

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



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

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.

ANTONELLA MARILYN REYES RIVEROS

TEMUCO – CHILE

2006

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



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

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.

ANTONELLA MARILYN REYES RIVEROS

PROFESOR GUIA: ROLANDO DEMANET FILIPPI

TEMUCO – CHILE

2006

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

Profesor Guía:

Sr. Rolando Demanet Fillipi.
Ingeniero Agrónomo
Departamento de Producción Agropecuaria
Universidad de la Frontera

Profesor Consejero:

Sr. Carlos Canseco Maurer.
Ingeniero Agrónomo
Instituto de Agroindustria
Universidad de la Frontera

Calificación promedio Tesis:

*A mis padres,
que sin ellos no habría podido emprender
ni concluir este camino.*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Dios por acompañarme en este camino. A mis padres, por su incentivo constante, que desde niños nos inculcaron la importancia de la educación. Ellos me ayudaron a emprender este camino que juntos hemos terminado exitosamente. Gracias a mi padre, por su eterno sacrificio por sus tantas madrugadas para entregarnos lo que necesitábamos. Gracias a mi madre por su entrega incondicional y su ayuda en todos los aspectos.

Gracias también a mis hermanos Carlos, Carla y Alejandro por su compañía y por nuestro crecer unidos por haber vivido una maravillosa infancia, por todo el camino recorrido siempre juntos.

Alejandro gracias por los momentos brindados y Carla gracias por estar siempre que lo necesité, aun cuando ya sentía que no podía mas, gracias por comprenderme y tener la palabra justa en los momentos mas difíciles. Gracias a los dos por su ayuda en esta etapa, por su aliento y su Fe en mí. Rosita gracias por estar, por hacer mas alegres nuestras vidas y por tu preocupación. Además quisiera agradecer a mi tío Juan, quien me introdujo en el maravilloso mundo de la Agronomía, por su preocupación y ayuda constante y a toda la gran familia interminable de mama que siempre nos acogieron con tanto cariño y Fe. Gracias también a la Tía Mirella por haberme recibido tan cordialmente durante casi todo este periodo y a mi tía Lidia por su ayuda. También quiero agradecer a mis amigos y compañeros de universidad por todos los momentos vividos, los buenos y malos que de todos aprendemos. Gracias a Roxana, Pilar, Pamela y Sebastián por haberme entregado su amistad en forma incondicional, sus experiencias, sus vivencias sus puntos de vista a veces tan similares a veces tan desiguales.

A pesar que, según usted, es solo su deber, Gracias Don Rolando por su buena disposición, apoyo y por la entrega desinteresada de todos sus conocimientos. Gracias por creer en mis capacidades y su ayuda en el alcance de mis logros. Gracias porque usted fue muchas veces mas que un profesor.

Y por último, como no agradecer al equipo de trabajo del laboratorio de praderas y pasturas. Edith gracias por tu sincera preocupación y ayuda constante, Carlos gracias por la ayuda brindada y a ambos por hacer tan grato el ambiente laboral.

INDICE DE MATERIAS

CAPÍTULO		PÁGINA
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Curva de crecimiento de la pradera después del pastoreo.	3
2.1.1	Disponibilidad Post pastoreo (Residuo).	4
2.1.2	Índice de área foliar	5
2.1.3	Reservas orgánicas	6
2.2	Componentes de rendimiento en praderas.	7
2.2.1	Número de macollos	7
2.2.2	Estolones.	8
2.3	Manejo de Pastoreo.	9
2.3.1	Frecuencia e intensidad de Pastoreo	9
2.4	Efectos de la frecuencia e intensidad de Pastoreo primaveral en la Pradera.	12
2.4.1	Rendimiento	12
2.4.2	Consumo	14
2.4.3	Composición botánica	20
2.4.4	Calidad	22
2.4.5	Cobertura	25
2.4.6	Macollos vegetativos	26
2.4.7	Macollos reproductivos	28
2.5	Criterios de uso de la pradera	29
2.5.1	Altura de la pradera	29
2.5.2	Disponibilidad de forraje	32

2.5.3	Carga animal	36
2.5.4	Número de Hojas	39
2.6	Tipo de pastoreo	41
3	MATERIALES Y METODOS	44
3.1	Ubicación del ensayo	43
3.2	Características edafoclimáticas.	43
3.3	Precultivo y preparación de suelo	45
3.4	Siembra	45
3.5	Fertilización	46
3.5.1	Fertilización siembra	46
3.5.2	Fertilización post siembra	46
3.5.3	Fertilización de mantención	46
3.6	Control de especies no deseadas	47
3.7	Periodo pre experimental	48
3.8	Periodo experimental	48
3.9	Diseño experimental	48
3.10	Tratamientos	49
3.11	Evaluaciones	49
3.11.1	Disponibilidad de forraje	50
3.11.2	Rendimiento	50
3.11.3	Consumo aparente	50
3.11.4	Contenido de materia seca	50
3.11.5	Composición botánica	51
3.11.6	Análisis bromatológico del forraje	51
3.11.6.1	Proteína Cruda	52
3.11.6.2	Energía Metabolizable	52
3.11.6.3	Fibra Detergente Neutra	52

3.11.7	Cobertura	52
3.11.8	Número de macollos	52
3.12	Análisis estadístico	53
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS	54
4.1	Número de pastoreos y días de rotación	54
4.2	Rendimiento	56
4.3	Consumo aparente	59
4.4	Contenido de materia seca	61
4.5	Composición botánica de la pastura	63
4.5.1	Ballica	63
4.5.2	Festuca	63
4.5.3	Pasto ovinillo	69
4.5.4	Trébol blanco	69
4.5.5	Otras especies	70
4.5.6	Material muerto	71
4.6	Calidad	73
4.6.1	Proteína Cruda	73
4.6.2	Energía Metabolizable	74
4.6.3	Fibra Detergente Neutra	75
4.7	Cobertura	77
4.8	Número de Macollos	79
5	CONCLUSIONES	82
6	RESUMEN	83
7	SUMMARY	85

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Frecuencia de pastoreo en diferentes épocas del año	11
2	Calidad de la pradera consumida por vacas lecheras en pastoreo rotativo en praderas bien manejadas	25
3	Informe pluviométrico	44
4	Valores mensuales de temperatura	45
5	Composición química del suelo en el área del ensayo	47
6	Tratamientos evaluados	49
7	Ecuaciones obtenidas para la estación de primavera, otoño e invierno que determinaron las disponibilidades y residuos pre y post pastoreo	51
8	Número de pastoreos, disponibilidad pre y post pastoreo	54
9	Disponibilidad pre y post pastoreo, evaluada durante las estaciones de otoño e invierno	56
10	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en el rendimiento (kg MS ha^{-1}), durante la primavera	57
11	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en el rendimiento (kg MS ha^{-1}), durante las estaciones de verano, otoño e invierno.	58
12	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en el consumo aparente (%)	61
13	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de materia seca pre-pastoreo (%).	62
14	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de materia seca post-pastoreo (%).	62
15	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la composición botánica bps (%)	67

16	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de proteína cruda (%)	74
17	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la energía metabolizable (Mcal/kgMS)	75
18	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de fibra detergente neutra (%)	76
19	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en la cobertura (%)	79
20	Efecto de la frecuencia e intensidad de Pastoreo en el número de macollos/m ²	81

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Aspectos críticos de la curva de crecimiento de la pradera.	4
2	Relación entre disponibilidad de Forraje y consumo, en ovinos	16
3	Relación entre altura de la pradera y tasa de consumo en corderos y ovinos adultos	16
4	Efecto de la altura de la pradera en el nivel de producción de leche en un sistema de pastoreo continuo	17
5	Relación entre densidad de la pradera en los horizontes superficiales y el tamaño de bocado, en vacas lecheras	18
6	Relación entre la digestibilidad del forraje y consumo voluntario por bovinos, en dos tipos de Praderas	19
7	Efecto de la digestibilidad de la pradera (<i>Lolium perenne</i>) en la ganancia de peso de terneros en pastoreo	19
8.	Efecto de la madurez en la composición química de las gramíneas	24
9	Influencia de la altura de la pradera en los componentes del pastoreo	30
10	Instrumentos para medir altura de la pradera	33
11	Efecto de la disponibilidad en el consumo de praderas por vacas lecheras	35
12	Bastón electrónico	36
13	Relación entre carga animal y ganancia/animal y ganancia/ha.	39
14	Curva de crecimiento de una pastura de Ballica perenne post pastoreo relacionando la acumulación de carbohidratos y el número de hojas	41
15	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la composición botánica de una pastura permanente	66
16	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la composición botánica. Anual de una pastura permanente	67

1. INTRODUCCION

La zona templada de Chile posee excelentes condiciones para el desarrollo de sistemas de producción pecuarios basados en el pastoreo de praderas permanentes, fuente de alimento de bajo costo para el ganado bovino. Sin embargo, los niveles de producción de dichas praderas son muy inferiores en comparación con aquellos países que lideran la producción de leche y carne en base a praderas como Nueva Zelanda, Australia y Argentina, países que además representan una amenaza comercial para Chile en los mercados de exportación.

Las causas de la baja producción de las praderas y pasturas de Chile son, principalmente, el manejo deficiente del pastoreo, que reduce fuertemente la eficiencia de utilización del forraje producido y la escasa nutrición vegetal que limita su rendimiento.

El pastoreo es considerado una herramienta importante de manejo, mediante la que se ejerce control de la utilización que el animal hace de la pastura. En praderas templadas, el manejo de pastoreo tiene relevancia durante la primavera, periodo crítico donde la utilización adecuada permite conservar la calidad y cantidad de forraje en dicha época y las estaciones siguientes.

Existen algunos antecedentes que establecen que el efecto del pastoreo primaveral en el rendimiento, calidad y persistencia podría ser modificado a través del manejo de la frecuencia e intensidad del pastoreo.

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

El presente estudio, tuvo como objetivo general evaluar el efecto del pastoreo primaveral 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 y consumo aparente 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 Curva de crecimiento de la pradera después del pastoreo.

La principal ventaja que poseen las especies forrajeras es su gran capacidad de iniciar un rebrote luego de su utilización. Brougham (1956), describió el crecimiento de la pradera luego de su utilización, mediante una curva sigmoidea, la cual se caracteriza por presentar un crecimiento lento en su primera etapa y en la segunda es más acelerado llegando a su máximo cuando la pradera alcanza un IAF óptimo, capaz de interceptar entre el 95% a 100% de la luz (Parson, 1988), luego la curva presenta un crecimiento lineal constante y máximo. Ya en su tercera fase la tasa de crecimiento disminuye exponencialmente, una vez que se ha logrado la máxima producción de la pradera, lo cual ocurriría en la medida en que el aumento del número y tamaño de las hojas se traduzcan en un incremento progresivo de la tasa de muerte de tejido viejo (Parson, 1988).

Sandles, (2000), presentó la curva de crecimiento de la pradera descrita por Brougham, relacionándola con la disponibilidad y residuo pre y post pastoreo y las variaciones de las reservas en las raíces de la pradera (Figura 1). De acuerdo a esta curva con un residuo de 1.200 a 1.500 kg MS ha⁻¹ la pradera crece en forma lenta después del pastoreo, utilizando sus reservas contenidas en la base de los macollos, luego se produce un crecimiento más rápido debido al mayor índice de área foliar. Por último, en la fase 3 el crecimiento se torna más lento debido al nombramiento, pero es en esta etapa en que las reservas ya están recuperadas y la pradera se encuentra lista para ser pastoreada nuevamente, lo que ocurre cuando la pradera presenta una disponibilidad pre pastoreo de 2.200 a 2.600 kg MS ha⁻¹.

Si bien esta curva representa el crecimiento clásico de una pradera luego de su utilización, en las plantas forrajeras, la morfogénesis o dinámica de generación y expansión de las estructuras de las plantas, determinarán la regeneración del área foliar, que en sí constituye la

vía más rápida para recuperar la capacidad de sintetizar fotoasimilados, y lograr un rebrote vigoroso (Chapman y Lemaire., 1993). El momento o frecuencia de utilización y la intensidad de pastoreo influyen directamente en los procesos de crecimiento y pérdida de hojas, determinando en gran medida la producción neta de la pradera (Parson, 1988).

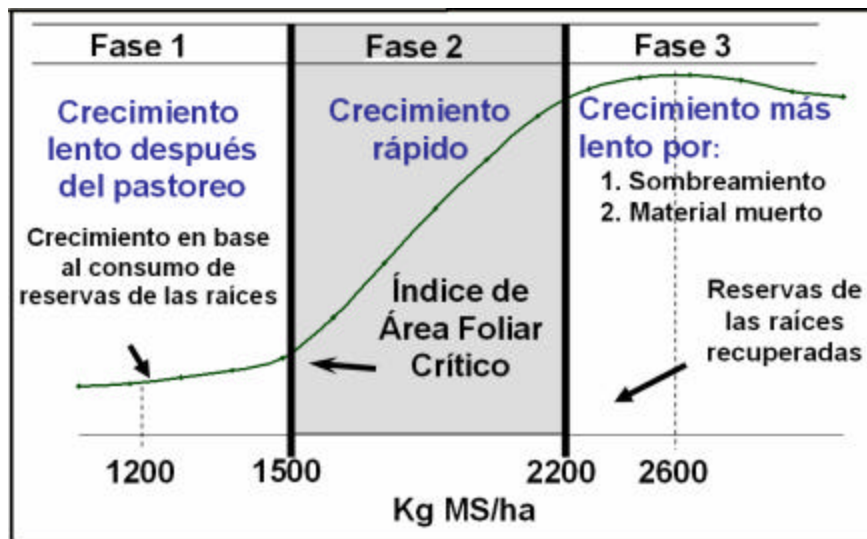


Figura 1. Aspectos críticos de la curva de crecimiento de la pradera. Sandles, 2000.

2.1.1 Disponibilidad Post pastoreo (Residuo).

El crecimiento del rebrote de las plantas después de una defoliación se inicia a partir de la fotosíntesis de las hojas del residuo y/o, si estas son insuficientes, como ocurre en el caso de pastoreos frecuentes, de las reservas de carbohidratos acumulados en la base de los macollos (Silva, 1968), las que permiten generar nuevas hojas para restaurar la fotosíntesis. Sin embargo, aumentar el follaje remanente disminuyendo la intensidad del pastoreo, también presenta problemas, pues, si se deja un residuo alto, aumenta la edad de las hojas y produce un deterioro en la penetración de la luz (Ruiz ,1996).

Por lo tanto, la velocidad de rebrote de una especie pratense, después de una defoliación ya sea producida por un corte o pastoreo, está asociada a dos principios: el índice de área foliar

(Brougham, 1955; Brown y Blaser, 1968) y las reservas orgánicas (Smith y Jewiss, 1966; Mc Ilroy, 1967)

2.1.2 Índice de área foliar

Si bien Brougham (1956), fue uno de los primeros investigadores en informar que la tasa de crecimiento de una pradera después de una defoliación estaba asociada a la intercepción de la luz por las hojas, fue Watson (1947), quien acuñó el concepto de índice de área foliar para definir la relación entre superficie de hojas y superficie de suelo. Esta relación determinará la eficiencia de utilización de la energía solar, esto es la cantidad de luz interceptada por una pradera. Esta última a su vez dependerá de la distribución espacial de las hojas ya que el IAF necesario para interceptar el 95% de la luz incidente (IAF óptimo), varía para las diferentes especies (Davidson y Birch, 1972). Este índice es de gran importancia ya que a este nivel se produce el máximo crecimiento de la pastura (Brougham, 1956).

Con respecto a la cantidad de hojas necesarias para interceptar el 95% de la luz, esto dependerá de la orientación de las hojas y de la distribución vertical de las mismas. El trébol blanco, que poseen hojas que tienden a ser horizontales, tiene un IAF óptimo menor que las gramíneas que poseen hojas más verticales (Wilson, citado por Larrea, 1981)

La luz recibida por las hojas recién formadas influye en la tasa de crecimiento de las pasturas, además de tener una gran influencia en la composición botánica de una pastura, por lo que residuos altos dejados después del pastoreo, formados por tallos amarillentos, material muerto y senescente, dificultan la entrada de luz a la pradera, sombrean sus niveles inferiores y a las plantas que esta en crecimiento bajo ellas, como es el caso de algunos tréboles (Nielsen, 1997). Cuando esto ocurre, la producción de forraje neta se retrasa (Nielsen, 1997). En contraposición con lo anterior, los residuos bajos están formados principalmente por hojas verdes, fotosintéticamente activas que permiten una mejor utilización de la luz. (Ruiz, 1996).

2.1.3 Reservas orgánicas

El área foliar y los carbohidratos de reserva están íntimamente relacionados entre sí, ya que la acumulación de carbohidratos depende del proceso de fotosíntesis, y este a su vez de la superficie foliar de las planta (Carambula, 1977).

Gran parte de los carbohidratos producidos en la fotosíntesis no son utilizados inmediatamente, son almacenados por la planta en órganos como raíces, rizomas, estolones, y base de los macollos y esto difiere según la especie (Andrae, 2004).

Según Azocar (1970), las variaciones en la acumulación de carbohidratos depende de factores ambientales como la intensidad luminosa, temperatura, agua, disponibilidad de nitrógeno y factores de manejo como la defoliación, es por ello que luego de la defoliación los carbohidratos de reservas disminuyen, ya que el rebrote de la planta se realiza a expensas de estos.

Smith (1966), a través de un estudio en el cual evaluó la variación de la cantidad de carbohidratos en alfalfa desde que se inició el crecimiento en primavera hasta que maduró la semilla, permitió establecer que en general las especies forrajeras perennes tienen una curva de acumulación de carbohidratos que varía a través de las fases de crecimiento, siendo esta baja al comienzo del período de crecimiento y alta, en etapas cercanas a la madurez.

Cuando una planta perenne entra en el periodo de inactividad, los carbohidratos ubicados en las hojas y los tallos se trasladan a las raíces y yemas donde permanecen en reserva para iniciar el crecimiento del año siguiente (Andrae, 2004).

El momento más crítico en el ciclo de crecimiento de una planta perenne es el período en que emerge de la inactividad dado que, es en esta etapa, en la cual requiere aproximadamente el 90% de los carbohidratos reservados para iniciar el crecimiento de hojas y tallos nuevos.

La defoliación continua y excesiva durante este período produce graves daños a la planta y a su nutrición reduciendo, en consecuencia, la productividad anual (Andrae, 2004), debido a que luego de la defoliación la planta repone sus reservas de carbohidratos sólo cuando tiene una superficie foliar suficiente para producir la cantidad de carbohidratos necesarios para llevar adelante sus actividades normales (Andrae, 2004).

2.2 Componentes de rendimiento en praderas

El rendimiento de las gramíneas puede ser modificado a través de un aumento en el número de 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).

2.2.1 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 del año, déficit de humedad, así como también a factores de manejo del pastoreo (Ruiz, 1996). Con respecto a esto último, 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 (Mitchell and Coles, 1955), en contraposición con cargas bajas. Sin embargo, la tasa de aparición de macollos variará de acuerdo a 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 a 10° C; contrario es lo que ocurre en el caso del uso de cargas bajas, así como también a la fertilización (Hunt and Field, 1979).

Según Ruiz (1996), la mayor tasa de acumulación ocurre durante el 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, probablemente 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 tasa de producción de nuevos macollos se ve afectada negativamente con el déficit de humedad.

En cuanto a la luz, 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 hoja en 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).

2.2.2 Estolones.

La cantidad de estolones presentes en una pradera es de significativa importancia en la persistencia y producción del 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 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 (mayor intensidad). La respuesta morfológica del trébol al mejoramiento de las condiciones de

iluminación fue alta en cualquier época del año, pero particularmente en invierno y primavera (Parga, 2003).

2.3 Manejo de Pastoreo.

El pastoreo es el acto llevado a cabo por los animales de cosechar el forraje desde la pradera y comprende básicamente el forrajeo o la búsqueda del forraje; la defoliación del rebrote y el consumo del forraje (Vallentine, 2001). Sin embargo, los bovinos en pastoreo realizan una desuniforme utilización del forraje disponible en la pradera y una redistribución muy heterogénea de fecas y orina, con lo que consecuentemente se obtiene un mosaico de áreas sobre o sub pastoreadas en el potrero (Teuber, 1995). Mediante el manejo del pastoreo el hombre manipula al animal que se encuentra consumiendo en la pradera, logrando resultados en este, las plantas y el suelo con el propósito final de obtener respuestas económicas (Walter, 1995; Vallentine, 2001), de esta manera el manejo de pastoreo optimiza la eficiencia de cosecha de forraje del animal, otorgando un período suficiente para que las plantas puedan recuperarse de la defoliación. (Mc. Collum *et al.*, 1994).

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), afectando el crecimiento, persistencia y diversidad de especies (Chaneton y Lavado, 1996).

2.3.1 Frecuencia e intensidad de Pastoreo

Existen numerosas citas en la bibliografía referidas al efecto del pastoreo en parámetros que juegan un rol importante en la dinámica del crecimiento y desarrollo de las pasturas de gramíneas perennes (Grant *et al.*, 1981; Vine, 1983; Skinner, 1990; Hume, 1991; Wilman y

Acuña, 1993; Mazzanti *et al.*, 1994). Sin embargo, el efecto del pastoreo en el crecimiento de las plantas dependerá de la frecuencia y de la intensidad del pastoreo.

La frecuencia de defoliación se refiere al intervalo entre defoliaciones y puede expresarse en periodo, altura y disponibilidad de la pradera previo al pastoreo (Ruiz, 1996; Vallentine, 2001), por otra parte Fulkersons and Slack (1994), establecieron otro sistema mediante el cual, a través del número de hojas de ballica perenne se determina la frecuencia de utilización de la pastura.

La velocidad con 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, por ello el conocimiento de los cambios estacionales en el crecimiento acumulado de las diferentes especies forrajeras, permite determinar la frecuencia de defoliación para obtener la 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.

Por lo general, los daños a las plantas aumentan al incrementar la frecuencia de la defoliación ya que durante la estación de crecimiento de la pastura los animales en pastoreo remueven las hojas verdes, capaces de reservar energía vía fotosíntesis y consecuentemente, la tasa de crecimiento de las plantas disminuye, por tanto se debe proporcionar tiempo a las plantas antes de utilizar las hojas nuevamente. Si esto no ocurre las plantas serán débiles, la producción disminuirá, la profundización de las raíces será reducida y en algunos casos las plantas morirán (Rayburn, 1992).

El tiempo requerido para restaurar la energía de reserva dependerá de la especie, la intensidad de la defoliación, la temperatura, la fertilidad y humedad del suelo. Sin embargo, no es destructiva necesariamente; en especial si es seguida por un periodo de uso y descanso adecuado (Rayburn, 1992).

Cuadro 1. Frecuencias 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.

El grado al cual una planta es pastoreada durante un periodo de pastoreo es definido como la intensidad del pastoreo (Vallentine, 2001). Se expresa como la cantidad de forraje o área de las hojas (residuo) que quedan rezagadas en la pradera 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, 1994).

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, 1994). Parsons *et al.*, (1988), además afirma que la frecuencia de pastoreo junto con afectar la velocidad y la calidad del rebrote, además determina la cantidad de biomasa acumulada y su composición morfológica. Al modificar la frecuencia y la intensidad del pastoreo, disminuyen al mismo tiempo la proporción de material muerto y tallos reproductivos. (Parga *et al.*, 2000).

El pastoreo constante de las plantas durante un periodo, reduce el vigor de sus raíces, con lo cual, los rebrotes conseguirán ser cada vez mas pequeños hasta poder eventualmente morir. La defoliación repetitiva de las plantas también reduce la producción de semillas (Vallentine, 2001).

En las praderas templadas, el manejo de pastoreo primaveral es critico ya que además de la identificación de los excedentes, se debe determinar la cobertura o biomasa promedio del predio y compararla con aquella requerida para la correcta alimentación de las vacas, en función de la biomasa residual deseada, la carga animal por hectárea y la superficie pastoreada cada día (Holmes y Wilson, 1987). Si la disponibilidad promedio sobrepasa la requerida, indica la

presencia de excedentes que deberán ser dejados fuera de la rotación de potreros, para su conservación o uso diferido. Si esta es menor, deberá recurrirse al uso de nitrógeno para acelerar el crecimiento del pasto o al uso de suplementos, para reducir la superficie pastoreada diariamente y alargar la rotación (Holmes y Wilson, 1987; Hainsworth y Thomson, 1997).

McKenzie *et al.*, (2006), agrega a esto último que el manejo de pastoreo primaveral, también es crítico desde el punto de vista de conservar la calidad y la densidad de especies para asegurar la productividad y la persistencia de la pastura en las estaciones subsiguientes. Da Silva *et al.*, (1993); Kennedy *et al.*, (2005), además consideran a la frecuencia e intensidad del pastoreo de primavera, como factores que modifican la cantidad de biomasa acumulada y la calidad de la pastura.

2.4 Efectos de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en la pradera.

2.4.1 Rendimiento

Existen numerosos estudios (Harris, 1978, Liscano *et al.*, 1982, Davies, 1993) que demuestran que pastoreos intensos y frecuentes de manera continuada, reducen la producción neta de materia seca debido a que la pradera no alcanza a desarrollar la cantidad de hojas necesaria para acumular un nivel adecuado de carbohidratos de reserva y el residuo es insuficiente para sustentar un rebrote vigoroso. Por otra parte, pastoreos laxos (menor intensidad) e infrecuentes acumulan una gran cantidad de material muerto, capaz de superar la tasa de pérdida de tejido a la de formación del mismo, disminuyendo con ello la acumulación neta de tejido foliar o tasa de crecimiento (Bircham, 1983). A esto último, se debe agregar que la senescencia y el sombreado se traducirán en una reducción en el inicio del macollaje (Grant *et al.*, 1981; Korte, 1986), lo que afectará negativamente la persistencia y producción de materia seca (Korte, 1982; Korte 1985; McKenzie, 1994; McKenzie *et al.*, 2006).

Fulkerson and Michell (1987), evaluaron el efecto de la intensidad del pastoreo primaveral en el rendimiento de la pradera en el resto de las estaciones y concluyó que pastoreos frecuentes tienen un mayor rendimiento que praderas pastoreadas de manera infrecuente. Hoogendoorn *et al.*, (1992), encontró que pastoreos intensos en primavera, produjeron en la pradera a inicio de verano bajas disponibilidades de forraje pre pastoreo, pero con altas concentraciones de hojas verdes y trébol, bajas concentraciones de tallos y material muerto en comparación con pasturas pastoreadas laxamente durante la primavera. Estas diferencias son similares a aquellas reportadas en otros estudios realizados por Michel and Fulkerson, (1985); L'Hullier, (1988) y Stakelum and Dillon, (1990).

Recientemente McKenzie *et al.*, (2006), llevó a cabo un estudio en que evaluó los efectos de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en el rendimiento de la pradera y concluyó que pastoreos frecuentes e intensos (2 hojas pre-pastoreo y una altura de post pastoreo de 3 cm en la pradera), son importantes para mantener una alta producción, resultados que difieren con los de Harris (1978), Liscano *et al.*, (1982), Davies (1993), los cuales sostienen que pastoreos intensos reducen el rendimiento de la pradera.

Las diferencias en los resultados obtenidos por McKenzie *et al.*, (2006) comparados con los de Harris (1978), Liscano *et al.*, (1982) y Davies (1993), puede deberse a que McKenzie *et al.*, (2006), determinó la frecuencia mediante el método de Fulkersons and Snack (1994), que toma en cuenta el nivel de carbohidratos en la planta para determinar el ingreso al pastoreo, de tal manera que la pradera mantenga buenas reservas de energía durante los manejos realizados y una cantidad sustancial de hoja remanente después de la defoliación, que provoca una mayor interceptación solar, permitiendo un rebrote vigoroso y un aumento en la tasa de crecimiento (Hodgson, 1990)

Las pasturas se deben pastorear intensamente en primavera, con el fin de lograra altas producciones de materia seca y a que si no se utiliza todo el forraje producido por las praderas, la calidad disminuye y se reduce la producción de materia seca, sin embargo, las utilizaciones no

deben ser tan intensas como para arriesgar el desarrollo posterior de la pastura (Hainsworth *et al.*, 1997).

Otra alternativa es planteada por Parsons y Chapman (2000), ellos establecieron que pastoreos intensos y periodos de descanso relativamente largos durante la primavera mantendrán una pradera relativamente productiva, ya que se evita la acumulación de material muerto, el sombreado basal, la muerte de hojas, además de favorecer el macollaje y restringir el encañado en primavera (Holmes *et al.*, 2002).

2.4.2 Consumo

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

La Figura 2, muestra el efecto que produce un incremento en la disponibilidad de forraje en el consumo. Hogson (1979), explico el consumo de ovinos mediante esta figura, en el que existe una respuesta positiva del consumo a un aumento en la disponibilidad, hasta un punto en que esta deja de ser limitante. Este punto se conoce como disponibilidad crítica, bajo la cual el consumo de forraje comienza a ser significativamente afectado. Este valor de disponibilidad es variable de acuerdo al estado fisiológico del animal y es mayor cuando el animal se encuentra en lactancia (Figura 2). Además depende del tipo de animal; en vacas lecheras es de alrededor de 1.500 a 2.000 kg de MS ha⁻¹ (Balocchi, 1993).

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.*, 2001b). 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). Por otra parte, una reducción acelerada del consumo comienza cuando la cantidad de pasto ofrecida es menor a 30 kg MS por vaca al día (Peyraud *et al.*, 1996) o cuando los animales deben cosechar mas del 50% de lo ofrecido diariamente (Delagarde *et al.*, 2001b).

La estructura de la pradera está determinada por la altura y densidad (Balocchi, 1993). La altura de la pradera, es una variable importante en pastoreo ya que se relaciona directamente con el comportamiento de los animales en pastoreo y con su productividad. Según estudios realizados por Alden y Whittaker, citados por Hodgson. (1986), al relacionar esta variable con la tasa de consumo en corderos y ovinos adultos (Figura 3) incrementos en la altura de la pradera producen un aumento en el consumo. Investigaciones mas recientes de Mayne *et al.*, (1997), establecieron que el consumo por bocado del animal esta influenciado por la altura de la pradera, y a una altura de pradera similar, por la densidad de la pradera. En 1980 Ernst *et al.*, ya habían establecido que un aumento en la altura de la pradera consecuentemente producía un aumento en la producción de leche por animal (Figura 4). Sin embargo, por otra parte existe evidencia practica que pasado un cierto nivel de altura de la pradera el comportamiento animal disminuye, debido a un efecto indirecto de reducción en la calidad del forraje (Balocchi, 1993).

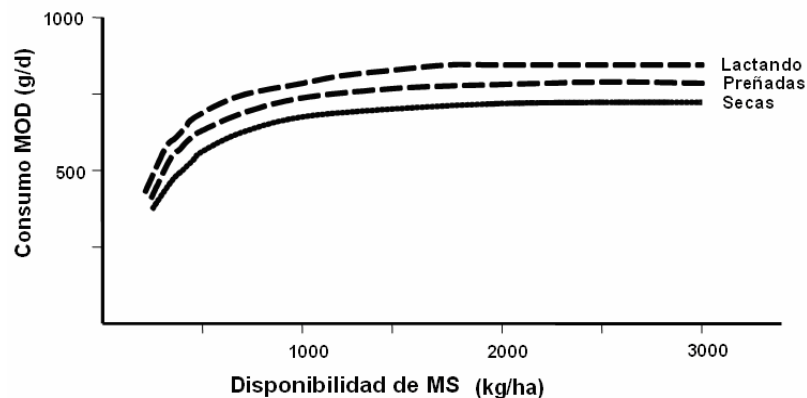


Figura 2. Relación entre disponibilidad de Forraje y consumo, en ovinos. (Hodgson, 1979).

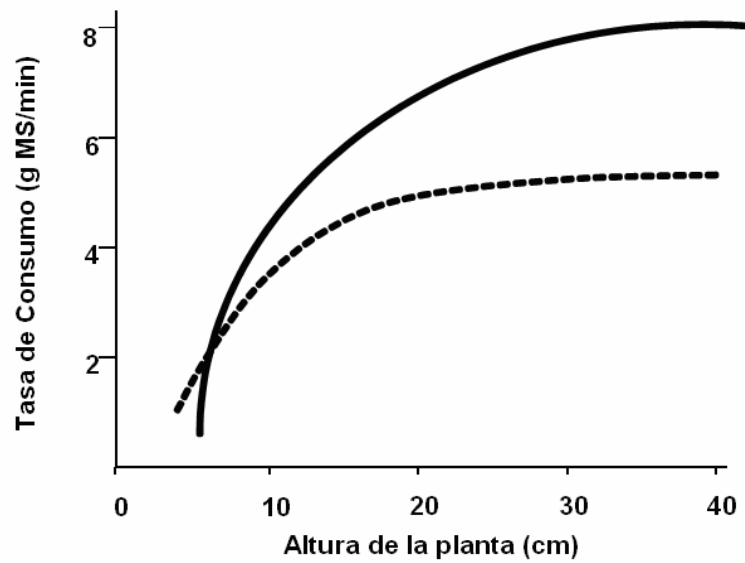


Figura 3. Relación entre altura de la pradera y tasa de consumo en corderos (---) y ovinos adultos (—) (De Alleden y Whittaker, citados por Hodgson, 1986).

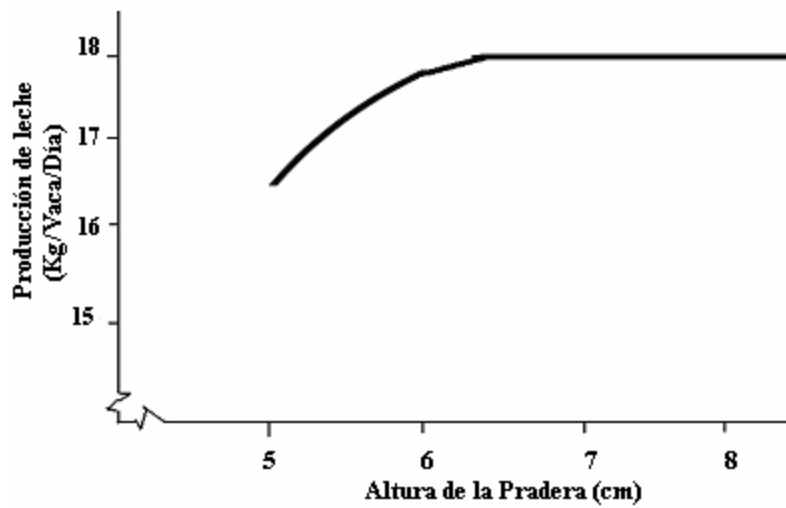


Figura 4. Efecto de la altura de la pradera en el nivel de producción de leche en un sistema de pastoreo continuo (Ernst *et al.* 1980).

La densidad de una pradera se puede expresar como kg de MS/ha/cm (Balocchi, 1993). En general, esta característica de la pradera ejerce un importante efecto en el tamaño de bocado y por lo tanto en el consumo (Stobbs, citado por Hodgson, 1982). El tamaño de bocado tiende a disminuir cuando la densidad del forraje en el horizonte superior a pastoreo cae bajo 25 kg de MS/ha/cm (Figura 5).

La digestibilidad es definida por Cañas (1995), como la parte del alimento consumido que es digerido o retenido en el animal. La digestibilidad de la vegetación, generalmente, exhibe una característica común de cambios durante el año, con los más bajos niveles medidos durante el verano debido a la cercanía con la fase reproductiva del crecimiento de las gramíneas (Thompson and Warren, 1979; Bryant and Trigg, 1982). Estos cambios en la digestibilidad están generalmente asociados con cambios en el aporte de hojas y tallos verdes y material senescente, que están probablemente influyendo en las características alimenticias de la vegetación (Ulyatt, 1981).

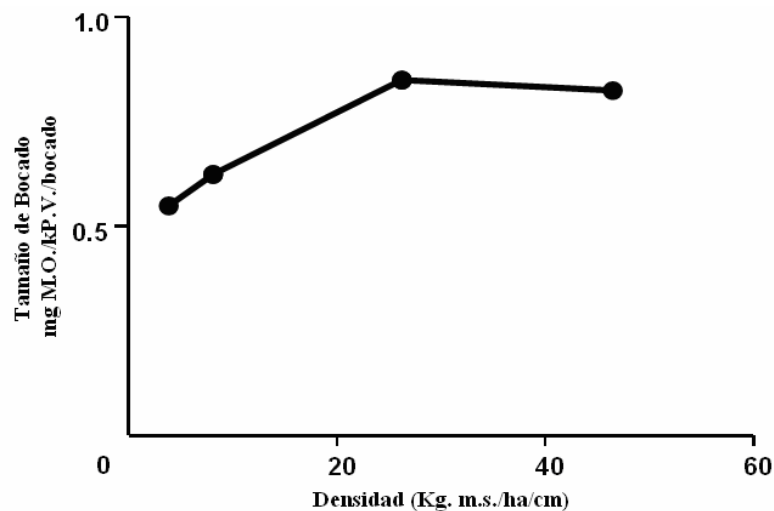


Figura 5. Relación entre densidad de la pradera en los horizontes superficiales y el tamaño de bocado, en vacas lecheras (Stobbs, citado por Hodgson, 1982).

Con respecto a la influencia de esta variable en el consumo del animal en pastoreo, existe una clara respuesta positiva del consumo a un incremento en la digestibilidad (Hodgson, 1990). El comportamiento de la curva al relacionar la digestibilidad de la materia orgánica y el consumo es lineal (Figura 6). Esto último es corroborado por estudios posteriores llevados a cabo por Peyraud *et al.*, (1999), quienes indicaron disminuciones de consumo por vacas a pastoreo de hasta 200g por cada punto porcentual de pérdida de digestibilidad durante el período de primavera (debido al encañado de la pradera).

A su vez un aumento en la digestibilidad de la materia orgánica consecuentemente, producirá un aumento en la ganancia de peso vivo (Hodgson, 1990) (Figura 7). Por ello un mejoramiento en la digestibilidad del forraje produce un doble efecto positivo en el animal dado que produce un aumento en la concentración de nutrientes en la dieta y al mismo tiempo un aumento en la cantidad consumida (Balocchi, 1993).

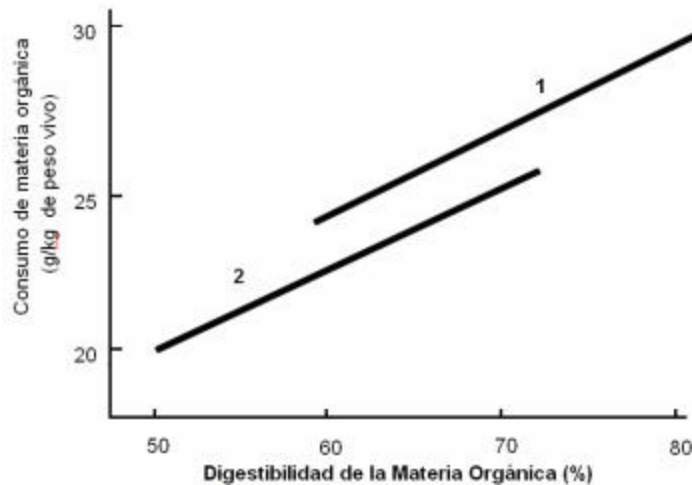


Figura 6. Relación entre la digestibilidad del forraje y consumo voluntario por bovinos, en dos tipos de Praderas: (1) Pradera de *Lolium perenne*, primer crecimiento de la temporada y (2) Pradera de *Lolium perenne*, rebrote posterior a un corte (Hodgson, 1990).

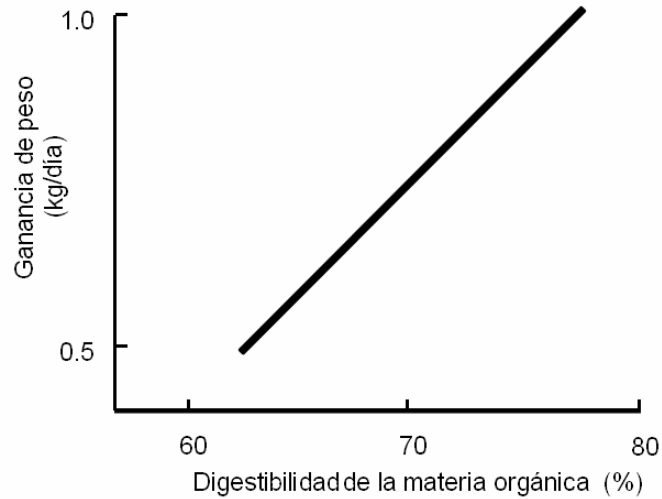


Figura 7. Efecto de la digestibilidad de la pradera (*Lolium perenne*) en la ganancia de peso de terneros en pastoreo (Hodgson, 1990).

Respecto al manejo de pastoreo, Stakelum y O'Donovan (2000), señalaron aumentos de digestibilidad en verano de casi un punto porcentual por cada centímetro de reducción de la altura del residuo dejado a fines de primavera (pastoreos más intensos), lo cual es explicado por el mismo autor debido a que el aumento de la intensidad de pastoreo, a fines de primavera, incrementa fuertemente la proporción de hojas y la digestibilidad de la pradera en el período de verano y otoño siguiente.

Existen además otras variables que se ven afectadas debido al manejo en la frecuencia e intensidad de Pastoreo. La capacidad de selección del animal, que es definida por Hodgson, (1979), como la remoción de algunos componentes de la pradera por sobre otros cuando la probabilidad de pastoreo de ellos es modificado por variables dependientes del ambiente y de la estructura de la pradera; también afecta a estas relaciones ya que cuanto menor sea la intensidad de pastoreo, mayor será la capacidad de selección del pasto que tendrá el animal y por consiguiente afectará de forma diferencial a las distintas especies prateras que lo componen (Bartholomew *et al.*, 1981; Frame y Newbould, 1984). Además se debe agregar que según Hodgson y Brookes, (1999), la selección de los bovinos en pastoreo es modificada por la energía

metabolizable del forraje y además por atributos de la pradera ya mencionados anteriormente como la altura y la disponibilidad de forraje (Smit *et al.*, 2005)

De acuerdo a lo anterior, la frecuencia y la intensidad del pastoreo afectan el consumo del animal por determinar la cantidad y calidad de la pastura disponible. Cuando un animal es dejado en una nueva pastura, este es capaz de tomar grandes bocados de forrajes de alto contenido de nutrientes y seleccionan las especies más palatables (Rayburn, 1992), lo que es conocido como “selectividad animal” (Vallentine, 2004). Como el pastoreo continuo posee disponible menos forraje, menos alimento puede ser tomado en un bocado, y el contenido de proteína y la digestibilidad decrece (Rayburn, 1992).

2.4.3 Composición Botánica

La composición botánica de la masa forrajera puede utilizarse como técnica de campo para la evaluación cualitativa de la materia seca (Mannetje; 1978; Lucas *et al.*, 1990 y Hoffman, 1993).

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

Los animales también pueden alterar directamente la composición de la pastura a través del pisoteo. Muchas gramíneas son más tolerantes al pisoteo que otras. Las leguminosas son normalmente menos tolerantes al pisoteo que las gramíneas. Las leguminosas que poseen corona como la alfalfa y el trébol rosado tienen menos tolerancia al pisoteo que el trébol blanco. (Andrae, 2004).

La frecuencia de defoliación afecta la competencia de especies en una mezcla, que consecuentemente, influirá drásticamente en la composición botánica de la pastura,

especialmente si se trata de especies con características morfológicas diferentes (Ruiz, 1996). Es por ello que si el rezago usado es corto, se favorece a la especie que crece mejor con pastoreos frecuentes, en cambio; si el rezago es largo, favorece a las especies que tienen su óptimo desarrollo bajo un pastoreo infrecuente (Ruiz, 1996).

Para el caso de *ballica perenne* McKenzie *et al.*, (2006), señalan que su persistencia es favorecida por pastores intensos y frecuentes de primavera, y en trébol blanco Kruijne *et al.*, (1967); Elberse y Van Den Bergh, (1983); Snaydon, (1987) y Mosquera *et al.*, (1999), señalan que cuanto mayor sea la frecuencia de corte mayor es el porcentaje de trébol blanco.

En cuanto a la tasa de ingreso de especies no deseadas a la pastura, esta puede ser minorizada por un incremento en el intervalo entre pastoreos (Harris and Thomas, 1972). Además, la invasión de especies no deseadas es reducida ante un nivel alto de utilización de la pradera, Mosquera (1999).

Recientemente McKenzie *et al.*, (2006), en un estudio realizado durante la primavera evaluó el efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la composición botánica de una pastura en Australia, y obtuvo datos que permiten sugerir que pasturas manejadas con pastoreos de primavera infrecuentes laxos, son pasturas más susceptibles a la invasión de otras gramíneas (diferentes a las especies establecidas) que aquellas pastoreadas frecuente e intensamente.

Fulkerson and Michell (1987), al evaluar el efecto de la intensidad de pastoreo primaveral en el verano encontraron que las praderas pastoreadas de manera frecuente contenían menos material muerto que las praderas pastoreadas de forma infrecuente. Baker y Leaver, (1986); Baker y Leaver (1987) y Mosquera *et al.*, (1999) establecieron que el incremento de la presión de pastoreo además, conlleva consigo también una disminución del porcentaje de materia muerta en la pradera, tanto en primavera como en otoño, lo que indica una mayor calidad. Hernández (2000), por su parte indicó que la capacidad fotosintética y las pérdidas por senescencia de las hojas, disminuyen a medida que aumenta la intensidad de defoliación. McKenzie *et al.*, (2006),

realizó recientemente un estudio que verificó que los pastoreos frecuentes e intensos, llevados a cabo en primavera, produjeron una disminución en el contenido de material muerto de la pastura mayor que para los pastoreos de primavera infrecuente laxo, infrecuente intenso y frecuente laxo.

2.4.4 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 (Terry and Tilley, 1964; 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).

En la Figura 8, se puede observar que la calidad de las gramíneas difiere de acuerdo a su estado de desarrollo. Esta se caracteriza por presentar una disminución en la digestibilidad, proteína y energía de la materia seca y un aumento del porcentaje de los componentes estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina) a medida que aumenta su estado de desarrollo (Ruiz, 1996). El envejecimiento del forraje es planteado como un proceso clave en la definición de la calidad nutritiva de las pasturas. Es así como la caída en la digestibilidad de las hojas, asociada al aumento en la edad de las mismas, fue consistente e independiente de la especie y del manejo aplicado en un estudio realizado por Agnusdei (2006). Este mismo autor registró una pérdida promedio de al menos 20 puntos de digestibilidad al pasar del estado de "hoja joven", al estado de "hoja senescente", o en vías de finalizar su ciclo de vida.

Parga (2003), sostiene que la FDN aumenta y la digestibilidad disminuye principalmente entre mediados de octubre y mediados de diciembre, debido a que en este período se produce el crecimiento acelerado de los tallos.

Además es importante señalar que la composición química de la pastura varía drásticamente desde lo alto a la base de la misma, reflejando la declinación en la proporción de

hojas y el incremento proporcional de pseudotallos, 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), en el que, es posible observar que la calidad nutritiva es máxima en primavera, pero luego desciende en forma inevitable hacia el verano debido a las condiciones climáticas y de los residuos post pastoreos dejados a fines de primavera (Parga, 2003).

La composición química de los componentes de la pastura pueden estar influenciados por manejos de pastoreo previos (Stockdale y King, 1980; Santamaría y McGowan, 1982; Korte *et al.*, 1984; L' Huiller, 1987; Stakelum and Dillon, 1990).

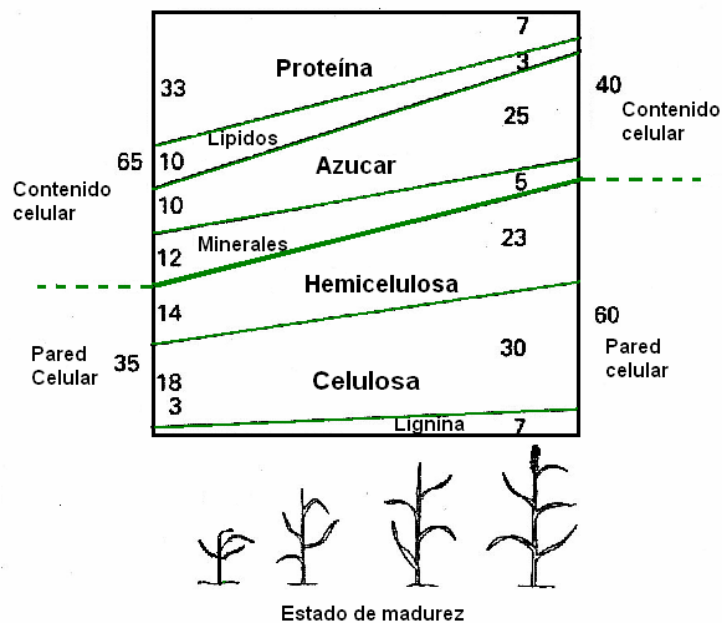


Figura 8. Efecto de la madurez en la composición química de las gramíneas. (Demagnet, 2005)

Respecto al manejo de pastoreo Parga (2003), sostiene que el intervalo entre pastoreos condiciona la edad y la composición morfológica del rebrote (proporción de hojas, tallos, material muerto), con consecuencias netas sobre el valor nutritivo y el consumo del pasto. Por su parte Fulkerson and Mitchell (1987) y McKenzie *et al.*, (2006), reportan que praderas pastoreadas de manera infrecuente y laxo durante la primavera poseen menores contenidos de proteína cruda que aquellos manejados en primavera de manera frecuente e intensa, con respecto a esto último McKenzie (1996a), atribuye dicha situación a el mayor ingreso de especies no deseadas asociadas con la pastoreos infrecuentes ya que cuando las especies no deseadas invaden la pastura esto resulta en una disminución en el valor nutritivo de la pastura. Por su parte Jacobs *et al.*, (1999), atribuye dicha situación a que las praderas manejadas en primavera con pastoreos infrecuentes y laxos poseen menores contenidos de proteína debido a la baja calidad del residuo, principalmente, como consecuencia de los altos contenidos de material muerto, comparados con las praderas manejadas con pastoreos frecuentes e intensos.

Fulkerson and Mitchell (1987); Frame (1987); McKenzie *et al.*, (2006), reportaron que los manejos de pastoreo infrecuentes y/o laxos, realizados durante la primavera, poseen un efecto en el contenido de PC y EM, estas tenderían a ser menores, mientras que los contenidos de FDN serían mayores en la pastura, respecto a aquellas pasturas pastoreados de manera frecuente e intensa. Al igual que en el caso de la proteína, este autor atribuye este hecho al mayor ingreso de especies no deseadas asociadas con la pastoreos infrecuentes, debido a un aumento del intervalo entre pastoreos, este último coincide con los estudios de Baron *et al.*, (2002), con relación a que el aumento de la intensidad de pastoreo producen una disminución de las concentraciones de fibra del forraje disponible.

Cuadro 2. 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/kgMS)	2,8 - 3,0	2,2 - 2,5	2,7 - 2,8	2,7 - 2,8
Fibra Detergente Neutra (FDN)	35 - 45	50 - 60	40 - 45	44 - 48
Digestibilidad de la Materia seca (%)	83 - 92	65 - 75	80 - 85	80 - 85

Parga 2003, (1) Praderas frondosas, pastoreadas cada 18 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.

Respecto al contenido de Carbohidratos solubles (CHOs), Jacobs *et al.*, (1998a); McKenzie *et al.*, (2003a); McKenzie *et al.*, (2003b); McKenzie *et al.*, (2006), encontraron que su contenido es notoriamente variable, es decir, no se estableció un efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en el contenido de carbohidratos solubles de la pastura. Sin embargo, McKenzie *et al.*, (2006), observó que, independiente del tipo de manejo de pastoreo realizado durante la primavera, todas las praderas resultaron en un incremento en el contenido de CHOs durante el tiempo.

2.4.5 Cobertura

La superficie de suelo cubierto por el total de la vegetación o por especies individuales se denomina cobertura; en otras palabras, es el área ocupada por la proyección vertical del follaje.

El pastoreo reduce la cobertura del suelo, la cual esta esencialmente protegiendo el suelo de las fuerzas erosivas del agua y la lluvia y producto de la mayor humedad presente durante el invierno, ocurre un mayor daño físico en la cubierta vegetal por pisoteo de los animales (Menneer *et al.*, 2005).

La frecuencia e intensidad de pastoreo afectan la persistencia de la pastura, (Korte *et al.* 1982, 1984). Mosquera y Gonzales, (1999), quienes al evaluar la evolución botánica de praderas

polifíticas de ballica perenne y trébol blanco sometidas a diferentes presiones de pastoreo, observaron que las praderas sometidas a una mayor presión de pastoreo presentaron alrededor de un 15 % más de especies sembradas (mayor cobertura), tanto en primavera como en otoño que las sometidas a una menor presión de pastoreo. Estos mismos resultados fueron obtenidos recientemente por McKenzie *et al.*, (2006).

Recientemente en un estudio llevado a cabo por Teuber *et al.*, (2005), quien al evaluar la cobertura en una pradera permanente utilizada con bovinos en pastoreo rotativo en franjas con cambios diario, cada tres, y cada cinco días, encontraron que la mayor proporción de suelo descubierto ocurrió en el manejo de pastoreo rotativo con cambio diario de la franja, es decir, aquellos donde existió una mayor intensidad de pastoreo. En este mismo estudio no existieron diferencias entre manejos de pastoreo, pero en los tres casos la mayor proporción de suelo desnudo se registró producto del pisoteo en el periodo invernal (mayor proporción de suelo descubierto). Sin embargo, en este mismo estudio, durante la primavera siguiente, se produjo una mayor cobertura producto de la mayor generación de macollos en el pastoreo

Además la baja cobertura de la pradera también presenta problemas asociados con una mayor invasión de otras especies ya que la pobre persistencia de la pastura, traducida como una baja cobertura, permite la invasión de especies no deseadas (McKenzie, 1997a) lo que se traducirá en una reducción en la calidad de la pastura.

2.4.6 Macollos vegetativos.

Durante la fase de crecimiento vegetativo de las gramíneas, existe una relación inversa entre el número de macollos y su tamaño (Ruiz, 1996), lo cual permitiría a la pradera adaptarse a diferentes manejos de pastoreo (Parga, 2003). Respecto al manejo de pastoreo Parga (2003), señala que praderas mantenidas más cortas (mayor intensidad de pastoreo) reducen el tamaño y peso de los macollos, pero estos se vuelven mas numerosos, aumentando la densidad poblacional (N° de macollos/m² de suelo). Esto de alguna manera ya había sido corroborado por Teuber

(1995), en Osorno quien evaluó la cantidad de macollos presentes en una pradera pastoreada en forma rotativa con vacas lecheras. Estas presentan aproximadamente 3900 macollo/m² y su cantidad se redujo a la mitad en las áreas de pasto más alto.

Respecto al manejo de pastoreo Hodgson (1990) y Hernandez *et al.*, (1995) afirman que una alta intensidad de cosecha durante la primavera, promueve una mayor densidad de macollos en la pradera como consecuencia de la mayor penetración de la luz solar, la cual estimula la tasa de aparición de tallos. Esto último puede deberse además, a que mediante este manejo se impide el sombreamiento en la base de la pastura durante el rebrote del residuo, con lo cual se evita la senescencia y marchitamiento durante la primavera y consecuentemente, se promueve el macollamiento (Langer, 1972; Grant *et al.*, 1981; Korte *et al.*, 1982). Además existen antecedentes de Parga *et al.*, (2000), respecto a que la reducción en el intervalo entre defoliaciones incrementa la población de macollos/m²,

Es importante destacar que la morfología de la especie también juega un papel importante ya que estas se adaptan mejor que otras a diferentes manejos de pastoreo. Es así que para el caso de pasto ovido, el número de macollos/m² y por ende el rendimiento de esta especie en la pradera se muestran significativamente influenciados por el manejo de la defoliación (Hyo, 1993). Respecto a esto último Gonzales (1999), estableció que una cosecha severa, pero poco frecuente, es la que favorece la mayor tasa de aparición de tallos. En el caso de ballica perenne, los manejos de pastoreo frecuente, llevados a cabo durante la primavera resultaron en una mayor densidad de macollos durante el verano, al compararlos con las praderas pastoreadas durante la primavera de manera infrecuente (Fulkerson and Michell., 1987). Esto último, concuerda con resultados recientes de (McKenzie *et al.*, 2006) quienes en un ensayo con similares características encontraron que los pastoreos frecuentes e intensos durante la primavera favorecían la producción de macollos.

2.4.7 Macollos reproductivos.

Los efectos de un pastoreo intensivo en primavera para controlar el crecimiento reproductivo de las gramíneas y promover el desarrollo de macollos vegetativos son hoy día motivo de controversia (Da Silva *et al.*, 2004).

L'Huillier (1987), ha señalado que el aumento de la intensidad o de la frecuencia de defoliación en primavera, especialmente en el período de octubre a noviembre, reduce la proporción de macollos encañados y aumenta los macollos vegetativos, fundamentalmente a través de la disminución de la tasa de mortalidad. Esto se ha traducido en un notable mejoramiento de la producción y calidad de la pradera en el verano y otoño siguientes.

Sin embargo, estudios recientes parecen demostrar el efecto contrario. Según Matthew *et al.*, (2000), los cultivares de ballica perenne Nui, Ellet y Yatsin tienden a reemplazar hasta un 75% de su población de macollos en el período de noviembre a enero. En estos cultivares, la renovación de macollos ocurre principalmente asociada al período de floración y la mayoría de los macollos nuevos se forman a partir de las yemas basales de los macollos en floración decapitados por lo que un pastoreo severo en octubre y noviembre disminuye la población de macollos vegetativos y la producción de la pradera en verano. Esto se debería a que los macollos vegetativos, que provienen en su mayoría de las yemas basales de los tallos espigados, serían altamente dependientes del aporte de nutrientes, a partir de la fotosíntesis realizada por los macollos padres.

Estos autores plantean un manejo alternativo al cual denominan “control tardío”, el que consiste en un pastoreo suave seguido de la posterior decapitación de los tallos a inicios de la floración, mejorando con ello la persistencia de la pastura (Matthew *et al.*, 2000).

Recientemente, Da Silva *et al.*, (2004), llevaron a cabo un estudio en Nueva Zelanda con el fin de comparar dos diferentes tipos de manejo de pastoreo primaveral, el convencional y un

control tardío, el control tardío generó en promedio un incremento en la producción de un 24 % en octubre y noviembre y 22 % desde junio a abril comparado con el manejo convencional y atribuyeron el incremento en la acumulación de forraje durante la primavera, como consecuencia del mayor desarrollo reproductivo de ballica perenne. En cuanto al incremento de verano-otoño, este fue atribuido a la actividad de macollaje producido y a la acumulación de ballica perenne.

2.5 Criterios de uso de praderas.

2.5.1 Altura de la pradera

Es ampliamente aceptado que la medición de la altura de la pradera es una herramienta común del manejo de bovinos en pastoreo (Le Du *et al.*, 1981; Parsons, 1984), ya que la altura de la pradera junto con la densidad del forraje, determinan la cantidad de materia seca que se produce (Hodgson, 1990).

La forma en que los componentes del pastoreo se afectan al cambiar la altura de la pradera, se describe en la Figura 9. El tamaño del bocado aumenta en forma casi lineal hasta valores notablemente elevados de altura. (Hodgson, 1986).

En cuanto a la tasas de bocado y tiempo de pastoreo, como se puede observar en las Figuras 9 1b y 1c este disminuye en la medida que aumenta la altura de la pradera o viceversa. Al disminuir la altura, el tiempo de pastoreo aumenta en respuesta a una menor tasa de consumo (Hodgson, 1986).

Tanto la altura, como la disponibilidad de forraje pre o post pastoreo se utilizan como criterios para controlar de un modo eficiente y sencillo el sistema de pastoreo. Es así como se considera a la altura promedio de la pradera, en sistema continuo y a la altura de residuo en

sistemas rotativos, como base para calificar la condición del pastoreo y tomar decisiones de manejo (Baker, 1986; Phillips y Leaver, 1985).

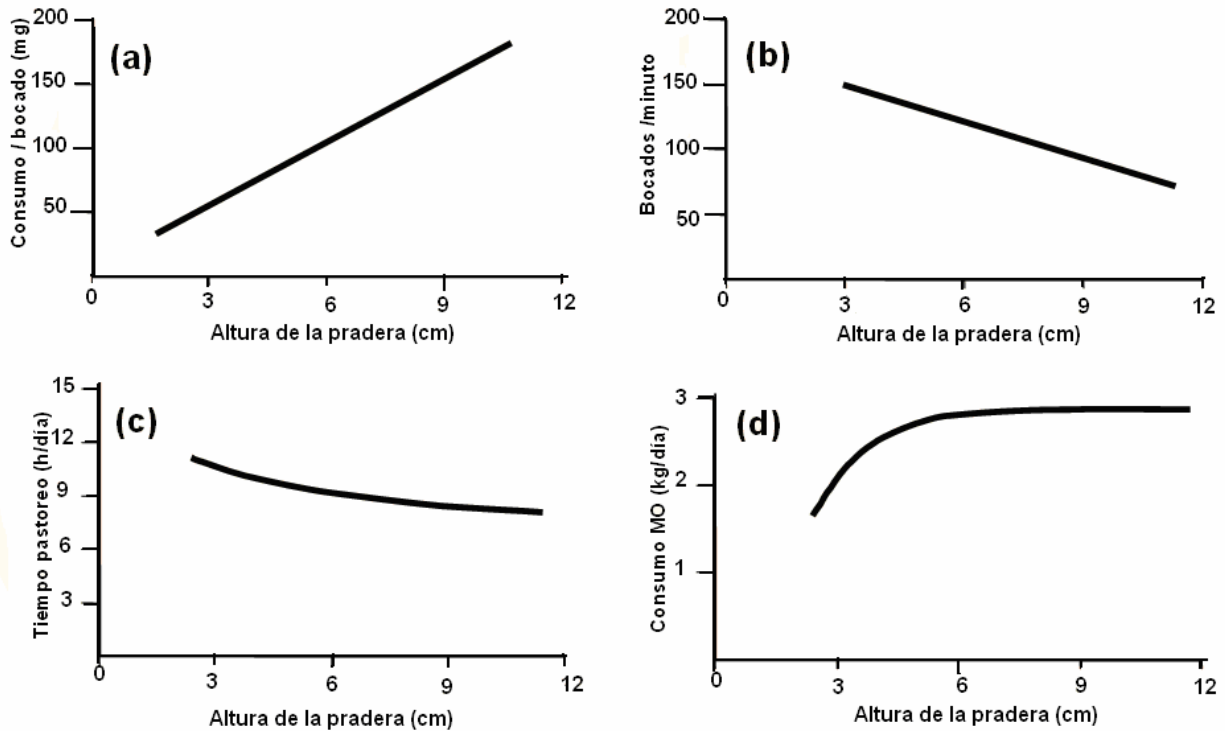


Figura 9. Influencia de la altura de la pradera en los componentes del pastoreo. (Hodgson, 1986).

La altura de la pradera tiene la ventaja que se obtiene en forma directa y sencilla, mientras que la biomasa normalmente será estimada a través de la altura basándose en ecuaciones de transformación. El problema radica en que la relación biomasa-altura puede cambiar a través del año (sobre todo en verano), generalmente difiere entre biomasa pre pastoreo y biomasa post pastoreo y puede variar entre praderas con manejos muy distintos (Parga, 2003).

La toma de decisiones oportunas para el manejo de la pradera requiere de métodos de evaluación que permitan una alta precisión en sus valores de predicción (Mannetje; 1978; Smetham, 1990; Vásquez, 2001).

Para la evaluación productiva de la pradera existen diversos métodos de medición que se pueden clasificar como directos o indirectos, y que auxilian al productor en la determinación de la cantidad y calidad de la materia seca producida. (Lucas *et al.*, 1990; Smetham, 1990; Harmony *et al.*, 1997).

Para la determinación de la altura en terreno existen instrumentos prácticos, como el bastón graduado (Figura 10b), que mide la altura de la cubierta vegetal sin alterar (Barthram, 1986) y el medidor de plato (Figura 10a), que ejerce una presión definida sobre la vegetación, determinando una altura “comprimida” (Earle y McGowan, 1979).

El plato fue descrito por primera vez en 1974, por Holmes en Australia, como un disco de aluminio de 30 cm de diámetro y 1,9 cm de grosor, consisten en una vara por la cual se desliza un disco, con el fuste marcado a intervalos de 0,5 cm. Se basa en la determinación del volumen de forraje, el cual está compuesto por altura, densidad y compresibilidad. Permite registrar una altura que está en función de la densidad del follaje, esta a su vez, varía en función de la cobertura, altura y estado fisiológico de la pradera (Hollstein, 1984, citado por Murphy 1995). El plato proporciona una medición de altura de la pradera que depende de la densidad, composición botánica, estado fenológico, porcentaje de MS que presentan las muestras durante las mediciones. La densidad varía según las condiciones de humedad del terreno y al existir mayor densidad mayor es la oposición de la pradera al peso del disco, así también praderas más lignificadas ofrecen una mayor resistencia al plato. La composición botánica influye, ya que especies de tipo anual son menos resistentes a la presión del plato que aquellas especies perennes (Lara, 1997).

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^{-1}), a través de su calibración bajo las condiciones en que será utiliza. (Parga, 2003). Para que la medición de altura sea válida las mediciones deben ser tomadas al azar, tanto en áreas efectivamente pastoreadas como aparentemente rechazadas (Lara, 1997).

En cuanto a las alturas óptimas pre pastoreo Hodgson, (1990), plantea que para pastoreo rotativo, en términos del mejor compromiso entre consumo y eficiencia de utilización de la pradera, no están claramente definidas. Este autor sugiere alturas de residuo (bastón graduado) de 10 a 7 cm en praderas pastoreadas con vacas lechera cada 3 a 4 semanas (con 30 a 15 cm de altura inicial). Mayne *et al.*, (2000), en Irlanda proponen alturas de residuo de 10 a 8 cm y 8 a 6 cm (bastón graduado), para vacas de alto y de bajo nivel de producción, respectivamente, las que deben bajarse a 6cm en otoño.



Figura 10. Instrumentos para medir altura de la pradera

2.5.2 Disponibilidad de Forraje

En el año 1984, Hodgson estableció que la disponibilidad es uno de los factores mas importantes de la pastura que afectan el consumo de los animales en pastoreo, considerándolo como un componente que puede ser modificado mediante el manejo de pastoreo al determinar

carga animal, productividad, además que mediante esta se pueden evaluar las estrategias de manejo de la pradera (Ganguli, 2000).

La disponibilidad de forraje de una pradera se expresa como kg o ton de MS ha⁻¹. También se puede expresar por animal (kg. de MS/animal). Edwards and Parker (1994), señalan que en sistemas pastoriles la disponibilidad de forraje posee un gran efecto en el consumo voluntario de forraje y posteriormente, influirá en la producción de leche y en el contenido de sólidos de la misma, pero sólo hasta un punto en que ésta deja de ser limitante. Este punto se conoce como disponibilidad crítica (Hodgson, 1979), bajo el cual el consumo de forraje comienza a ser significativamente afectado. Este valor de disponibilidad crítica varía según el tipo de animal y su estado fenológico. En general, en vacas lecheras es de alrededor de 1500 a 2000 Kg. de MS ha⁻¹ y en ovinos de 500 a 800 kg de MS ha⁻¹ (Hodgson, 1979).

La disponibilidad de entrada y el residuo post pastoreo afecta la respuesta productiva de vacas lecheras (Le Du *et al.*, 1981; Parsons, 1984). 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.*, 2001b). 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 and O'Donovan, 2000). Por otra parte, una reducción acelerada del consumo comienza cuando la cantidad de pasto ofrecida es menor a 30 kg MS por vaca al día (Peyraud *et al.*, 1996) o cuando los animales deben cosechar mas del 50 % de lo ofrecido diariamente (Delagarde *et al.*, 2001b).

La cantidad de hojas, es considerada como el factor que determina la disponibilidad real de pasto y es clave para controlar el consumo en pastoreo ya que según Peyraud, *et al.*, (2002), integra una noción de cantidad con calidad de pradera. En la Figura 11, se puede observar la relación que existe entre la disponibilidad de hojas por vacas y el consumo en vacas lecheras. La cantidad de pradera asignada diariamente y las hojas verdes que estas contengan determinarán la

disponibilidad de forraje en la pradera lo cual puede ser manejado a través del control de la frecuencia e intensidad de defoliación (Parga, 2003).

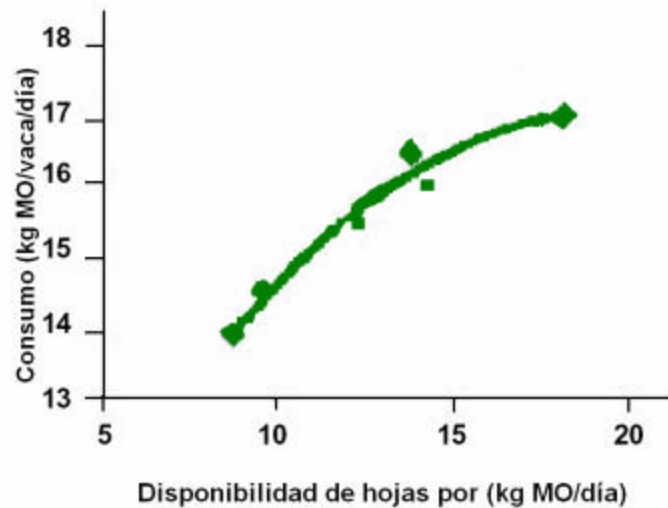


Figura 11. Efecto de la disponibilidad en el consumo de praderas por vacas lecheras. Adaptado a Peyraud, *et al.*, 2002.

Hainsworth *et al.*, (1997), propusieron que para las condiciones de los predios lecheros del sur de Taranaki, para determinar la disponibilidad de forraje de pre pastoreo, se debe realizar el siguiente calculo: disponibilidad de forraje objetivo pre pastoreo (kg MS ha^{-1}) = $2.200 + (\text{carga animal} \times \text{consumo} \times \text{tiempo de rotación})$. Holmes *et al.*, (2002), mas recientemente establecen que para las condiciones neozelandesas los residuos deben ser de 1.500 a 1.600 kg de MS ha^{-1} , cuando la biomasa pre-pastoreo sean cercanas a 2.500 kg de MS ha^{-1} y de 1.850 a 2.000 kg de MS ha^{-1} si la biomasa pre-pastoreo es próxima a 3.000 kg de MS ha^{-1} .

Bajo las condiciones regionales, Parga (2003), sostiene que, pastoreos semi-intensos en primavera, con residuo cercanos a 6 cm (medido con plato) o 1.600 – 1.700 kg de MS ha^{-1} , parecen mantener un buen equilibrio entre las exigencias de las vacas lecheras y las de la pradera, siempre y cuando las biomásas pre-pastoreo se mantengan entre 2.500 y 2.700 kg de MS ha^{-1} .

Para llevar un correcto registro de la disponibilidad de forraje, es necesario contar con métodos de medición que sean precisos, ya que cualquier error en esta estimación implica pérdidas económicas para el sistema ganadero (Ganguli, 2000) y al igual que en el caso de la altura, existen instrumentos que pueden ser utilizados para determinar la disponibilidad de forraje en la pastura. Uno de estos es el bastón electrónico (Figura 12).



Figura 12. Bastón electrónico.

El bastón electrónico fue diseñado en 1929, inicialmente sólo medía contenido de humedad, luego se utilizó la correlación entre este parámetro y producción de forraje como metodología indirecta. El funcionamiento de este método se basa en que el contenido de agua del forraje permite el paso de corriente eléctrica entre dos conductores que contiene el instrumento, así a mayor contenido de agua mayor paso de la corriente eléctrica. (Hollstein, 1984, citado por Murphy, 1995). El Bastón electrónico o medidor de capacitancia eléctrica se basa en el diferencial dieléctrico que se produce entre el aire y el forraje (baja y alta respectivamente). Este instrumento mide la capacitancia eléctrica de una mezcla de aire y forraje (Curie *et al.*, 1987 citado por Sanderson, 2001). Los cambios en capacitancia provocados por el reemplazo de aire

por forraje bajo el cabezal medidor permiten establecer una relación entre capacitancia y disponibilidad de forraje (Jaurena, 1991 citado por Cabrera, 1997).

Para realizar las mediciones, se debe tener en cuenta que la disponibilidad de forraje es uno de los atributos más importantes para evaluar un recurso forrajero, sin embargo, la biomasa vegetal es muy dinámica, cambiando permanentemente en función del crecimiento, senescencia, consumo por parte de los animales, por ello es que su estimación sólo es válida para el momento en que se determina (Cabrera, 1997).

2.5.3 Carga animal.

Hace ya casi 50 años fue indicada por Mc Meekan, (1956) y Mott, (1960), como el principal factor de manejo que determina la producción animal en pastoreo, sin embargo aún su importancia es plenamente reconocida (Mayne *et al.*, 2000). La carga animal es un factor importante en el manejo de praderas ya que determina la evolución de la composición botánica a través de la frecuencia e intensidad de pastoreo rotacional, que a su vez afecta la competencia por luz, agua y nutrientes entre las distintas especies que componen la pradera (Frame, 1990).

La carga animal se puede expresar como el número de animales (de un tipo dado), por unidad de superficie y por un tiempo definido (Ruiz, 1996). Otra manera de expresar la carga animal es como kg. de peso vivo (PV) por tonelada de alimento (base MS), disponible en el predio, que en este caso se toman en cuenta otros factores como condiciones de pradera y niveles de suplementación entre predios y por otra parte, las diferencias en los requerimientos de alimento entre vacas de distinto tamaño y nivel productivo (Penno, 2001). Este mismo autor sostiene que utilizando esta forma de expresar la carga animal, esta puede ser modificada variando el número de vacas o la cantidad de suplemento utilizado cada año.

Los efectos de la carga en la producción individual y por hectárea son indirectos, a través de su influencia sobre la oferta de pasto por animal, que puede ser definida como presión de

pastoreo (Ruiz, 1996) y sobre el patrón de defoliación de la pradera (Wade, 1991). La presión de pastoreo tiene directa relación con la carga animal puesto que para una producción específica de forraje, al aumentar el número de animales, la disponibilidad por animal disminuye, es decir aumenta la presión (Ruiz, 1996).

Si bien la carga animal afecta simultáneamente la producción individual del animal y la producción por hectárea, en ningún caso ambas variables pueden ser máximas en forma simultánea (Ruiz, 1996) por que se considera que la carga animal, posee una poderosa influencia en el grado de utilización de la pradera (Holmes, 1989).

En la Figura 13, se observa la relación entre carga animal, ganancia/animal y ganancia/ha sugerida por Mott en el año 1960, en esta figura lo mas característico es el hecho de que la producción por animal no disminuye en forma lineal, sino que muy lentamente en el área de cargas livianas y muy abruptamente después de cierto punto. Como consecuencia la producción por hectárea presenta una forma asimétrica, ya que el punto máximo no es equidistante de los extremos. La carga alta con la cual se logra cero producciones, es aproximadamente 1,3 veces la carga de máxima producción por hectárea.

Una revisión de los resultados obtenidos en diferentes trabajos de investigación con vacas lecheras realizada por Journet y Demarquilly (1979), mostró que un aumento de la carga animal en 1 vaca/ha produjo una reducción promedio de la producción individual de leche de 10%, pero aumentó la producción de leche/ha en mas de 20%. De acuerdo a Journet y Demarquilly (1979), el efecto favorable de un aumento de la carga en la producción de leche por hectárea se debe a una pequeña disminución en el consumo de forraje por vaca, a una defoliación más baja de la pradera con una mejor eficiencia de utilización, como también a una reducción en la ganancia de peso de las vacas y un mejor uso del menor nivel de energía consumida. Esto último, es explicado por (Parga, 2003), debido a que el aumento de la carga por hectárea reduce la cantidad de pasto disponible por animal, afectando su rendimiento individual, pero esto es, generalmente

mas que compensado por un incremento de la producción por unidad de superficie, debido a la mayor densidad de ganado

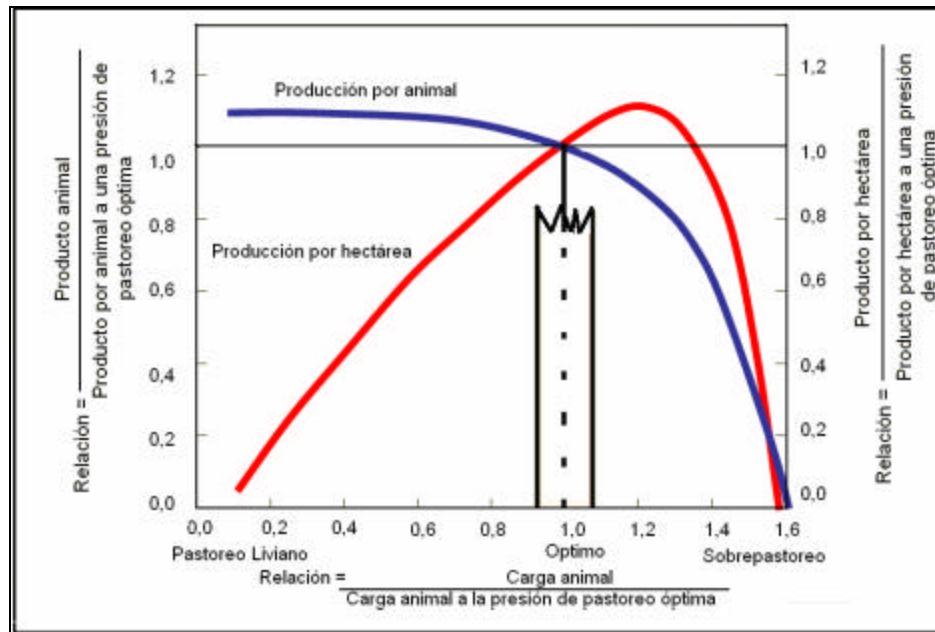


Figura 13. Relación entre carga animal, ganancia/animal y ganancia/ha. (Mott, 1960).

Estos valores han sido confirmados en investigaciones posteriores (Reeve *et al.*, 1986) y son aún plenamente aceptados (Mayne *et al.*, 1991). Mas recientemente Penno (2001), sugiere que cargas entre 80 a 90 kg de PV/ton de MS permitirían combinar alta producción por vaca y por hectárea. Cargas mayores inducirían a restricciones alimenticias y perdidas de producción por vaca, suficientes para anular cualquier beneficioso derivado del aumento de la eficiencia de utilización de la pradera.

Diversos autores Baker y Leaver (1986); Hoogendoorn *et al.*, (1992), han demostrado que una alta carga animal en primavera mejora la eficiencia de utilización de la pradera durante primavera, que permite aumentar la calidad del pasto y la producción de leche a fines de esa estación y en el período de verano – otoño siguiente. En nuestro país en un experimento realizado en el 2001 en Osorno por Hargreaves *et al.*, se corroboraron estos datos al evaluar tres

cargas animales en primavera (3,3; 4,5 y 5,5 vacas por hectárea), las vacas además fueron suplementadas todas por igual con 3 kg de concentrado por vaca. Se observó que el incremento de carga entre 3,3 y 4,5 vacas/ha no afectó el consumo de pradera (13,7 versus 14,2 kg MS) ni el rendimiento individual (24,2 versus 24,3 litros/día), pero incrementó en cerca de 35% la producción de leche/ha. Con 5,5 vacas/ha la producción/ha creció un 9% extra, pero la producción individual declinó en 12%. Sin embargo, a este nivel hubo una fuerte reducción del consumo (-18%).

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

En cuanto al efecto de una alta carga animal o sobrepastoreo de la pastura, afecta la profundidad de las raíces y produce decrecimiento en la competencia por el agua, principalmente, aquellas plantas que son preferentemente pastoreadas durante un largo periodo, lo cual puede alterar la composición de las especies que conforman la pastura (Andrae, 2004). Además el manejo de pastoreo intensivo o cortes frecuentes pueden ayudar a alguna especie a competir con otras plantas por forzar a los animales a pastorear todas las especies presentes en la pastura. (Andrae, 2004)

2.5.4 Número de Hojas

El crecimiento de las hojas es considerado como un método que permite determinar el momento óptimo de entrada al pastoreo. Este método fue desarrollado por Fulkerson y Donaghy, (2001), y se basa en el nivel de reservas de la planta capaces de obtener un rebrote vigoroso teniendo en cuenta además el grado de senescencia de las hojas basales y el valor nutritivo del forraje. Este principio se basa principalmente, en obtener períodos de pastoreo suficientes para

remover la máxima proporción de forraje acumulado, ajustando el período de descanso a la duración de la vida de la hoja, buscando minimizar las pérdidas por senescencia (Lemaire y Chapman, 1996).

Luego de un pastoreo intenso, el rebrote de la pradera se realiza a expensas de los carbohidratos de reserva y sólo cuando alrededor de $\frac{3}{4}$ de una hoja nueva ha rebrotado, la planta alcanza una adecuada capacidad fotosintética comenzando la restitución de sus reservas y reiniciando el crecimiento de las raíces por lo que un nuevo pastoreo antes de alcanzar dos hojas por macollo disminuye la velocidad de rebote y consecuentemente el intervalo mínimo entre pastoreos no debiera ser inferior a aquel requerido para el desarrollo de dos hojas expandidas por macollo (Fulkerson y Donaghy, 2001)

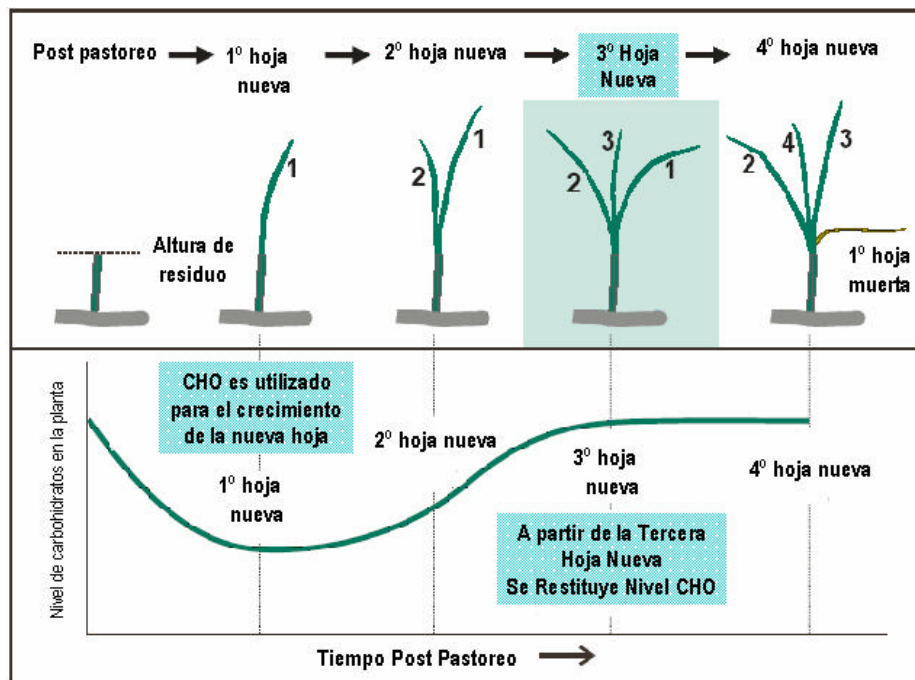


Figura 14. Curva de crecimiento de una pastura de Ballica perenne post pastoreo relacionando la acumulación de carbohidratos y el número de hojas expandidas. Adaptado a Fulkerson y Donaghy, 2001.

Dado que en la ballica perenne la primera hoja comienza a morir cuando emerge la cuarta, es en este momento en que la calidad de la pradera decrece (Figura 14), y esa hoja ya ha sido desaprovechada. Según Fulkerson y Donaghy (2001), el techo de producción en ballica perenne se alcanza luego del intervalo necesario para el desarrollo de cuatro hojas expandidas en el rebrote, momento en que la calidad de la pradera ha disminuido y ya se ha desaprovechado el material senescente.

En cuanto a los contenidos de energía metabolizable (EM) y de fibra (FDN) no cambian apreciablemente hasta el estado de tres hojas por macollo. Entonces se considera que el momento óptimo para pastorear una pradera, en base a ballica perenne, es antes de la cuarta hoja, luego del intervalo necesario para la expansión de dos a tres hojas por macollo, logrando de esta forma el mejor equilibrio entre rendimiento, persistencia y calidad de la pradera (Fulkerson y Donaghy, 2001).

2.6 Tipos de pastoreo

Ruiz (1996), señala que el hablar de pastoreo implica hacer referencia a dos aspectos: el grado de apotreramiento o subdivisiones de una superficie dada, y el uso de diferentes especies animales que pastorean juntas o en secuencias. Con respecto a lo anterior este mismo autor, considera que el mayor número de divisiones en que pastoree un lote de ganado da origen a los términos de pastoreo continuo, alternado, rotativo y franja diaria. El pastoreo continuo consiste en mantener los animales en forma permanente en un mismo potrero, ya sea durante todo el año o durante la estación de crecimiento; el pastoreo alternado es un sistema de pastoreo rotativo poco intensivo, dado que en dos divisiones se mueven los animales uno a otro lugar cada cierto tiempo; el pastoreo rotativo es un sistema en que el potrero se divide en un número variable de sectores (de tres a diez), en cada uno de los cuales el ganado pastorea dos o más días (según el largo de rezago deseado), cuando los animales pastorean la última división retornan a la que fue usada en primer lugar.

Respecto al pastoreo en franjas, este es considerado un pastoreo rotativo llevado a mayor grado. En este el ganado dispone de una o mas franjas por día y tratándose de franjas diarias el número de subdivisiones dependerá del rezago que se desea para cada época (Ruiz, 1996).

El pastoreo en franjas controla la cantidad de pasto ofrecida diariamente por animal, en función de la biomasa presente (kg de MS ha^{-1}) y del número de animales determinando la superficie pastoreada cada día (Ruiz, 1996). Este sistema fue investigado con vacas lecheras principalmente en Australia (Stockdale, 1985), Nueva Zelandia (Bryant, 1980; Holmes y Wilson, 1987), Irlanda del Sur (Stakelum, 1986 y Stakelum 1996) y Francia (Peyraud *et al.*, 1989 y Peyraud *et al.*, 1995).

Wilson *et al.*, (1993), mencionan otro tipo de pastoreo, el pastoreo intensivo en el cual existe un uso mas completo de la planta, mayor consumo de las plantas menos palatables y especies no deseadas, mejor distribución de los desechos animales, menor contaminación de caminos, riachuelos o ríos y mayor producción de forraje por hectárea.

En consideración a que sistema es conveniente respecto a otro, dependerá de las especies que constituyen la pradera y de la morfología de estas (Ruiz, 1996). Existen antecedentes de McMeekan y Walsh (1963), quienes establecen que con alta carga animal el pastoreo rotativo es superior al continuo. Ruiz (1996), señala que en praderas anuales el pastoreo rotativo no posee ventajas sobre el pastoreo continuo, tratándose de praderas perennes el efecto positivo del pastoreo rotativo sobre el pastoreo continuo varía según el tipo de pradera y el tipo de ganado. Es así como en especies de crecimiento postrado como trébol blanco y ballica perenne, es posible lograr alta producción en pastoreo continuo bien realizado y en especies como alfalfa difícilmente puede lograrse un buen manejo si no es pastoreo rotativo (Ruiz, 1996).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del ensayo.

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

3.2 Características edafoclimáticas.

La pradera se estableció en un Andisol de la Serie Freire que se caracteriza por presentar topografía plana a suavemente ondulada, con pendientes de 0% a 1% y altura entre 80 a 100 m.s.n.m. Son suelos moderadamente profundos de texturas media y de colores pardos muy oscuros en la superficie y de texturas finas a muy finas en profundidad y que poseen un alto contenido de materia orgánica.

El clima predominante es mediterráneo frío, con temperatura media anual 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 período 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 bajo los cuales se realizó el ensayo se describen en el Cuadro 3 y el comportamiento de las temperaturas en el Cuadro 4.

Cuadro 3. Informe pluviométrico (mm). Estación Experimental Maquehue. Temporada 2004-2005.

Mes	mm	mm
Periodo	Sep 2005 - Ago 2006	1981 - 2003
Septiembre	72,0	88,7
Octubre	138,9	82,2
Noviembre	69,2	52,3
Diciembre	24,3	41,8
Enero	21,6	37,9
Febrero	2,8	29,8
Marzo	47,6	51,3
Abril	35,6	84,2
Mayo	310,1	172,2
Junio	239,7	198,8
Julio	126,4	151,5
Agosto	160,9	115,2

*Pluviométrica mensual promedio desde el periodo 1981 a 2003.

Temporada 2004-2005. Universidad Católica de Temuco. Facultad de Ciencias. Departamento de Cs. Matemáticas y Físicas. Estación Meteorológica. Lat. 38°44' Long. 72°36' Alt. 110 m.s.n.m.

Cuadro 4. Valores mensuales de temperatura. Estación Experimental Maquehue. Temporada 2004-2005,

Mes	Máxima	Mínima	Media	t° media 1981 - 2003	Desviación
Septiembre	22,9	0,5	11,0	10,3	0,7
Octubre	21,9	4,1	12,9	12,1	0,8
Noviembre	27,7	5,5	15,4	14,1	1,3
Diciembre	28,2	8,3	17,7	16,2	1,5
Enero	29,3	8,1	18,4	17,2	1,2
Febrero	38,3	11,3	20,4	17,2	3,2
Marzo	30,2	5,2	16,8	15,5	1,3
Abril	22,6	2,8	11,9	12,3	-0,4
Mayo	20,0	-0,4	9,0	10,2	-1,2
Junio	17,4	-2,8	8,0	8,2	-0,2
Julio	15,9	-0,8	8,2	7,6	0,6
Agosto	16,7	-0,7	8,5	8,7	-0,2

*Temperatura mensual promedio desde el periodo 1981 a 2003.

Temporada 2004-2005. Universidad Católica de Temuco. Facultad de Ciencias. Departamento de Cs. Matemáticas y Físicas. Estación Meteorológica. Lat. 38°44' Long. 72°36' Alt. 110 m.s.n.m.

3.3 Precultivo y preparación de suelo.

El precultivo fue una pastura de *Hordeum vulgare* que se utilizó para la elaboración de ensilaje. El barbecho químico se aplicó en el mes de marzo con Glifosato en dosis 2,4 L.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 día 8 de mayo del 2004, en dosis de 8,3 kg ha⁻¹ de *Lolium perenne* cv Quartet (4n) + 8,3 kg ha⁻¹ de *Dactylis glomerata* cv Starly + 8,3 kg ha⁻¹ de *Festuca*

arundinacea cv Mylena + 2 kg ha⁻¹ de *Trifolium repens* cv Tribute y 2 kg ha⁻¹ de *Trifolium repens* cv Nusiral. El sistema de siembra fue en línea con máquina cerealera a distancia entre hilera de 17,5 cm.

3.5 Fertilización.

3.5.1 Fertilización siembra. Teniendo en cuenta los requerimientos de la pastura y el nivel de nutrientes del suelo (Cuadro 5), en el establecimiento se aplicó al surco de siembra en mezcla con la semilla:

- ✓ 230 kg P₂O₅ ha⁻¹ en la forma de Superfosfato Triple.

3.5.2 Fertilización post siembra. La fertilización nitrogenada postsiembra se aplicó a la macolla, al voleo el día 14 de mayo, en forma de urea y correspondió a 46 kg de N ha⁻¹.

3.5.3 Fertilización de mantención: Nitrógeno en dos oportunidades los días 23 de septiembre y 6 de diciembre del año 2005. Cada aplicación fue de 46 kg de N ha⁻¹ en forma de urea.

El día 14 Mayo 2005 además se fertilizó con 46 kg P₂O₅ ha⁻¹ en la forma de Superfosfato Triple; 36 kg de MgO ha⁻¹ y 44 kg de S, ambos a la forma de Sulpomag.

Cuadro 5. Composición química del suelo en el área del ensayo. Estación Experimental Maquehue. Laboratorio de Análisis químico de Suelo, Instituto de Agroindustria. Universidad de La Frontera, Temuco. 2004.

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

3.6 Control de Especies no deseadas

El control químico de las especies no deseadas se realizó el 15 de mayo de 2004 con 48,75 g i.a. de Flumetsulam + 500 g i.a. de 2,4 DB Ester Butírico/ha en 200 L de agua.

3.7 Periodo pre experimental

En la fase pre experimental, la pastura fue pastoreada el día 2 de septiembre con vaquillas de lechería de 250 kg promedio con el objetivo de estandarizar el residuo inicial y promover un crecimiento homogéneo de la pastura.

3.8 Periodo experimental

La fase experimental se inició el 12 de octubre y finalizó el 13 de enero. Para realizar el pastoreo se utilizaron vaquillas de la raza Holstein Friesian que fueron seleccionadas 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 de cada tratamiento, otorgando al ganado una oferta de forraje acorde a los requerimientos de los animales. Las vaquillas tuvieron acceso permanente al agua de bebida.

Cada parcela fue pastoreada de acuerdo al tratamiento correspondiente y este fue regulado mediante cerco eléctrico marca Gallagher Power Fence.

3.9 Diseño experimental

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

3.10 Tratamientos:

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

Cuadro 6. Tratamientos evaluados:

Tratamiento		Disponibilidad Pre pastoreo (kg MS ha⁻¹)	Residuo Post pastoreo (kg MS ha⁻¹)
Frecuente Intenso	FI	2.226	1.283
Frecuente Laxo	FL	2.302	1.509
Infrecuente Intenso	II	2.490	1.237
Infrecuente Laxo	IL	2.482	1.492

En las estaciones de otoño (21 marzo – 21 junio) e invierno (21 junio – 21 septiembre), todas las parcelas fueron pastoreadas en forma homogénea considerando en promedio un ingreso de 1.612 kg. MS ha⁻¹ y un residuo de 1.077 kg. MS ha⁻¹ en otoño y en invierno 1.647 kg. MS ha⁻¹ a de ingreso y un residuo de 1.154 kg. MS ha⁻¹. En la estación de verano no se realizó ningún pastoreo ya que la pradera no alcanzó la disponibilidad requerida para llevar a cabo el pastoreo en dicha época. En cada temporada los tratamientos de primavera se evaluaron en forma separada, para identificar el efecto del pastoreo primaveral en el rendimiento, calidad, cobertura, persistencia y composición botánica.

3.11 Evaluaciones

3.11.1 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. Mediante las mediciones realizadas con el rising plate meter, se logró estimar la cantidad de forraje presente en cada parcela

experimental. Para estimar dicha cantidad de forraje fue necesario calibrar el instrumento y de manera indirecta obtener la fitomasa presente en cada parcela, debido a que el plato medidor de forraje (rising plate meter), mide la altura comprimida de la vegetación en unidades de 0,5 cm, y mediante la 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 parcela con el instrumento, luego se procedió a cortar las fitomasa total que estaba 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 para la estación de primavera, otoño e invierno que determinaron las disponibilidades y residuos pre y post pastoreo se presentan en el Cuadro 7.

3.11.2 Rendimiento: Fue determinado en forma indirecta a través de las alturas comprimidas registradas por el plato y correspondió a la sumatoria de los rendimientos de la pastura en cada pastoreo evaluado durante la estación de primavera, a los cuales se sumó el rendimiento logrado en las estaciones de verano, otoño e invierno. Las producciones de cada pastoreo fueron obtenidas al sustraer a las disponibilidades de cada tratamiento el residuo del pastoreo anterior. Los resultados fueron expresados en ton MS ha⁻¹.

3.11.3 Consumo aparente: Como diferencia entre el forraje pre pastoreo (disponibilidad) y el forraje post pastoreo (residuo), de cada tratamiento en cada uno de las estaciones de primavera, otoño e invierno se estimó el consumo aparente de MS en cada pastoreo. Los resultados fueron expresados en ton MS ha⁻¹.

3.11.4 Contenido de Materia Seca: Se extrajeron tres muestras por parcelas y se utilizó un anillo de metal de 0,1132 m². Las muestras fueron tomadas a ras de suelo y se cortaron con una esquiladora portátil. Cada muestra fue pesada en verde y a partir de esta 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 previa al ingreso de los animales a pastoreo y al material residual dejado por estos post utilización.

Cuadro 7. Ecuaciones obtenidas para la estación de primavera, otoño e invierno que determinaron las disponibilidades y residuos pre y post pastoreo.

Fecha y número de pastoreos	Ecuación	Coefficiente de Determinación
Pastoreo 1 (Octubre)	$Y = 92,7 X + 302$	$R^2 = 0,74$
Pastoreo 2 (Noviembre)	$Y = 92,7 X + 302$	$R^2 = 0,74$
Pastoreo 3 (Diciembre)	$Y = 69 X + 660$	$R^2 = 0,70$
Pastoreo 4 (Enero)	$Y = 93 X + 302$	$R^2 = 0,74$
Medición (Marzo)	$Y = 156 X - 394$	$R^2 = 0,74$
Pastoreo 5 (Abril)	$Y = 131 X - 29$	$R^2 = 0,85$
Pastoreo 6 (Junio)	$Y = 83 X + 573$	$R^2 = 0,76$
Pastoreo 7 (Septiembre)	$Y = 108 X + 361$	$R^2 = 0,73$

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

3.11.5 Composición Botánica de la pastura: Se determinó para cada unidad experimental con el material colectado previo a cada pastoreo. Se tomaron tres muestras de 0,1132 m² cortadas a ras de suelo con una esquiladora portátil, que fueron separadas manualmente y posteriormente secadas en horno, para expresar su contribución individual en base a peso seco.

3.11.6 Análisis bromatológico: Previo a cada pastoreo y en cada unidad experimental se realizó un análisis bromatológico del forraje ofrecido, para ello se tomó una submuestra de los tres anillos de 0,1132 m² que fue cortada a la altura residual de cada tratamiento con el objetivo de simular la altura de pastoreo de los animales. Este material fue 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 Fibra Detergente Neutra.

3.11.6.1. 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).

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

3.11.6.3 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. El análisis se realizó mediante la extracción con detergente neutro que determina 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.

3.11.7 Cobertura: Mediante la metodología del point-quadrat se determinó el grado de cobertura de la pradera. La metodología del point-quadrat o doble metro consiste en disponer 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 observaciones. Las observaciones se realizan haciendo descender verticalmente una aguja metálica en los puntos indicados, determinando el número de veces que cada especie, que compone la pradera esta presente. Mediante este método además se contabilizaba el número de veces que la aguja toca el suelo o alguna especie. El número de veces en que cada especie esta 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 tratamiento al inicio y al término de la estación de primavera y posteriormente, a fines de las estaciones de verano, otoño e invierno en el residuo dejado por los animales que pastorearon cada tratamiento.

3.11.8 Número de macollos: Luego de la elección al azar de varias hileras representativa de cada uno, de las unidades experimentales, 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 m^2 . Este procedimiento se realizó al finalizar la estación de primavera y, posteriormente, a fines de las estaciones de verano, otoño e invierno en el residuo dejado por los animales que pastorearon cada tratamiento. Este procedimiento se realizó en tres oportunidades en cada tratamiento.

3.12 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. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Número de pastoreos y rotación

El número de pastoreos que se realizaron durante la estación de primavera y durante el resto de las estaciones se presentan en los Cuadros 8 y 9 respectivamente.

Cuadro 8 Número de pastoreos, disponibilidad pre y post pastoreo (kg MS ha⁻¹). Estación Experimental. Maquehue. IX Región. Primavera 2004/2005.

Tratamiento	Número de pastoreos	Fecha de término	Frecuencia (Días)	Disponibilidad	
				Pre pastoreo	Post pastoreo
Frecuente Intenso (FI)	1	19-oct		2.270	1.139
	2	09-nov	21	2.218	1.380
	3	30-nov	21	2.320	1.317
	4	13-ene	43	2.095	1.297
Frecuente Laxo (FL)	1	19-oct		2.348	1.393
	2	09-nov	21	2.202	1.625
	3	29-nov	21	2.346	1.609
	4	13-ene	42	2.311	1.409
Infrecuente Intenso (II)	1	20-oct		2.555	1.189
	2	15-nov	26	2.545	1.214
	3	03-dic	18	2.369	1.310
		13-ene	41	1.863	1.171
Infrecuente Laxo (IL)	1	20-oct		2.456	1.353
	2	15-nov	26	2.592	1.584
	3	03-dic	18	2.399	1.549
		13 ene	41	2.110	1.322

No se observó una diferencia en los días de rotación en los diferentes tratamientos. Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre los días de rotación en los tratamientos con pastoreos frecuentes fue de 21, el cual se considera normal dentro del rango evaluado por Parga (2003), para praderas de mas de dos años de establecimiento y con una buena fertilización para

esta zona en los meses de octubre y noviembre. Para los tratamientos con pastoreos infrecuentes la rotación promedio fue de 26 días.

El mayor periodo en los pastoreos infrecuentes no es sustancial con respecto a los pastoreos frecuentes, pero se debe a la mayor acumulación de materia seca que deben experimentar; además que en las praderas manejadas de manera infrecuente intensa es posible que se halla producido una disminución de las reservas de carbohidratos en las plantas (Volenc, 1983), ya que estas debían ser utilizadas por la planta para llevar a cabo sus procesos metabólicos debido a la imposibilidad de realizar algún proceso fotosintético por la baja cantidad de hojas remanentes.

En enero, las menores disponibilidades de materia seca evaluadas en los tratamientos infrecuentes se deben a que las praderas sufrieron un mayor desgaste energético durante la etapa reproductiva producto de la mayor disponibilidad alcanzada durante los meses de primavera, en comparación con los manejos frecuentes.

En los últimos pastoreos llevados a cabo en el mes de enero, se presentó una mayor rotación, ya que la acumulación de materia seca para alcanzar la disponibilidad ocurre en el mes de diciembre, mes en el cual las tasas de crecimiento tienden a disminuir en comparación a los meses anteriores, debido a las condiciones ambientales propias de esta época. Debido a esto último es que en el mes de enero se presenta una frecuencia de pastoreo de 43 días, considerada normal por Parga (2003), para esta zona en veranos secos.

Al término del periodo experimental durante las estaciones de otoño e invierno se realizaron dos y un pastoreo respectivamente (Cuadro 9).

Cuadro 9. Disponibilidad pre y post pastoreo (kg MS ha⁻¹), evaluada durante las estaciones de otoño e invierno. Estación Experimental. Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005.

Fecha	Disponibilidad	
	Pre pastoreo	Post pastoreo
28 de Abril	1.522	909
24 de Junio	1.703	1.245
15-sep	1.647	1.154

4.2 Rendimiento

Durante el primer pastoreo del ensayo, realizado en el mes de octubre (Cuadro 10), solo se produjeron diferencias significativas entre los pastoreos II y el FI, siendo el primero estadísticamente superior al segundo ($P < 0,05$), estas diferencias eran las esperadas para los tratamientos, debido que en los pastoreos II es en donde se requiere una mayor acumulación de materia seca comparada con el resto de los tratamientos. Durante el pastoreo llevado a cabo en el mes de noviembre, el pastoreo FL tuvo un rendimiento significativamente inferior a los pastoreos intensos; en diciembre esta tendencia se mantuvo pero sólo respecto al pastoreo II, debido a que en el primer tratamiento se tenía que acumular una menor cantidad de materia seca que en el tratamiento II (Cuadro 8).

Estos resultados no concuerdan totalmente con otros estudios desarrollados por Davies (1993), donde la acumulación de biomasa fue significativamente menor en los tratamientos con mayor presión de pastoreo, ni con los de Liscano *et al.*, (1982) quien en un estudio en el cual se evaluó el efecto de frecuencia e intensidad de pastoreo en una asociación de gramíneas y leguminosas, a medida que se intensificó el pastoreo hubo una reducción de forraje disponible. Sin embargo McKenzie *et al.*, (2006) sostiene que los manejos de pastoreo frecuentes e intensos

durante primavera pueden ser importantes para mantener una alta producción en la pastura, pero no establece que sean superiores a los laxos.

Cuadro 10. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en el rendimiento (kg MS ha⁻¹) de los diferentes tratamientos durante la primavera. Estación Experimental Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005.

Mes	Pastoreo Frecuente		Pastoreo Infrecuente					
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo				
Octubre	2.270	b	2.348	ab	2.555	a	2.456	ab
Noviembre	1.078	ab	810	b	1.357	a	1.239	a
Diciembre	940	ab	721	b	1.155	a	814	ab
Enero	778	a	702	a	553	a	561	a
Total Primavera	5.067	ab	4.581	b	5.620	a	5.070	ab

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y el rendimiento total medido durante la primavera correspondieron a 3,63%; 12,9%; 15,9%; 21,1% y 5 % respectivamente.

En el mes de marzo y septiembre se produjeron diferencias significativas entre los tratamientos, ($P < 0,05$). En el mes de marzo los pastoreos FI presentaron un rendimiento estadísticamente superior al resto, en septiembre los pastoreos IL presentaron un mayor rendimiento (Cuadro 11). El menor rendimiento de las FI puede deberse a que durante esta estación se produjo una disminución de las reservas de carbohidratos en las plantas (Volenc, 1983), ya que estas debían ser utilizadas por la planta para llevar a cabo sus procesos metabólicos debido a la imposibilidad de realizar algún proceso fotosintético por la baja cantidad de hojas remanentes.

El rendimiento total durante la primavera, fue significativamente superior en los pastoreos II pero sólo respecto al FL, de igual manera el rendimiento total anual, incluyendo el producido durante la primavera, fue significativamente superior en las praderas con pastoreos II (Cuadro 11) al ser comparado con FL, representando un incremento del 10,1%, lo anterior probablemente se debió a que la pradera mantuvo buenas reservas de energía durante los manejos realizados en primavera y una cantidad sustancial de hoja remanente después de la defoliación, lo cual provocó

que existiera una mayor intercepción solar permitiendo un rebrote vigoroso y con ello un aumento en la tasa de crecimiento (Hodgson, 1990). Resultados similares han sido reportados por Davidson, (1966) en praderas de *Lolium perenne* y *Festuca arundinacea*.

Si bien el rendimiento total obtenido durante la primavera es estadísticamente superior para los pastoreos II pero solo respecto a los pastoreos FL (Cuadro 10), el rendimiento total medido en los meses de marzo, abril, junio y septiembre la tendencia fue totalmente opuesta, es decir el pastoreo II fue estadísticamente inferior al resto de los pastoreos ($P < 0,05$).

Cuadro 11. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en el rendimiento (kg MS ha⁻¹) durante las estaciones de verano, otoño e invierno. Estación Experimental Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005.

Mes	Pastoreos Frecuentes				Pastoreos Infrecuentes			
	Intenso		Laxo		Intenso		Laxo	
Marzo	337	a	236	b	225	b	240	b
Abril	1.525	a	1.586	a	1.328	a	1.647	a
Junio	853	a	713	a	878	a	729	a
Septiembre	430	b	413	b	243	c	521	a
Total	3.145	a	2.949	a	2.674	b	3.137	a
Total año	8.212	ab	7.529	b	8.293	a	8.207	ab

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de marzo, abril, junio y septiembre, el rendimiento total efecto y total año correspondieron a 7,2%; 8,8%; 13,9%; 6,9% 3,0% y 3,0% respectivamente.

El menor rendimiento producido en los pastoreos laxos se debe a que estos acumularon una gran cantidad de material muerto (Cuadro 15), superando la tasa de pérdida de tejido a la de formación del mismo, disminuyendo con ello la acumulación neta de tejido foliar (Bircham, 1983). A esto último se debe agregar que la senescencia y el sombreamiento se tradujeron en una reducción en el inicio del macollaje de Ballica Perenne (Grant *et al.*, 1981; Korte, 1986), lo cual

afectó negativamente la persistencia y producción de materia seca (Korte, 1982; Korte, 1985; McKenzie, 1994 y McKenzie *et al.*, 2006).

4.3 Consumo aparente

En enero y abril, no se presentaron diferencias significativas en el consumo aparente entre los diferentes tratamientos ($P < 0,05$). En el mes de junio el pastoreo FI presentó el mayor consumo aparente pero solo respecto al pastoreo FL (Cuadro 12). En el mes de septiembre el pastoreo L presentó un consumo aparente significativamente mayor respecto al resto de los tratamientos.

En octubre, noviembre y diciembre, al igual que en el consumo total anual, el pastoreo II presentó un mayor consumo ($P < 0,05$), respecto al pastoreo FL. El pastoreo FL, obtuvo un menor consumo anual respecto al resto de los pastoreos, con una diferencia de 26% respecto a el pastoreo II, lo que coincide con estudios de Hoogendoorn *et al.*, (1992) quienes observaron que los animales pastorearon más aquellas praderas manejadas durante la primavera de manera intensa que aquellas manejadas de manera laxa.

Mayne *et al.*, (1997), establecieron que el consumo por bocado del animal está influenciado por la altura de la pradera, y a una altura de pradera similar, por la densidad de la pradera. Específicamente Fisher and Roberts, (1995), mostraron que el consumo de forraje puede ser incrementado por los animales en pastoreo en una pradera con alta densidad de macollos.

En este estudio, luego de la primavera, todas las praderas fueron pastoreadas a una misma altura y en cuanto a la densidad en el mes de junio y septiembre los menores consumos se producen en los pastoreos FL respecto a los pastoreos FI, II y FL respectivamente coincidente con la mayor densidad de macollo en esta misma pradera durante el otoño (Cuadro 12). Durante la medición llevada a cabo en invierno la mayor cantidad de macollos se produjo en los pastoreos FL lo cual no se relaciona con el consumo ya que en esta misma pradera se consumieron solo

356 kg MS ha⁻¹ (Cuadro 20), que fue estadísticamente inferior a todos los tratamientos evaluados excepto el pastoreo II.

Según (Cañas 1995), existe una relación directa entre el contenido de FDN y el consumo de los animales. Es así como a medida que la fibra detergente neutra del forraje aumenta, el consumo de los animales disminuye, sin embargo, en este estudio no fue posible relacionar ambas variables debido a que no existieron efectos de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en el contenido de fibra del forraje medido mediante la FDN en las praderas evaluadas durante el primer año (Cuadro 19).

La tendencia general en este estudio se relaciona con la disminución en el consumo de materia seca en todas las praderas evaluadas con diferentes manejos durante la primavera a excepción del mayor consumo evaluado en el pastoreo II. Este mayor consumo durante el mes de septiembre en los pastoreos II está relacionado con el mayor rendimiento (Cuadro 11).

Aun cuando en este estudio no se apreció una tendencia clara respecto a que manejo de pastoreo favorece el consumo aparente de materia seca, sí se aprecia un significativo menor consumo anual en los pastoreos frecuente laxo; el pastoreo frecuente laxo obtuvo un menor consumo anual respecto al resto de los pastoreos, con una diferencia del 26% respecto al pastoreo infrecuente intenso. Además es posible apreciar una disminución general en el consumo de materia seca en la pastura durante el tiempo, de lo cual se puede deducir que los diferentes manejos de pastoreo primaveral alteran la magnitud de esta disminución (McKenzie *et al.*, 2006).

Cuadro 12. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en el consumo aparente (kg MS ha⁻¹). Estación Experimental Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005

Mes	Pastoreos Frecuentes				Pastoreos Infrecuentes			
	Intenso		Laxo		Intenso		Laxo	
Octubre	1.131	ab	955	b	1.366	a	1.103	ab
Noviembre	837	bc	578	c	1.316	a	1.007	ab
Diciembre	1.004	a	737	b	1.059	a	849	ab
Enero	797	a	902	a	692	a	788	a
Abril	598	a	624	a	589	a	637	a
Junio	554	a	377	b	452	ab	449	ab
Septiembre	594	b	356	c	217	d	806	a
Total	5.515	a	4.529	b	5.706	a	5.641	a

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de octubre, noviembre, diciembre, abril, junio, septiembre y el total año consumido correspondieron a 13,6%; 13,7%; 10,8%; 11,3%; 8,1%; 10,6%; 4,15% y 5,1% respectivamente.

4.4 Contenido de Materia Seca

No existieron diferencias significativas ($P < 0,05$), entre los diversos manejos de pastoreo evaluados (Cuadro 13). Estos valores, de manera general, son superiores a los obtenidos por Demanet (2002), quien evaluó esta mezcla en cortes con segadora en los meses de septiembre, noviembre, diciembre, enero, mayo y julio, obteniendo valores de materia seca de 12,7%, 16,8%, 27,6%, 26,8%, 26,6% y 15,9% respectivamente durante la primera temporada de evaluación. Los mayores porcentajes de materia seca estuvieron relacionados a la forma de medición, dado que en esta evaluación los cortes fueron realizados a ras de suelo, por lo que las muestras presentaban un mayor contenido de tallos lignificados y por tanto un mayor contenido de materia seca. Esto último también puede explicar los valores obtenidos en post-pastoreo, dado que en este caso el residuo dejado por los animales era de aproximadamente 4 cm (Ungar *et al.*, 1991), inferior a la disponibilidad pre-pastoreo, por lo cual los contenidos de materia seca fueron superiores.

Cuadro 13. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de materia seca (%) pre-pastoreo. Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005.

Mes	Frecuente (%)		Infrecuente (%)		Promedio				
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo					
Octubre	15,7	a	14,8	a	17,8	a	15,5	a	16,0
Noviembre	19,9	a	19,8	a	21,1	a	17,4	a	19,6
Diciembre	25,8	a	26,9	a	28,5	a	28,4	a	27,4
Enero	33,0	a	32,8	a	35,9	a	35,8	a	34,4
Abril	31,8	a	28,1	a	30,3	a	28,1	a	29,6
Junio	18,1	a	14,5	a	16,7	a	14,4	a	15,9
Septiembre	24,5	a	22,7	a	30,8	a	31,1	a	27,3

Cifras con diferentes letras en filas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, abril, junio y septiembre correspondieron a 7,5%; 15,3%; 4,2%; 10,3%; 7,4%; 17,6% y 8,8% respectivamente.

Post-pastoreo, (Cuadro 14) el contenido de materia seca de los tratamientos evaluados en octubre, noviembre, enero, junio y septiembre no presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$). Sin embargo en el mes de abril las praderas que presentaron un significativo menor contenido de materia seca, fueron las manejadas de manera infrecuente laxo comparado con las praderas manejadas durante la primavera en forma frecuente.

Cuadro 14. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de materia seca (%) post-pastoreo. Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005.

Mes	Frecuente (%)		Infrecuente (%)		Promedio				
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo					
Octubre	23,7	a	17,7	a	19,3	a	20,7	a	20,4
Noviembre	24,7	a	23,6	a	25,5	a	26,3	a	25,1
Diciembre	31,3	a	29,5	a	32,6	a	29,5	a	30,8
Enero	39,7	a	35,9	a	38,3	a	36,0	a	37,5
Abril	45,6	a	41,9	a	39,0	ab	34,1	b	40,2
Junio	19,2	a	21,3	a	20,4	a	19,9	a	20,2
Septiembre	25,3	a	23,7	a	27,2	a	26,7	a	25,7

Cifras con diferentes letras en filas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero; abril, junio y septiembre correspondieron a 14,8%; 12,4%; 8,8%; 5,2%; 10,9%; 14,2% y 14,1 % respectivamente.

4.5 Composición Botánica de la pastura

4.5.1 Ballica perenne : En la Figura 15, se puede apreciar la variación en el contenido de ballica durante las diferentes estaciones del año, presentando un aporte del 49,1% anual a la pastura, (Figura 16). Este valor sin embargo es superior al observado por Hernández (2005), al evaluar esta misma mezcla forrajera pero bajo corte que obtuvo solo un 39%.

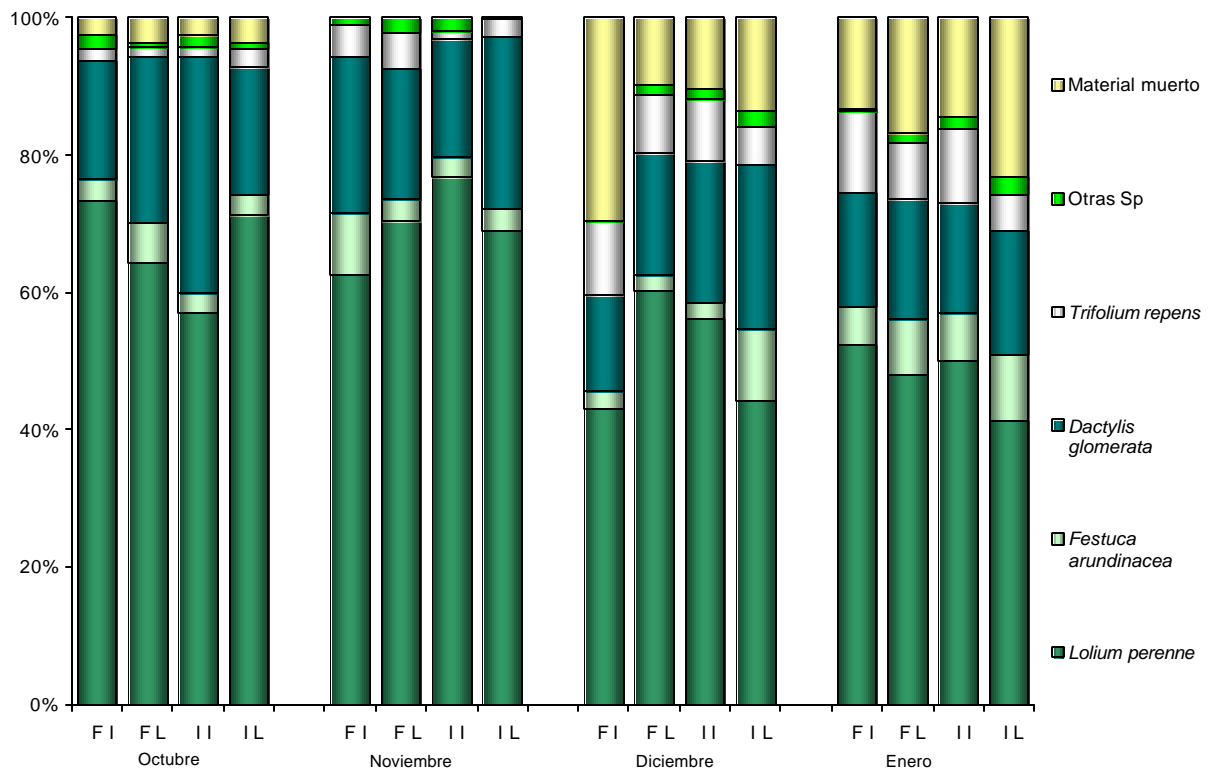
No existieron diferencias significativas en el aporte de ballica perenne en las praderas con diversos manejos durante los meses de octubre y enero (Cuadro 15), pero durante noviembre y diciembre los pastoreos FL e II presentaron un significativo ($P < 0,05$), mayor aporte de ballica perenne respectivamente. En abril los pastoreos frecuentes; en junio el pastoreo FI y en septiembre los pastoreos intensos, presentaron un superior ($P < 0,05$) aporte de ballica perenne respectivamente, debido a que ya existía un efecto acumulativo del manejo de pastoreo primaveral. Estos últimos resultados coinciden con los obtenidos por McKenzie *et al.*, (2006) en donde, la persistencia de ballica perenne fue mantenida por pastoreos intensos y frecuentes.

El hecho de que en otoño exista más ballica perenne en los pastoreos frecuentes que en los infrecuentes, muestra que el primer tratamiento facilitó la persistencia de esta especie en la pradera en la parte final del período vegetativo anual. Una posible explicación a este fenómeno sería el aumento de densidad del forraje que generó el pastoreo FI, lo que favorecería el rebrote en otoño después de la detención vegetativa originada por la sequía estival (Mosquera, 1993). A pesar de esto último, el aporte de ballica perenne es máximo durante el mes de octubre y comienza a disminuir su contribución progresivamente hasta el mes de abril, luego de lo cual nuevamente comienza a aumentar.

4.5.2 Festuca: La contribución anual está representada por un 4,2 % (Figura 15), valor similar al obtenido por Hernández (2005), que durante el primer año de evaluación pero bajo corte, obtuvo un aporte de festuca a la composición botánica total de la pastura de 4%. El mayor

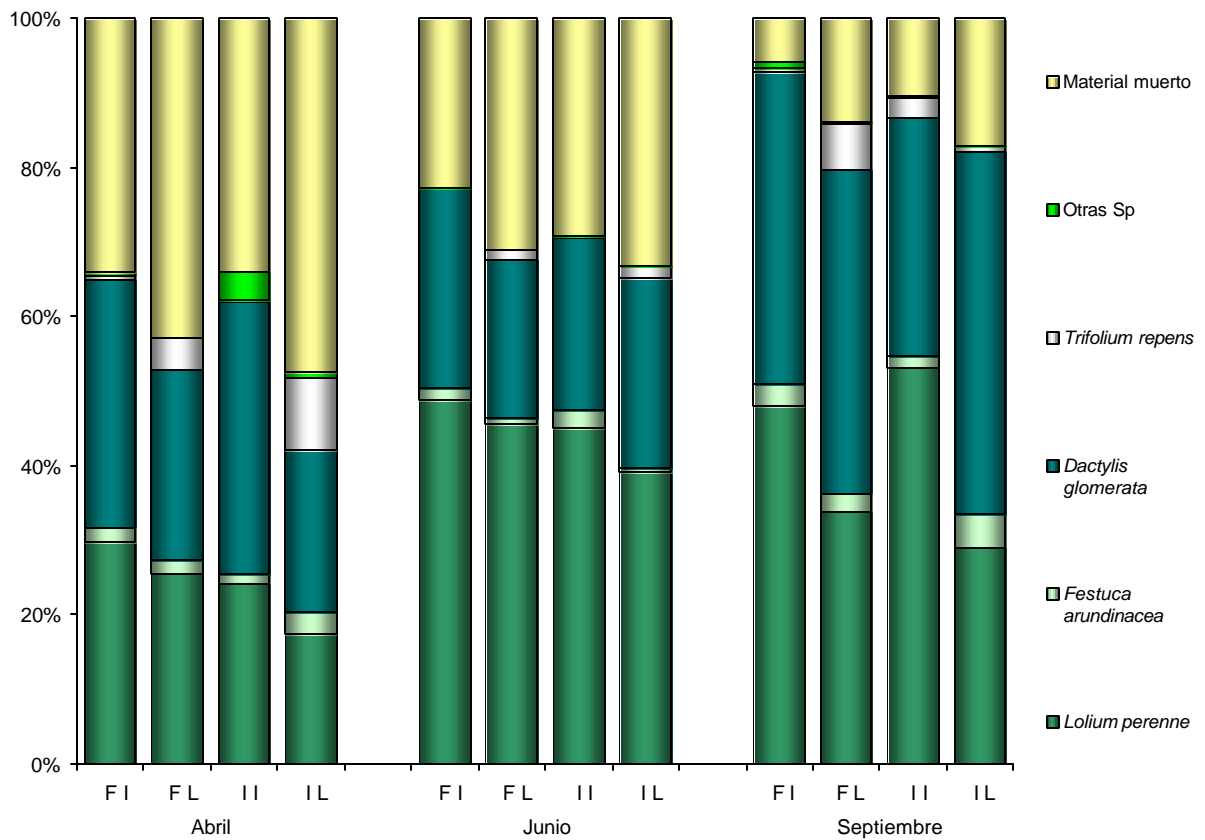
aporte de la especie (Figura 15), ocurre durante el mes de enero que se explica por la gran capacidad que posee esta especie para soportar condiciones de sequía. (Ruiz, 1996).

Festuca repone rápidamente sus reservas después de una defoliación, lo cual supone que esta especie se adaptaría de mejor manera a pastoreos más intensos (Ruiz, 1996). Esta especie se ve favorecida por pastoreos infrecuente intenso Chapman, (1993); sin embargo su aporte no sigue un tendencia clara ya que mientras que en el mes de noviembre, diciembre y junio (Cuadro 15), los pastoreos intensos presentan un aporte significativamente mayor ($P < 0,05$), en comparación con los pastoreos laxos. En los meses de octubre, enero y septiembre se produce un aporte significativamente menor en las pastoreos intensos.



FI frecuente intenso; FL frecuente laxo; II infrecuente intenso; IL infrecuente laxo

Figura 15. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la composición botánica de una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005



FI frecuente intenso; FL frecuente laxo; II infrecuente intenso; IL infrecuente laxo.

Figura 16. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la composición botánica anual de una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005.

Cuadro 15 Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la composición botánica de una pastura permanente. (%) bps. Estación Experimental Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005

Especie	Octubre					Noviembre					Diciembre																
	Frecuente		Infrecuente			Frecuente		Infrecuente			Frecuente		Infrecuente														
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	Prom	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	Prom	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	Prom												
Ballica	73,4	a	64,3	a	57,1	a	71,2	a	66,6	52,5	b	63,8	a	63,8	a	56,2	b	59,0	43,2	b	59,9	a	56,1	a	44,3	b	50,9
Festuca	3,0	b	5,8	a	2,8	b	3,0	b	3,7	7,4	a	2,9	b	2,4	c	2,6	bc	3,8	2,5	a	2,1	b	2,4	b	10,2	b	4,3
Pasto Ovillo	17,3	c	24,2	b	34,5	a	18,5	c	23,6	19,2	ab	17,2	b	14,2	c	20,4	a	17,7	13,9	c	17,7	c	20,4	c	24,0	a	19,2
T. Blanco	1,8	b	1,4	bc	1,3	c	2,8	a	1,8	3,9	b	4,8	a	1,0	d	2,1	c	3,0	10,9	a	8,6	b	9,1	b	5,5	c	8,5
Otras Sp	2,0	a	0,7	b	1,8	a	0,8	b	1,3	0,8	b	2,0	a	1,7	a	0,1	c	1,2	0,1	c	1,4	b	1,5	b	2,4	a	1,4
MM	2,5	b	3,6	a	2,6	b	3,7	a	3,1	16,2	a	9,3	b	17,0	a	18,7	a	16,3	29,6	a	9,7	c	10,4	c	13,5	b	15,9
Total	100					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 octubre fueron 15,3%; 6,8%; 4,6%; 8,8%; 8,2% y 5,8 %; en noviembre 4,6%; 4,2%; 4,7%; 7,7%; 9,6% y 4,4% y para el mes de diciembre 5,2%; 4,9%; 4,3%; 4,4%; 8,8% y 4,4 % en Ballica, Festuca, Pasto ovillo, Trébol blanco, Otras especies y material muerto respectivamente.

T. Blanco= Trébol blanco

Otras sp= Otras especies.

MM= Material Muerto

Continuación Cuadro 15. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la composición botánica de una pastura permanente (%) bps. Estación Experimental Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005

Especie	Enero					Abril					Junio					Septiembre																				
	Frecuente		Infrecuente		Prom	Frecuente		Infrecuente		Prom	Frecuente		Infrecuente		Prom	Frecuente		Infrecuente		Prom																
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo		Intenso	Laxo	Intenso	Laxo		Intenso	Laxo	Intenso	Laxo		Intenso	Laxo	Intenso	Laxo																	
Ballica	52,3	a	48,1	a	50,1	a	41,3	a	48	29,6	a	25,4	a	24,1	ab	17,3	b	24,1	48,8	a	45,6	ab	45,0	ab	39,1	b	44,6	48	a	33,8	b	53,2	a	29	b	41
Festuca	5,6	b	8	ab	6,8	b	9,6	a	7,5	2,1	a	1,8	a	1,2	a	2,9	a	2,0	1,6	b	0,8	c	2,5	a	0,5	c	1,4	2,9	b	2,4	b	1,5	c	4,5	a	2,8
Pasto Ovillo	16,6	a	17,5	a	16	a	18,1	a	17,1	33,3	ab	25,7	ab	36,8	a	21,8	b	29,4	26,9	a	21,4	a	23,3	a	25,5	a	24,3	42	a	43,5	a	32,1	b	48,7	a	41,6
T. Blanco	11,8	a	8,3	bc	11	ab	5,2	c	9,1	0,5	b	4,3	b	0,1	b	9,8	a	3,6	0,1	b	1,3	a	0,1	b	1,7	a	0,8	0,6	c	6,3	a	2,8	b	0,7	c	2,6
Otras Sp	0,4	c	1,3	b	1,7	b	2,7	a	1,5	0,4	a	0,1	a	3,9	a	0,7	a	1,3	0,1	a	0,1	a	0,1	a	0,1	a	0,1	0,9	a	0,2	b	0,1	b	0,1	b	0,3
MM	13,2	c	16,9	b	14,4	c	23,1	a	16,9	34,1	b	42,8	a	34,0	b	47,5	a	39,6	22,7	b	31	a	29,2	ab	33,2	a	29,0	5,7	d	13,8	b	10,4	c	17,1	a	11,8
Total	100					100					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 13,3%; 13,6%; 11,7%; 13,6%; 15,0% y 4,1%; para abril 7,9%; 12,4%; 3,8%; 14,9%; 13,6% y 5,8%; en junio 7,5%; 14,7%; 9,4%; 18,5%; 10,4% y 10,7%; y en septiembre correspondieron a 9,4%; 10,3%; 7,8%; 6,4%; 15% y 9,9 % en Ballica, Festuca, Pasto ovillo, Trébol blanco, Otras especies y material muerto respectivamente.

T. Blanco= Trébol Blanco.

Otras sp= Otras especies

MM= Material Muerto

La frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral afectó el aporte porcentual de festuca en los diferentes pastoreos, pero no fue posible determinar en forma clara cual manejo favoreció a la especie, lo que puede estar relacionado con el bajo aporte de la especie a la composición botánica anual de la pastura (4,2%).

4.5.3 Pasto Ovillo: Desde el inicio de la evaluación pasto ovillo incrementó su contribución porcentual (Figura 15), alcanzando su máximo aporte en el mes de septiembre con 41,6%, que es inferior al logrado por Hernández (2005), pero bajo corte. La disminución de su aporte durante el verano puede relacionarse con la reducción de crecimiento que se generó por el aumento de la temperatura (Belesky, 1995).

Pasto Ovillo es una especie que acumula en la base de los macollos sus carbohidratos (Ruiz, 1996), lo cual hace suponer que sea susceptible a defoliaciones frecuentes e intensas; sin embargo en este estudio, si bien se presentaron diferencias significativas en los meses de octubre, noviembre, diciembre, abril y septiembre ($P < 0,05$), no se apreció una tendencia clara.

La frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral afectó el aporte de Pasto ovillo a la pastura, pero las evaluaciones desarrolladas en este estudio no fueron capaces de determinar que manejo de pastoreo le favoreció.

4.5.4 Trébol Blanco: El mayor aporte de trébol blanco en el año (Figura 15), se verificó en el mes de enero (9,1%). Los bajos niveles de trébol blanco durante el periodo estival estuvieron probablemente en función de las menores precipitaciones producidas durante el periodo experimental y a las altas temperaturas, superiores a lo normal. Estas condiciones provocaron stres por humedad de suelo en las plantas de trébol, disminuyendo por ello su aporte a la pastura (Barker *et al.*, 1985; Riffkin *et al.*, 1999), que solo logró en la producción anual un 4,4% (Figura 14). Sin embargo, este valor es similar al registrado por Hernández (2005), para esta mezcla forrajera en condiciones de corte.

Su aporte en las diferentes praderas no tiene una tendencia clara. En los meses de octubre, noviembre, diciembre, abril y junio las praderas manejadas de manera intensa, registraron un aporte significativamente inferior ($P < 0,05$), que los pastoreos laxos. En los meses de diciembre y enero se produjo el mayor aporte de trébol blanco en los pastoreos frecuente intenso, meses en los cuales el aporte del trébol total a la pradera es mayor. Este último hecho se ve apoyado con los resultados publicados por otros autores (Kruijne *et al.*, 1967, Elberse y Van Den Bergh, 1983, Snaydon, 1987, Holmes *et al.*, 1992, Mosquera *et al.*, 1999) que indican que a mayor frecuencia de uso mayor es el porcentaje de trébol.

La frecuencia e intensidad de pastoreo no presentó una tendencia clara; probablemente debido al bajo aporte del trébol blanco a la pastura. Sin embargo cuando el aporte de trébol blanco fue mayor los pastoreos FI, es decir con bajo residuo, favorecieron el desarrollo de la especie por la mayor opción de luz que en el se registró.

4.5.5 Otras Especies: En los dos primeros meses de evaluación no se presenta una tendencia clara, sin embargo durante los meses de diciembre, enero y abril los aportes significativamente menores ($P < 0,05$), de otras especies ocurrieron en las praderas pastoreadas durante la primavera de forma frecuente (Cuadro 15), situación que concuerda con los resultados obtenidos por Mosquera (1999), que el alto nivel de utilización de la pradera (pastoreos frecuentes), conllevan una reducción en el aporte de especies no deseadas en la pastura.

McKenzie *et al.*, (2006), en un estudio con características similares, obtuvo datos que permiten sugerir que las pasturas manejadas con pastoreos de primavera infrecuente laxo, son pasturas más susceptibles a la invasión por otras gramíneas (diferentes a las especies establecidas), que pastoreos frecuentes e intensos. En este estudio solo en los meses de diciembre y enero, el mayor aporte de otras especies se ve favorecido por el manejo infrecuente laxo (Cuadro 15). En el mes de junio no existen diferencias significativas entre las praderas, y en el mes de septiembre el pastoreo frecuente intenso presentó un significativo mayor aporte de otras

especies a la pastura; sin embargo, en estos dos últimos meses el aporte total de otras especies a la pastura es mínimo correspondiente a tan solo un 0,1% y 0,3% respectivamente.

A través del tiempo el aporte de especies no deseadas a la pastura decreció, lo que estaría sugiriendo que existió un efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el aporte de otras especies a la pastura. Esta disminución puede ser atribuida a que a medida que las especies que componen las pasturas se van estableciendo, producen sombreado en las estratas mas inferiores de la canopia de la pastura, disminuyendo con ello la tasa de crecimiento de las especies no deseadas. (Harris and Thomas, 1972), debido también, al nicho que las especies establecidas van ganando en la pradera (McKenzie *et al.*, 2006).

Si bien solo en algunos meses existen diferencias significativas entre los tratamientos, esto permite deducir que la tasa de ingreso de especies no deseadas a la pastura puede ser minorizada por una disminución en el intervalo entre pastoreos (Harris and Thomas 1972), y cuando el aporte de las especies no deseadas es alto los pastoreos FI tienden a disminuir dicho aporte a la pastura.

4.5.6 Material Muerto: El mayor aporte de material muerto ocurre en el mes de abril y junio, (Figura 15). El aporte porcentual a la composición botánica anual de la pastura fue 17,2%. (Figura 16).

En los tres primeros meses de evaluación no se presenta una tendencia clara, lo cual pudo estar relacionado con que las praderas no presentaron un efecto acumulativo en el manejo de pastoreo. Sin embargo en los meses de enero, abril y septiembre se produce un aporte menor ($P < 0,05$), en los pastoreos intensos, lo que concuerda con Hernández (2000), respecto a que la capacidad fotosintética y las pérdidas por senescencia de las hojas, disminuyen a medida que aumenta la intensidad de defoliación.

En el mes de junio, el pastoreo FI presentó un menor aporte de material muerto que los pastoreos laxos y en septiembre el pastoreo frecuente intenso presentó un menor aporte que el resto de los pastoreos (Cuadro 15). Estos últimos resultados concuerdan con Mosquera *et al.*, (1999); Baker y Leaver, (1986) y Baker y Leaver (1987), quienes establecieron que el incremento de la presión de pastoreo lleva consigo también una disminución del porcentaje de materia muerta en la pradera, tanto en primavera como en otoño, lo que indica una mayor calidad.

En este estudio claramente se puede observar un efecto acumulativo en los pastoreos. Esta tendencia es hacia la disminución en el contenido de material muerto en el pastoreo intenso y frecuente intenso en los últimos meses de evaluación, lo que coincide con los resultados obtenidos por McKenzie *et al.*, (2006), quienes reportaron que los pastoreos frecuente intenso llevados a cabo en primavera, produjeron una disminución en el contenido de material muerto de la pastura mayor que para los pastoreos infrecuente laxo, infrecuente intenso y frecuente laxo.

En esta evaluación no existe una tendencia hacia que pastoreo favorece el aporte de especies deseada, o la disminución de otras especies y de material muerto; lo que coincide con un estudio reciente llevado a cabo por Teuber *et al.*, (2005), quien al evaluar la composición botánica en una pradera permanente, utilizada con bovinos en pastoreo rotativo en franjas con diversos manejos, durante el primer año de evaluación no presentó diferencias significativas entre los pastoreos.

Sin embargo, los resultados obtenidos permiten apreciar que la frecuencia e intensidad de pastoreo afectan la composición botánica, pero esto se expresan como un efecto acumulativo, es decir en las últimas evaluaciones del ensayo es posible apreciar que para el caso de ballica perenne esta especie es favorecida por pastoreos intensos, para el caso del material muerto el pastoreo intenso presentó el menor contenido. Cuando el aporte de trébol blanco y otras especies a la pastura fue mayor el pastoreo frecuente intenso presentó el mayor contenido de trébol blanco y el menor aporte de material muerto (Cuadro 15).

4.6 Calidad.

4.6.1 Proteína Cruda: Los valores de proteína logrados en este estudio no superan el 22%, y en promedio se ubicaron entre 10,9% y 20,1% para los meses de diciembre y octubre respectivamente. Estos valores fueron inferiores a los alcanzados por Parga (2003), debido a que en esta investigación se utilizó una pastura polifítica, mientras que la pastura de Parga era una pastura compuesta por ballica perenne y trébol de mayor calidad proteica que la utilizada en esta investigación.

En promedio las praderas que presentaron un menor aporte proteico fueron con pastoreos infrecuente laxo y frecuente intenso, sin embargo, prácticamente no existe una tendencia clara en cuanto a que manejo favoreció el incremento en el aporte proteico. En los meses de noviembre, diciembre y abril existieron diferencias significativas ($P < 0,05$), ya que las praderas con pastoreos FL, FL e II y FI presentaron un menor aporte comparado con las praderas manejadas de manera FI, FI e IL y FL e II respectivamente. (Cuadro 16).

La literatura reporta que praderas pastoreadas de forma infrecuente y laxa poseen menores contenidos de proteína cruda que aquellos manejados en primavera de manera frecuente e intensa (Fulkerson and Mitchell 1987; McKenzie *et al.*, 2006). Este último autor relacionó, en parte, dicha diferencia al mayor ingreso de especies no deseadas asociadas con la pastoreos infrecuentes dado que cuando las especies no deseadas invaden la pastura esto resulta en una disminución en el valor nutritivo (McKenzie, 1996a). En este estudio solo en el mes de enero y abril se corroboraría dicha afirmación, ya que en dicho periodo el aporte de especies no deseadas fue menor en los pastoreos frecuentes (Cuadro 15).

Jacobs *et al.*, (1999), sostiene que praderas manejadas en primavera con pastoreos infrecuentes y laxos poseen menores contenidos de proteína debido a la baja calidad del residuo, principalmente, como consecuencia de los altos niveles de material muerto que se obtienen comparados con los pastoreos frecuentes e intensos. En el presente estudio los pastoreos laxos

presentaron, de manera general, un mayor aporte de material muerto, sin embargo no existió una relación entre este y el contenido proteico (Cuadro 16).

Cuadro 16. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de proteína cruda (%). Estación Experimental Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005.

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

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 6,3%; 7,3%; 4,1%; 8,7%; 7,5%; 7,9% y 12,4 % para los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, abril, junio y septiembre respectivamente.

4.6.2 Energía Metabolizable: Los valores logrados en este estudio no superan el 2,65 Mcal/kg MS y en promedio se ubicaron entre 2,33 Mcal/kg MS y 2,59 Mcal/kg MS para los meses de enero y septiembre respectivamente. Los valores logrados en esta investigación fueron bajos si los comparamos con los logrados por Parga (2003), para la misma época. Este producto del tipo de pastura utilizada.

A pesar que en promedio los pastoreos laxos presentaron los menores contenidos de energía metabolizable, no existieron diferencias significativas ($P < 0,05$), entre los tratamientos (Cuadro 17).

Fulkerson and Mitchell (1987); Frame (1987); McKenzie *et al.*, (2006) reportan que los manejos de pastoreo infrecuentes y/o laxos, desarrollados durante la primavera, poseen un menor contenido de PC y EM, mientras que los contenidos de FDN serían mayores en la pastura que los

pastoreos frecuente e intenso y al igual que en el caso de la proteína este autor atribuye este hecho al mayor ingreso de especies no deseadas asociadas con la pastoreos infrecuentes. En la investigación, desarrollada en Maquehue no fue posible relacionar ambas variables ya que la frecuencia e intensidad de pastoreo no afectó el contenido de energía metabolizable.

Cuadro 17. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la Energía Metabolizable (Mcal/kg MS). Estación Experimental Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005.

Mes	Frecuente		Infrecuente		Promedio
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	
Octubre	2,45 a	2,52 a	2,52 a	2,46 a	2,49
Noviembre	2,46 a	2,48 a	2,40 a	2,48 a	2,46
Abril	2,39 a	2,39 a	2,42 a	2,42 a	2,40
Enero	2,33 a	2,30 a	2,37 a	2,33 a	2,33
Abril	2,47 a	2,43 a	2,47 a	2,37 a	2,44
Junio	2,53 a	2,50 a	2,60 a	2,50 a	2,53
Septiembre	2,65 a	2,58 a	2,57 a	2,57 a	2,59
Promedio	2,47	2,46	2,48	2,45	

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 2%; 3,7%; 1,25%; 6,8%; 4,5%; 3,5%; y 3,1 % para los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, abril, junio y septiembre respectivamente..

4.6.3 Fibra Detergente Neutra: Los valores de FDN se presentan en el Cuadro 18.

Si bien se presentaron diferencias significativas, ($P < 0,05$) en las primeras mediciones realizadas durante la primavera entre los pastoreos, en el Cuadro 18 se puede observar que no exista una tendencia clara respecto a que manejo de pastoreo disminuye el contenido de fibra en la pastura. Durante el resto de las estaciones no se presentaron diferencias entre los pastoreos (Cuadro 18). Llama la atención que estas diferencias no se expresaran durante el resto de las estaciones lo cual hace suponer que el efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo fue perdiéndose a través del tiempo.

Cuadro 18. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de fibra detergente neutra (%). Estación Experimental Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005

Mes	Frecuente		Infrecuente		Promedio
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	
Octubre	52,2 a	48,6 b	46,9 bc	44,7 c	48,1
Noviembre	50,3 b	51,4 ab	51,9 a	51,4 ab	51,3
Diciembre	51,0 b	51,3 ab	53,2 a	48,8 c	51,1
Enero	55,7 a	53,1 a	52,8 a	50,43 a	53,0
Abril	50,2 a	50,9 a	48,9 a	50,87 a	50,2
Junio	57,6 a	55,6 a	50,4 a	52,43 a	54,0
Septiembre	42,7 a	44,6 a	45,0 a	44,90 a	44,3
Promedio	52,3	51,0	50,5	49,1	

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 1,9%; 1,1%; 1,4% : 8,4%; 8,1%; 6,2% y 5,0 % para los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, abril, junio y septiembre.

Estos resultados no coinciden 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. Fulkerson and Mitchell (1987); Frame (1987); McKenzie *et al.*, (2006), reportan que los manejos de pastoreo infrecuentes y/o laxos, realizados durante la primavera, poseen un efecto en el contenido de PC y EM, con una tendencia clara a ser menores y los contenidos de FDN mayores, que aquellas pasturas pastoreados de forma frecuente e intensa y al igual que en el caso de la proteína y energía metabolizable, McKenzie *et al.*, (2006) atribuye este hecho al mayor ingreso de especies no deseadas asociadas con los pastoreos infrecuentes. En esta investigación no fue posible relacionar el contenido de fibra y el de malezas, ya que al parecer no hubo efecto de la frecuencia intensidad de pastoreo en el contenido de fibra de las pasturas medido en el resto de las estaciones.

McKenzie *et al.*, (2006), observó que bs pastoreos frecuente e intenso mantuvieron un contenido de FDN mas estable al término de la duración del experimento, que los pastoreos con baja frecuencia e intensidad. Sin embargo, en el presente estudio, la mayor variabilidad en el

contenido de FDN lo presentaron los pastoreos FI con un 44,2 % frente a un 22,2%; 10,6% y 10,9% en las FL, II y IL respectivamente.

Las características químicas de la pastura prácticamente no se afectaron por la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral, quizás esto se deba a que los resultados reportados por la literatura fueron obtenidos a través de mediciones de varios años, es decir se evaluó el efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral no solo en el primer año sino durante un periodo mas largo y continuó generando un efecto acumulativo. En este estudio solo se evaluó el efecto durante una temporada y por ende el efecto acumulativo fue nulo.

4.7 Cobertura

En el promedio anual los pastoreos IL presentaron el menor porcentaje de cobertura y los pastoreos II el mayor, sin embargo en ninguna de las evaluaciones llevadas a cabo se observaron diferencias significativas, ($P < 0,05$), entre las praderas que fueron sometidas a diferentes manejos de pastoreo durante la primavera (Cuadro 19). Estos resultados no coinciden con los reportados recientemente por Teuber *et al.*, (2005), quienes al evaluar la cobertura en una pradera permanente utilizada con bovinos en pastoreo rotativo en franjas con cambios diario, cada tres, y cada cinco días, la mayor proporción de suelo descubierto ocurrió en el manejo de pastoreo rotativo con cambio diario de la franja, es decir, aquellos donde existió una mayor intensidad de pastoreo. En este mismo estudio no existieron diferencias entre los diferentes manejos de pastoreo evaluados en invierno durante el primer año de evaluación pero en los tres casos la mayor proporción de suelo desnudo se produjo producto del pisoteo en el periodo invernal (mayor proporción de suelo descubierto), situación que no se generó en la investigación llevada a cabo en Maquehue. Sin embargo, en este mismo estudio, durante la primavera siguiente, se produjo una mayor cobertura producto de la mayor generación de macollos en el pastoreo.

Estos resultados, tampoco concuerdan con lo sugerido por Korte *et al.*, (1982), y Korte *et al.*, (1984) quienes identificaron a la frecuencia de pastoreo como el factor que mayoritariamente

afectaba la persistencia de la pastura, particularmente, pastoreos infrecuentes en un sistema de pastoreo rotacional. Mosquera y Gonzales (1999), evaluando la evolución botánica de praderas mixtas de ballica perenne y trébol blanco sometidas a diferentes presiones de pastoreo observaron que las praderas con mayor presión de pastoreo presentaron alrededor de un 15 % más de especies sembradas, tanto en primavera como en otoño, que las sometidas a una menor presión de pastoreo. Estos mismos resultados fueron obtenidos por McKenzie *et al.*, (2006) quienes en otra publicación del año 1997, señalan que la pobre persistencia de la pastura, traducida como una baja cobertura, permitiría además la invasión de especies no deseadas.

En este estudio estas variables no se pudieron relacionar debido a que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos

Los resultados obtenidos en este estudio indicarían que los diferentes manejos de intensidad y frecuencia de pastoreo realizados en la estación de primavera, no influirían posteriormente en la cobertura de la pastura durante el primer año de evaluación.

Cuadro 19. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral en la cobertura de la pastura (%). Estación Experimental Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005.

Mes	Frecuente		Infrecuente		Promedio
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	
Septiembre 2004	85,7	a	90,4	a	89,0
Enero 2005	88,5	a	82,1	a	85,3
Julio 2005	81,5	a	87,7	a	82,9
Octubre 2005	73,0	a	72,8	a	71,5
Promedio	82,2		83,3		78,2

Cifras con diferentes letras en filas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 6,7%; 4,2%; 10,3% y 8,1 % para septiembre 2004, enero, julio y octubre del 2005 respectivamente.

4.8 Número de Macollos

El número de macollos promedio obtenidos correspondió a 2.784, 1.547, 1.215, y 1.992 macollos m^2 , durante la primavera, verano, otoño e invierno respectivamente. Al comparar el número de macollos obtenidos durante la primavera (Cuadro 20), con praderas de Osorno pastoreadas de forma rotativa con vacas lecheras, en todas las praderas evaluadas bajo diferentes manejos de pastoreo primaveral, el número de macollos evaluados es inferior a 3.900 macollo/ m^2 (Teuber, 1995). Sin embargo, es importante destacar que las praderas evaluadas por Teuber, poseían varios años de establecimiento, mientras que la que se utilizó en este estudio es una pradera de solo un año, y compuesta por ballica, festuca y pasto ovido a diferencia de las de Osorno, que correspondió a ballica perenne con trébol blanco.

Al término de la estación de primavera la densidad de los macollos en los pastoreos FI, FL, II e IL correspondieron a 2.474, 2.196, 3.182 y 3.285 macollos/ m^2 , respectivamente (Cuadro 20). A fines de invierno estas fueron 1.951, 2.162, 1.859, y 1.996 macollos/ m^2 , produciéndose una disminución en el número de macollos de 20,7%, 1,74%, 41,52% y 39,4 % en los pastoreos FI, FL, II y IL respectivamente.

El pastoreo FL presentó una significativa mayor cantidad de macollos ($P < 0,05$), durante verano, otoño e invierno que el resto de las praderas. Esto último no concuerda con Hodgson (1990) y Hernandez *et al.*, (1995) quienes afirman que una alta intensidad de pastoreo promueve una mayor densidad de macollos en la pradera como consecuencia de la mayor penetración de la luz solar, la cual estimula la tasa de aparición de tallos. Además, los estudios de Teuber *et al.*, (2005), quienes al evaluar la cantidad de macollos/ m^2 en una pradera permanente utilizada con bovinos en pastoreo rotativo en franjas con cambios diario, cada tres, y cada cinco días, encontraron que la cantidad de macollos de ballica perenne, fue significativamente menor en el cambio de franja cada tres días (pastoreos laxos), durante el mes de julio, contribución que luego se incrementó pero no presentó diferencias significativas con los otros tratamientos en la segunda medición.

La mayor producción de macollos a fines de la época de primavera se produjo en los pastoreos infrecuentes, los cuales fueron estadísticamente superior ($P < 0,05$), a los pastoreos frecuentes. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Parga *et al.*, (2000), quienes observaron un incremento en la población de macollos/m², al reducir el intervalo entre defoliaciones,

La mayor producción de macollos se produjo durante la primavera debido al incremento en las horas de luz solar, (Hernandez *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. Patrones similares han sido observados en pasturas de ballica perenne y trébol blanco por McKenzie and Jacobs (2003a) y McKenzie *et al.*, (2002), McKenzie *et al.*, (2004); además es importante destacar que la iniciación de macollamiento bajo tales condiciones es generalmente no bien tolerado principalmente por ballica (McWilliam 1978; Chapman *et al.* 1983; Barker *et al.* 1985; Lawson *et al.* 1997)

En las evaluaciones llevadas a cabo durante el verano, otoño e invierno los pastoreos frecuente laxo fueron estadísticamente superior, ($P < 0,05$) a el resto de los pastoreos manejadas durante la primavera bajo diferentes frecuencias e intensidades, Perez *et al.*, (2002), atribuye dicha menor producción de macollos en los tratamientos intensos a que ante un pastoreo severo las plantas necesitan reajustar su plasticidad a dichos manejos.

La baja capacidad de macollamiento observada durante el verano y el otoño en la pastura, provocó que la iniciación del macollamiento fuese superior durante invierno, similar a lo observado por Grant *et al.*, (1981); Korte *et al.*, (1982), Korte (1986), L'Huillier (1987); McKenzie and Jacobs (2003a), McKenzie *et al.*, (2002), McKenzie *et al.*, (2004) y McKenzie *et al.*, (2006).

Cuadro 20. Efecto de la frecuencia e intensidad de Pastoreo en el número de macollos de la pastura. Estación Experimental Maquehue. IX Región. Temporada 2004/2005

Mes	Frecuente		Infrecuente		Promedio				
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo					
Primavera 2004	2.474	b	2.196	b	3.182	a	3.285	a	2.785
Verano 2004 - 2005	1.338	b	1.934	a	1.433	b	1.482	b	1.547
Otoño 2005	1.080	b	1.476	a	1.215	b	1.088	b	1.215
Invierno 2005	1.951	b	2.162	a	1.859	b	1.996	b	1.992

Cifras con diferentes letras indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P < 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 6,3%; 6,5%; 5,8%; 3,0% y 7,1% para la primavera 2004, verano 2004-2005, otoño e invierno 2005 respectivamente.

La literatura reporta que pastoreos laxos de primavera presentan una menor cantidad de macollos, que esta relacionado con el sombramiento que se produce en la base de la pastura durante el rebrote del residuo contribuyendo a la senescencia y marchitamiento de la pastura (Langer 1972; Grant *et al.*, 1981; Korte *et al.*, 1982). En este estudio esta afirmación no fue corroborada.

Con respecto al aporte individual de cada especie en el número de macollos, Gonzales (1999), afirma que en el caso de pasto ovido, una cosecha severa pero poco frecuente, favorece la mayor tasa de aparición de tallos. En esta investigación solo en las mediciones llevadas a cabo en la primavera 2004 se observó dicha afirmación (Cuadro 20), sin embargo, su aporte a la composición botánica no muestra relación (Cuadro 15). En el caso de ballica perenne, los manejos de pastoreo frecuente intenso, llevados a cabo durante la primavera resultarían en una mayor densidad de macollos que los tratamientos infrecuentes (McKenzie *et al.*, 2006), sin embargo en este estudio los tratamientos frecuente intenso no superaron en ninguna medición al resto de los tratamientos evaluados.

5. CONCLUSIONES

El pastoreo infrecuente intenso incrementó el rendimiento total anual de la pastura en un 10,1%, respecto al pastoreo frecuente laxo. El pastoreo frecuente laxo registró el menor consumo aparente anual de los animales, con una diferencia de 26%, respecto al pastoreo infrecuente intenso.

La frecuencia e intensidad del pastoreo primaveral, afectó la composición botánica de la pastura, los pastoreos intensos favorecieron el aporte de *Lolium perenne* y disminuyeron el contenido de material muerto y el pastoreo frecuente intenso registro mayor contenido de *Trifolium repens* y menor aporte de material muerto.

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

La mayor cantidad de macollos a fines de primavera, se produjo en los pastoreos infrecuentes y en el resto de las estaciones en el pastoreo frecuente laxo. La frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral no afectó la cobertura de la pastura.

La pastura con manejos de pastoreo infrecuente intenso, presentó mayor rendimiento anual, mayor aporte de trébol blanco y menor contenido de material muerto, lo que se tradujo en un mayor consumo aparente de los animales, comparado con el manejo de pastoreo frecuente laxo.

6. RESUMEN

El estudio se realizó en un Andisol de la Serie Freire de la Estación Experimental Maquehue, Universidad de La Frontera, Región de La Araucanía, 38°50' LS, 72°42' LO, 70 m.s.n.m, en la temporada 2004/2005, 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 08 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 vaquillas Holstein Friesian, evaluando su efecto durante primavera, verano, otoño e invierno. 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, se calculó el consumo aparente. 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%. El pastoreo infrecuente intenso incrementó el rendimiento total anual de la pastura en un 10,1%, respecto al pastoreo frecuente laxo. El pastoreo frecuente laxo, registró el menor consumo aparente anual de los animales, con una diferencia de 26% respecto al pastoreo infrecuente intenso. La frecuencia e intensidad del pastoreo primaveral afectó la composición botánica de la pastura, los pastoreos intensos favorecieron el aporte de *Lolium perenne* y disminuyeron el contenido de material muerto y el pastoreo frecuente intenso registro mayor contenido de *Trifolium repens* y menor aporte de material muerto. La frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral no afectó el contenido de PC,

FDN, EM y materia seca. La mayor cantidad de macollos a fines de primavera, se produjo en los pastoreos infrecuentes y en el resto de las estaciones en el pastoreo frecuente laxo. La frecuencia e intensidad de pastoreo primaveral no afectó la cobertura de la pastura. La pastura, con manejos de pastoreo infrecuente intenso presentó mayor rendimiento anual, mayor aporte de trébol blanco y menor contenido de material muerto, lo que se tradujo en un mayor consumo aparente de los animales, comparado con el manejo de pastoreo frecuente laxo.

7. SUMMARY

The research was carried out at Universidad de La Frontera in Maquehue agricultural research station in an andisol of the Freire serie of “La Araucania” region, 38°50’ LS, 72°42’ LO, (meters above sea level), in 2004/2005 season, in a totally at random blocks design, with three replications, and each had an area of 165 m². The treatments used four criteria of grazing: frequent intense (FI), frequent lax (FL), infrequent intense (II), and infrequent 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 230 kg P₂O₅ ha⁻¹. Later, a total amount of 138 kgs was applied in three different times. The treatments were grazed by Holstein Friesian heifers, measuring the effect during spring, summer, autumn and winter. To determine 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, the apparent dry matter intake was calculated. 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 grazing infrequent intense increased the yield of pasture in 10,1% respect to grazing frequent lax. The least apparent dry matter intake of the animals registered in the frequent lax grazing, with a difference of 26% respect to grazing infrequent intense. The frequency and intensity of spring grazing affected the botanical composition of the pasture, the intense grazing favoured the *Lolium perenne* and diminished the content of dead matter and the frequent intense grazing showed a bigger amount of *Trifolium repens* and a lesser amount of dead matter. The frequency and intensity of spring grazing did not affect the content of dead matter; PC, NDF, ME and the cover of the pasture. The biggest

amount of tiller on the pasture at the end of spring was produced infrequent grazing and in the other seasons, in lax grazing. The pasture with management infrequent intense grazing, showed a bigger yield yearly, bigger amount of *Trifolium repens* and less amount of dead matter and consistently bigger dry matter intake of the animal, than the pasture with management of frequent lax grazing.

8. LITERATURA CITADA

- Andrae., J.** Grazing impacts on pasture composition the University of Georgia. College of agricultural and environmental sciences. Crop and Soil Science Department. Bulletin 1243 January, 2004. Agosto 2005. <http://www.fao.org/documents/>
- Agnusdei., M.** Factores claves para interpretar y manejar las variaciones en la calidad nutritiva del forraje para el ganado. Marzo 2004.http Agosto 2006. <http://www.Mejor.pasto.com.ar>.
- Barker, D., Chu, A., Korte, C.** 1985. Some effects of spring defoliation and drought on perennial ryegrass swards. Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 46, 57-63.
- Baker, J. and Leaver, J.** 1986. Effect of stocking rate in early season on dairy cow performance and sward characteristics. Grass and Forage. Science (New Zealand). 41: 333-340.
- Balocchi, O. y Anrique, R.** 1993. Atributos de la pradera que afectan el consumo y producción de animales en pastoreo. Serie Simposios y Compendios. Sociedad chilena de Producción Animal. Dumont, J (ed). Chile, 1. p 23.
- 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.
- Bartholomew, P., Mclauchlan, W. and Chestnutt, D.** 1981. An assessment of the influence on net herbage accumulation, herbage consumption and individual animal performance of two lengths of grazing rotation an three herbage allowances for grazing beef cattle. Journal Agricultural Science. 96: 363-373.
- Belesky., D. Fedders., J.** 1995. Influence of autumn management on orchardgrass-white clover swards. Agronomy Journal. 87: 1186-1192.
- Bircham, J., Hodgson, J.** 1983. The influence of sward conditions on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous grazing management. Grass and Forage Science (New Zealand). 38: 323-331.
- Brougham, R.** 1955. A study in rate of pasture growth. Australian Journal of Agricultural Research (Australia). 6: 804-812.
- Brougham, R.** 1956. Effect of intensity of defoliation on the regrowth of pasture. Australian Journal of Agricultural Research (Australia). 7: 377-387.

- Brown y Blaser.** 1968. Leaf area index in pasture growth. *Herb. Abst.* 38: 1-9.
- Bryant, A.** 1980. Effect of herbage allowance on dairy cow performance. *Proceedings of New Zealand Society Animal Production (New Zealand)*. 40: 50-58.
- Bryant, A. Trigg, T** 1982. The nutrition of the grazing dairy cows during early lactation. In Macmillan K:L and Taufa V.K (eds). *Proceedings of Conference on Dairy Production from pasture*, p184.
- Cabrera, O.** 1997. Efecto de la suplementación en épocas críticas sobre el comportamiento de ovinos en el secano costero de la VI Región. Santiago, Chile. p 125.
- Camus, M. 2005. M.** Producción de *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* L., y *Dactylis glomerata* asociado a *Trifolium repens* en el llano central de la región de la Araucanía. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 59p.
- Cañas, R.** 1995. Alimentación y Nutrición Animal. Ed. Pontificia Universidad Católica De Chile. Chile, Santiago. 576p.
- Chapman, D., and Lemaire, G** 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation.. *New Zealand Journal of Agricultural Research (New Zealand)*. 26: 159-168.
- Chapman, D., Clark, D., Land, C., Dymock, N.** 1983. Leaf and tiller growth of *Lolium perenne* and *Agrostis spp.* And leaf appearance rates of *Trifolium repens* in set- stocked and rotationally grazed hill pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research (New Zealand)*. 26: 159-168.
- Chaneton, E. and Lavado, R.** 1996. Soil nutrient and salinity alter long term grazing exclusion in a flooding pampas grassland. *J. Range.* 49: 182-187.
- Carambula, M.** 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Ediciones Don Oviene. Uruguay. 464p.
- Chávez, A., Perez, Y. and Sanchez E.** 2000. Intensidad de pastoreo y esquema de utilización en la selección de la dieta del ganado bovino durante la sequía. *Tecnología Pecuaria Mexicana. (México)*. 38(1): 19-34.
- Da Silva, S., Hodgson, J., Matthew, P., Matthew, S. and Holmes, C.** 2004. Herbage production an animal performance on perennial ryegrass/white clover dairy pastures under alternative spring grazing managements. *Journal of Agricultural Research Science.* 142: 97-108.

- Davidson, J. Milthorpe, F** 1966. Leaf growth in *Dactylis glomerata* following defoliation. *Annals Botany*. 30: 185-198.
- Davidson, J., and Birch, J.** 1972. Effects of defoliation on grow and carbon dioxide exchange of subterranean clover swards. *Australian Journal of Agricultural Research (Australia)*. 23, 981: 993.
- Davies, A** 1993. Tissue turnover in the sward. p. 183- 216. *In* A. Davies, R.D. Baker, S.A. Grant, and A.S. Laidlaw (eds.). *Sward Measurement Handbook*. 2nd ed. British Grassland Society, Reading, United Kingdom.
- Delagarde, R., Peyraud, J., Delaby, L and Faverdin. 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.
- Delagarde, R., Peyraud, J., Parga, J., and Ribeiro, H.** 2001a. Caractéristiques de la prairie avant et après un pâturage: quels indicateurs de l'ingestion chez la vache laitière. *Rencontres Recherches ruminants*. 8: 209-212.
- Delagarde, R., Prache, S., D'Hour, P. and Petit, M.** 2001b. Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage. *Fourrages*. 166: 189-212.
- Demanet, R.** 2002. Resultados convenios de investigación praderas y pasturas. Produccion de mezclas y cultivares de *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata* asociados con *Trifolium repens*. *Temuco* 2002-2005.
- Dougherty, C., Bradley, N., Lauriault, L., Arias, J., Cornelius, P.** 1992. Allowance-intake relations of cattle grazing vegetative tall fescue. *Grass and Forage Science (New Zealand)*. 47: 211-219.
- Earle, D., McGowan, A.** 1979. Evaluation and calibration of an automated rising plate meter for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental and Animal Husbandry*. 19:337-343.
- Edwards, N., Parker, W.** 1994. Increasing per cow milk solid production in a pasture based dairy manipulating the diet: A Review, *Proc. New Zeland Soc. Anim. Prod (New Zealand)*. 54: 267-273.
- Elberse, W., Van Den Bergh, J.** 1983. Effects of use and mineral supply on the botanical composition and yield of grassland on heavy clay-soil. *Neth. J. Agric. Sci.* 31: 63-88.

- Ernest, P., Le Du, Y., and Carlier, L** 1980. Animal and Swards production under rotational and continuous grazing management. A critical appraisal. Proceeding of the International Symposium of the European Grassland Federation. Wageningen.
- Fisher, G., Roberts, D** 1995. The effects of stocking rate in spring and topping on sward characteristics and dairy cow performance in a poor grass growing season. Grass and Forage Science (New Zealand). 50: 461-465.
- Frame J. and Newbould, P** 1984. Herbage production from grass/white clover swards. Occ. Symp. Brit. Grassld. Soc. 16: 15-35.
- Frame, J.** 1987. The effect of strategic fertilizer nitrogen and date of primary harvest on the productivity of a perennial ryegrass/white clover sward. Grass and Forage Science (New Zealand). 42: 33-42.
- Frame, J.** 1990. Exploiting grass/white clover swards. I. Agronomy. Training course at Koldkaergard. Landboskle, Arhus, Denmark. 1-25.
- Fulkerson, W., Mitchell, P.** 1987. The effect of height and frequency of mowing on the yield and composition of perennial ryegrass-white clover swards in the autumn to spring period. Grass and Forage Science (New Zealand). 42: 169- 174
- Fulkerson, W., Slack. K** 1994. Leaf number as criteria for determining defoliation time for *Lolium Perenne*: 1. Effects of water soluble carbohydrates and senescence. Grass and Forage Science (New Zealand). 49: 373-377.
- Fulkerson, W., and Donaghy, D.** 2001. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence-key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures; a review. Australian Journal of Experimental Agriculture (Australia). 41: 261-275.
- Ganguli, A. et al.** 2000. Comparison of four nondestructive Techniques for Estimating Standing Crop in shortgrass plains. En: Agronomy Journal 92: 1211-1215.
- Goering, H. and Van Soest, P.** 1972. Forage fiber analysis. ARS-USDA. Agricultural Handbook N°379 Washington D.C, United States. 40p.
- González, O.** 1999. Frecuencia e intensidad de defoliación en el crecimiento y rendimiento de pasto ovillo. [Tesis Maestría]. Colegio de Postgraduados. Texcoco. México.
- Grant, S., Barthram, G., Torvell, L** 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium Perenne* swards. Grass and Forage Science (New Zealand). 36, 155-168.

- Hacker, J. and Minson, D. 1981.** The digestibility of plant parts. *Herbage abstracts*. 51: 459-481.
- Hainsworth, R. and Thomson, N. 1997.** Identifying a feed surplus. Ruakura Farmer's Conference. Agricultural Research. Taranaki, (New Zealand). p100.
- Harmony, K., Moore, K., George, J., Brummer, E., Russel, J. 1997.** Determination of pasture biomass using four indirect methods. *Agron J.* 89: 665-672.
- Hargreaves, A., Strauch, O., and Teuber, N. 2001.** Efecto de la carga animal y de la suplementación reguladora a vacas lecheras en primavera y verano sobre la producción de leche. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)*. 28(2): 89-102
- Harris, W., Thomas, V. 1972.** Competition among pasture plants. 2. Effects of frequency and height of cutting on competition between *Agrostis tenuis* and two ryegrass cultivars. *New Zealand Journal of Agricultural Research (New Zealand)*. 15: 19-32.
- 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.
- Hepp, C., Valentine, I., Hodgson, J., Gillingham, A and Kemp, P. 2003.** Effects of grass suppression on legume abundance during two contrasting seasons on a summer-dry hill country site. In: *Legumes for dryland Pastures*. Lincoln,
- Hernández-Garay, A. 1995.** Defoliation management, tiller density and productivity in perennial ryegrass swards. Tesis Doctoral. Massey University (New Zealand).
- Hernández-Garay, A., Matthew, C., Hodgson, J. 1999.** Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. *New Zealand Journal of Agricultural Research (New Zealand)*. 57: 555-563.
- Hernández-Garay, A., Matthew, C., Hodgson, J. 2000.** The influence of defoliation height on dry-matter partitioning and CO₂ exchange of perennial ryegrass miniature swards. *Grass and Forage Science (New Zealand)*. 55: 1-5.
- Hernández, M. 2005.** Producción de la asociación *Lolium perenne* L., *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* con y sin *Trifolium repens* en un andisol de la novena región. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 59p.
- Hiriart, M. 1994.** Manual de métodos analíticos en nutrición animal. INIA Carillanca. Temuco-Chile. 31 p.

- Hodgson, W.** 1979. Utilization of grassland for sheep production. In: The management and diseases of sheep. British Council Special Course. Edinburg, U. K. 307 p.
- Hodgson, J.** 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. Grass and Forage Science (New Zealand). 34: 11-18
- Hodgson, J.** 1982. Influence of swards characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: Hacker, J.B. (ed.). Nutritional limits to animal production from pasture. Commonwealth. Agricultural Bureaux. Slough, U.K. p:153-166.
- Hodgson, J.** 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 44: 99-104.
- Hodgson, J.** 1986. Grazing behaviour and herbage intake. In: Frame, J. (ed). Grazing. British Grassland Society. Occasional Symposium. 19. p51.
- Hodgson, J.** 1990. Grazing management. Science into practice. London (UK): Longman Group Limited.
- Hodgson, J., and Brookes, I.** 1999. Nutrition of grazing animals. IN: J. White y J. Hodgson (eds) New Zeland pasture and crop science. Oxford University. p. 117.
- Hoffman, K., Muller, L., Fales, S., Holden, L.** 1993. Quality evaluation and concentrate supplementation of rotational pasture grazed by lactating cows. J Dairy Science. 84: 896-907.
- Holmes, C.** 1974. The Massey grassmeter. Dairyfarming Annual. 26-30 p.
- Holmes, C. and Wilson, G.** 1987. Milk production from pasture. Butterworths Nueva Zealand. 319 p.
- Holmes, W.** 1989. Grazing management. In: W. Holmes Ed. Grass: Its Production and Utilization, 2nd Edition, Blackwell/B.G.S., p:130.
- Holmes, W., Brookes, I., Garrick, D., Mackenzie, D., Parkinson, T. and Wilson, G.** 2002. Milk production from pasture. Principles and practices. Massey University. Palmerston North, Nueva Zelanda. 602p.
- Hoogendoorn, C., Holmes, C., and Chu, A.,** 1992. Some effects of herbage composition, as influenced by previous grazing management, on milk production by cows grazing on ryegrass/white clover pastures. II. Milk production in late spring/summer: effects of grazing intensity during the preceding spring period. Grass and Forage Science (New Zealand), 47: 316-325.

- Hume, D.** 1991. Leaf and tiller production of prairie grass (*Bromus willdenowii* Kunth) and two ryegrass (*Lolium*) species. *Ann. Bot. (London)* 67: 111-121.
- Hunt, W., and Field, T.** 1979. Growth characteristics of perennial ryegrass. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association.* 40: 104-113.
- Hyo., W. Mu., H. Chang., H.** 1993. Effects of temperature, nitrogen fertilizer and cutting height on regrowth and dry matter production of orchardgrass. *Proc. XVII International grassland congress.* Palmerston North. (New Zealand). 1: 131-133.
- Jacobs, J., Rigby, S., McKenzie, F., Ward, G.** 1999. Changes in botanical composition and nutritive characteristics of pasture, and nutrient selection by dairy cows grazing rainfed pastures in western Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture (New Zealand).* 39: 419-428.
- Journet, M. and Demarquilly, C.** 1979. Grazing. In: W.H. Broster and H. Swan Eds. *Feeding strategy for high yielding cows.* Granada Publishing, p. 295.
- Korte, C.** 1982. Pattern of autumn tillering in a Grasslands 4708 tetraploid hybrid ryegrass sward following two heights of mowing. *New Zealand Journal of Agricultural Research (New Zealand).* 25: 157-161.
- Korte, C., Watkin, B., Harris, W.** 1984. Effect of the timing and intensity of spring on reproductive development tillering and herbage production of perennial ryegrass dominant pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research (New Zealand).* 27: 135-149.
- Korte, C.** 1985. Tillering in Grassland Nui perennial ryegrass swards. 1. Effect of cutting treatments on tiller appearance and longevity, relationship between tiller age and weight, and herbage production. *New Zealand Journal of Agricultural Research (New Zealand)* 28: 437-447.
- Korte, C.** 1986. Tillering in Grassland Nui perennial ryegrass swards. 2. Seasonal pattern of tillering and age of flowering tillers with two mowing frequencies. *New Zealand Journal of Agricultural Research (New Zealand).* 28: 437-447.
- Kruijne, A., De vries, D., Mooi, H.** 1967. Bijdragen tot de oecologie van de Nederlandse graslandplanten. *Versl. Landbouwkundige Onderzoekingen,* 696: 65p.
- Langer, R.** 1963. Tillering in herbage grasses. *Herbage Abstract.* 33: 141-148.
- Langer, R.** 1972 'How grasses grow'. (Edward Arnold: London).

- Lara, N.** 1997. Evaluación de la pradera natural y la suplementación en períodos críticos sobre la producción ovina de la VI R. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. 205p.
- Lawson, A., Kelly, K., Sale, P.** 1997. Effect of defoliation frequency on an irrigated perennial ryegrass pasture in Northern Victoria. 2. Individual plant morphology. Australian Journal of Agricultural Research (Australia). 48: 819-829.
- Leaver, J.** 1987. The potential to increase production efficiency from animal-pasture systems. . New Zealand Society. Animal. Production (New Zealand). 47: 7-12.
- Le Du, Y., Barker, R., Newbery.** 1981. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows 3. of grazing severity under continuous stocking. Grass and Forage Science (New Zealand). 36: 307-318.
- L'Huillier, P.** 1987. Tiller appearance and death of *Lolium Perenne* in mixed swards grazed by dairy cattle at two stocking rates. New Zealand Journal of Agricultural Research (New Zealand). 30: 15-22.
- L'Hullier, P.** 1988. Reduced input pasture management options. Proceedings of the Ruakura Farmers Conference. p 19.
- Lemaire, G and Chapman, D.** 1996. Tissue flows in grazed plant communities. p. 3 *In* J. Hodgson, and A.W. Illius (eds.) The Ecology and Management of Grazing Systems. CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Lemaire, G.** 2001. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. Proc. XIX Int. Grassland Congress. 11-21. February 2001, Brazil. p. 29-37
- Liscano, C., Huamán, H y Villela.** 1982. Efecto de frecuencia e intensidad de pastoreo en una asociación gramínea + leguminosa sobre la selectividad animal Agronomía Tropical, Mexico. 31(1): 171-188. Marzo 2006. <http://www.redpav-fpolar.info.ve/>
- Lucas, R., Thompson, K.** 1990. Pasture assessment for livestock managers. In: Langer RHM, editor. Pastures. Their ecology and management. Auckland (NZ): Oxford University Press. 241-262.
- Mac Naughton, S.** 1985. Ecology of grazing ecosystem: The Serengeti Ecology Monography. 53: 259-294.
- Mannetje, L.** 1978. Measuring quality of grassland vegetation. In: Mannetje, L, editor. Measurements of grassland vegetation and animal production. Bulletin 52. Hurley, Berkshire: Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. 20: 63-65.

- Matches, A. and Burns, C.** 1985. Systems of Grazing Management. The Science of Grassland Agriculture. Fourth edition. Iowa State Univ. Press, Ames, IA. 250p.
- Matthew, C., Assuero, S., Black C. and Sackville Hamilton, N.** 2000. Tiller dynamics of grazed swards. In: G. Lemaire J. Hodgson A. de Moraes C. Nabinger and P.C. de F. Carvalho Eds. Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. CABI Publishing, 127-150.
- Mayne, C. and Hutchinson, M.** 1991. Grazing. In: C. Thomas A. Reeve and G.E. Fisher Eds. Milk from grass 2nd edition. British Grassland Society, p. 53.
- Mayne, C., McGilloway, D., Cushnam, A., Laidlaw, A.** 1997. The effect of sward height and bulk density on herbage intake and grazing behavior of dairy cows. Proceedings of the XVIII International Grassland Congress. Canada. p 15.
- Mayne, C., Wright, I. and Fisher, G.** 2000. Grassland management under Grazing. In: A. Hopkins Ed. Grass: Its Production and Utilization, 3rd Edition, Blackwell/B.G.S., p:247.
- Mazzanti, A., G. Lemaire, and F. Gastal.** 1994. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. Grass Forage Science (New Zealand). 49: 111-120.
- Mc Cormick, M., Ward, J., Redfearn, D., French, D., Blouin, D., Chapa, A and Fernandez, J.** 2001. Supplemental dietary protein for grazing dairy cows effects on pasture intake and lactation performance. J Dairy Science. 84: 896-907
- MC Donald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J.** 1988. Animal Nutrition. (Jhon Willey and Sons: New York).
- Mc Ilroy.** 1967. Carbohydrates of grassland. Herb. 37: 80-87.
- McKenzie, F.** 1994. Managing *Lolium Perenne* (perennial ryegrass) in a subtropical environments in KwaZulu-Natal, South Africa. PhD thesis, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa. 215p.
- McKenzie, F.** 1996a. Effect of grazing frequency and intensity on *Lolium Perenne L.* pastures under subtropical conditions: herbage production. African Journal of Range and Forage Science. 13: 1-5.
- McKenzie, F.** 1997a. The influence of grazing management on weed invasion of *Lolium Perenne* pastures under subtropical conditions in South Africa. Tropical Grasslands. 31: 24-30.

- McKenzie, F., Jacobs, J.** 2002. The long-term impact of nitrogen fertilizer on perennial ryegrass tiller and white clover growing point densities in grazed dairy pastures in south-western Victoria. *Australian Journal of Agricultural Research (Australia)*. 53: 1203-1209.
- McKenzie, F., Jacobs, J and Kearney, G.** 2003a. Long-term effects of multiple applications of nitrogen fertilizer on grazed dryland perennial ryegrass/white clover dairy pastures in south-west Victoria. 2. Growth rates, dry matter consumed and nitrogen response efficiencies. *Australian Journal of Agricultural Research (Australia)*. 54: 471-476.
- 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.
- McKenzie, F., Jacobs, J., and Kearney, G.** 2006. Effects of spring grazing on dryland perennial ryegrass/white clover dairy pastures. 1 Pasture accumulation rates, dry matter consumed yield, and nutritive characteristics. *Australian Journal of Agricultural Research (Australia)*. 57: 555-563.
- McKenzie, F., Jacobs, J., and Kearney, G.** 2006. Effects of spring grazing on dryland perennial ryegrass/white clover dairy pastures. 2 Botanical composition, tiller and plant densities. *Australian Journal of Agricultural Research (Australia)*. 57: 563-569.
- McMeekan C.** 1956. Grazing management and animal production. *Proceedings 7th International Grassland Congress. Palmerston North, New Zealand.* p. 146.
- McMeekan, C and Walshe, M.** 1963. The inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. 61: 147-166.
- Mc William, J.** 1978. Response of pasture plants to temperature. In 'Plant relations in pastures'. (Ed. JR Wilson). p17.
- Menneer, J., Ledgard, S., McLay, C. and Silver, W.** 2005. The effect of treading by dairy cows during wet soil conditions on white clover productivity, growth and morphology in a white clover-perennial ryegrass pasture. *Grass and Forage Science (New Zealand)*. 60: 46-58.
- Michell, K and Coles, S.** 1955. Effects of defoliation and shading on the short ryegrass. *New Zealand Journal of Science and Technology*. 36a: 586-604.
- Michel, P., and Fulkerson, W.** 1985. Effect of the level of utilization of pasture in spring on pasture composition in summer, and on milk production in spring and summer. In Phillips T.1. (ed.). *The Challenge. Efficient Dairy Production (New Zealand)*. p. 66.

- Michell, P and Fulkerson, W.** 1987. Effect of grazing intensity in spring on pasture growth, composition and digestibility, and on milk production by dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agricultural (Australia)*. 27, 35: 40.
- Mosquera R,** 1993. Producción y manejo de forrajes en un sistema de producción lechera. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- Mosquera, M. y González, A.** 1999. Efecto del manejo en la evolución de praderas sembradas en sistemas lecheros *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. (España)*. 14 (1-2): 101-106.
- Mott, G.** 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *Proceedings 8 th international Grassland congress*: 606-611.
- Murphy, W. Silman, J. Mena, A.** 1995. A comparison of quadrant, capacitance meter, HFRO sward stick, and rising plate meter for estimating herbage mass in a smooth-stalked meadowgrass-dominant white clover sward. *Grass Forage Science*. 50: 452-455.
- Nielsen., D.** 1997. Observations on pasture management and grazing. Electronic publishing.
- Parga, J., Delagarde, R and Peyraud, J** 2000. Effect of the sward structure and herbage allowance on the herbage intake and digestion by strip-grazing dairy cows. Penning Eds. *Grazing management. The principles and practice of grazing, for profit and environmental gain, within temperate grassland systems*. British Grassland Society, Occasional Symposium N° 34, p. 61.
- 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. Osorno, Chile. p 122.
- Parsons, A.** 1984. Guidelines for management of continuously grazed sward. *Gras Farmer*. 17: 5-9.
- Parsons, A. Johnson, I and Harvey, A.** 1988. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. *Grass and Forage Science (New Zealand)*, 43: 49-59
- Parsons, A., and Chapman, D.** 2000. The principles of pasture growth and utilization. In: A. Hopkins Ed. *Grass: Its Production and Utilization*, 3rd Edition, Blackwell/B.G.S. New Zealand. p:31.
- Penno, J.** 2001. Changing farm system in response to current market signals. Ruakura Farmers Conference. p 1.

- 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.
- Peyraud, J. Delagarde, R. and Delaby, L.** 1995. Influence des conditions d'exploitation du pâturage et des caractéristiques animales sur les quantités ingérées par les vaches laitières: analyse et prédiction. Rencontres Recherches ruminants. 2: 37-44.
- Peyraud, J., Comerón, E., Wade, M. and Lemaire, G.** 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. Annales de Zootechnie. 45: 201-217.
- Peyraud, J., Delaby, L., Delagarde, R. and Parga, J.** 1999. Effect of grazing management, sward state supplementation strategies on intake, digestion and performance of grazing dairy cows. 36th Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science (SBZ). Workshops: 2. Mechanism and process of forage ingestion on pasture. Porto Alegre, Brazil. p.16.
- Peyraud, J., Parga, J and Delagarde, R** 2002. Age of regrowth affects grass intake and ruminal fermentations in grazing dairy cows. Proceedings 19th General Meeting of the European Grassland Federation. La Rochelle, France, p. 209.
- Phillips, J., and Leaver, J.** 1985. Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows in early and late season. Grass and Forage Science (New Zealand). 40: 193-199.
- Rayburn, E.** Principles of Grazing Management. Natural Resource Sciences News Update. Abril 2005 <http://www.caf.wvu.edu/~forage/5710.htm>
- Reeve, A., Thompson, W., Hodgson, R., Baker, R., and Carswell, A.** 1986. The effect of level of concentrate supplementation in winter and grazing allowance on milk production and financial performance of spring calving cows. Animal Production. 42: 39-51
- Riffkin, P., Quigley, P., Cameron, F., Peoples, M.** 1999. Annual nitrogen fixation in grazed dairy pastures in south-western Victoria. Australian Journal of Agricultural Research (Australia). 50: 273,281.
- Rojas, S., Olivares, J., Jiménez, R y Hernández E.** Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. Revista Electrónica de Veterinaria Vol. VI, N° 5. 2003. Septiembre 2005. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> Abril 2006
- 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.

- Rouanet, J.** 1983. Clasificación agroclimática Novena Región, Macroárea II. Segunda aproximación. Investigación y Progreso Agropecuario. INIA Carillanca (Chile). 2 (2): 23-26.
- Ruiz, I.** 1996. Praderas para Chile. Ed Ruiz I. Segunda edición. INIA, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 733 p.
- Sanderson, M.** 2001. Estimating forage mass with a commercial Capacitance Meter, Rising Plate Meter and Pasture Ruler. En: Agronomy Journal 93: 1281-1286.
- Sandles, L.** 2000. Curva de crecimiento de praderas con disponibilidad y residuo en kg MS. Seminario en producción de leche en base a pastoreo. Estación experimental Remehue, Osorno, Chile. Octubre 2000.
- Santamaría, A and Mc Gowan A** 1982. The effect of contrasting wintry management on current and subsequent pasture production and quality. In: Macmillan K:L and Taufa V.K (eds) Proceedings of conference on Dairy Production from pasture. Hamilton, New Zealand. 250-360
- Saroff, C., Pagliaricci, H y Ferreira V.** 2003. Efecto de la defoliación sobre la dinámica del crecimiento de Triticale. Agricultura técnica (Chile). 63(3):266-276.
- Skinner, R.** 1990. The interrelationship between tiller production and the rate of leaf appearance and elongation in tall fescue. In Abstract of Thesis. University of Missouri, USA. Dissertation Abstracts International. B. Sciences and Engineering: 51(8): 148, 163.
- Smetham, M.** 1990. Pasture management. In : Langer RHM, editor. Pastures. Their ecology and management. Auckland (New Zealand). Oxford University Press. 197-240.
- Smit, H., Tas, B., Taweel, H and Elgersma, A.** 2005. Sward characteristics important for intakes in six Lolium perenne varieties. Grass and Forage Science (New Zealand). 60: 128-135.
- Smith, D.** 1966. Consideraciones fisiológicas para la explotación de forrajes in Forrajes. Hughes, Heath y Matcalfe. Eds. Tr. José Luis de la Loma. Ed. Continental S.A. México. 2: 440 - 447.
- Snaydon, R.** 1987. The botanical composition of pastures, Managed Grasslands. In “Managed Grasslands Analytical Studies Ecosystems of the World”. Edited by R. W. Snaydon. Elsevier science publishers B.W. Amsterdam, Holanda. p 81.

- Stakelum, G** 1986. Herbage intake of grazing dairy cows. 2. Effect of herbage allowance, herbage mass and concentrate feeding on the intake of cows grazing primary spring grass. *Irish Journal of Agricultural Research*. 25: 41-51.
- Stakelum, G., and Dillon, P.** 1990. Influence of sward structure and digestibility on the intake and performance of lactating and growing cattle. In: Mayne C.S. (ed). *Management issues for the grassland farmer in the 1990s*. Occasional Publication N° 25. British Grassland Society, 30-42.
- Stakelum, G.** 1996. Practical grazing management for dairy cows. *Irish grassland and Animal Production Association Journal*. 27: 9-18
- Stakelum, G. and O'Donovan, M.** Grass utilization and grazing management for dairying. National Dairy Conference 2000: Opportunities for the new millennium. Teagasc: Irish Agricultural and Food Development Authority. Mayo 2000. Diciembre 2004 <http://www.teagasc.ie/publications/dairyconference2000/paper02.htm>. 25 p.
- Stockdale, C. and King K** 1980. The effects of stocking rate and nitrogen fertilizer on the productivity of irrigated perennial pasture grazed by dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture and animal Husbandry (Australia)*. 20: 529-536.
- Stockdale, C.** 1985. Influence of some sward characteristics on the consumption of irrigated pastures grazed by lactating dairy cattle. *Grass Forage Science (New Zealand)*. 40: 31-39.
- Terry, R. and Tilley J.** 1964. The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, Lucerne and sainfoin, as measured by an in vitro procedure. *Journal of the British Grassland Society*. 19: 363-372.
- Teuber, N.** 1995. Manejo de praderas permanentes en el sur de Chile. *Frontera Agrícola (Chile)*. 3 (2): 61-67.
- Teuber, N. y Romero, O.** 2004. Manejo de Praderas. En Rojas, C (ed). *Manual de producción de Bovinos de carne para la VIII, IX y X Regiones*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Fundación para la Innovación Agraria. Temuco Chile. p33.
- Teuber, N., Alfaro, M., Iraira, S y Salazar, F.** 2005. Rendimiento y dinámica poblacional de una pradera permanente utilizada con bovinos en pastoreo rotativo en franjas. Resúmenes de la XXX Reunión Anual Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). Octubre de 2005. Temuco, Chile. p113.
- Thompson, N., and Warren, R.** 1979. Variations in composition of pasture herbage. *Grass and Forage Science (New Zealand)*. 34: 83-88.

- Ulyatt, M.** 1981. The feeding value of temperate pastures. In: Morley F.H.W. (ed). *Grazing Animals* Elsevier Publishing Co. Holanda, Amsterdam, 125-141pp..
- Ungar, E., Genizi, A and Demment, M.** 1991. Bite dimensions and herbage intake by cattle grazing short hand-constructed swards. *Agronomy Journal*. 83: 973-978.
- Vallentine, J.** 2001. *Grazing management*. Second edition. Academic press. California. United States of America. 659 p.
- Vasquez, O., Smith, T** 2001. Evaluation of alternative algorithms used to simulate pasture intake in grazing dairy cows. *J Dairy Sci*. 84: 860-872.
- Velasco, Z., Hernández-Garay, A., Gonzalez-Hernández, V., Perez, P., Vaquera, H., Galvis, S.** 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovillo (*Dactylis glomerata L.*). México. *Tecnología Pecuaria*. 39: 1-14.
- Vine, D.** 1983. Sward structure changes within a perennial ryegrass sward: leaf appearance and death. *Grass Forage Science (New Zealand)*. 38: 231-242.
- Volenc, J., Nelson, C** Response of tall fescue leaf meristem to N fertilization and harvest frequency. 1983. *Crop Science*. 23: 720-724.
- Wade, M.** 1991. Factors affecting the availability of vegetative *Lolium perenne* to grazing dairy cows with special reference to swards characteristics, stocking rate and grazing method. Thèse de Doctorat, Université de Rennes, 309 p
- Walter, J.** 1995. Grazing management and research now in the next millennium; a viewpoint. *J. Range Manage.* 48: 350-357.
- Wilman, D., and Acuña. G,** 1993. Effects of cutting height on the growth of leaves and stolons in perennial ryegrass – white clover swards. *J. Agri. Sci. (Cambridge)*. 121: 39-46.
- Wilson. L., LeVan, P., Todd, R.** 1993, November. Haller livestock/forage farm grazing systems. *Pasture Profit*. p2.