

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**EFFECTO DE LA FRECUENCIA E INTENSIDAD DEL PASTOREO INVERNAL EN
EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE UNA PASTURA PERMANENTE**

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

TATIANA MARIA FERNANDEZ CONEJEROS

PROFESOR GUIA: ROLANDO DEMANET FILIPPI

TEMUCO – CHILE

2007

1. INTRODUCCIÓN

La zona templada de Chile ofrece condiciones excepcionales para el desarrollo de sistemas de producción pecuarios basados en el pastoreo de praderas permanentes, por ser una fuente de alimentación más barata y generadora de un enorme potencial competitivo a nivel mundial.

La pradera utilizada en pastoreo directo constituye la fuente de alimento más abundante para el ganado y cuando se utiliza correctamente, la de menor costo.

La disminución de los costos de producción es un factor clave para mejorar la competitividad y la permanencia de los sistemas productivos. La práctica de pastoreo de praderas de estación fría en invierno es un manejo utilizado para reducir los costos de producción de forraje. Con el incremento de la altura y o biomasa del residuo, disminuye simultáneamente la eficiencia de utilización de la pradera y se deteriora la calidad de los rebrotes subsiguientes. Disposiciones de pastoreos altos y bajos producen una masa vegetal similar, pero la composición botánica, conteo de macollos, y distribución estacional de fitomasa de especies difieren significativamente a través del año.

La principal limitante de la pradera durante los meses de invierno y gran parte del otoño es la baja disponibilidad de materia seca debido a que ésta es insuficiente para cubrir los requerimientos de vacas lecheras en producción. La pradera disponible en ambas épocas se caracteriza por un alto contenido de agua, baja fibra y un elevado porcentaje de proteína cruda en relación a la energía. Varias publicaciones han demostrado que pastoreos intensos y frecuentes en forma continuada, reducen la producción de materia seca, afectando la persistencia de la pradera en éstas épocas.

En la actualidad, entre los profesionales y productores de la zona Sur de Chile, existe gran diversidad de criterios utilizados para controlar el pastoreo, razón por la cual no existe un consenso en el criterio que determine la cantidad de fitomasa. Uno de los criterios más

utilizados aunque no el más sencillo, es la disponibilidad de forraje (definido como el total del forraje disponible, expresado en kg de materia seca ha⁻¹).

Existen algunos antecedentes que establecen que el efecto del pastoreo invernal en el rendimiento, calidad y persistencia podría ser influenciado por el manejo de la frecuencia e intensidad de pastoreo.

De acuerdo a lo anterior, se plantea como hipótesis que la frecuencia e intensidad del pastoreo invernal afecta la producción y calidad de una pastura permanente polifítica.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del pastoreo invernal en el rendimiento y calidad del forraje de una pastura permanente del Llano Central de la Región de La Araucanía.

Los objetivos específicos de esta investigación fueron:

1. Determinar el efecto de dos combinaciones de frecuencia e intensidad de pastoreo en el rendimiento de una pastura permanente polifítica.
2. Medir el efecto de dos combinaciones de frecuencia e intensidad de pastoreo en la composición botánica de una pastura permanente polifítica.
3. Evaluar el efecto de dos combinaciones de frecuencia e intensidad de pastoreo en la calidad de una pastura permanente polifítica.
4. Evaluar el efecto de dos combinaciones de frecuencia e intensidad de pastoreo en la cobertura y número de macollos de una pastura permanente polifítica.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manejo de pastoreo

El manejo de pastoreo es una de las herramientas fundamentales para lograr maximizar la producción de forraje de alta calidad por hectárea así como también optimizar su oportuna utilización por el ganado. Tiene importantes repercusiones en el rendimiento y persistencia de la pradera y permite controlar la oferta de forraje por animal y su valor nutritivo, determinando el consumo de nutrientes y el rendimiento individual (Parga, 2007) .

Los dos aspectos más importantes en el manejo de pastoreo son: el control del momento o frecuencia de utilización de la pradera y el control de la intensidad de pastoreo (Parga, 2007).

En la estructura pratense el manejo de pastoreo es considerado un factor determinante, pues mediante un adecuado control de la frecuencia e intensidad del pastoreo se puede optimizar la cosecha del forraje (Teuber, 1995).

El manejo del pastoreo incluye tanto la pradera como el animal y por tanto necesita del conocimiento de la interacción de éstos dos factores para así aumentar los beneficios tanto del rendimiento y calidad de la pradera, como también la producción animal (Romero, 1993a). Se necesita consumir una alta proporción del forraje producido, para así lograr un alto consumo de nutrientes por el animal (Balocchi, 2001).

Los bovinos realizan un consumo poco uniforme de la pradera, lo cual se acrecienta, debido a zonas con residuos de fecas y orina, así se obtienen áreas sobrepastoreadas y otras subpastoreadas o evitadas. Este fenómeno puede evitarse en parte, mediante un adecuado control de la intensidad y frecuencia del pastoreo (Teuber, 1995), los cuales son los aspectos más importantes para su manejo (Romero, 1993a).

Según Fulkerson y Donaghy (2001), para manejar exitosamente un sistema de pastoreo en una pradera de *Lolium perenne* L. (ballica inglesa) con vacas lecheras, debe tomarse en cuenta los cambios en las reservas de carbohidratos solubles y el inicio de la senescencia.

2.2 Frecuencia e intensidad de pastoreo

El grado al cual una planta es pastoreada durante un periodo de pastoreo es definido como la intensidad de pastoreo (Vallentine, 2001). Se expresa como la cantidad de forraje o área de las hojas que quedan rezagadas al final de la actividad en pastoreo (Rayburn, 1992). La cantidad de residuo puede ser medido como el área foliar residual (kg MS ha^{-1}) o mediante la altura (Romero, 1996).

La velocidad a la que una pradera produce forraje, representa el balance entre la tasa de crecimiento y la pérdida de tejido por senescencia y descomposición, la cual cambia con la estación del año. El conocimiento de los cambios estacionales en el crecimiento acumulado de las diferentes especies forrajeras permite determinar la frecuencia de defoliación para obtener una mayor producción de forraje de alta calidad (Hodgson, 1990). En el Cuadro 1, se indican las frecuencias de pastoreo recomendadas para el Sur de Chile, las cuales fueron evaluadas por Parga (2003), en praderas permanentes de la Región de Los Lagos.

Cuadro 1. Frecuencia de Pastoreo en diferentes épocas del año.

Época	Rotación (días)	Período (meses)
Primavera	16 a 21	Octubre a Noviembre
Verano	25 a 35	Enero a Marzo
Otoño	25 a 35	Abril a Mayo
Invierno	45 a 60	Junio a Agosto o Septiembre

Parga, 2003.

Los manejos de defoliación pueden ser fácilmente variados a través de frecuencia e intensidad de defoliación y la aplicación de estas combinaciones determinan la habilidad de las plantas para tolerar el pastoreo, tal como su productividad y persistencia (D'angelo *et al.*, 2005). Es así como Bryan y Millis, (1988) citados por D'angelo *et al.* (2005), indican que un manejo intenso de la pradera puede cambiar la distribución y acumulación de forraje.

2.2.1 Efectos de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre la producción de la pradera

El efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo, depende de la arquitectura o morfología de la planta y de la época del año en la que se desarrolle el pastoreo (Romero, 1996).

Holmes y Wilson (1989) señalan que los efectos más importantes del pastoreo sobre las plantas pueden ser debidos a: efectos sobre el ritmo de crecimiento de las hojas; efectos sobre el ritmo a que se producen los nuevos rebrotes; efectos; efectos sobre el crecimiento y supervivencia de estos nuevos rebrotes; efectos sobre el crecimiento de las raíces; el grado en que permite la formación de tallos reproductores (floración); el grado en que se permite morir y pudrirse alas hojas más viejas.

Numerosos trabajos resumidos por Harris (1978), han demostrado que pastoreos intensos y frecuentes en forma continuada, reducen la producción neta de materia seca. Defoliaciones muy frecuentes reducen la energía de reserva formando tallos y raíces mas pequeñas retardando el periodo de crecimiento (Fulkerson and Donaghy, 2001).

Pastoreos suaves e infrecuentes aumentan las pérdidas por muerte y descomposición de hojas, reduciendo con ello la producción neta de las plantas y conduciendo a un rápido deterioro de la estructura de la pradera (Parga, 2003).

Para D'angelo *et al.* (2005), la frecuencia de pastoreo debe ser suficientemente larga para permitir que las plantas regeneren sus hojas para así acumular suficientes reservas antes de la próxima defoliación. Holmes *et al.* (2002), menciona que si la oferta de forraje es

inferior a 2.000 kg MS/ha, la pradera no habrá completado su período de máximo crecimiento, las vacas no serán capaces de tomar grandes bocados y el consumo será restringido. Por otra parte, si supera los 3.000 kg MS/ha, algunas de las hojas estarán envejeciendo y tendrán una digestibilidad disminuida, lo que incrementará el rechazo de forraje por parte de los animales.

En un ensayo sobre una pradera permanente de tres años, en la cual se midió el efecto de la frecuencia de pastoreo, se encontró que la producción anual se incrementó, a medida que aumentó la frecuencia de pastoreo de 7 a 49 días durante la época de invierno (Motazedian y Sharrow, 1986).

Con respecto al efecto de la intensidad de pastoreo sobre especies con distintos hábitos de crecimiento, al aumentar la intensidad de pastoreo sobre especies de crecimiento erecto, éstas disminuyen sus producciones, sin embargo ocurriría lo contrario con especies de crecimiento postrado o rastrero, donde se esperaría un aumento en las producciones (Motazedian y Sharrow, 1986). Según McBeath (2002), un pastoreo intenso, pero no extremo, aumentará la producción de las praderas, ya que previene el sombreamiento de las hojas basales por efecto de las superiores, lo que reduce la mortalidad y caída de las hojas basales y aumenta el número y vigor de nuevos macollos. También se reducirá el número de tallos florales que se forman y la cantidad de follaje maduro. Guy *et al.* (1981) y Korte *et al.* (1982), determinaron que la intensidad de pastoreo también influye sobre la cantidad de materia muerta en la pradera y encontraron que con pastoreos menos intensos, la cantidad de hojas y tallos muertos se incrementaba. Dumont (1992), señala además que la intensidad del pastoreo afecta tanto la eficiencia de utilización de la pradera, como el comportamiento animal. Una pradera intensamente pastoreada soporta una mayor carga animal porque una proporción más alta de su producción es cosechada.

Gonzalez (1999), menciona que en ensayos realizados en Nueva Zelandia, se ha observado que cuando se deja un residuo equivalente a 1.400 kg MS/ha, la pradera tendrá una tasa de crecimiento de 45 kg MS/ha/día, en cambio cuando se dejan residuos mayores, equivalentes a 1.600 kg MS/ha, la tasa de crecimiento de la pradera será de 80 kg MS/ha/día.

Esto debido principalmente a que no se han afectado los centros de crecimiento de las especies forrajeras constituyentes de la pradera. En un estudio, Holmes *et al.* (2002), sugieren que bajo condiciones neocelandesas, la máxima producción neta de praderas se obtiene manteniendo la fitomasa en el rango 1.500 a 2.500 kg MS/ha, mediante pastoreos relativamente intensos a intervalos variables, según la época del año.

2.3 Criterios de uso de praderas

2.3.1 Altura de la pradera

La altura de la pradera como criterio para controlar tanto el crecimiento de la pradera, como el consumo del animal que pastorea (Hodgson, 1990; Mayne *et al.*, 2000) es ampliamente aceptado y común en el manejo de bovinos en pastoreo (Le Du *et al.*, 1981; Parsons, 1984).

Se han realizado diferentes recomendaciones de pastoreo basadas en este criterio, las que difieren entre sí en función de los sistemas de pastoreo, características de los animales y objetivos de la explotación. Paralelamente, se han desarrollado instrumentos prácticos para la determinación de la altura en terreno, como el bastón graduado, que mide la altura de la cubierta vegetal sin alterar (Barthram, 1986) y el medidor de plato, que ejerce una presión definida sobre la vegetación, determinando una altura “comprimida” (Earle y McGowan, 1979; Mathieu y Fiorelli, 1985).

Este último puede usarse también para estimar la biomasa presente y así la disponibilidad de forraje en kg de materia seca por hectárea (kg MS/ha), a través de su calibración bajo las condiciones en que será utilizado.

2.3.2 Biomasa residual

En Nueva Zelanda, se utiliza la biomasa de pasto residual como indicador de la severidad del pastoreo, la que a su vez es el resultado de la biomasa pre-pastoreo menos el consumo (Holmes, 1987). Para las condiciones Neozelandesas, actualmente se recomienda para las vacas en lactancia 1.500 a 1.600 kg MS/ha, cuando la biomasa pre-pastoreo es cercana a 2.500 kg de MS/ha y, de 1.850 a 2000 kg de MS/ha si la biomasa pre-pastoreo es próxima a 3.000 kg de MS/ha (Holmes *et al*, 2002). Valores aún mayores, de 2.000 a 2.200 kg MS/ha, han sido propuestos como óptimos por Hainsworth y Thomson (1997). Sin embargo, estos autores advirtieron que existe una amplia variación de las estimaciones de biomasa entre distritos en Nueva Zelanda, señalando que 2.200 kg MS/ha medidos en Taranaki pueden equivaler a 1.400 kg MS/ha en Manawatu y a 1.800 kg MS/ha en Waikato.

Los carbohidratos de reserva de una pradera son almacenados en la base de la planta y se concentran en los primeros 5 cm sobre el suelo. Por esta razón es importante proteger este estrato de la pradera evitando un pastoreo muy intenso o dejar un residuo demasiado bajo (Balocchi *et al*, 2007)

2.3.3 Oferta diaria de pasto y asignación de superficies

Otra forma de regular la severidad del pastoreo, en sistemas de pastoreo rotativo, es a través del control de la cantidad de pasto ofrecida diariamente por animal, la que en función de la biomasa presente (kg de MS/ha) y del número de animales, determina la superficie pastoreada cada día.

La cantidad de pasto ofrecida tiene un efecto positivo determinante sobre el consumo y, por lo tanto sobre el rendimiento individual, actuando como un verdadero instrumento de racionamiento. El consumo individual aumenta con la oferta de pasto en forma exponencial y decreciente, hasta una oferta máxima, medida a ras de suelo, cercana a los 50 a 60 kg de materia seca por vaca al día (Delagarde *et al*, 2001). Pero al igual que con el incremento de la altura y/o biomasa del residuo, disminuye simultáneamente la eficiencia de utilización de la pradera y se deteriora la calidad de los rebrotes subsiguientes (Stakelum y O'Donovan, 2000).

2.3.4 Numero de hojas vivas por macollo

En praderas dominadas por ballica perenne el número de hojas vivas es otro criterio posible de utilizar como guía para el ingreso de los animales al pastoreo, para lo cual se contabiliza el número de hojas expandidas por macollo. Este criterio presenta estrecha relación con el rendimiento de materia seca, calidad nutritiva y nivel de carbohidratos de la planta (Canseco *et al*, 2007).

En el estado de tres hojas la planta tiene sus reservas reestablecidas y se encuentra preparada para una nueva defoliación (Donaghy y Fulkerson, 2006).

En la Figura 1 se describe el proceso de rebrote de un macollo de ballica posterior a un pastoreo descrito por Donaghy y Fulkerson (2006).

El número de hojas como criterio para iniciar el pastoreo varía entre especies gramíneas, las que pueden mantener un número diferente de hojas vivas por macollo (Canseco *et al*, 2007). En el Cuadro 2, se muestra el número de hojas vivas (verdes) en diferentes especies de gramíneas perennes.

Cuadro 2. Número de hojas vivas por macollo e inicio del pastoreo en diferentes especies de gramíneas forrajeras.

Especie Forrajera	Hojas vivas por macollo (N°)	Hojas al inicio del pastoreo(N°)
Ballica	3	2 a 3
Festuca	2,5 a 3,5	2 a 3
Bromo	4 a 5	4
Pasto ovillo*	4 a 5	4

*Crecen dos hojas a la vez.
Canseco *et al*, 2007.

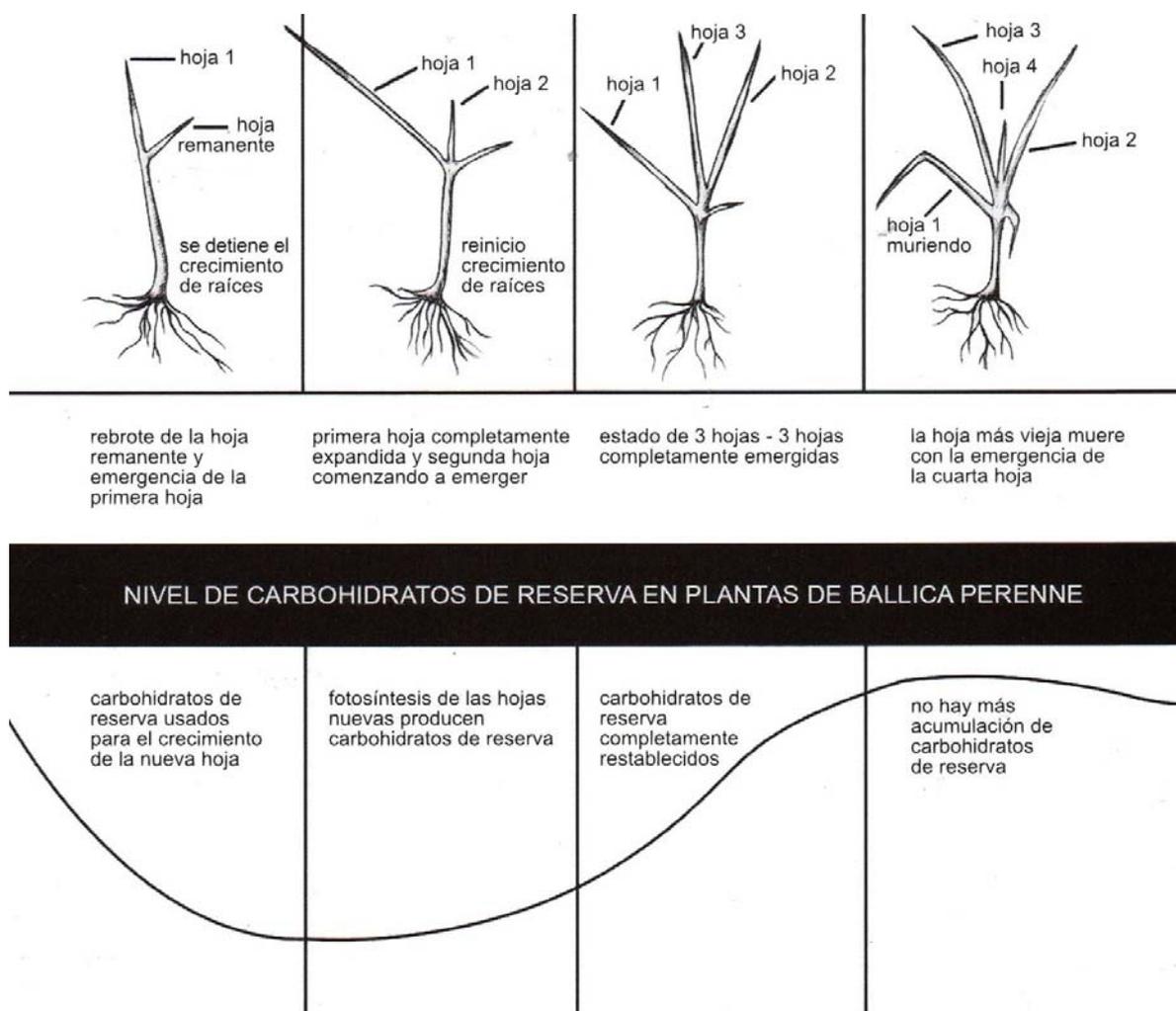


Figura 1. Rebrote de un macollo de ballica posterior a un pastoreo (Donaghy y Fulkerson 2006)

2.4 Componentes de rendimiento en praderas

El rendimiento de las gramíneas puede ser modificado a través de un aumento en el número e macollos o del peso de ellos; sin embargo, ocurren ciertos mecanismos de

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 el desarrollo individual (Ruiz, 1996).

2.4.1 Número de macollos.

Las gramíneas se componen de numerosos macollos, cada uno de los cuales poseen yemas o brotes capaces de desarrollar nuevos macollos (Langer, 1963). Ellos constituyen la unidad de producción de las gramíneas siendo responsables de la producción de hojas, y se caracterizan por ser sensibles a cambios ambientales tales como luz, época de año, déficit de humedad, así como también a factores de manejo del pastoreo (Ruiz, 1996), tales como fertilización y carga animal (Hunt and Field, 1979).

El desarrollo de estolones y macollos a partir de las yemas axilares, son fuertemente afectados por la intensidad y por la calidad de la luz que llega a la base de la pradera (Ruiz, 1996). Teuber (1995), demostró que la calidad de luz (relación rojo: rojo lejano) incidente a la hora en el crecimiento que sostiene a la yema y su entorno, es particularmente importante en la formación de las nuevas estructuras de la planta. La calidad de la luz, disminuye conjuntamente con la intensidad hacia las estratas inferiores de la pradera, debido al aumento del sombreado y de la proporción de luz reflejada (Teuber, 1995).

En praderas pastoreadas con altas cargas animales se ha encontrado que la luz es capaz de penetrar a la base de los macollos estimulando la producción de hojas y macollos, situación opuesta ocurre con cargas bajas. Pero además, la tasa de aparición de macollos es influenciada por la temperatura, como es el caso de ballica y festuca, especies cuya tasa de producción de macollos a 20 °C es tres veces más alta que 10° C (Mitchell and Coles, 1955).

Según Ruiz (1996), la mayor tasa de generación ocurre durante otoño, invierno y primavera. Hernández *et al.*, (1999) y Velasco *et al.*, (2001), atribuyen este aumento en la tasa de aparición de macollos a fines de invierno, al incremento en las horas de luz solar, por efecto

del cambio de invierno a primavera. La menor tasa durante el verano se debe a que la producción de nuevos macollos se ve afectada negativamente con el déficit de humedad.

2.4.2 Estolones.

La cantidad de estolones presentes en una pradera es de significativa importancia en la persistencia y producción de trébol blanco, debido a que la unidad básica de producción de hojas en esta especie es el estolón. El trébol blanco crece extendiendo sus estolones a través de la superficie del suelo, produciendo hojas en cada nudo del estolón (Ruiz, 1996).

Al igual que en el caso de los macollos la temperatura, luz y sobre todo fertilización nitrogenada afectan positivamente la producción de estolones (Ruiz, 1996).

Respecto al manejo de la frecuencia e intensidad de pastoreo Teuber (1995), demostró que la población de puntos de crecimiento en trébol blanco era notablemente menor en las áreas rechazadas por las vacas, con respecto a aquellas áreas más bajas pastoreadas frecuentemente. La respuesta morfológica del trébol al mejoramiento de las condiciones de iluminación es alta en cualquier época del año, pero particularmente en invierno y primavera (Parga, 2003).

2.5 Calidad

La vegetación de la pastura es una mezcla de muchos componentes incluyendo hojas, tallos, inflorescencias y semillas en varias etapas de madurez, tejido vivo o senescente y material marchito (Hacker and Minson, 1981). La proporción de tejido vivo y muerto, la relación hoja-tallo, así como la biodiversidad entre especies de plantas (gramíneas-leguminosas), determinan la calidad de la materia seca disponible (McCormick *et al.*, 2001).

La calidad del forraje tiene un efecto directo sobre el rendimiento animal, valor nutritivo del forraje, rendimiento y los retornos económicos (Ball *et al.*, 2001).

La composición química de la pastura varía drásticamente desde lo alto hasta su base, reflejando la declinación en la proporción de hojas y el incremento proporcional de seudotallos, tallos y material muerto (Delagarde *et al.*, 2000, Parga *et al.*, 2000). En primavera, el aumento del intervalo entre utilizaciones acentúa las diferencias de composición entre la cima y la base de la vegetación (Parga *et al.*, 2000).

Parga (2003), evaluó la composición química del forraje seleccionado por vacas lecheras en pastoreo rotativo en diferentes épocas del año (Cuadro 2), obteniendo como resultado una calidad nutritiva máxima en primavera, pero luego desciende en forma inevitable hacia el verano debido a las condiciones climáticas y de los residuos post pastoreo dejados a fines de primavera. La calidad de los rebrotes mejora en otoño y se mantiene alta en invierno, época en que la disponibilidad es la gran limitante (Parga, 2003).

Cuadro 3. Calidad de la pradera consumida por vacas lecheras en pastoreo rotativo en praderas bien manejadas.

Parámetro de calidad	Primavera(1)	Verano(2)	Otoño (1)	Invierno (1)
Materia seca (%)	13-16	22-28	12-14	11-14
Proteína Cruda (%)	22-27	12-15	24-29	24-30
Energía Metabolizable (Mcal/kg MS	2,8-3,0	2,2-2,5	2,7-2,8	2,7-2,8
Paredes celulares (FDN, %)	35-45	50-60	40-45	11-48
Digestibilidad de la materia seca (%)	83-92	65-75	80-85	80-85

Parga, 2003. (1) Praderas frondosas, pastoreadas cada 8 a 20 días en primavera y cada 30 a 50 días en otoño e invierno aproximadamente, (2) Varía ampliamente en función de la sequía y de los restos de tallos secos y material muerto.

Según Klein (2003), la composición nutricional de la pradera es altamente variable no solo durante el año, sino también depende del nivel de fertilidad, composición botánica y manejo de la pradera.

En praderas pastoreadas, la defoliación y rebrote de las plantas crean variabilidad en la altura de la pradera, su fenología y, por lo tanto, en el valor nutritivo de la planta (García *et al.*, 2003).

3.5.1 Materia Seca

La materia seca es el residuo que queda después de extraer el agua de un alimento mediante alguna técnica de secado (Cañas, 1998). Los nutrientes de un alimento se calculan porcentualmente en función del contenido de materia seca y su importancia radica en que los rumiantes regulan el consumo básicamente por el contenido de materia seca (Cañas, 1998).

3.5.2 Proteína Cruda

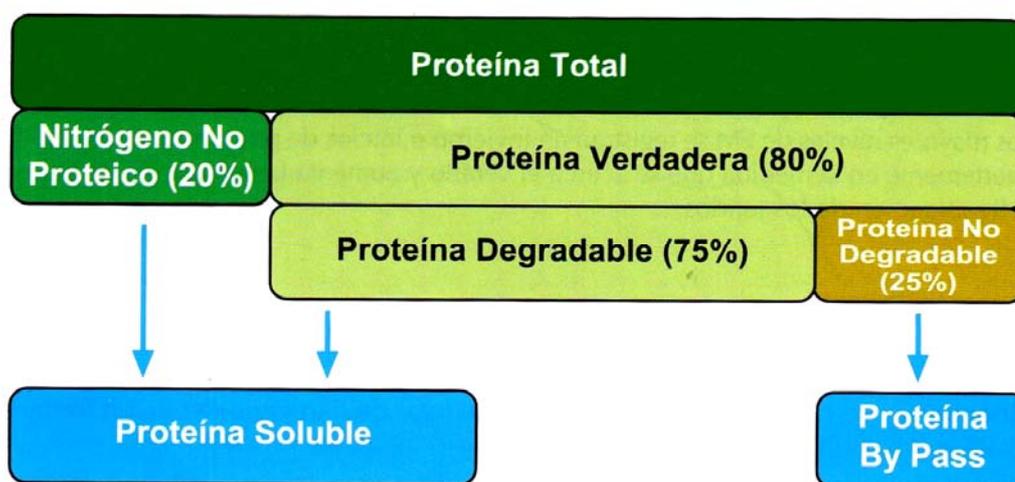
La proteína es la fuente de aminoácidos y nitrógeno en los alimentos. Es necesaria en el ganado para el crecimiento y producción de leche y carne. Las proteínas también son necesarias para las bacterias ruminales, así como también la digestión de muchos alimentos para rumiantes (Rayburn, 1996).

El contenido de proteína total (PT), proteína cruda (PC) o proteína bruta (PB) son sinónimos y se calculan en base al contenido total de nitrógeno de un forraje. La proteína total de la dieta se divide en proteína verdadera (PV) y en nitrógeno no proteico (NNP). A su vez, la proteína verdadera consta de una fracción degradable en el rumen (PD) y otra no degradable (PDN) que escapa a la fermentación ruminal, la cual puede ser digerida a nivel intestinal (“by pass”). (Canseco *et al.*, 2007b). Figura 2.

La fracción más importante de la proteína verdadera de los forrajes de los forrajes corresponde a la proteína degradable en el rumen, la que es utilizada junto con el nitrógeno no proteico por los microorganismos ruminales, para la síntesis de proteína microbiana (PM). La proteína soluble es la fracción de más rápida degradación de la proteína degradable, más el nitrógeno no proteico, como se indica en la Figura 3 (Canseco *et al.*, 2007b).

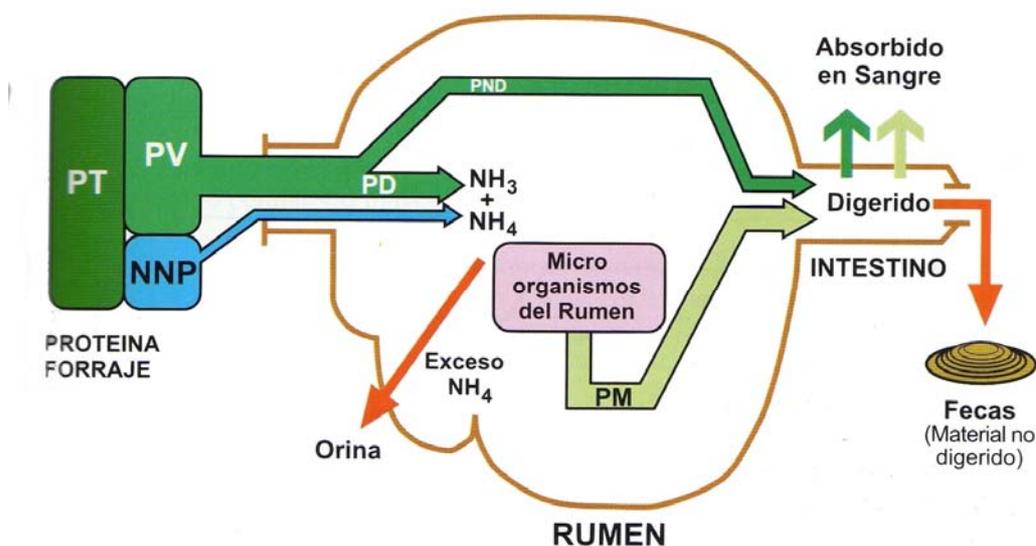
Cultivos de forraje perenne varían en el contenido de proteína, aquellos que tienen más leguminosas tienen un mayor contenido de proteína cruda, dependiendo del estado de madurez (Rayburn, 1994).

La mayor frecuencia de utilización de la pradera provoca un incremento en los contenidos de proteína del forraje y una disminución en los contenidos de fibra (Hughes *et al.*, 1979).



Canseco et al, 2007b

Figura 2. Distintas fracciones de la proteína total o cruda del forraje.



Canseco *et al*, 2007b

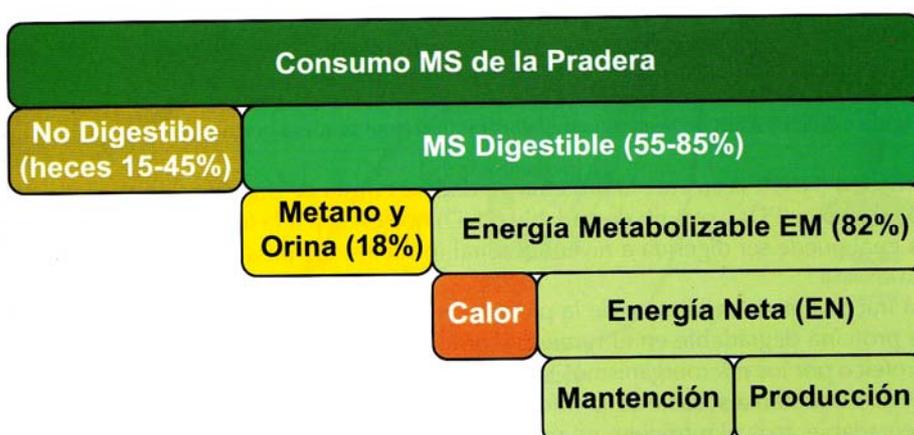
Figura 3. Utilización de la proteína en rumiantes.

3.5.3 Energía Metabolizable

La energía metabolizable (EM) corresponde a la porción de la energía que el animal puede utilizar para cualquier proceso fisiológico. Para estimar la energía metabolizable de un forraje hay que sustraer a la Energía Digestible aquella contenida en la orina (UE) y la que contiene los gases que se producen en la digestión (EGD) (Cañas, 1998). Por lo tanto la definición de Energía Metabolizable es: $EM = ED - EU - EGD$. En la Figura 4 se esquematiza la conversión de la pradera consumida en energía utilizable para el animal, publicada por Canseco, *et al* (2007b).

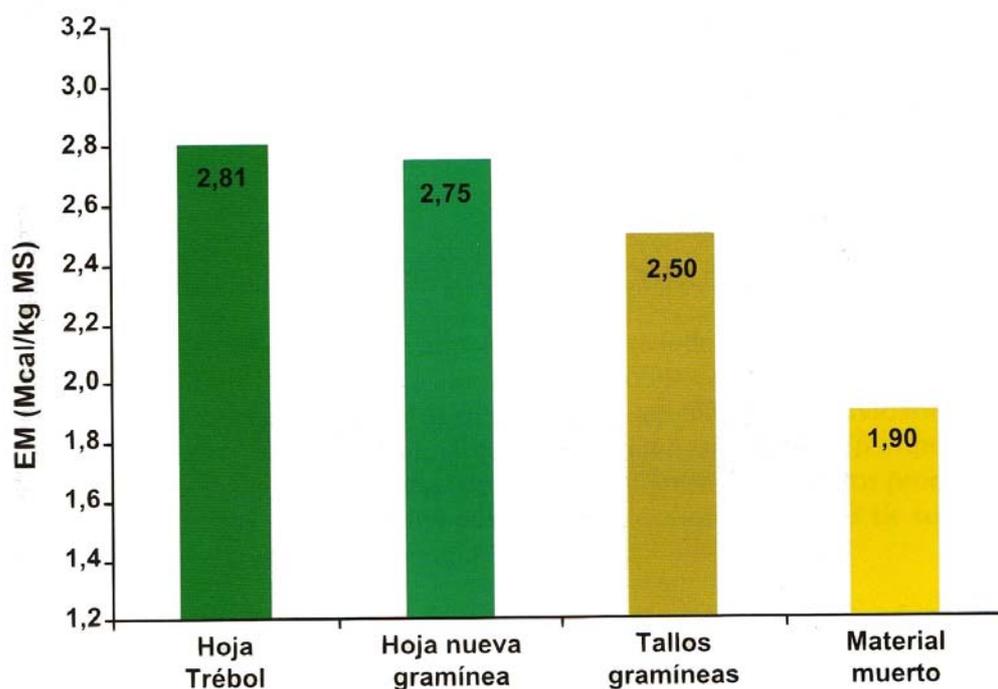
Alrededor de un 19% de la energía aparentemente digerida en rumiantes es excretada en la orina y en los gases como metano, por lo tanto, la Energía Metabolizable en rumiantes se puede estimar multiplicando la Energía Digestible por 0,81 (Cañas, 1998).

Las hojas, tallos y material muerto varían en su contenido de MS, cantidad de fibra, digestibilidad, proteína y carbohidratos. El contenido de energía de los tallos es generalmente menor que el de las hojas, tanto en gramíneas como en leguminosas, debido a que el incremento en los niveles de fibra y lignina reduce la digestibilidad de la planta. El material muerto tiene una baja concentración de energía (menos de 2 Mcal/kg MS), ya que cuando las células mueren los contenidos solubles se pierden, dejando solo las paredes celulares (Canseco *et al*, 2007b). la variación en el contenido de energía metabolizable en los distintos componentes de una planta forrajera se pueden observar en la Figura 5.



Canseco *et al*, 2007b

Figura 4. Conversión de la pradera consumida en energía utilizable para el animal.



Canseco *et al.*, 2007b

Figura 5. Contenido de energía metabolizable en los distintos componentes de una planta forrajera.

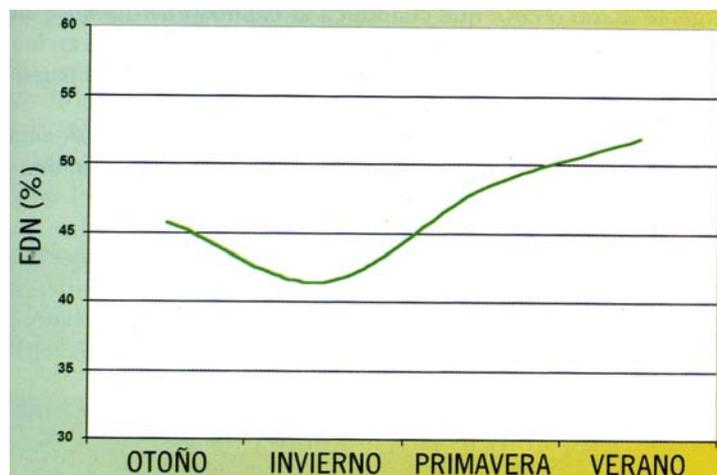
3.5.4 Fibra Detergente Neutra

La fibra detergente neutra (FDN) es el componente químico que se encuentra en mayor cantidad en el forraje y su degradabilidad es un parámetro esencial para predecir su valor energético (Sadeghi *et al.*, 2005).

La FDN se correlaciona negativamente con el consumo de materia seca, es decir, cuando se aumenta la FDN, el consumo de forraje disminuye. La FDN aumenta al avanzar el estado de madurez del forraje (Cañas, 1998).

En la Figura 6, se presenta la evolución del contenido de FDN a través del año en praderas permanentes bajo pastoreo del sur de Chile, donde se puede observar que los niveles

más bajos de fibra se obtuvieron durante invierno, incrementándose desde fines de primavera en adelante debido a cambios ambientales y fisiológicos en las plantas (Canseco *et al*, 2007b).



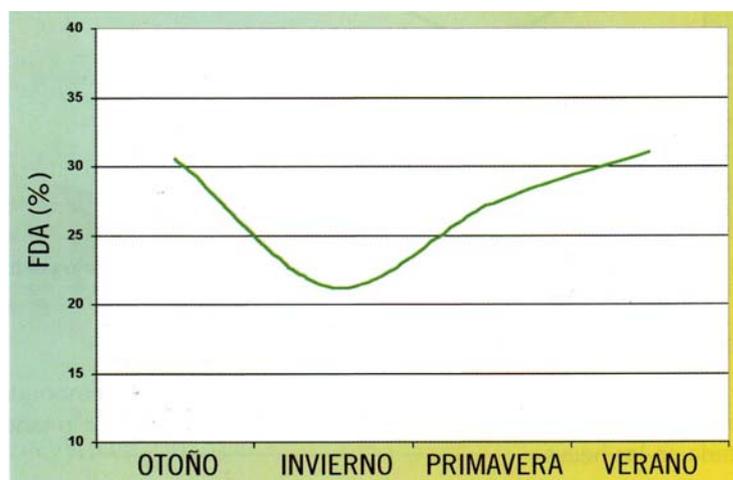
Canseco *et al*, 2007b

Figura 6. Evolución del contenido de FDN en praderas permanentes bajo pastoreo.

3.5.5 Fibra Detergente Acida

La Fibra detergente ácida (FDA) puede ser la más importante determinación en el análisis de forrajes (Cañas, 1998). Comúnmente se la aísla y registra como la porción del forraje que permanece después de un tratamiento con detergentes en condiciones ácidas e incluye a la celulosa, lignina y sílice. La FDA es importante porque se correlaciona negativamente con la digestibilidad del forraje, es decir, cuando aumenta la FDA el forraje se hace menos digestible (Cañas, 1998).

En la Figura 7, se presentan los datos de FDA obtenidos por Canseco *et al* (2007b), a través de las distintas estaciones del año, en una pradera permanente bajo pastoreo en el sur de Chile.



Canseco *et al.*, 2007b

Figura 7. FDA en praderas permanentes bajo pastoreo en diferentes épocas del año.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del ensayo.

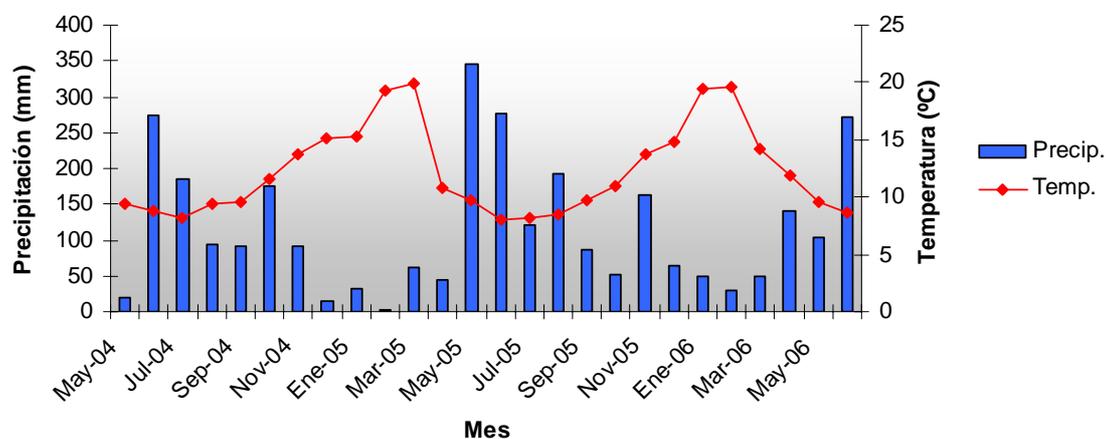
La investigación se realizó en la Estación Experimental Maquehue, perteneciente a la Universidad de La Frontera, a 12 km al sur de la ciudad de Temuco, en el Llano Central de la Región de la Araucanía, Comuna de Freire, Provincia de Cautín, 38°50' LS – 72°40' LO, 70 m.s.n.m.

3.2 Características edafoclimáticas.

El predio Maquehue presenta un Andisol de la Serie Freire, el cual se caracteriza por su topografía plana a suavemente ondulada, con pendientes de 0% a 1% y altura entre 80 a 100 m.s.n.m. El drenaje es pobre a moderado (Mella y Kühne, 1985) y el contenido de nutrientes es considerado sobre el promedio de los suelos de la región.

Suelo moderadamente profundo, de textura superficial franco limosa y color pardo oscuro. Substrato de gravas con fierrillo en la zona de contacto con el suelo.

El clima predominante es mediterráneo frío, presentando marcadas variaciones estacionales definiéndose meses fríos, templados y cálidos. La temperatura media anual es de 12° C y máxima media mensual para el mes más cálido (enero), de 24,5 °C y mínima para el mes más frío (julio) de 4,1 °C. El periodo libre de heladas es de dos meses (enero y febrero). El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 1.328 mm, siendo junio el mes más lluvioso. La estación seca abarca el período comprendido entre los meses de noviembre a marzo (Rouanet, 1983). Las condiciones pluviométricas y el comportamiento de las temperaturas bajo las cuales se realizó el ensayo se describen en el climograma de la Figura 8.



* Temperatura media mensual.

Estación Meteorológica Maquehue dependiente de la DGAC. Lat. 38°46'27''S 72°39'29''W.

Figura 8. Climograma. Valores pluviométricos y de temperatura media registrados desde el establecimiento de la pastura (May/04) hasta el termino del periodo experimental (jun/06).

3.3 Precultivo y preparación de suelo.

El precultivo fue una pastura *Hordeum vulgare* que se utilizó para la elaboración de ensilaje. En el mes de marzo se aplicó barbecho químico de Glifosato en dosis de 2,4L i.a. ha⁻¹ (5 L Roundup/ha) en 100 L de agua.

La preparación de suelo consideró dos labores con rastra offset los días 20 de marzo y 1 de abril. Este mismo día se realizó una labor con vibro cultivador y rodón para la compactación final previa a la siembra.

3.4 Siembra.

La pastura se estableció el 08 de Abril de 2004, en dosis de 8,3 kg ha⁻¹ de *Lolium perenne* L. cv. Quartet AR1 + 8,3 kg ha⁻¹ de *Festuca arundinacea* cv. Mylena + 8,3 kg ha⁻¹ de *Dactylis glomerata* cv. Starly asociada con 2 kg ha⁻¹ *Trifolium repens* L. cv. Tribute y 2 kg ha⁻¹ de *Trifolium repens* L. cv Nusiral. Se utilizó una máquina cerealera que realizó una siembra en líneas con una distancia entre hilera de 17.5 cm.

3.5 Fertilización.

3.5.1 Fertilización siembra.

De acuerdo a los requerimientos de la pastura y el nivel de nutrientes del suelo (Cuadro 4), en el establecimiento se aplicó al surco de siembra 230 kg P₂O₅ en la forma de Superfosfato Triple, en mezcla con la semilla.

3.5.2 Fertilización post siembra.

Se aplicó una fertilización nitrogenada al voleo, en forma de urea, al estado de macolla, el día 14 de mayo. Posteriormente se aplicó urea los días 23 de septiembre y 6 de diciembre. La dosis de cada fertilización correspondió a 46 kg de N ha⁻¹.

El día 4 de mayo se fertilizó con 46 kg de P₂O₅ en la forma de Superfosfato; 36 kg de MgO ha⁻¹ y 44 kg de S, ambos en forma de Sulpomag.

3.5.3 Fertilización de mantención. Ver Cuadro 5.

Cuadro 4. Composición química del suelo en el sitio del ensayo, durante el periodo 2004/06, medida a una profundidad de 0,10 m. Estación experimental Maquehue. Laboratorio de Análisis químico de Suelo, Instituto de Agroindustria. Temuco.

Componente	Unidad	Marzo 2004	Septiembre 2005	Enero 2006
Nitrógeno	(mg/kg)	33,0		
Fósforo	(mg/kg)	18,0	17	15
Potasio	(mg/kg)	250,0	301	300
pH (H ₂ O)	-	5,53	5,62	5,52
Materia Orgánica	%	12,0	12	12
Potasio	(cmol ⁺ /kg)	0,64	0,77	0,77
Sodio	(cmol ⁺ /kg)	0,28	0,1	0,12
Calcio	(cmol ⁺ /kg)	7,03	7,62	7,38
Magnesio	(cmol ⁺ /kg)	1,41	1,91	1,82
Aluminio	(cmol ⁺ /kg)	0,22	0,38	0,38
Suma de Bases	(cmol ⁺ /kg)	9,36	10,4	10,09
CICE	(cmol ⁺ /kg)	9,58	10,78	10,47
Saturación de Aluminio	%	2,30	3,53	3,69
Boro	(mg/kg)	0,51	0,47	-
Zinc	(mg/kg)	0,56	0,68	-
S	(mg/kg)	6,00	9,00	-

Metodología: 8,5 (Olsen); S disponible; extracción con CA (H₂PO₄) 20,01 mol/L; Ca, MG, K y Na intercambiable: extracción con CH₃COONH₄ 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 Ciencia del Suelo.

Cuadro 5. Fertilización aplicada a la pastura. Estación experimental Maquehue. Región de la Araucanía. Temporada 2005/06.

Fecha	Nutriente	Kg ha ⁻¹	Fertilizante	Kg Fertilizante ha ⁻¹	
2004	23 Sep	N	46	Urea	100
	6 Dic	N	46	Urea	100
2005	4 May	N	46	Urea	100
		P ₂ O ₅	138	Superfosfato Triple	300
		CaO	60		
	15 Oct	K ₂ O	44	Sulpomag*	200
		S	44		
		MgO	36		
		K ₂ O	22	Sulpomag	100
		S	22		
	15 Nov	MgO	18		
		N	46	Urea	100
		K ₂ O	22	Sulpomag	100
S		22			
2006	29 Mar	CaO	310	Magnecal 15*	1000
		MgO	150		
4 Abr	CaO	160	Fertiyeso*	500	
	S	90			
	N	46	Urea	100	
	P ₂ O ₅	92	Superfosfato Triple	200	
	CaO	40			
8 May	K ₂ O	44	Sulpomag	200	
	S	44			
	MgO	36			
	N	46	Urea	100	
	K ₂ O	22	Sulpomag	100	
		S	22		
		MgO	18		

*Nombre comercial

3.6 Control de especies no deseadas

Se realizó un control químico post emergencia el día 15 de mayo de 2004 con 48,75 g i.a. de Flumetsulam + 500 g i.a. de 2,4 DB Ester Butírico en 200 L de agua.

3.7 Periodo pre experimental

En la fase pre experimental, la pastura fue pastoreada a piso el día 15 de Junio con vaquillas de lechería de 250 kg promedio con el objetivo de estandarizar el residuo inicial y promover un crecimiento homogéneo de la pastura. El residuo obtenido durante este pastoreo fue de 1000 kg MS ha⁻¹. Cabe señalar que se había realizado un pastoreo con fecha anterior para el objetivo anteriormente señalado, pero surgió la necesidad de controlar una plaga de gusano blanco detectada en la pastura, motivo por el cual la fecha de éste pastoreo se ubico tan cercana al periodo experimental, lo que no es deseable, pero por tratarse de un ensayo expuesto a las condiciones ambientales es muy difícil poder controlar estos imprevistos.

3.8 Periodo experimental

La fase experimental se inició el 15 de junio de 2005 y finalizó el 28 de junio de 2006.

3.9 Animales

Para realizar el pastoreo se seleccionaron vaquillas de raza Holstein Friesian del rebaño lechero de la Estación Experimental Maquehue. Las vaquillas fueron distribuidas en grupos de cinco por parcela de acuerdo a la disponibilidad de MS otorgada a cada tratamiento,

satisfaciendo las necesidades de forraje de los animales. Las vaquillas tuvieron acceso permanente al agua de bebida.

3.10 Diseño experimental

Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones. El ensayo se realizó en una superficie 1.980 m², dividido en 12 parcelas. El tamaño de cada unidad experimental fue de 165 m².

3.11 Tratamientos

En el Cuadro 6, se presentan los tratamientos que fueron evaluados durante la estación de invierno, y las dos combinaciones de frecuencia e intensidad de pastoreo.

Cuadro 6. Tratamientos evaluados. Estación Experimental Maquehue. Invierno 2005.

Tratamiento		Disponibilidad Pre Pastoreo (kg MS ha⁻¹)	Residuo Post pastoreo (kg MS ha⁻¹)
Frecuente Intenso	FI	1.389	1.067
Frecuente Laxo	FL	1.434	1.179
Infrecuente Intenso	II	1.651	1.044
Infrecuente Laxo	IL	1.805	1.347

3.12 Evaluaciones

3.12.1 Disponibilidad de forraje (biomasa): Con el fin de obtener tanto las disponibilidades como los residuos asignados a cada tratamiento, previo a cada pastoreo y post pastoreo, se determinó la disponibilidad de forraje presente en la pradera. Para este objetivo se utilizó el rising plate meter (plato medidor de forraje), instrumento con el cual se estimó la cantidad de forraje presente en cada parcela experimental. Para estimar dicha cantidad de forraje fue necesario calibrar el instrumento y de manera indirecta para obtener la fitomasa presente en cada parcela. Mediante utilización de una ecuación de regresión de las mediciones de la altura comprimida y materia seca total, fue posible estimar la cantidad de forraje presente en kg de MS ha⁻¹. Para ello se realizaron 50 mediciones en cada unidad experimental con el instrumento y luego se procedió a cortar con una esquiladora la fitomasa contenida bajo el área del plato.

Las muestras de fitomasa, fueron llevadas al laboratorio de praderas perteneciente a la Universidad de La Frontera para determinar la cantidad de MS ha⁻¹ de la masa de forraje cortada. Por último, se correlacionaron las mediciones de altura comprimida y materia seca total mediante un modelo de regresión simple. Las ecuaciones obtenidas que determinaron la disponibilidad y residuo de pastoreo para cada estación se presentan en el Cuadro 7.

3.12.2 Rendimiento: Fue determinado en forma indirecta a través de la alturas comprimidas registradas por el plato y correspondió a la sumatoria de los rendimientos acumulados de la pastura en cada pastoreo. La acumulación de cada pastoreo fue obtenida al sustraer a las disponibilidades de entrada de cada tratamiento el residuo del pastoreo anterior. Los resultados fueron expresados en ton MS ha⁻¹.

Cuadro 7. Ecuaciones de calibración para el plato medidor de forraje obtenidas para la estación de invierno, primavera, verano y otoño que determinaron las disponibilidades y residuos pre y post pastoreo.

Estación	Ecuación	Coefficiente de Determinación
Invierno	$Y = 119 x + 44$	$R^2 = 0,84$
Primavera	$Y = 115 x + 344$	$R^2 = 0,74$
Verano	$Y = 155 x + 219$	$R^2 = 0,72$
Otoño	$Y = 107 x + 685$	$R^2 = 0,65$

Y= Disponibilidad de forraje (kg MS ha⁻¹); X= Altura comprimida determinada con el plato medidor de pasturas (1/2 cm)

3.12.3 Contenido de Materia Seca: se extrajeron tres muestras por parcela para lo cual se utilizó un anillo de metal que en su interior abarca 0,11 m². las muestras fueron tomadas a ras de suelo y cortadas con una esquiladora portátil. Cada muestra fue pesada en verde y a partir de ésta se separó una submuestra representativa por cada parcela, que fue pesada y secada en un horno de ventilación forzada por 48 horas a 65 °C. El contenido de MS se calculó por diferencia de peso. Esta medición se realizó previo al ingreso de los animales a pastoreo y luego del pastoreo al material residual.

3.12.4 Composición botánica: Se determinó para cada unidad experimental con el material colectado previo a cada pastoreo. Se tomaron tres muestras de 0,11 m² cortadas a ras de suelo con una esquiladora portátil, las que fueron separadas manualmente y posteriormente secadas en horno, para expresar su contribución individual en base a peso seco.

3.12.5 Análisis bromatológico: Previo a cada pastoreo y en cada parcela se realizó un análisis bromatológico del forraje ofrecido, para ello se tomaron tres muestras por tratamiento con el anillo anteriormente descrito, que fueron cortadas a la altura residual correspondiente a cada tratamiento con el objetivo de simular la altura de pastoreo de los animales. De cada una

de las muestras obtenidas se extrajo una submuestra, las cuales fueron secadas en horno y luego molido con un molino marca Wiley. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta del Instituto de Agroindustria de la Universidad de La Frontera. Se evaluó: Proteína cruda, Energía metabolizable mediante el contenido de FDA y FDN.

3.12.5.1 Proteína cruda (%): Se utilizó el método de Micro Kjeldahl, el cual permite obtener el porcentaje de nitrógeno total de la muestra, y en base al factor de conversión 6,25 se convierte a porcentaje de proteína cruda (Hiriart, 1994).

3.12.5.2 Energía metabolizable (Mcal/kg): Expresado al aplicar una ecuación de regresión lineal usando para ello el valor de la fibra detergente ácida.

3.12.5.3 Fibra detergente neutra (%): Estos valores se obtuvieron mediante el método de Goering y Van Soest (1972), que se basa en la capacidad de los detergentes para solubilizar proteínas y evitar así su interferencia en el aislamiento de la fibra insoluble o total. Este residuo contiene los principales componentes de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina), así como proteína y nitrógeno fijado en la pared celular.

3.12.6 Cobertura: Mediante la metodología del point-quadrat se determinó el grado de cobertura de la pradera. Esta forma de medir la cobertura, también llamada doble metro, consiste en colocar sobre el suelo una regla de 100 cm de longitud. A lo largo de esta regla se realizan observaciones cada 4 cm, de modo de obtener 25 mediciones. Las observaciones se realizaron haciendo descender verticalmente una aguja metálica en los puntos indicados, determinando la frecuencia de cada especie que compone la pradera está presente y/o ausente correspondiendo en este último caso a suelo. La frecuencia de cada especie presente se calcula por sumatoria y se expresa en porcentaje de acuerdo al número total de observaciones realizadas. Este procedimiento se realizó tres veces en cada parcela experimental, al inicio y

término de invierno y posteriormente, a fines de las estaciones de primavera, verano y otoño previo a cada pastoreo.

3.12.7 Número de macollos: Luego de la elección al azar de varias hileras representativas de cada una de las parcelas, se situó en la pradera una regla de 50 cm. Posteriormente se procedió a contar la cantidad de macollos que se encontraban contenidos en dicha longitud. Luego de duplicar dicha cantidad y teniendo en cuenta la distancia entre las hileras, se calculó el número de macollos por m².

3.13 Análisis Estadístico

Los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico JMP 5.1, mediante un análisis de varianza y los resultados que presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) fueron comparados mediante la Prueba de comparación Múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 5%.

4. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Número de pastoreos y rotación

Durante la estación de invierno debido a las condiciones climáticas desfavorables, propias de la estación, se realizó solo un pastoreo en cada tratamiento. El detalle del pastoreo realizado durante invierno y de aquellos realizados en las estaciones siguientes se presentan en los Cuadros 8 y 9 respectivamente.

Cuadro 8. Tratamientos realizados en la pastura, disponibilidad pre y post pastoreo (kg MS ha⁻¹). Estación experimental Maquehue IX Región. Invierno 2005/06.

Tratamiento	Número de pastoreos	Fecha de término	Frecuencia (días)	Disponibilidad	
				Pre pastoreo	Post pastoreo
Frecuente	1	13-sep	91	1.389	1.067
Intenso (FI)					
Frecuente	1	13-sep	91	1.434	1.179
Laxo (FL)					
Infrecuente	1	26-sep	104	1.651	1.044
Intenso (II)					
Infrecuente	1	26-sep	104	1.805	1.347
Laxo (IL)					

Los tratamientos asignados con pastoreos frecuentes tuvieron una rotación de 91 días y aquellos con pastoreos infrecuentes alcanzaron una rotación de 104 días.

Los tratamientos con pastoreos infrecuentes tuvieron una menor frecuencia (mayor número días entre pastoreos), debido a que debieron acumular una mayor cantidad de materia seca para efectuar el pastoreo.

La disponibilidad de MS pre y post pastoreo de los tratamientos realizados a partir de noviembre fue igual para todas las parcelas con el objetivo de apreciar algún efecto producto del pastoreo realizado durante invierno.

Cuadro 9. Disponibilidad pre y post pastoreo (kg MS ha⁻¹) promedio entre tratamientos, evaluados durante el periodo experimental. Estación experimental Maquehue. Región de la Araucanía. Temporada 2005/06.

Fecha	Disponibilidad	
	Pre pastoreo	Post pastoreo
3 de Noviembre 2005	2.519	1.413
2 de Diciembre 2005	2.793	1.332
17 de Enero 2006	2.755	1.667
27 de Febrero 2006	2.709	1.667
18 de Mayo 2006	2.165	1.595
28 de Junio 2006	2.220	1.452

4.2 Rendimiento

El bajo rendimiento durante otoño-invierno, es provocado por el lento crecimiento y desarrollo de las plantas influenciado por las condiciones climáticas en que se encuentran. Bolaños (1995) observó que el crecimiento de la ballica perenne se redujo significativamente en invierno por el descenso de la temperatura y la radiación solar, en comparación con las estaciones de primavera y verano.

En el mes de Septiembre los pastoreos infrecuentes tuvieron un mayor rendimiento (Cuadro 10) producto de que en éste mes, éstos tratamiento fueron los que tuvieron más días de rezago, consiguiendo obtener una mayor acumulación de materia seca.

El rendimiento anual promediado de todos los tratamientos alcanzó un valor cercano a los 7000 Kg MS/ha⁻¹ (Cuadro 10), valor el cual no presentó diferencias significativas ($p<0.05$), sin embargo en las estaciones de verano y otoño hubo variaciones en rendimiento de los distintos tratamientos. En febrero IL obtuvo un rendimiento significativamente más alto ($p<0.05$), alcanzando, incluso, valores superan en más del doble al rendimiento de los pastoreos frecuentes.

Cuadro 10. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo invernal en el rendimiento (kg MS ha⁻¹) de los diferentes tratamientos durante el periodo experimental. Estación experimental Maquehue. Región de la Araucanía. Temporada 2005/06.

Mes	Pastoreo Frecuente				Pastoreo Infrecuente			
	Intenso		Laxo		Intenso		Laxo	
Septiembre	389	a	434	a	651	b	805	b
Octubre	1665	a	1425	ab	1324	b	882	c
Noviembre	1442	a	1434	a	1396	a	1250	a
Enero	1547	a	1461	a	1453	a	1230	a
Febrero	756	b	782	b	927	b	1695	a
Mayo	578	ab	666	a	439	ab	308	b
Junio	535	a	558	a	660	a	764	a
Total	6911	a	6827	a	6850	a	7010	a

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P<0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de septiembre, octubre, noviembre, enero, febrero, mayo, junio y el rendimiento total correspondieron a 10,7%; 8,8%; 7,9%; 12,1%; 16%; 21,5%; 17% y 4,5% respectivamente.

Velasco *et al.*, (2005) sostiene que el aumento de la frecuencia de defoliación disminuye la altura de la planta en todas las estaciones del año, lo que repercute en un rendimiento anual más bajo. Si bien en este estudio el rendimiento anual no se vio afectado, el rendimiento en aquellos pastoreos laxos se podría explicar por el efecto de la situación anteriormente descrita.

Estudios realizados por Formoso (sin fecha) concluyen que pastoreos frecuentes, en periodos de altas temperaturas, ocasionan depresiones en el vigor de las especies forrajeras, tanto mayores, cuanto más extendidos son los periodos de mal manejo, esta perdida de vigor conlleva a un debilitamiento de la pastura que tiene su efecto en invierno, obteniendo un menor rendimiento e incluso manejos incorrectos aplicados previamente, en el otoño anterior, y/o durante la primavera anterior pueden ocasionar este efecto.

4.3 Contenido de Materia Seca

La variación del contenido de materia seca (%) pre-pastoreo de la pastura, a través del año se muestra en el Cuadro 11. El mayor contenido de materia seca se obtuvo en los meses de enero y febrero atribuible a las condiciones ambientales con altas temperaturas y escasa pluviometría, lo contrario ocurrió en el mes junio que es el mes más lluvioso lo que influye en el bajo contenido de materia seca, ya que la pastura se encuentra con un mayor contenido de agua en sus hojas.

Cuadro 11. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo invernal en el contenido de materia seca (%) pre-pastoreo. Estación experimental Maquehue. Región de la Araucanía. Temporada 2005/06.

Mes	Pastoreo Frecuente (%)				Pastoreo Infrecuente (%)				Promedio
	Intenso		Laxo		Intenso		Laxo		
Septiembre	24,7	a	25,3	a	27,2	a	23,9	a	25,3
Octubre	23,7	a	24,4	a	22,2	a	22,7	a	23,2
Noviembre	18,4	a	18,3	a	18,6	a	18,0	a	18,3
Enero	30,3	a	27,8	a	26,3	a	26,2	a	27,6
Febrero	40,3	a	42,0	a	35,5	a	41,8	a	40,0
Mayo	20,7	b	20,3	b	22,7	a	21,5	ab	21,3
Junio	13,4	a	12,8	a	13,3	a	12,5	a	13,0

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de septiembre, octubre, noviembre, enero, febrero, mayo, junio y el rendimiento total correspondieron a 9,4%; 9,6%; 15,4%; 22%; 16,1%; 3,2%; 23,2% y respectivamente.

No hubo diferencias significativas ($p < 0.05$), entre los diferentes manejos de pastoreo en la mayoría de los meses evaluados. En el mes de mayo se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos, asociándose el menor contenido de materia seca a los pastoreos frecuentes y el mayor valor al tratamiento II, no obstante, la diferencia entre éstos valores es estrecha, y la diferencia estadística detectada en este mes se debe a la varianza muy baja entre los datos, hecho poco habitual en el resto de los datos obtenidos.

En el Cuadro 12, se muestra el contenido de materia seca obtenido en los distintos tratamientos a través del periodo de evaluación. Los valores de contenido de materia seca pre-pastoreo fueron menores que aquellos obtenidos en post-pastoreo debido a que estos últimos presentaron una mayor concentración de tallos lignificados (Ungar *et al.*, 1991).

Cuadro 12. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo invernal en el contenido de materia seca (%) post-pastoreo. Estación Experimental Maquehue. Región de La Araucanía. Temporada 2005/06.

Mes	Pastoreo Frecuente (%)		Pastoreo Infrecuente (%)		Promedio
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	
Septiembre	23,8	a	27,3	a	25,4
Octubre	30,7	a	30,8	a	29,4
Noviembre	24,6	a	26,0	a	26,2
Enero	36,1	a	28,6	b	30,6
Febrero	43,8	a	45,6	a	44,9
Mayo	29,5	a	28,0	a	27,9
Junio	14,8	a	18,1	a	16,8

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de septiembre, octubre, noviembre, enero, febrero, mayo, junio y el rendimiento total correspondieron a 7,7%; 6,7%; 7,8%; 8,6%; 6,5%; 10,2% y 11,8% respectivamente.

Post-pastoreo solamente en el mes de enero se registraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), asignándose el mayor valor a FI y los menores valores a FL e IL, este resultado se puede asociar a que el tratamiento frecuente intenso por tener una menor altura tiene una mayor intercepción solar hacia la base de la planta lo que produce una mayor evaporación de la humedad presente en esta parte de la planta durante el verano. Reyes (2006) obtuvo un resultado similar donde después de cuatro meses de haber aplicado un pastoreo infrecuente laxo obtuvo el menor valor de contenido de materia seca post-pastoreo para este tipo de manejo.

4.4 Composición Botánica de la pastura

4.4.1 Ballica perenne

En el mes de septiembre la especie predominante fue ballica, situación que se mantiene en el mes de octubre (Cuadro 13), pero en este mes se observa que el aporte de esta especie comienza a decaer a través de los meses registrando su mínimo aporte en los meses de verano. En los meses siguientes se aprecia un repunte en el aporte.

Mientras la ballica perenne disminuía su aporte lo contrario fue ocurriendo con pasto ovillo, que comienza a aumentar paulatinamente su contribución a la pastura alcanzando su máxima contribución porcentual en el mes de noviembre con 51,3% de la composición de la pastura superando al 30,8% aportado por ballica durante este mes.

En octubre los tratamientos tuvieron diferencias significativas en el aporte de ballica ($P < 0,05$). Los pastoreos infrecuentes tuvieron una disminución en mayor proporción que los tratamientos frecuentes, con respecto a septiembre. El tratamiento FL prácticamente mantuvo la proporción de ballica perenne, en tanto FI, II e IL disminuyeron en un 27%, 48% y 40% respectivamente su contribución con respecto a los valores obtenidos previo al pastoreo invernal. El pastoreo FL mantuvo su mayor proporción de especie hasta el mes de noviembre, mes en el cual los valores para los otros tratamientos tendieron a igualarse.

El crecimiento de ballica perenne no es uniforme a lo largo del año, sino que existen periodos de crecimiento mínimo y máximo que están en estrecha relación con las condiciones climáticas de cada zona (López, 1996).

4.4.2 Festuca

Festuca presentó el menor aporte de las gramíneas en todos los meses generando su mayor contribución en el mes de octubre con un 5,2% y nula en el mes de junio, resultados que coinciden con la curva crecimiento de esta especie en estudios realizados por Bernier y Teuber (1981).

Los tratamientos FL e II tuvieron un mayor incremento en la contribución de festuca en la composición botánica en el primer mes evaluado después de aplicado el pastoreo invernal, con respecto al mes de septiembre aumentado en un 112% y 147% respectivamente. FI aumentó en un 85% e IL tubo un incremento de solo un 31%.

Durante noviembre el aporte de festuca tendió a homogenizarse obteniendo un valor promedio de 1,4 % y sin diferencias significativas entre los distintos tratamientos ($P < 0,05$). las

Todos los meses presentan diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos en el aporte de festuca, a excepción del mes noviembre, no pudiendo asociarse un efecto a un tratamiento específico ya que los valores máximos y mínimos se fueron asociando a variados tratamientos durante el año.

4.4.3 Pasto ovilla

Desde el inicio de la evaluación pasto ovilla incrementó su contribución porcentual (Cuadro 13), alcanzando su máximo aporte el mes de noviembre con 51,4%, resultado inferior al logrado por Hernández (2005) quien obtuvo en promedio para dos temporadas una contribución mayor al 65%, pero bajo condiciones de corte, pero superior al alcanzado por

Reyes (2006) en una pastura política de similares condiciones la cual además alcanzó su máxima contribución el mes de septiembre con un 41,6%.

En el mes de octubre las parcelas con tratamientos II e IL tuvieron el mayor incremento en el aporte de pasto ovilla con respecto al mes de septiembre, aumentando en un 80% y un 60% respectivamente. La parcela FL prácticamente mantuvo su valor en este mes y FL aumentó en un 40%.

Las sustancias de reserva de la planta se acumulan en las bases del tallo (Ruiz, 1996) y vainas de las hojas, en consecuencia, si se somete a defoliaciones muy frecuentes mediante pastoreo, las sustancias de reserva desaparecerán, la capacidad de regeneración se verá limitada en la planta, que además de producir menos, puede morir (Muslera y Ratera, 1992).

Romero (1993b) describe al Pasto ovilla como una especie con un sistema radical bastante penetrante que le permite una mejor resistencia a los períodos de sequía, produce bastante forraje en primavera, pero tiende a entrar en semilatencia durante el verano, en otoño recupera parte de su vigor inicial. Esta descripción se ajusta a la variación obtenida a través del año en el aporte de esta especie.

En este estudio se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos a través de todo el año ($P < 0,05$), incluso en el mes de septiembre, fecha en la cual, se realizó el pastoreo invernal, lo que complica poder apreciar alguna tendencia clara causada por algún tratamiento en los meses posteriores a octubre. Esta situación se complementa con el hecho de que los valores mayores y mínimos se fueron asociando a distintos tratamientos a través de los meses de evaluación.

4.4.4 Trébol blanco

En general trébol blanco tiene un bajo aporte en la composición botánica de la pastura alcanzando su mayor contribución durante el mes de octubre y luego comenzando a descender paulatinamente hasta fines de otoño (Cuadro 13).

Las gramíneas presentan una mejor eficiencia en el uso de nutrientes, por lo que son fuertes competidores en las mezclas con *Trifolium repens*. La poca habilidad del trébol blanco se explicaría por la morfología de sus raíces, las que son cortas y poco ramificadas, al compararlas con las gramíneas (Romero, 1996).

Trébol blanco al primer mes de evaluación de los efectos del pastoreo invernal presentó un aumento en el aporte promedio y mayor porcentaje para los tratamientos sometidos a pastoreos frecuentes. L'Huillier (1987) en estudios realizados en una pastura sometida a pastoreos muy frecuentes (8 días) observó que este manejo afecta positivamente el % de trébol blanco en la composición botánica.

Durante octubre, noviembre y febrero se obtuvo una mayor contribución de trébol en los tratamientos con pastoreos intensos lo que coincide con los resultados de Laidlaw y Stewart (1986), quienes encontraron que la intensidad del pastoreo durante invierno afecta la proporción de trébol en la primavera siguiente.

Las diversas variaciones del % de contenido de trébol blanco en la pradera, después de verano no se logran asociar a algún tratamiento específico.

4.4.5 Otras especies

Desde septiembre hasta enero hubo presencia de especies residentes en el ensayo (Cuadro 13), pero no se apreció una tendencia clara atribuible a algún tratamiento, una posible

causa de esta situación es la gran diferencia en el % que había entre las distintas parcelas en el mes de septiembre lo cual dificulta apreciar un efecto en los meses siguientes.

Estudios realizados por Mosquera (1999), demuestran que praderas sometidas a pastoreos frecuentes provocan una reducción en el aporte de especies no deseadas en la pastura.

4.4.6 Material muerto

A través del año el % de contenido de material muerto (MM) tuvo amplias variaciones en la composición botánica de la pastura. En el Cuadro 13, se puede apreciar que durante los meses de primavera se obtuvieron los menores % de contenido de MM, alcanzando un valor promedio de 10,3 %. En febrero se alcanzó el mayor valor con un 49%. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Velasco *et al* (2005) quien obtuvo un contenido de MM más abundante en verano y otoño, que en el invierno y la primavera.

Con respecto al mes de septiembre, en octubre hubo una disminución en todos los tratamientos a excepción IL que aumentó en un 33,3% el aporte de MM con respecto al mes anterior. Velasco *et al* (2005), señala que el aporte de MM se disminuye a medida que la frecuencia entre cortes aumenta en la mayoría de las estaciones del año y que la mayor cantidad de MM asociada a cortes menos frecuentes se puede deber a que las plantas producen biomasa más rápido durante la mayor parte del año y alcanzan un mayor largo.

Cuadro 13. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la composición botánica de una pastura permanente. (% bps). Estación Experimental Maquehue. Región de la Araucanía. Temporada 2005/06.

Especie	Septiembre					Octubre					Noviembre																
	Frecuente		Infrecuente			Frecuente		Infrecuente			Frecuente		Infrecuente														
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	Prom	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	Prom	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	Prom												
Ballica	56,3	a	58,4	a	60,5	a	59,1	a	58,7	41,3	b	53,0	a	31,4	c	35,4	c	40,3	28,6	b	38,8	a	29,4	b	26,3	b	30,8
Festuca	2,1	b	2,4	b	1,7	b	5,5	a	2,9	3,9	b	5,1	ab	4,2	ab	7,2	a	5,1	1,5	a	1,2	a	1,4	a	1,4	a	1,4
P. Ovillo	25,7	a	23,5	ab	20,6	b	22,9	ab	23,1	35,7	a	23,1	b	37,1	a	36,6	a	33,1	53,1	ab	44,7	b	50,3	ab	57,6	a	51,4
T. Blanco	2,1	a	2,5	a	2,6	a	2,9	a	2,5	7,2	a	6,5	a	8,0	a	3,7	a	6,4	1,5	c	3,9	b	6,4	a	5,3	a	4,3
Otras Sp	1,3	b	6,4	a	0,4	bc	0,0	c	2,0	2,1	b	7,4	a	8,6	a	2,1	b	5,6	1,5	ab	1,5	ab	2,1	a	0,9	b	1,5
MM	12,6	a	6,8	b	14,2	a	9,6	ab	10,8	9,8	a	4,8	b	10,6	a	12,8	a	9,5	13,8	a	9,9	ab	10,4	ab	8,4	b	10,6
Total	100									100																	

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de septiembre fueron 5,3%; 14,2%; 7,1%; 25,2%; 22,5%; 19,3%; en octubre 5,1%; 24,1%; 5,5%; 29,7%; 19,1% y 19,3%; en noviembre 7,5%; 28,8%; 6,8%; 11,9%; 26,6% y 16,7% en Ballica, Festuca, Pasto ovillo, Trébol blanco, Otras especies y material muerto respectivamente.

Continuación Cuadro 13. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la composición botánica de una pastura permanente. (% bps). Estación Experimental Maquehue. Región de la Araucanía. Temporada 2005/06.

Especie	Enero					Febrero				
	Frecuente		Infrecuente		Prom	Frecuente		Infrecuente		Prom
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo		Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	
Ballica	19,5 c	24,9 b	27,9 b	37,3 a	27,4	9,6 bc	14,1 ab	15,4 a	4,8 c	11,0
Festuca	2,6 ab	2,2 b	3,8 a	3,3 ab	3,0	1,3 b	1,4 b	2,9 a	3,1 a	2,2
P. Ovillo	49,0 a	52,3 a	41,5 b	21,3 c	41,0	34,7 ab	28,7 b	42,3 a	42,7 a	37,1
T. Blanco	3,7 b	1,1 c	1,9 c	5,6 a	3,1	1,9 a	0,1 c	0,1 c	0,8 b	0,7
Otras Sp	2,3 b	0,5 c	0,6 c	3,7 a	1,7	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0
MM	22,9 b	19,0 b	24,3 b	28,9 a	23,8	52,5 a	55,6 a	39,3 b	48,6 a	49,0
Total					100					100

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de enero fueron 6,5%; 19,6%; 5,8%; 18,9%; 20,5% y 8,7%; en febrero 17,9%; 24,3; 8,65; 26,4% y 5,7% en Ballica, Festuca, Pasto ovillo, Trébol blanco, Otras especies y material muerto respectivamente.

Continuación Cuadro 13. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la composición botánica de una pastura permanente. (% bps). Estación Experimental Maquehue. Región de la Araucanía. Temporada 2005/06.

Especie	Mayo					Junio				
	Frecuente		Infrecuente		Prom	Frecuente		Infrecuente		Prom
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo		Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	
Ballica	21,9 b	30,1 a	15,7 c	14,0 c	20,4	32,9 b	20,0 d	39,4 a	25,7 c	29,5
Festuca	1,4 c	1,8 b	0,7 d	2,8 a	1,7	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,1 a	0,0
P. Ovillo	47,1 a	41,1 ab	44,8 ab	39,6 b	43,1	50,1 a	49,6 a	39,4 b	39,5 b	44,7
T. Blanco	0,3 b	1,4 a	0,1 b	0,5 b	0,6	0,1 c	1,8 b	1,8 b	3,3 a	1,7
Otras Sp	0,0 b	0,3 a	0,0 b	0,0 b	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MM	29,3 b	25,3 b	38,8 a	43,2 a	34,1	16,9 b	28,5 a	19,3 b	31,4 a	24,1
Total					100					100

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de mayo fueron 11,1%; 7,6%; 5,5%; 29,1%; 24,7% y 9,3%; en junio 6,4%; 17,9; 6,0%; 17,5%;* y 6,2% en Ballica, Festuca, Pasto ovillo, Trébol blanco, Otras especies y material muerto respectivamente.

4.5 Calidad

4.5.1 Proteína Cruda

Cuadro 14. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de proteína cruda (%). Estación Experimental Maquehue. Región de La Araucanía. Temporada 2005/06.

Mes	Pastoreo Frecuente				Pastoreo Infrecuente				
	Intenso		Laxo		Intenso		Laxo		Promedio
Septiembre	19,7	a	18,2	ab	14,4	c	16,1	bc	17,1
Octubre	15,8	a	15,3	a	16,7	a	14,7	a	15,6
Noviembre	16,5	a	16,7	a	16,5	a	16,3	a	16,5
Enero	13,2	a	14,4	a	13,5	a	16,3	a	14,3
Febrero	12,5	a	11,8	a	10,7	a	11,0	a	11,5
Mayo	21,1	a	22,0	a	20,2	a	19,7	a	20,7
Junio	21,9	a	19,7	a	21,0	a	20,8	a	20,9
Promedio	17,2		16,9		16,1		16,4		

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 5,2%; 8,1%; 8,9%; 8,5%; 7,4%; 4,8% y 4,0% para los meses de septiembre, octubre, noviembre, enero, febrero, mayo y junio respectivamente.

Los cambios de PC durante el año de evaluación se muestran en el Cuadro 14. En el primer pastoreo la pastura tuvo un contenido promedio de PC de 17,1%, valor el cual fue disminuyendo paulatinamente en los meses siguientes hasta alcanzar el valor más bajo en el mes de febrero con un 11,5%. Durante los meses de otoño e invierno se obtuvieron los mayores valores alcanzando valores cercanos a un 21%.

El mayor valor promedio anual lo obtuvo FI, resultado el cual, según estudios realizados por Hodgson, (1990) y Hodgson, (1999) se asocia a que este tipo de pastoreo esta constituido por tejidos más jóvenes que aquellos con cortes menos frecuentes (Velasco *et al.*, 2005).

Durante los meses que se evaluó el efecto del pastoreo no se observaron diferencias significativas entre los entre los tratamientos ($P < 0,05$).

4.5.2 Energía Metabolizable

Los variaciones entre los distintos tratamientos en el contenido de EM durante los meses evaluados se muestran en el Cuadro 15. El contenido promedio de EM sufrió diversas fluctuaciones a través de los meses, obteniendo el menor valor en el mes de febrero con 2,18 Mcal/kg MS y el mayor en noviembre con 2,52 Mcal/kg MS.

Cuadro 15. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la energía metabolizable (Mcal/kg MS). Estación Experimental Maquehue. Región de La Araucanía. Temporada 2005/06.

Mes	Pastoreo Frecuente				Pastoreo Infrecuente				Promedio
	Intenso		Laxo		Intenso		Laxo		
Septiembre	2,77	ab	2,74	ab	2,87	a	2,72	b	2,77
Octubre	2,36	b	2,30	b	2,47	ab	2,57	a	2,43
Noviembre	2,46	b	2,61	a	2,46	b	2,55	ab	2,52
Enero	2,49	a	2,46	a	2,55	a	2,46	a	2,49
Febrero	2,25	a	2,11	a	2,16	a	2,21	a	2,18
Mayo	2,35	c	2,62	a	2,51	ab	2,46	bc	2,48
Junio	2,39	a	2,33	a	2,32	a	2,42	a	2,37
Promedio	2,44		2,45		2,48		2,48		

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 2,1%;3,1%; 2,2%; 4,1%; 4,9%; 1,8% y 4,5% para los meses de septiembre, octubre, noviembre, enero, febrero, mayo y junio respectivamente.

Durante los meses de primavera y otoño hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos ($p < 0,05$), sin embargo, los valores altos y/o menores no se asociaron a algún tratamiento en particular en los distintos meses, por lo que no es posible establecer un efecto con tendencia clara de los tratamientos sobre el contenido de energía metabolizable.

4.5.3 Fibra Detergente Neutra

En el Cuadro 16, se muestran las variaciones en el contenido de FDN durante los distintos meses y entre los tratamientos evaluados. Desde el mes noviembre hasta febrero se puede apreciar diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). Durante el mes de noviembre el mayor contenido de FDN se relaciona con FI e II, tendencia que durante los dos meses siguientes se asocian a FL. Se observó una leve tendencia con valores intermedios a bajos durante los meses de primavera – verano.

Cuadro 16. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de fibra detergente neutra (%). Estación Experimental Maquehue. Región de La Araucanía. Temporada 2005/06.

Mes	Pastoreo Frecuente				Pastoreo Infrecuente				Promedio
	Intenso		Laxo		Intenso		Laxo		
Septiembre	43,1	a	43,3	a	41,9	a	43,9	a	43,1
Octubre	55,3	a	56,4	a	52,1	a	49,3	a	53,3
Noviembre	54,6	a	48,7	b	56,8	a	52,1	ab	53,0
Enero	55,2	ab	59,8	a	52,6	b	56,8	ab	56,1
Febrero	60,8	b	66,4	a	64,0	ab	59,5	b	62,7
Mayo	57,0	a	54,9	a	54,0	a	55,8	a	55,4
Junio	58,3	a	57,7	a	56,3	a	55,8	a	57,0
Promedio	54,9		55,3		54,0		53,3		

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 3,2%; 5,4%; 4,0%; 3,6%; 3,0%; 3,4% y 3,8% para los meses de septiembre, octubre, noviembre, enero, febrero, mayo y junio respectivamente.

Los resultados obtenidos no concuerdan con los reportados por Baron *et al.*, (2002), quien establece que el aumento de la intensidad de pastoreo tendería a disminuir las concentraciones de fibra del forraje disponible.

4.6 Cobertura

En el Cuadro 17, se muestra la cobertura pre-pastoreo de la pastura obtenida en las distintas estaciones del año evaluadas. En octubre la pastura aumento un 16% su cobertura con respecto a junio, aproximándose a una cobertura completa.

En el mes de octubre el menor % de cobertura se asoció a pastoreos intensos pero no hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos de este mes, ni en los otros meses evaluados.

La reducción en la cobertura durante el verano podría deberse a la tasa de crecimiento más lenta durante este periodo, ya que luego de ser defoliada una pastura, ésta reduce su cobertura, la cual tendrá un crecimiento más lento en esta estación.

Cuadro 17. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la cobertura de la pastura (%). Estación Experimental Maquehue. Región de La Araucanía. Temporada 2005/06.

Mes	Pastoreo Frecuente				Pastoreo Infrecuente				
	Intenso		Laxo		Intenso		Laxo		Promedio
Junio 2005	89,3	a	81,0	a	78,3	a	86,7	a	83,8
Octubre 2005	95,7	a	98,3	a	96,0	a	99,3	a	97,3
Febrero 2006	88,7	a	87,7	a	88,7	a	83,3	a	87,1
Junio 2006	96,0	a	96,7	a	96,3	a	97,0	a	96,5
Promedio	92,4		90,9		89,8		91,6		

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 11,2%; 2,3%; 4,8%; y 2,3% para junio 2005, octubre 2005, febrero 2006 y junio del 2006 respectivamente.

La variación de los valores de cobertura se relacionan con el numero de macollos (Cuadro 17). En los meses de octubre y junio del 2006 donde se registraron los mayores % de cobertura la población de macollos también fue mayor.

4.7 Número de Macollos

En el Cuadro 18, se muestra el número de macollos obtenidos por los distintos tratamientos durante un mes específico de cada estación del año.

El número de macollos promedio obtenidos correspondió a 1.859, 1.673, 1.667 y 1.962 Macollos/m², durante junio, octubre, febrero y junio respectivamente. Con respecto al mes de junio en octubre se obtuvo un aumento de un 95% en los pastoreos frecuentes y un 51% y 54% para II e IL respectivamente.

Cabe señalar que IL obtuvo el mayor promedio de macollos, pero al inicio del ensayo, ya contaba con una amplia ventaja en el número de macollos con respecto a los otros tratamientos.

Cuadro 18. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el número de macollos de la pastura (macollos/m²). Estación Experimental Maquehue. Región de La Araucanía. Temporada 2005/06.

Mes	Pastoreo Frecuente				Pastoreo Infrecuente				
	Intenso		Laxo		Intenso		Laxo		Promedio
Junio 2005	1283	b	1194	b	1365	b	1617	a	
Octubre 2005	2504	a	2326	b	2082	c	2486	a	2349
Febrero 2006	1831	a	1369	b	1613	a	1727	a	1635
Junio 2006	1817	b	1801	b	1609	c	2018	a	1811
Promedio	1859		1673		1667		1962		

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 5,5%; 2,6%; 5,2% y 3,6% para junio 2005, octubre 2005, febrero 2006 y junio del 2006 respectivamente.

Al finalizar el ensayo (junio 2006) el número de macollos tendió a tener una menor varianza entre los distintos tratamientos que la que existía al comienzo del ensayo.

La mayor producción de macollos se produjo durante primavera debido al incremento en horas de luz solar, (Hernández *et al.*, 1999 y Velasco *et al.*, 2001). Durante el verano disminuye debido al incremento de las temperaturas y a la disminución de la humedad. Este mismo comportamiento fue observado por McKenzie *et al.*, (2004), quienes sostienen que como consecuencia de las altas temperaturas se produce una restricción en el crecimiento de la pastura y en el inicio del macollaje.

5. CONCLUSIONES

La pastura tubo un rendimiento promedio anual cercano a los 7000 kg MS ha⁻¹, el cual no fue afectado por ninguno de los distintos pastoreos invernales aplicados.

La frecuencia e intensidad de pastoreo de invierno afecto la composición botánica de la pastura en la estación de primavera. El Pastoreo infrecuente intenso benefició la contribución de festuca, pasto ovinillo y trébol blanco, en tanto que el pastoreo frecuente laxo aumentó la contribución de ballica y disminuyó el aporte de material muerto.

La frecuencia e intensidad de pastoreo invernal no afectó el contenido de PC, FDN, EM y contenido de materia seca.

Pastoreos frecuentes aplicados durante invierno incentivan el aumento en el numero de macollos durante la primavera. La frecuencia e intensidad de pastoreo invernal no afecto la cobertura de la pastura.

6. RESUMEN

El estudio se realizó en un Andisol de la Serie Freire de la Estación Experimental Maquehue, Universidad de La Frontera, Región de La Araucanía, 38°50' LS – 72°40' LO, 70 m.s.n.m., en la temporada 2005/06, en diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones, y unidades experimentales de 165 m². los tratamientos fueron cuatro criterios de pastoreo: Frecuente Intenso (FI), Frecuente Laxo (FL), Infrecuente intenso (II) e Infrecuente Laxo (IL). La pastura establecida el 8 de abril de 2004 estuvo compuesta por *Lolium perenne* cv. Quartet, *Festuca arundinacea* cv. Mylena y *Dactylis glomerata* cv. Starly, asociados a *Trifolium repens* cv. Tribute y Nusiral en dosis de semilla 8,3 kg ha⁻¹ para cada especie gramínea y 4 kg ha⁻¹ para trébol blanco. El análisis químico del suelo previo al establecimiento fue: 18 ppm P olsen, pH 5.53, 12 % MO y 2.3 % Sat. Al. La fertilización a la siembra fue de 230 kg P₂O₅ ha⁻¹, posteriormente se aplicó en tres parcialidades un total de 138 kg N ha⁻¹. Los tratamientos fueron pastoreados por Holstein Friesian, evaluando su efecto durante invierno, primavera, verano y otoño. Para determinar las disponibilidades de MS pre y post-pastoreo, se utilizó el método del plato, previa calibración. Para obtener el rendimiento se utilizó el mismo método y por diferencia entre las disponibilidades de entrada y salida al pastoreo, entregados por dicho método. Además se midió composición botánica (%), contenido de MS (%), cobertura (%), número de macollos m², PC (%), EM (Mcal kg MS ha⁻¹) y FDN (%). Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente a través de análisis de varianza y los resultados que presentaron diferencias significativas (P<0,05) fueron comparados mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey, a un nivel de 5%. La pastura tubo un rendimiento promedio anual cercano a los 7000 kg MS ha⁻¹, el cual no fue afectado por ninguno de los tratamientos de pastoreo invernal aplicados. La frecuencia e intensidad de pastoreo en invierno afectó la composición botánica de la pastura en primavera. El Pastoreo infrecuente intenso benefició la contribución de *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens*, en tanto que el pastoreo frecuente laxo aumentó la contribución de ballica y disminuyó el aporte de material muerto. La frecuencia e intensidad de pastoreo invernal no afectó el contenido de PC, FDN, EM y contenido de materia seca. Pastoreos frecuentes aplicados durante invierno incentivan el aumento en el número de macollos durante la primavera. La frecuencia e intensidad de pastoreo invernal no afecto la cobertura de la pastura.

7. SUMMARY

The research was carried out at La Frontera University in Maquehue agricultural research station in an andisol of the Freire serie of "La Araucania" region, 38°50' LS – 72°40' LO, 70 m.a.s.l., in 2005/06 season, in a totally at random blocks desing, with three replications, and each had an area og 165 m². The treatment used for criteria of grazing: frecuent intense (FI), frecuent lax (FL), infrecuent intense (II), and infrecuent lax (IL). The pasture was sown on 08 of april 2004, with *Lolium perenne* cv. Quartet, *Festuca arundinacea* cv. Mylena y *Dactylis glomerata* cv. Starly, and *Trifolium repens* cv. Tribute and Nusiral at seeding rates of 8,3 kg ha⁻¹ for each ryegrass and 4 kg ha⁻¹ for white clover. The soil chemical analysis previous to the sowing was 18 ppm P olsen; pH 5,53; 12% MO y 2,3% Al Saturation. The fertilizer at the time of sowing was 203 kg P₂O₅ ha⁻¹. Later, a total amount of 138 kg was applied in thee different times. The treatments were grazed by Holstein Friesian heifers measuring the effect during winter, spring, summer and autumn. To determinate the DM allowance of DM pre and post grazing, the method of plate was used, previous calibration. To get the yield, the same method was used and by measuring the difference between the allowance and stubble before and after grazing. Besides, botanical composition (%), cover (%), number of tiller/m², PC (%), ME (Mcal kg MS ha⁻¹) and NDF (%) were measured. All data were statistically evaluated by analysis of variance and the results which showed significant differences (P<0,05) were compared by means of Tukey's multiple comparison test at a level of 5%. The pasture had a annual yield average near 7000 kg DM ha⁻¹, which was not affected by any of the applied criteria of winter pasturing. The frequency and intensity of grazing affected the botanical composition of the pasture in the following station. The grazing infrequent intense benefitted the contribution from *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata* and *Trifolium repens*, whereas the grazing frequent lax increased the contribution of ballica and reduced the contribution of dead material. The frequency and intensity of winter pasturing did not affect the content of PC, NDF, ME and content of dry matter. The greater increase in number of macollos, during the following station, was produced in the frequent grazing. The frequency and intensity of winter grazing non affected the cover of the pasture.

8. LITERATURA CITADA

- Aguila, H. 1990.** Pastos y empastadas. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 314p.
- Balocchi, O. 2001.** Manejo del pastoreo y utilización de praderas. In: Opazo, L (Ed.). Seminario de praderas. Centro Regional de Investigación Remehue. p: 58-62..
- Balocchi, O., Teuber, N., Parga, J., Demanet, R., Anwandter, V., Lopeteghi, J., Canseco y C., Abarzúa, A. 2007.** Crecimiento de las plantas forrajeras y su adaptación al pastoreo. En: Manejo de pastoreo. Osorno, Chile. p. 9-22.
- Ball, D., Collins, M., Lancefield, G., Martin, N., Mertens, D., Olson, K., Putnam, D., Undersander, D. and Wolf, M. 2001.** Understanding forage quality. Americam Farm Bureau Federation Publications. Park Ridge, United States. 17 p.
- Bargo, F., Muller, L., Volver, E. and Delahoy, J. 2003.** Invited Review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. Journal of Dairy Science, 86: 1-42.
- Baron, V., Mapfumo, E., Dick, A., Naeth, M., Okine, E. and Chanasyk, D. 2002.** Grazing intensity impacts on pasture carbon and nitrogen flow. Journal of Range Management. 55. p 535.
- Bernier, R. y Teuber, N. 1981.** Curvas de crecimiento anual de gramíneas forrajeras en la zona de Osorno. Boletín Técnico N° 46. Instituto de Investigación Agropecuaria INIA. Estación Experimental Remehue. Osorno. Chile. 11p.
- Bolaños, A., González, V., Pérez, P. 1995.** Intensidad de pastoreo, rendimiento y tasa de crecimiento de ballico perenne. Revista Fitotec. Mexico. 18: 35-42.
- Canseco, C., Demanet, R., Balocchi, O., Parga, J., Anwandter, V., Abarzúa, A., Teuber, N. y Lopeteghi, J. 2007.** Determinación de la disponibilidad de materia seca de praderas en pastoreo. En: Manejo de pastoreo. Osorno, Chile. p. 23-50.
- Canseco, C., Abarzúa, A., Parga, J., Teuber, N., Balocchi, O., Lopeteghi, J., Anwandter, V., y Demanet, R. 2007.** Determinación de la disponibilidad de materia seca de praderas en pastoreo. En: Manejo de pastoreo. Osorno, Chile. p. 51-67.
- Cañas, R. 1998.** Alimentación y nutrición animal. ED. Pontificia Universidad Católica de Chile. 2da. Ed. Santiago, Chile. 551 p.
- Ciavarella, T., Dove, H., Leury, B., et al. 2000.** Diet selection by sheep grazing *Phalaris aquatica* L. pastures of differing water-soluble carbohydrate content. Australian Journal of Agricultural Research. 51(6). 757-764.

- D'angelo, G., postulka and Ferrari, L. 2005.** Infrequent and intense defoliation benefits dry-matter accumulation and persistence of clipped *Arrhenaterum elatius*. *Grass and Forage Science*, 60:17-24.
- Delegarde, R. Peyraud, J., Delaby, L. and Favardin, P. 2000.** Vertical distribution of biomass, chemical composition and pepsin-cellulase digestibility in a perennial ryegrass sward: interaction with moth of year, regrowth age and time of day. *Animal Feed Science and Technology*. 84: 49-68.
- Delegarde, R., Prache, S., D'Hour, P. and Petit M. 2001.** Ingestion de l'herbe par les ruminants au pasturage. *Fourrages*. 166:189-212.
- Donaghy, D. and Fulkerson, B. 2006.** Principles for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures. *Tasmanian Institute for Agricultural Research*.
- Dumont, J. 1992.** Manejo y utilización de praderas. Seminario Manejo de praderas permanentes. Serie Remehue N° 31. pp. 119-135.
- Earle, D. And McGowan, A. 1979.** Evaluation and calibration of an automated rising plate meter for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Animal Husbandry*. 19: 337-343.
- Formoso F. Sin fecha.** Produccion de forraje invernal. Publicación INIA La Estazuela. e-mail: fformoso@le.inia.org.uy. Uruguay.
- Fulkerson, W. J. and Donaghy, D. 2001.** Plant soluble carbohydrate reserves and senescence-key criteria for developing and effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review. *Australian Journal of experimental Agriculture*. 41: 261-275.
- García, F., Carrere, P., Soussana, J. y Baumont, R. 2003.** How do severity and frequency of grazing affect sward characteristics and the choices of sheep during the grazing season?. *Grass and Forage Science*, 58:138-150.
- Goering, H. and Van Soest, P. 1972.** Forage fiber analysis. ARS-USDA. *Agricultural Handbook N°379* Washington D.C., United States. 40p
- Gonzalez, H. 1999.** El sistema de pastoreo Neozelandés para mejorar la rentabilidad predial mediante el uso de praderas. In Lizana, C. (ed). *Cooprinforma*. Chile. 47 (3) : 12-17.

- Guy, M.; Watkin, B. y Clark, D. 1981.** Effects of season, stocking rate and grazing duration on diet selected by hoggets grazing mixed grass-clover pastures. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 9 (2) : 141-146.
- Hainsworth, R. and Thomson, N. 1997.** Identifying a feed surplus. Ruakura Farmer's Conference, p. 100-105.
- Hacker, J. and Minson, D. 1981.** The digestibility of plant parts. *Herbage abstracts*. 51: 459-481.
- Harris, W. 1978.** Defoliation as a determinant of the growth persistence and composition of pasture. In: J.R. Wilson Ed. *Plant relations in Pastures*. Melbourne: CSIRO, p-67-85.
- Hernández-Garay, A., Matthew, C., and Hodgson, J. 1999.** Tiller size/density ompensation in perennial ryegrass miniature awards subject to differing defoliation heights and proposed productivity index. *New Zealand Journal of Agricultural Research (New Zealand)*. 57:555-563.
- Hernández, M. 2005.** Producción de la asociación *Lolium perenne* L., *Festuca arundinecea* y *Dacyilis glomerata* con y sin *Trifolium repens* en un andisol de la novena región. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 59 p.
- Hiriart, M. 1994.** Manual de métodos analíticos en nutrición animal. INIA Carillanca. Temuco, Chile. 31 p.
- Hodgson, J. y Brookes IM. 1999.** Nutrition of grazing animals. In: White J, Hodgson J. editors. *New Zealand Pasture Crop Sci*. Aucland, N.Z. Oxford University Press; 1999:117-132.
- Hodgson, J. 1990.** Grazing management. Science into practice. Ed. Harlow, England: Longman Scientific & Technical. London (UK). 203p.
- Holmes, C. 1987.** Pastures for dairy cows. In: A.M. Nicol Ed. *Feeding livestock on pasture*. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication N°10. 145 p.
- Holmes, C. y Wilson, G. 1989.** Producción de leche en praderas. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 446p.
- Holmes, C. Brookes, I., Garrick, D., Mackenzie, D., Parkinson, T. and Wilson G., 2002.** Milk from pasture. Massey University, 601 p.
- Hughes, P.; Gwyanne, G.; Jones, G.; Deakins, R. y Ronald, E. 1979.** Explotación de pastos. Traducción de la 1era edición inglesa por J. Espejo Serrano. Acribia. Zaragoza. 155p.

- Hunt, W. and Field, T. 1979.** Growth characteristics of perennial ryegrass. Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 40: 104-113.
- Klein, F. 2003.** Nutrición de vacas a pastoreo. In Teuber, N; Uribe, H; Opazo, L (ed). Seminario: Hagamos de la lechería un mejor negocio. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Remehue, Osorno, Chile. Serie Actas N°24. p 33-40.
- Korte, C.; Watkin, B. y Harris, W. 1982.** Use of residual leaf area index and light interception as criteria for spring-grazing management of a ryegrass-dominant pasture. New Zealand Journal of Agricultural Research. 25 (3) : 309-319.
- Langer, R. 1963.** Tillering in herbage grasses. Herbage Abstract. 33: 141-148.
- Laidlaw, A., and Stewart, T. 1986.** Out of season grassland management to improve clover content. Agriculture in Northern Ireland. 1:16.
- Le Du, Y., Baker, R. And Newberry, R. 1981.** Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 3. The effect of grazing severity under continuous stocking. Grass Forage Science. New Zeland. 36:307-318.
- L'Huillier, P. 1987.** Spring grazing management: Effects on pasture composition and density and dairy cow performance. Dairyfarming Annual. Massey University. New Zeland. 63-69 p.
- López, H. 1996.** Especies forrajeras mejoradas. En: **Ruiz, I.** (Ed.). Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile pp: 41-108.
- Mathieu, A. And Fiorelli, J. 1985.** Utilisation d'un herbomètre pour l'interprétation du déroulement d'un pâturage. Possibilités d'estimation de la production de la matière sèche ou de caractérisation de l'état de l'herbe. Fourrages. 101: 3-29.
- Mayne C.S. Wright I.A. And Fisher G.E.J. 2000.** Grassland management under Grazing. In: A. Hopkins Ed. Grass: Its Production and Utililization, 3rd Edition, Blackwell/B.G.S., p:247-291.
- McBeath, M. 2002.** Aspectos destacados del seminario internacional Producción de Leche en Base a Praderas. In Lizana, C. (ed). Cooprinforma. Chile. 66 (12) : 3-15.
- McCormick, M., Ward, J., Redfearn, D., French, D., Blouin, D., Chapa, A., and Fernández, J. 2001.** Supplemental dietary protein for grazing dairy cows effects on pasture intake and lactation performance. J Dairy Science. 84: 896-907.
- McKenzie, F., Jacobs, J., and Ward, J. 2004.** Dairy pasture yield and growth responses to summer and spring grazing. New Zealand Agronomy Society (New Zealand). 34:21-30.

- Mosquera, R., 1993.** Producción y manejo de forrajes en un sistema de producción lechera. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- Motazedian, I. y Sharrow, S. 1986.** Defoliation effects on forage dry matter production of a perennial ryegrass-subclover pasture. *Agronomy Journal*. 78 : 581-584.
- Muslera, P., y Ratera, G. 1992.** Praderas y forrajes. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España, 674p.
- Ortega, F y Romero, O. 1993.** *Dactylis glomerata*. Ficha forrajera. Investigación y Progreso Agropecuario, Carillanca. Temuco, Chile. 12(1): 18-21.
- Parga, J., Delegarde, R. and Peyraud, J. 2000.** Effect of the sward structure and herbage allowance on the herbage intake and digestión by strip-grazing dairy cows. Penning Eds. *Grazing management. The principles and practice of grazing, for profit and enviromental gain, within temperate grassland systems.* British Grassland Society, Occasional Symposium N°34, p. 61.
- Parga, J. 2003.** Utilización de praderas y manejo de pastoreo. Seminario hagamos de la lechería un mejor negocio. Instituto de investigaciones agropecuarias, Centro de investigación Remehue. P 122.
- Parga, J. 2007.** Aspectos claves a considerar en el manejo de pastoreo con vacas lecheras sobre praderas permanentes INIA-Remehue, Osorno. Agosto 2007. <http://www.inia.cl/quilamapu/inproleche/articulosd/manejo%20de%20pastoreo.pdf>
- Parsons, A. 1984.** Guidelines for management of continuously grazed sward. *Grass Farmer*. 17:5-9.
- Peyraud, J., Comerón, E., and Wade, M. 1989.** Some factors affecting herbage intake of high yielding dairy cows at grazing. *Proceedings 16th International Grassland Congress, Nice, France.* 1151-1152.
- Rayburn, E. 1992.** Principles of grazing management. *Natural Resource Science News Update*. Septiembre 2007. <http://www.cafcs.wvu.edu/~forage/5710.htm>
- Rayburn, E. 1994.** Forage Quality of Intensive Rotationally Grazed Pastures. Extension Memo, oct. 1994. West Virginia University Extensión Service, PO box 6108, Morgantown WV 26506-6108. United Status.
- Rayburn, E. 1996.** Forage Quality-Protein. Extension Memo, oct. 1994. West Virginia University Extensión Service, PO box 6108, Morgantown WV 26506-6108. United Status. Disponible en: <http://www.cafcs.wvu.edu/~forage/5010.htm>.

- Reyes, A. 2006.** Efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo primaveral en el rendimiento y calidad de una pastura permanente. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 101 p.
- Romero, O. 1993a.** Bases técnicas del manejo del pastoreo En: Serie de Simposios y Compendios. Sociedad Chilena de Producción Animal, vol 1.
- Romero, O. 1993b.** Comportamiento de dos especies en secano: pasto ovillo y festuca. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca, Chile. 1 (2): 14-17.
- Romero, O. 1996.** Conceptos básicos relacionados con el crecimiento de las plantas. En Ruiz, I. (ed). Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. P 173.
- Ruiz, I. 1996.** Praderas para Chile. Ed. Ruiz I. Segunda edición. INIA, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 733 p.
- Sadeghi, A, Shawrang, P. and Nikkhah, A. 2005.** Ruminant dry matter, neutral detergent fibre and acid detergent fiber degradation kinetics of dominant pasture forages in Kurdistan province of Iran. XX International Grassland Congress: Offered papers. Ireland and United Kingdom. 1031 p.
- Stakelum, G. and O'donovan, M. 2000.** Grass utilization and grazing management for dairying. National Dairy Conference 2000: Opportunities for the new millennium. Teagasc: Irish Agricultural and Food Development Authority. <http://www.teagasc.ie/publications/dairyconference2000/paper02.htm>. 25 p.
- Teuber, N. 1995.** Manejo de praderas permanentes en el sur de Chile. Frontera agrícola (Chile). 3(2): 61-67.
- Ungar, E., Genizi, A., and Demment, M. 1991.** Bite dimensions and herbage intake by cattle grazing short hand-constructed swards. Agronomy Journal. 83: 973-78.
- Valentine, J. 2001.** Grazing management. Second edición. Academia press. California. United States of America. 659 p.
- Velasco, M. 2001.** Dinámica de crecimiento, rendimiento y calidad de praderas de *Lolium perenne* L. y *Dactylis glomerata* L. en respuesta a la defoliación (tesis doctoral). Colegio de Posgraduados, Montecillo. Estado de México, México.

Velasco, M., Hernández, A. y González, V. 2001. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. *Técnica Pecuaria en México*. 43 (2):247-258.