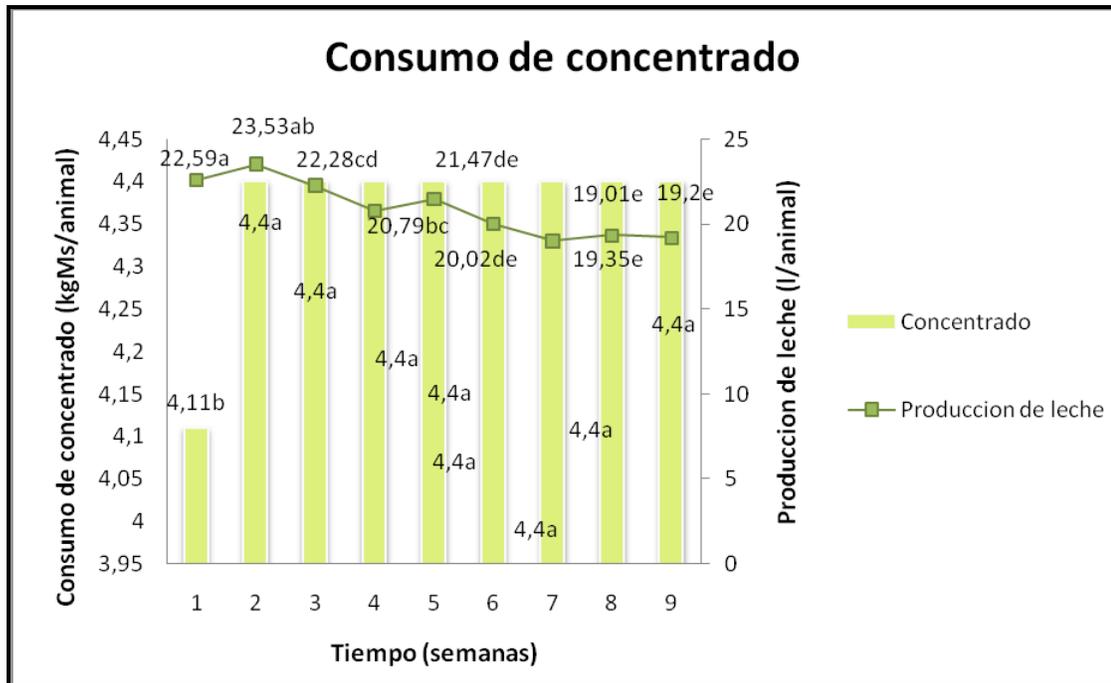
En la medida que se incrementa el consumo de ensilaje, el consumo de la pradera disminuye, debido a las mayores tasas de sustitución. Consecuentemente, y relacionado con el tiempo y forma de suplementación, el tiempo de pastoreo disminuye al aumentar el consumo de ensilaje. En verano, el ensilaje puede significar verdaderos incrementos de leche (Phillips y Leaver, 1985).

La disponibilidad de la pradera es uno de los factores que más afectan los potenciales efectos de la suplementación, en condiciones de pastoreo restringido, el ensilaje de pradera ofrecen los mayores beneficios como reguladores. Se produce un incremento de la producción de leche, producción de grasa y proteína láctea (González, 1994). Esto concuerda con lo obtenido en esta investigación.

La suplementación con forrajes conservados induce una mayor tasa de sustitución respecto de los concentrados. Este hecho se traduce, generalmente, en un menor consumo total de MS, cuando existe suficiente disponibilidad de pradera. Esta situación puede revertirse cuando el consumo de pradera es restrictivo ya sea por calidad y/o disponibilidad de la misma. (Mella, 2006).

### 4.3.2 Consumo de concentrado

El aporte de concentrado se registró durante todo el estudio, con una variación en la MS que presentaba el alimento por la cantidad de concentrado (TCO) en la alimentación (Figura 16).



**Figura 16:** Consumo de concentrado (kgMS/animal) en el tiempo. Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).

El consumo de concentrado se encuentra controlado para la ingesta animal. Se incrementó en un 6,5% a partir de la semana dos en adelante. Posteriormente se estabilizó el consumo de este alimento.

Demagnet (2007), en estudios realizados con productores de leche, al evaluar el consumo de concentrado señala que durante los meses de enero y febrero el consumo de concentrado corresponde a 3,9 kgMS/animal, valores inferiores a los registrados en este estudio ya que el consumo promedio para los meses de enero y febrero corresponden a 4,3 y 4,4 kgMS/animal respectivamente.

En el análisis estadístico se observan diferencias significativas ( $P \leq 0,005$ ) en el consumo de concentrado (Cuadro 13), La mayor producción de leche se observa en la semana dos con 23,53 l/animal con un consumo de 4,4 kgMS/animal. La menor producción de leche se observa en la semana siete, con una producción de 19,01 l/animal, y con un consumo de 4,4 kgMS/animal respectivamente. Cabe destacar que con la ingesta de concentrado 4,11kgMS/animal la producción de leche corresponde a 22,59 l/animal.

**Cuadro 13:** Consumo de concentrado (kg/MS/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).

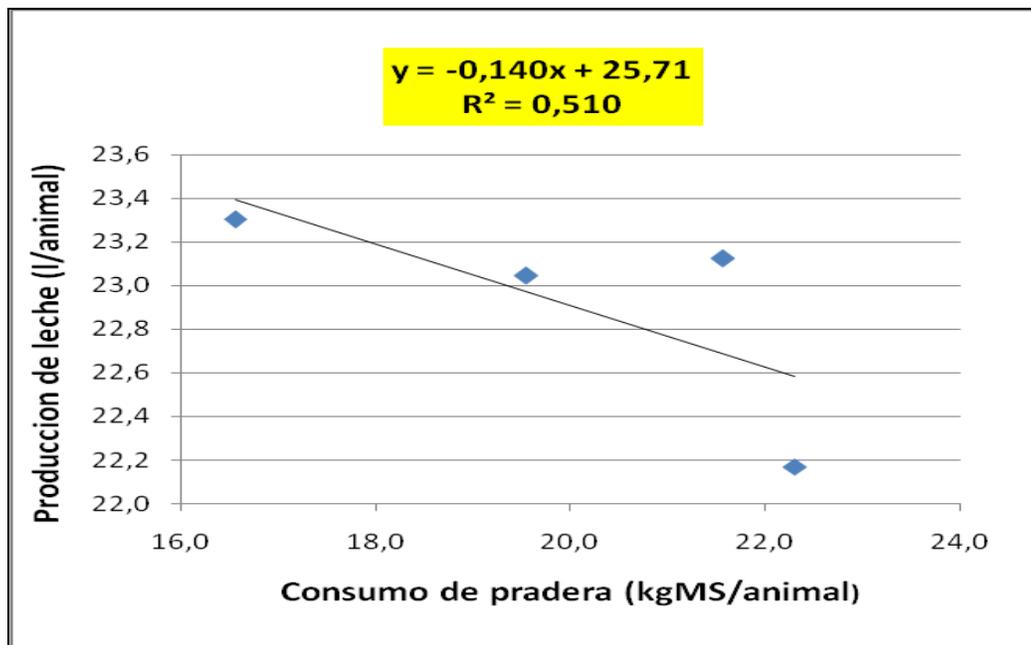
Alimento	Semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Concentrado	4,11b	4,4a	4,4a	4,4a	4,4a	4,4a	4,4a	4,4a	4,4a
Leche	22,59a	23,53ab	22,28ab	20,79cd	21,47bc	20,02de	19,01e	19,35e	19,2e

Cifras con diferentes letras indican diferencias significativas dentro de las semanas según Prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). El coeficiente de variación promedio corresponde a 2,8%. En producción de leche el coeficiente de variación para las diferentes semanas corresponden a 2,4%; 5,39%; 1,25%; 3,1%; 6,39%; 3,8%; 3,0%; 4,5%, 3,2%.

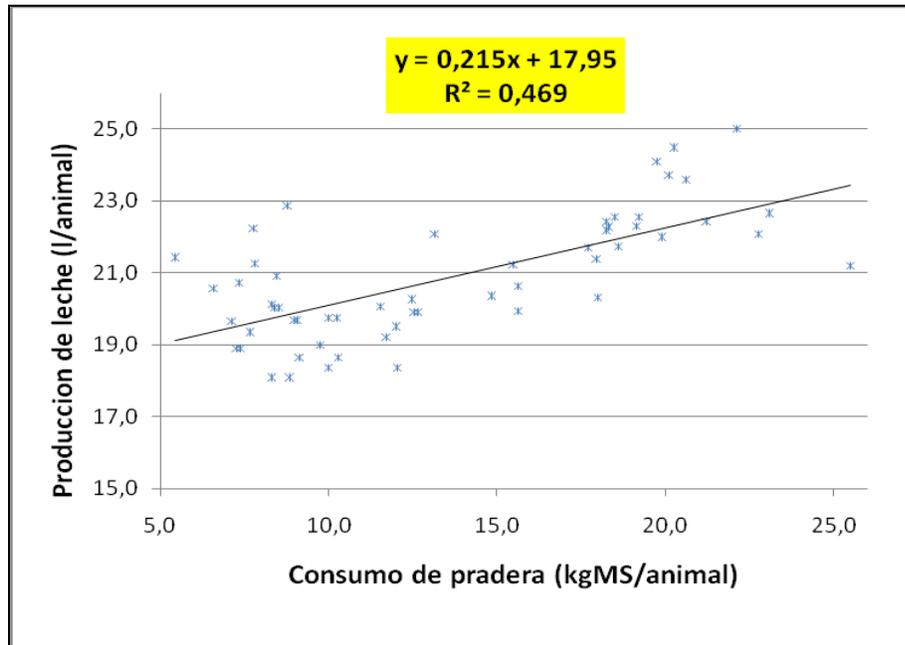
La variable concentrado se debe asociar al consumo de praderas, para obtener la relación con la producción. Se realizó una segmentación de los datos para facilitar el estudio y asociar el efecto de consumo en la producción de leche.

En la regresión lineal (Figura 17) se obtuvo un  $r^2 = 0,510$  para el concentrado 3,9 kgMS/animal con un valor de -0,140 l de producción de leche, cuando existe un consumo de 1kg/MS de praderas sobre los 25,71 l de producción de leche esto se traduce en una relación indirecta que afecta la producción. En el segundo grupo segmentado (Figura 18) se obtuvo un  $r^2=0,469$  para el concentrado 4,4 kgMS/animal incrementando la producción de leche en 0,215

(l/animal) en base al consumo de 1 kgMS de praderas, sobre un valor de 17,95 l/animal de producción de leche.



**Figura 17:** Relación entre el consumo de praderas kgMS/animal y la producción de leche l/animal al consumir 3,9 kgMS/animal de concentrado.



**Figura 18:** Relación entre el consumo de praderas kgMS/animal y la producción de leche l/animal al consumir 4,4 kgMS/animal de concentrado.

En este caso solo es factible explicar que existe un 74 % y un 60 % de aporte de la pradera cuando se está suplementando con concentrado.

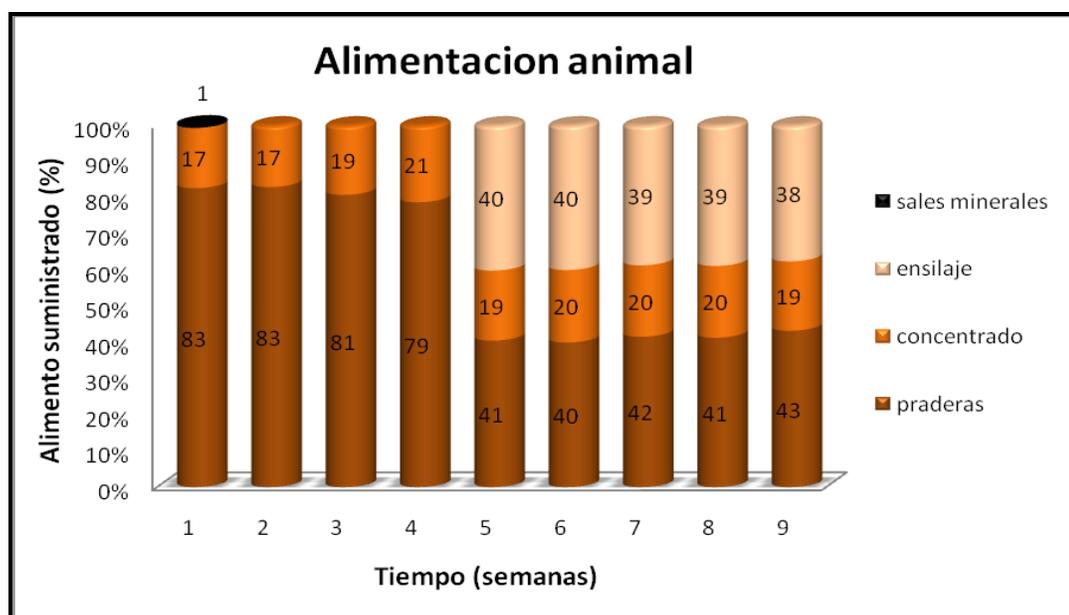
Mella, (2006), señala que el aporte de concentrado en vacas en pastoreo con un rango de consumo entre 0,88 y 5,86 kgMS/animal el aporte en la producción de leche varía entre -0,57 y 2,39 l/animal. Estos datos concuerdan solo con la cantidad de concentrado asignado por el valor 4,4 kgMS/animal, pero no concuerdan para el concentrado de 3,9 kgMS/animal. Este mismo autor señala que la respuesta en leche calculada en promedios de 3 kgMS de concentrado ingerido por vacas en pastoreo se encuentra entre -0,57 y 2,4 l de leche, estos datos aunque son de valores cercanos en la ingesta de concentrados no concuerdan con los obtenidos en esta investigación.

#### 4.4 La alimentación de vacas de lechería y su rentabilidad

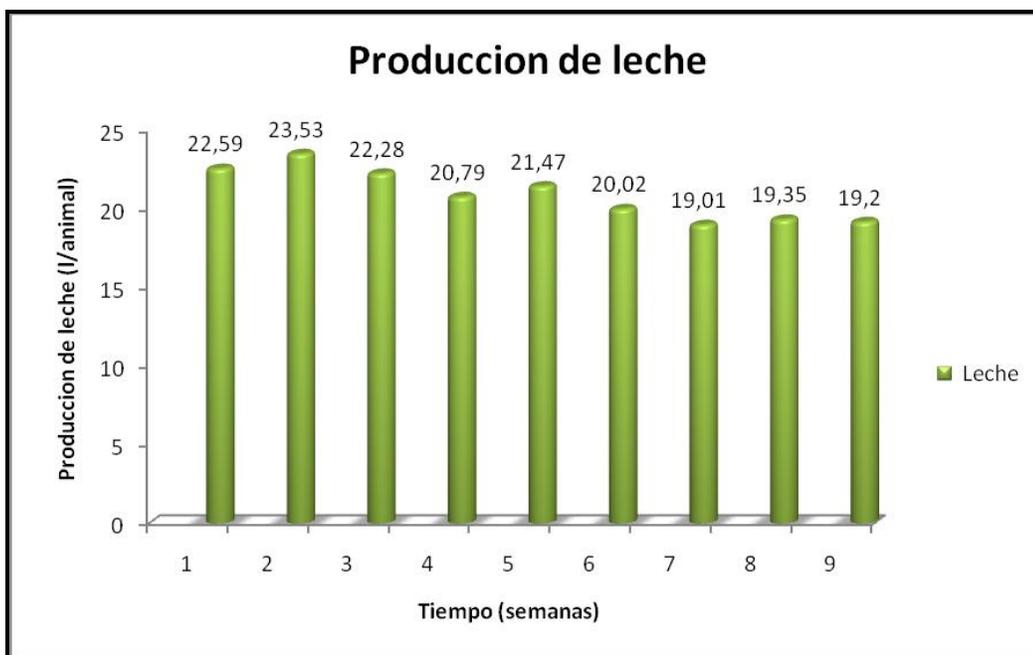
##### 4.4.1 División porcentual de la alimentación total en vacas lecheras en la estación experimental Maquehue

Dentro de las características mencionadas en esta investigación la alimentación de vacas lecheras corresponde al 50% de los gastos totales, cabe destacar que una alternativa mas económica dentro de un plantel de explotación comercial corresponde a la alimentación en base a praderas (Klein, 2001).

Según los datos analizados con anterioridad, la alimentación animal (kgMS/animal) en la estación Experimental Maquehue se distribuye porcentualmente de la siguiente manera (Figura 19) con producciones de leche sobre los 19 litros/animal en la temporada estival (Figura 20).



**Figura 19:** Distribución porcentual de la alimentación. Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).



**Figura 20:** Producción de leche (l/animal). Estación Experimental Maquehue Región de La Araucanía. Durante periodo estival 2008 (enero y febrero).

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 (Parga, 2003). Dichos valores concuerdan con las primeras cuatro semanas donde el pastoreo supera el 50%.



## 5. CONCLUSIONES

El mayor consumo de MS total durante el estudio, aumento la producción de leche, la relación entre la cantidad de alimento total ingerido por el animal incrementa positivamente al ser asociada con la producción en temporada estival.

El consumo de praderas afectó positivamente la producción de leche, el mayor consumo de MS aportado por la pradera es suficiente ya que aporta la cantidad de alimento requerida por el animal para su mantención y producción. Una disminución del 50% produce efectos y disminuye paulatinamente la producción de leche. A medida que aumenta el consumo la producción de leche se incrementa en 0,22 l/animal sobre valores superiores a los 17 l/animal.

La incorporación de ensilaje, produce un efecto positivo en la producción de leche, aportando la cantidad de MS necesaria para el animal, cuando la disponibilidad de pradera disminuye debido al cambio producido en la temporada estival. El mayor consumo de concentrado registro un aumento en la producción de leche, sobre los 17,95 litros.

## 6. RESUMEN

Durante la temporada estival del año 2008, se relaciono el consumo aparente de forraje en verano y la producción de leche de vacas en pastoreo. La investigación se realizo en un Andisol de la Serie Freire, Estación Experimental Maquehue, perteneciente a la Universidad de La Frontera, Región de La Araucanía, comuna de Freire, provincia de Cautín (38°50' LS – 72°40' LO). En esta investigación no se presentaron diseños experimentales, sino que se trabajo con el rebaño tal cual como se maneja en el predio debido a a que se trataba de una explotación comercial. Las franjas de consumo de praderas presentaban una superficie de 0.957 ha<sup>-1</sup>, con una superficie total de 30,6 ha<sup>-1</sup> destinados para el consumo de pradera. La pradera se estableció en dos potreros con diferentes variedades ,el primero se estableció en el mes de abril del año 2003, con una mezcla forrajera de *Lolium perenne* var. Foxtrot, *Lolium perenne* var. Calibra y *Trifolium repens* var. Nuciral correspondientes a 12,5 kg/ha, 12,5 kg/ha y 3 kg/ha de semillas respectivamente. Paralelamente, el segundo potrero se estableció en el mes de abril del año 2003, con mezcla forrajera de *Lolium perenne* var. Jumbo y *Trifolium repens* var. Pitau con 25 kg ha<sup>-1</sup> y 3kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Ambas siembras se realizaron con maquina cerealera, en un sistema de siembra directa con una distancia entre hilera de 17,5 cm. Dentro de las evaluaciones realizadas el consumo aparente pradera midió con el rissing plate meter (plato medidor de pasturas), y se obtuvo mediante diferencias ente el forraje disponible (pre-pastoreo) y el residuo (post-pastoreo), de cada franja pastoreada. Se estimo el consumo de pradera consumida y los resultados se expresaron en kgMS/animal. Para el consumo aparente de concentrado se registró la ingesta de este por parte de los animales y se midió diariamente al ingresar el rebaño a la sala de ordeña. Este resultado se expreso en kgMS/animal. El Consumo aparente de ensilaje, se estimo en m<sup>3</sup> calculados previamente. Posteriormente se traspaso a volumen de carro de alimento suministrado para el rebaño. Este valor se expreso en kgMS/animal. La Producción de leche se midió a nivel de estanque el volumen de leche producido por el rebaño diariamente, posteriormente se obtuvo el valor por animal dividiendo la cantidad producida por la cantidad de animales ordeñados. Este valor se expreso en l/animal. Se obtuvo como conclusión que el mayor

consumo de MS total durante el estudio, aumento la producción de leche, la relación entre la cantidad de alimento total ingerido por el animal incrementa positivamente al ser asociada con la producción en temporada estival. El consumo de praderas afectó positivamente la producción de leche, el mayor consumo de MS aportado por la pradera es suficiente ya que aporta la cantidad de alimento requerida por el animal para su mantención y producción. Una disminución del 50% produce efectos y disminuye paulatinamente la producción de leche. A medida que aumenta el consumo la producción de leche se incrementa en 0,22 l/animal sobre valores superiores a los 17 l/animal. El mayor consumo de MS total durante el estudio, aumento la producción de leche, la relación entre la cantidad de alimento total ingerido por el animal incrementa positivamente al ser asociada con la producción en temporada estival. La incorporación de ensilaje, produce un efecto positivo en la producción de leche, aportando la cantidad de MS necesaria para el animal, cuando la disponibilidad de pradera disminuye debido al cambio producido en la temporada estival. El mayor consumo de concentrado registro un aumento en la producción de leche, sobre los 17,95 litros.

## 7. SUMMARY

During the summer of 2008, relates the apparent consumption of forage in summer and milk production of cows grazing. The investigation was performed in a series of Andisol Freire in the Station Experimental Maquehue belonging to Universidad de La Frontera, Region de la Araucanía, Freire in the province of Cautín (38 ° 50 'LS - 72 ° 40' W). In this research, there were no experimental designs, but will work with the herd as it is handled at the site up because it was a commercial operation. Slots consumption showed an area of grassland has 0,957 ha-1, with a total area of 30.6 ha-1 intended for consumption by meadow.

In meadow were two different varietis, the first was established in April 2003, with a mixture of forage *Lolium perenne* var. Foxtrot, *Lolium perenne* var. Calibra and *Trifolium repens* var. Nuciral corresponding to 12,5 kg / ha, 12,5 kg / ha and 3 kg / ha of seeds respectively. In parallel, the second paddock was established in April 2003, with a mixture of forage *Lolium perenne* var. Jumbo and *Trifolium repens* var. Pitau 25 kg/ha<sup>-1</sup>. Respectively both and 3 kg/ha were performed with machine sowing grain in a system of direct seeding with a row distance of 17.5 cm. Among the evaluations made apparent consumption measured with the rissing plate meter (meter dish pastures), and was obtained by differences between the available forage (pre-grazing) and waste (post-grazing) of each strip grazed. I think consumption is consumed meadow and the results expressed in kgMS / animal. To the apparent consumption of concentrate intake was recorded from this animal was measured daily to join the herd to the milking room. This result is expressed in kgMS / animal.

The apparent consumption of silage was previously calculated weight m3. Subsequently transferred to the volume of food provided to truck the herd. This value is expressed in kgMS / animal. Milk production was measured at the level of the pond volume of milk produced daily by the herd, then the value obtained by dividing the amount per animal produced by the number of animals milked. This value is expressed in l/animal. It was concluded that the higher consumption of total MS during the study, increased milk production, the relationship between

the total amount of food eaten by the animal to be positively associated with increases in production in summer

The consumption of grassland positively affected milk production, increased consumption of MS provided by the meadow as it provides sufficient amount of food required by the animal for maintenance and production. A decrease of 50% effect and gradually decreases milk production. As consumption increases milk production increases by 0.22 l / animal on values higher than 17,1 / animal. The highest total consumption of MS during the study, increased milk production, the relationship between the total amount of food eaten by the animal to be positively associated with increases in production in summer. The incorporation of silage, produces a positive effect on milk production, bringing the number of MS to the animal, where the declining availability of pasture due to change in the summer. The increased consumption of concentrate a record increase in milk production on the 17,95 l.

## 8. BIBLIOGRAFIA.

- 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/>
- Arnott, R.A. and Ryle, G.J.A. 1982.** Leaf surface expansion of the main axes of white and red clovers. *Grass and Forage* 32: 277-233.
- Balocchi, O. 2001.** Evaluación de praderas. Apuntes de clases. Manejo de praderas. PRAN 121, Universidad Austral de Chile.
- Balocchi, O., Teuber, N., Parga, J., Demanet, R., Anwandter, V., Lopetegui., Canseco, C., Abarsua, A., 2007.** Crecimiento de las plantas forrajeras y su adaptación al pastoreo. En: **Teuber (ed). 2007.** Manejo del pastoreo. Fundación para la Innovación Agraria; Instituto de Investigaciones Agropecuarias; Universidad de la Frontera; Universidad Austral de Chile; Cooprinsem; ANASAC. pp 9 – 22.
- Bines, J.A. 1976.** Regulation of food intake in dairy cows in relation to milk production. *Livestock Production Science*, 3:115-128.
- Blaxter, K. 1967.** The energy Metabolism of Ruminants. Hutchinson Edition. P.174.
- Brougham, R.W. 1956.** Effect of intensity of defoliation on the regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research* 7:377 – 387.
- Brown, R.H. y Blazer, R.E. 1986.** Leaf area index in pasture growth. *Herbaf Abstract* 38: 1-9.
- Cañas, R. 1995.** Alimentación y Nutrición animal. Ed. Pontificia universidad católica de Chile. Chile, Santiago. 576 p.
- Carambula, M. 1977.** Producción y manejo de pasturas sembradas. Editorial Don Orión. Uruguay. 464 p.
- Currant, M. K. y Holmes, W. 1970.** Prediction of voluntary intake of food by dairy cows 2. Lactating grazing cows. *Ans. Prod.* 12. 213-24.
- Delaby L.; Peyraud, J.L. Y Delagarde, R. 2003.** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? *INRA. Prod. Anim.*, 16(3) : 183-195.

- Demanet, R., Neira, L., y Cantero, M. 1996b.** Pasturas del sur de Chile. II Especies Leguminosas. Publicación Docente N°2. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 82 p.
- Demarquilly, C. (1973).** Composition chimique, caractéristiques fermentaires, digestibilité et quantité des ensilages de fourrages: modifications par rapport au fourrage vert initial. *Annales de Zootechnie*, 22 (I): 1-35.
- Demarquilly, C. 1980.** Palatability and flavour in ruminant feeds. In: H. Bickel (ed.), *Palatability and Flavor Use in Animal Feeds. Advances in Animal Physiology and Animal Nutrition.* Verlag Paul Parey, Hamburg and Berlin, pp. 78-85.
- Donaghy, D., y Fulkerson, B., 2006.** Principles for developing an effective grazing management system for ryegrass- based pasture. Tasmanian Institute for agricultural Research.
- Edwards, N.J., W.J. Parker. 1994.** Increasing per cow milk solid production in a pasture-based dairy system by manipulating the diet: A Review, *Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod.* 54: 267-273.
- Ernst, P., Le Du, Y.L.P. y Carlier, L. 1980.** Animal and swards production under rotational and continuous grazing management. A critical appraisal. Proceeding of the International Symposium of the European Grassland Federation. Wageningen. pp 119-126
- Ganderats, F., Sebastián y Hepp, K. 2003** Mecanismos de crecimiento de *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* en la zona intermedia de Aysén. *Agric. Téc.*, jul. 2003, vol.63, no.3, p.259-265. ISSN 0365-2807.
- González, M. Bortolameo, G. 1994.** II Seminario: Producción y utilización de ensilajes de pradera para agricultores de la zona sur. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Osorno, 8-9 de Jun. 1994. Serie Remehue N° 52. 244 p.
- Gordon, C.H.; Derbyshire, J.C.J Wiseman, H.G.; Kane, E.A. and Melin, C.G.1961.** Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage and direct-cut silage. *Journal of Dairy Science*, 44: 1299-1311.
- Gordon, F.J. 1988.** Harvesting system for the production of grass silage for dairy cows. In: Garsworthy, P.C. (editor). *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow*, pp. 355-377.
- Elizalde, H.F.1993.** Studies on the effects of chemical and physical characteristics of grass silage and degree of competition per feeding space on the feeding behaviour of lactating dairy cows. PhD Thesis. Queen's University of Belfast.
- Faverdin, Ph. 1985.** Regulation de l'ingestion des vaches laitières en début lactation: variations au cours du nyctémère de l'activité alimentaire, des métabolites sanguins et de

l'insulinémie-étude du rôle de l'insuline. These Docteur-Ingenieurur. Institut National Agronomique- Paris-Grignon.

- Hargreaves, A.; Stauch, O. y 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.
- Hargreaves, B.A. 1993.** Whole-crop barley silage as a supplementary feed for grazing dairy cows. University of London. Ph.D. thesis. 297 pp.
- Harris, CE. y Raymond, W.F. 1963.** The effect of ensilage on crop digestibility. *Journal of the British Grassland Society*, 18: 204-212.
- Haycock, R. 1981.** Environmental limitation to spring production in White clover. In: C.E. Whitth (ed.). *Plant Physiology and herbage Production. Occasional Symposium N° 13* British Grassland Society, Hurley. P.: 119-123.
- Hodgson, J. Rodriguez, J. M. y Fenlon, J. S. 1977.** The influence of sward characteristics on the herbage intake of grazing calves. *Journal of Agricultural Science*, 89:743-750.
- 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. pp. 153-166.
- Hodgson, J. 1984.** Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. *Proceeding 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 No. 19. pp. 51-64.
- Holmes, C. 1974.** The Massey grassmeter. *Dairyfarming Annual*. 26-30 p.
- Holmes, W. 1989.** Grazing management In: W. Holmes (Ed.). *Its production and Utilization*, 2nd Edition, Blackwell/ B.G.S. p:130.
- Klein, F.; Lanuza, F. y Dumont, J.C. 1992.** Evaluación de ensilaje de arveja/triticale en producción de leche. Informe Técnico 1991-1992, Programa Producción de Leche. Estación Experimental Remehue, pp. 84-94.
- Klein, F. 2001.** Alimentación de vacas lecheras a pastoreo. *En : Opazo eds.. Seminario de Leche: Enfrentando juntos los nuevos desafíos*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. Osorno, 31 de Oct. 2001. Serie Actas N° 13.

- Kolver, E. 2003.** Nutritional limitations to increased production on pasture – based systems. Proceeding of the Nutrition Society. 62:91-30038 p.
- Mather, R.E.; Bartrett, J. y Cason, J.L. 1959.** Different methods of utilizing forages in dairy cattle nutrition. In Grasslands. Edit. per H.B. Sperague. Public. N9 53 de Am. Assoc. for Adv. of Sci. Washington, D.C. U.S.A.
- Mc Gilloway A., C.S. Mayne. 1996.** The importance of grass availability for the high genetic merit dairy cow. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. 8: 135-169.
- Mc Ilmoyle, W.A. 1976.** Effect of silage on the intake and performance of male calves and steers. *Animal Production*, 22: 321-328.
- Mc Ilmoyle, W.A. 1977.** Animal production from different systems of conservation. In: Proceedings of an International Meeting on Animal Production from Temperate Regions Grassland, Dublin; Irish Grassland Society, p. 62-66.
- Mc Donald, E. 1981.** The biochemistry of silage. Edit. John Wiley y Sons. England. 218 p.
- Mc Donald, P.; Henderson, A.R. y Heron, S.J.E. 1991.** The Biochemistry of Silage. Chalcombe Publications, Bucks.
- Mc Meekan, C. P. 1956.** Grazing management and animal production. 7th. International Grassland Congress. pp. 3-11.
- McMeekan, C. and Walshe, M. 1963.** The inter-relationships of grazing methods and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. *Journal Agricultural Science* 8(Cambridge). 61: 147-166.
- Mella ,C. 2006.** Circular de extensión. Universidad Austral de Chile. N°32. Año 2006.
- Montt, G.O. 1960.** Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proc. 8<sup>Th</sup>. Int . grassl. Congr. 606-611
- Moore, L.A.; Thomas, V.W. y Sykes, J.F. 1960.** The acceptability of grass/legume silage by dairy cattle. Proceedings of the VIII International Grassland Congress, Reading, pp. 701-704.
- Muslera, E. y Ratera, C. 1991.** Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 674 p.
- Navarro, H. 1996.** Producción de leche a bajo costo en la Décima Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias .Centro Regional de Investigación Remehue. Boletín Técnico N° 234 - Año 1996.

- Parga, J. 2003.** Utilización de praderas y manejo pastoreo. Seminario hagamos de la lechería un mejor negocio. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, centro de Investigación Remehue. Osorno, Chile p 122.
- Parga, J. 2003** Suplementación de vacas a pastoreo. En I: Utilización de praderas y manejo pastoreo. Seminario hagamos de la lechería un mejor negocio. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, centro de Investigación Remehue. Osorno, Chile p 122.
- Phillips, C. J. C., J. D. Leaver.. 1985.** Seasonal and Diurnal Variation in grazing behaviour of dairy cows. In: *Grazing*. Ed. J. Frame. British Grassland Society Occasional Symposium No. 19, Great Malvern, UK, pp.98-104.
- Phillips, C. J. C., K. Hecheimi. 1989.** The effect of the forage supplementation, herbage height and season on the ingestive behaviour of dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 24: 203-216.
- Phillips, C.J.C. and Leaver, J.D. 1985 a.** Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. 1. Offering hay to dairy cows at high and low stocking rates. *Grass and Forage Science*, 40: 183-192.
- Phillips, C.J.C. and Leaver, J.D. 1985 b.** Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. 2. Offering grass silage in early and late season. *Grass and Forage Science*, 40: 193-199
- Pinochet, D. 1999.** Potencial productivo de las praderas permanentes de las regiones IX y X. In *Producción animal*. Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias agrarias. Instituto de Producción Animal, Valdivia. pp. 237-273.
- Ponce, M. 2001.** Sistemas de pastoreos.. Instituto de investigación Agropecuaria. Centro regional de Investigación Remehue. Boletín informativo N° 18.
- Pulido, R. G., Balocchi, O. y Fernandez, J. 2001** Efecto del nivel de producción de leche sobre el comportamiento ingestivo en vacas lecheras en pastoreo primaveral. *Arch. med. vet.* [online]., vol.33, no.2 [citado 17 Noviembre 2008], p.137-144. Disponible en la World WideWeb<[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301732X2001000200002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301732X2001000200002&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0301-732X.
- Rae, R.C.; Thomas,C; Reeve, A.; Golightly, A.J.; Hodson, R.G. and Baker, R.D. 1987.** The potential of an all-grass diet for the late winter calving dairy cows. *Grass and Forage Sc.* 42: 249-257.
- Roberts, D.J. 1989.** A comparison of buffer and practical storage feeding of a straw/concentrate mixture to grazing dairy cows. *Grass and Forage Science*, 44: 399 - 404

- Rohr, K. y Thomas, C. 1984.** Eurowiltt Efficiency of silage systems - a Comparison between unwilted and wilted systems. Land bauforschung Volkenrode, Sonderheft, 69, pp. 64-70.
- Romero, Y.O. 1985.** The effect of stocking rates on white clover. Morfhology and yield. (M.Sc. Thesis). University of Cantenburry, Lincoln College. New Zeland, 154 p.
- Romero, O. 1991.** Efectos del pastoreo sobre la pradera ballica - trebol blanco. Investigación y proceso agropecuario. INIA Carillanca (Chile).
- Romero, O., 1996.** Conceptos básicos relacionado con el crecimiento de las plantas forrajeras y con el manejo de plantas perennes sembradas. *En: Ruiz* (ed). Praderas para Chile. Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago. Chile. pp. 199- 208
- Rouanet, J. 1983.** Clasificación Agroclimática Novena Región, Macroarea II. Segunda aproximación. Investigación y Progreso Agropecuario. INIA Carillanca (Chile). 2 (2): 23 - 26.
- Ruiz, I. 1996.** Praderas para Chile. Ed. Ruiz, I. Segunda Edicion. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 733 p.
- Sandles, L. 2000.** Curva de crecimiento de praderas con disponibilidad y residuo en kg MS. Seminario producción de leche en base a pastoreo. Instituto de Investigación Agropecuaria. Estación experimental Remehue. Osorno, Chile.
- Stockdale, C.R., and K.R. King. 1983.** Effect of stocking rate on the grazing behaviour and faecal output of lactating dairy cows. Grass Forage Sci. 38:215-218
- Thomas y Thomas, P.C. 1985.** Factors affecting the nutritive value of grass silages. In: W. Haresign and D.J.A.Cole (eds.), Recent Advances in Animal Nutrition, pp. 223-256.
- Teuber, n and Laidlaw, A.S. 1992.** The effect of herbage rejection by steers on white clover (*Trifolium repens* L.) stolon development in continuously stocked awards. Proceedings of the 14<sup>Th</sup>. General Meeting of the European Grassland Federation, Lahti, Finaland, p. 702-703.
- Teuber, N., Balocchi, O., Parga, J. 2007.** Manejo del pastoreo. Fundación para la Innovación Agraria; Instituto de Investigaciones Agropecuarias; Universidad de la Frontera; Universidad Austral de Chile; Cooprinsem; ANASAC. 129 p.