

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**EFFECTO DE LA FRECUENCIA E INTENSIDAD DEL PASTOREO DE
OTOÑO EN LA PRODUCCION 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.

DANIEL ANDRES GROVES NAVARRO

TEMUCO – CHILE

2007

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**EFFECTO DE LA FRECUENCIA E INTENSIDAD DEL PASTOREO DE
OTOÑO EN LA PRODUCCION Y CALIDAD DE UNA PASTURA
PERMANENTE**

Tesis de Grado 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.

DANIEL ANDRES GROVES NAVARRO
PROFESOR GUÍA : ROLANDO DEMANET PHILLIPI
TEMUCO – CHILE

2007

**EFFECTO DE LA FRECUENCIA E INTENSIDAD DEL PASTOREO DE OTOÑO EN LA
PRODUCCION Y CALIDAD DE UNA PASTURA PERMANENTE**

PROFESOR GUIA : SR. ROLANDO DEMANET FILIPPI
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

CALIFICACION :

*A mis padres, Tomás y Emma
A mi hermana Anamaría*

*A la memoria de
mi querida Mamita Elcira*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a Dios, por ser el gran guía y compañero, que me ha permitido dar un nuevo paso en esta misión encomendada por él.

Agradecer también a mis queridos padres, Emiluz y Tommy, pilares fundamentales en mi formación, ustedes son parte de este nuevo logro. Mil gracias por el apoyo incondicional que me han brindado siempre y por bancarme a muerte en todo.

Hermana querida, siéntete parte de esto ya que eres mi gran compañera, a pesar de que estamos separados físicamente, de corazón más unidos cada día.

A mis amigos, gracias por el apoyo y por todos los momentos vividos que hicieron tan grata la estadía en esta universidad, los recordaré siempre.

Agradecer también a mi profesor guía Sr. Rolando Demanet por la confianza, apoyo y conocimientos entregados irrestricta y desinteresadamente. También por transmitir el espíritu y esencia de un profesional.

Finalmente, agradecer a Edith y Carlos por la siempre buena disponibilidad y toda la ayuda brindada para realizar esta investigación.

INDICE DE MATERIAS

CAPÍTULO		PÁGINA
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	La pradera como alimento para el ganado	3
2.2	Manejo del pastoreo	4
2.3	Curva de crecimiento de la pradera	5
2.3.1	Calidad del residuo	6
2.3.2	Índice de área foliar	7
2.3.3	Reservas de crecimiento	7
2.4	Crecimiento y muerte de hojas en condiciones de pastoreo	8
2.4.1	Producción de hojas	8
2.4.2	Crecimiento del rebrote	8
2.5	Frecuencia e intensidad del pastoreo	9
2.6	Efectos de la frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño en la pradera	13
2.6.1	Rendimiento de forraje	13
2.6.2	Consumo de forraje	14
2.6.3	Composición botánica	15
2.6.4	Calidad nutritiva	17
2.6.5	Cobertura	20
2.6.6	Macollos y estolones	20
2.6.6.1	Crecimiento vegetativo	20
2.6.6.2	Crecimiento reproductivo	22
2.7	Criterios para el control de pastoreo	22
2.7.1	Altura de la pradera	22

2.7.2	Disponibilidad de forraje	24
2.7.3	Carga animal	24
2.7.4	Número de hojas	26
2.8	Tipo de pastoreo	28
3	MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1	Ubicación del ensayo	30
3.2	Características edafológicas	30
3.3	Clima	30
3.4	Precultivo y preparación de suelo	33
3.5	Siembra	33
3.6	Fertilización	34
3.6.1	Fertilización establecimiento	34
3.6.2	Fertilización post-siembra	34
3.7	Control de especies residentes	35
3.8	Tratamientos	35
3.9	Período experimental	36
3.10	Diseño experimental	36
3.11	Evaluaciones	36
3.11.1	Análisis químico de suelo	36
3.11.2	Fitomasa aparente	37
3.11.3	Fitomasa real	38
3.11.4	Composición botánica	38
3.11.5	Consumo aparente	38
3.11.6	Tiempo de pastoreo	38
3.11.7	Cobertura	39
3.11.8	Densidad de macollos	39
3.11.9	Análisis bromatológico	39
3.11.9.1	Proteína Cruda	39
3.11.9.2	Fibra Detergente Neutra	40

3.11.9.3	Energía Metabolizable	40
3.11.10	Contenido de materia seca	40
3.12	Análisis estadístico	40
4	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1	Primer pastoreo de otoño	41
4.1.1	Rendimiento acumulado de materia seca	41
4.1.2	Consumo aparente y tiempo de pastoreo	42
4.1.3	Composición botánica	43
4.1.4	Análisis químico	44
4.2	Segundo pastoreo	45
4.2.1	Rendimiento acumulado de materia seca	46
4.2.2	Consumo aparente y tiempo de pastoreo	46
4.2.3	Composición botánica	47
4.2.4	Análisis químico	50
4.3	Persistencia	51
4.4	Cobertura pre-pastoreo	54
4.5	Producción total temporada	56
4.6	Composición botánica temporada	58
4.6.1	Ballica perenne	59
4.6.2	Festuca	59
4.6.3	Pasto Ovillo	60
4.6.4	Trébol Blanco	61
4.6.5	Especies residentes	63
4.6.6	Material muerto	63
4.7	Calidad química del forraje en la temporada	64
4.7.1	Proteína Cruda	64
4.7.2	Energía Metabolizable	65
4.7.3	Fibra Detergente Neutra	66

5	CONCLUSIONES	67
6	RESUMEN	68
7	SUMMARY	70
8	LITERATURA CITADA	72

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Frecuencia de pastoreo en diferentes épocas del año	10
2	Intensidad de pastoreo rotativo durante el año	12
3	Calidad de una pastura permanente consumida en pastoreo rotativo	20
4	Composición química del suelo en el sitio del ensayo	31
5	Informe pluviométrico	32
6	Valores mensuales de temperatura	32
7	Tratamientos para la época de otoño	35
8	Disponibilidad y residuo (kg MS ha ⁻¹) del primer pastoreo de otoño en una pastura permanente	41
9	Producción de materia seca (kg MS ha ⁻¹) del primer pastoreo de otoño en una pastura permanente.	42
10	Consumo aparente (kg MS ha ⁻¹) y tiempo de pastoreo (hr) del primer pastoreo de otoño	42
11	Composición Botánica (% bps) del primer pastoreo de otoño en una pastura permanente	43
12	Análisis químico del forraje del primer pastoreo de otoño en una pastura permanente	44
13	Disponibilidad y residuo (kg MS ha ⁻¹) del segundo pastoreo de otoño en una pastura permanente	45
14	Producción de materia seca (kg MS ha ⁻¹) del segundo pastoreo de otoño en una pastura permanente	46
15	Consumo aparente (kg MS ha ⁻¹) y tiempo de pastoreo (hr) del segundo pastoreo de otoño	46
16	Composición Botánica (% bps) del segundo pastoreo de otoño de una pastura permanente	47

17	Análisis químico del forraje del segundo pastoreo de otoño en una pastura permanente	50
18	Número de macollos en gramíneas ($N^{\circ} m^{-2}$) y puntos de crecimiento en trébol blanco ($N^{\circ} m^{-2}$) al inicio, término del período de otoño e inicio de la temporada siguiente	51
19	Densidad de macollos de gramíneas y muertos ($N^{\circ} m^{-2}$) al final del período de otoño en una pastura permanente	53
20	Cobertura (%) pre-pastoreo de una pastura permanente al inicio y final de la época de otoño	54
21	Producción de materia seca acumulada ($kg MS ha^{-1}$) en los diferentes manejos de pastoreo de otoño	56
22	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo de otoño en la Composición Botánica (% bps) de una pastura permanente	61
23	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de Proteína Cruda (%)	64
24	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la Energía Metabolizable ($Mcal kg^{-1} MS$)	65
25	Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de Fibra Detergente Neutra (%)	66

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Aspectos críticos de la curva de crecimiento de la pradera	5
2	Curva de crecimiento de una pastura de Ballica perenne post-pastoreo relacionando la acumulación de carbohidratos y el número de hojas expandidas	27
3	Curva de calibración obtenida para la estación de otoño	37
4	Composición Botánica (% bps) del segundo pastoreo de otoño de una pastura permanente	48
5	Cobertura (%) al inicio y término de la época de otoño de una pastura permanente	55
6	Producción estacional y acumulada (ton MS ha ⁻¹) de una pastura permanente bajo cuatro diferentes manejos de pastoreo	57
7	Composición Botánica (%) de cuatro diferentes pastoreos en una pastura permanente	58

1 INTRODUCCIÓN

Maximizar la producción de forraje de alta calidad por hectárea, así como optimizar su oportuna utilización por el ganado, son probablemente los dos aspectos más importantes de la gestión técnica de un sistema de producción basado en el pastoreo de praderas permanentes, fuente de alimento de bajo costo para el ganado bovino, cuando es correctamente utilizada.

Sin embargo, los niveles productivos de las praderas en la zona templada de Chile son muy inferiores en comparación con aquellos países que lideran la producción de leche y carne en base a praderas como Nueva Zelanda y Australia, países que representan una amenaza comercial para nuestro país.

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 fertilización que limita su rendimiento.

El manejo del pastoreo es una herramienta importante que tiene substanciales repercusiones en el rendimiento y persistencia de la pradera. Por otro lado, controla la oferta de forraje por animal y su valor nutritivo, determinando el consumo de nutrientes y el rendimiento individual.

Existen algunos antecedentes que establecen que el efecto del pastoreo de otoño 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 de otoño afecta la producción, calidad y persistencia de una pastura permanente.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del pastoreo de otoño en la producción y calidad 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 del pastoreo de otoño en el rendimiento y consumo aparente de una pastura polifítica.
2. Medir el efecto de dos combinaciones de frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño en la composición botánica de una pastura permanente.
3. Evaluar el efecto de dos combinaciones de frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño en la calidad de una pastura permanente polifítica.
4. Evaluar el efecto de dos combinaciones de frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño en la cobertura y persistencia de una pastura permanente.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 La pradera como alimento para el ganado.

La pradera consumida en pastoreo directo es el principal recurso alimenticio del ganado en la zona sur de Chile y, cuando se la utiliza correctamente, el de menor costo. Parga (2003), señala que el pastoreo representa entre el 50 a 75% del consumo anual de materia seca en la mayoría de los casos, con un costo de 1/3 y de 1/8 del costo de los forrajes conservados y concentrados, respectivamente.

Sin embargo, la marcada estacionalidad en su producción y calidad nutritiva, requiere de una planificación en el uso y combinación del recurso forrajero con el objetivo de balancear las necesidades alimenticias de los animales con la oferta de materia seca de la pradera (Teuber y Romero, 2004).

La administración de alimentos varía a lo largo del año, como consecuencia de los cambios en el ritmo de crecimiento de la pradera. La alimentación más eficiente del ganado requiere que las necesidades alimenticias de éste, se adapten lo más posible a los aportes de forraje a lo largo del año (McMeekan, 1978; Holmes, 1989).

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

El manejo de pastoreo influye directamente sobre las características nutricionales de la pradera y controla su disponibilidad, afectando el consumo de nutrientes (Parga, 2003).

2.2 Manejo del pastoreo.

El manejo del pastoreo es uno de los factores relevantes en la gestión técnico-económica tanto en las explotaciones de leche como de carne. Según Chaneton y Lavado (1996), es un factor determinante que afecta el crecimiento, persistencia y diversidad de especies en la pradera. Por otro lado, controla la disponibilidad y la calidad del pasto ofrecido a los animales (Parga, 2003; Kennedy *et al.* 2005)

Balocchi (2001), señala que el objetivo de un buen manejo de pastoreo es favorecer un alto rendimiento y calidad de la pradera, utilizar una alta proporción del forraje producido y, al mismo tiempo, lograr un alto consumo de nutrientes por animal. La producción animal final depende en gran parte de la eficiencia de utilización del forraje, manteniendo las condiciones necesarias para la sustentabilidad de los sistemas de producción animal (Muslera y Ratera, 1991).

La utilización del forraje disponible por los animales, está en función del número y tamaño de los bocados y del tiempo de pastoreo (Ruiz, 1996). En este mismo sentido, Balocchi y Ponce (2001), indican que el tamaño del bocado es uno de los factores de principal relevancia en el consumo de ganado en pastoreo, siendo significativamente mayor en la medida que aumenta la disponibilidad o altura.

Anwandter *et al.* (2005), indican que las vacas lecheras en pastoreo ejercen preferencia por las praderas que muestran un mayor aporte de especies asociadas a una excelente condición, medida como un mayor rendimiento, altura sin disturbar y energía metabolizable.

La eficiencia de utilización anual de la pradera en pastoreo es difícil de evaluar, ya que considera pérdidas de forraje por senescencia y descomposición, por lo que son pocos los estudios en los que se ha medido. Penno (1999), estimó una eficiencia promedio de utilización anual de la pradera cercana a 70% en Nueva Zelanda; Holmes *et al.* (2002), determinó en lecherías de manejo intensivo valores de hasta 90% de eficiencia de utilización.

Aunque en la zona sur de nuestro país, no existe ningún diagnóstico de la eficiencia de utilización anual de las praderas, existe un amplio consenso en estimar que ésta, es bastante inferior al 70%, determinada en Nueva Zelanda e Inglaterra.

2.3 Curva de crecimiento de la pradera.

Una de las características de las plantas forrajeras es la capacidad de iniciar un nuevo crecimiento o rebrote después del corte o pastoreo (Romero, 1996). El modelo de rebrote se caracteriza por ser sigmoide con respecto al tiempo (Brougham, 1956), y en él se pueden distinguir tres fases. Sandles (2000), presentó la curva de crecimiento de la pradera descrita por Brougham, relacionándola con la disponibilidad y residuo pre y post-pastoreo, junto a las variaciones en las reservas de las raíces de la pradera (Figura 2).

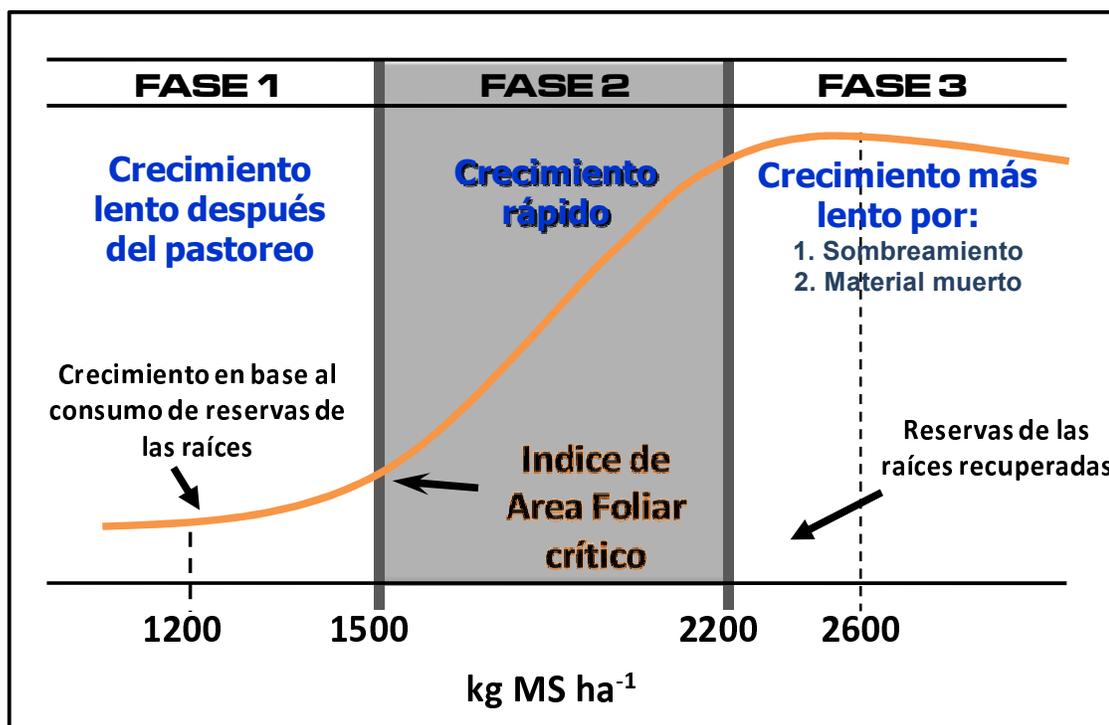


Figura 1. Aspectos críticos de la curva de crecimiento de la pradera. Sandles, 2000.

La primera fase, de tipo exponencial, con residuo de 1.200 a 1.500 kg MS ha⁻¹ la pradera crece en forma lenta después del pastoreo, utilizando las reservas contenidas en la base de sus macollos; luego en la segunda fase, de tipo lineal, las tasas de crecimiento son constantes y máximas, produciéndose un crecimiento más rápido debido al mayor índice de área foliar. Por último, en un tercer período ocurre la fase asintótica, en la cual la tasa de crecimiento disminuye exponencialmente cuando se ha logrado el máximo de producción de materia seca, es en esta etapa donde las reservas ya están recuperadas y la pradera se encuentra lista para ser pastoreada nuevamente, lo que ocurre cuando la pradera presenta una disponibilidad de 2.200 a 2.600 kg MS ha⁻¹, aproximadamente. Aunque es mejor relacionarlo con el número de hojas.

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

Los factores fisiológicos que influyen en el crecimiento o rebrote son la calidad del residuo, índice de área foliar y las reservas de crecimiento (Romero, 1996).

2.3.1 Calidad del residuo. La cantidad de luz recibida por las hojas recién formadas, influye en la tasa de crecimiento; así residuos altos dejados después del pastoreo, formados por tallos amarillos, material senescente y muerto, dificultan la entrada de la luz a la estrata inferior de la pradera. En contraposición con lo anterior, los residuos bajos están formados principalmente por hojas verdes, fotosintéticamente activas, que permiten una mejor utilización de la luz (Romero, 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, 1956) y las reservas orgánicas (Smith y Jewis, 1966).

2.3.2 Índice de área foliar (IAF). Brougham (1956) demostró que la tasa de crecimiento está relacionada con el índice de área foliar (IAF), término que se define como la relación entre el área foliar por unidad de superficie que ésta ocupa. El índice de área foliar, para las máximas tasas de crecimiento, difiere entre especie y depende del ángulo de las hojas, latitud y estación del año (Romero, 1996).

Respecto a la cantidad de hojas necesarias para interceptar el 95% de la luz, dependerá de la orientación de las hojas y la distribución vertical de las mismas. Las gramíneas tienen hojas generalmente más verticales que los tréboles, y requieren un mayor IAF para interceptar una determinada cantidad de luz (Brown y Blaser, 1968, citado por Romero).

2.3.3 Reservas de crecimiento. 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 éste a su vez de la superficie foliar de las plantas (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; esto difiere según la especie (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 en esta etapa requiere aproximadamente el 90% de los carbohidratos reservados para iniciar el crecimiento de hojas y tallos nuevos (Andrae, 2004).

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

2.4 Crecimiento y pérdida de hojas en condiciones de pastoreo.

2.4.1 Producción de hojas. Una característica básica de la pradera y que condiciona su manejo es que corresponde a un alimento vivo, cuya cubierta de hojas se está renovando permanentemente. Cada hoja producida tiene un período de vida limitado y relativamente corto en el cual puede ser consumida por el ganado. Si ésta permanece sin ser cosechada, envejecerá y se perderá producto de los procesos naturales de muerte y descomposición (Parga, 2003).

Fulkerson y Slack (1994), afirman que durante el rebrote de macollos vegetativos en ballica perenne, la emergencia de la cuarta hoja tiende a coincidir con la muerte de la primera, por lo que cada macollo mantiene alrededor de tres hojas vivas (verdes) durante su desarrollo (Figura 2). En relación al trébol blanco, según Parga (2003), bajo condiciones de manejo apropiadas, el patrón de desarrollo y pérdida de hojas es semejante al de ballica perenne en el rango de temperaturas entre 10 a 25°C, manteniendo alrededor de 3 hojas vivas por estolón. El intervalo de aparición de hojas en verano suele ser incluso más corto que en las ballicas si las condiciones son favorables, pero por el contrario, el crecimiento es inferior cuando las temperaturas son menores a 10°C.

Las hojas no cosechadas oportunamente comienzan a envejecer perdiendo valor nutritivo, al tiempo que se tornan menos apetecibles para el animal. A la vez, son sobrepasadas por las hojas más jóvenes mientras descenden progresivamente en el perfil de la vegetación, quedando menos disponibles. Por lo tanto, aquellas hojas que escapan al pastoreo y permanecen en la pradera, difícilmente serán consumidas en el o los pastoreos siguientes (Fulkerson y Slack, 1994; 1995).

2.4.2 Crecimiento del rebrote. La remoción de hojas mediante el pastoreo reduce la superficie foliar por unidad de suelo, o índice de área foliar (IAF), modificando la intercepción de la luz y la capacidad fotosintética de la pradera. El crecimiento del rebrote después de una defoliación se inicia a partir de la fotosíntesis de las hojas del residuo y/o, si éstas son insuficientes, de las

reservas de los carbohidratos acumulados en la base de los macollos (Ruíz, 1996), las que permiten generar nuevas hojas para restaurar la fotosíntesis (Parga, 2003).

Parga (2003), menciona que la tasa de acumulación neta de forraje, en kg de MS/ha/día, aumenta aceleradamente en un comienzo y está en su máximo, cuando la pradera alcanza un IAF óptimo capaz de interceptar entre el 95 a 100% de la luz. Por lo tanto, con rezagos largos, mayores a 8 semanas, la velocidad de muerte del tejido viejo podría llegar a igualar al crecimiento. En este punto, la tasa de acumulación neta tiende a cero y se alcanza el techo de producción de forraje (Hargreaves *et al.*, 2001).

La 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 (O'Donovan *et al.*, 2004).

2.5 Frecuencia e intensidad del pastoreo.

La frecuencia de utilización se refiere al estado de madurez de la vegetación cuando es cosechada, como las plantas forrajeras se utilizan varias veces en la temporada de crecimiento, el concepto se expresa normalmente como intervalo de tiempo transcurrido entre una y otra utilización (Ruiz, 1996).

Parsons *et al.* (1988), indican que la frecuencia o momento de utilización junto con afectar la velocidad y la calidad del rebrote, determina la cantidad de biomasa acumulada y su composición morfológica y, en cierta medida, la profundidad de pastoreo.

La frecuencia o intervalo de tiempo entre dos pastoreos, según Muslera y Ratera (1991), determina el sistema de pastoreo y número de aprovechamiento a lo largo del año, los tiempos de ocupación y reposo influyen en la producción total final y en gran manera dependen de la carga utilizada. Por ello, Parga (2003), señala que la proporción de hojas puede ser optimizada

manipulando simultáneamente la frecuencia o momento de utilización y la severidad del pastoreo, disminuyendo al mismo tiempo la proporción de material muerto y tallos reproductivos que limitan el consumo.

Por lo general, los daños a las plantas aumentan al incrementar la frecuencia de defoliación, ya que durante la estación de crecimiento de la pastura los animales en pastoreo remueven las hojas verdes, capaces de reservar energía vía fotosíntesis y consecuentemente, la tasa de crecimiento de las plantas disminuye, por lo tanto, se debe proporcionar tiempo a las plantas antes de utilizar 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 raíces morirán (Rayburn, 1992).

La frecuencia de utilización de la pradera cambia a través del año, dependiendo de la época y del estado de desarrollo de las especies forrajeras (Teuber y Romero, 2004). En el Cuadro 1, se indican las frecuencias de pastoreo recomendadas para el sur de Chile.

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

Época	Frecuencia (días)	Período (meses)
Primavera	16 a 21	octubre a diciembre
Verano	25 a 35	enero a marzo
Otoño	25 a 35	abril a mayo
Invierno	45 a 60	junio a septiembre

Fuente: Adaptado de Parga, 2003.

En la zona de secano, cuando se producen precipitaciones efectivas en el verano, la frecuencia de pastoreo es cada 25 a 35 días, pero si en el verano no hay precipitaciones, se recomienda una frecuencia de 50 a 60 días (Teuber y Romero, 2004).

Según Parga (2003), una vez terminado el período de sequía estival es bueno realizar un corte de limpieza a 6 cm, en aquellos potreros con abundante caña y material residual. A partir de ese momento, mantener residuos de 6 cm o algo menores ($1.500-1.600 \text{ kg MS ha}^{-1}$) y biomásas pre-pastoreo de $2.200 - 2.500 \text{ kg MS ha}^{-1}$, con rotaciones de 25 a 35 días.

Además Parga (2003), señala que la mantención de las biomásas pre-pastoreo dentro de rangos deseados a través del año requiere de un manejo flexible, que junto con ajustar la velocidad de la rotación, integre la fertilización estratégica con N junto con el oportuno control y conservación de los excedentes. Sin embargo, esto sólo es plenamente posible en primavera y otoño (y veranos húmedos), cuando las condiciones de crecimiento son menos limitantes. En los períodos restrictivos (veranos secos e invierno), el control del residuo es mucho más importante.

El hecho de pastorear más o menos cerca del suelo indica un mayor o menor porcentaje de utilización de la pradera, o sea, ha significado mayor o menor disponibilidad y consumo de nutrientes por parte del animal, lo cual repercutirá en su producción (Ruíz, 1996).

Investigaciones realizadas en Australia (Michell y Fulkerson, 1987) y en Inglaterra (Baker y Leaver, 1986), han demostrado que una alta carga animal en primavera mejora la eficiencia de utilización de la pradera durante ese período, lo que permite aumentar la calidad del forraje y la producción de leche a fines de esa estación y en el período de verano – otoño siguiente.

Hodgson (1990), plantea que las alturas óptimas 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, sin disturbar, de 7 a 10 cm en praderas pastoreadas con vacas lecheras cada 3 a 4 semanas (con 15 a 30 cm de altura inicial). Mayne *et al.* (2000), proponen en Irlanda alturas de residuo de 8 a 10 cm y 6 a 8 cm (regla graduada), para vacas de alto y de bajo nivel de producción respectivamente, las que deben bajarse a 6 cm en otoño. Para las condiciones neozelandesas, Holmes *et al.* (2002), recomiendan residuos de 1.500 a $1.600 \text{ kg MS ha}^{-1}$, cuando la biomasa pre-pastoreo es cercana a $2.500 \text{ kg MS ha}^{-1}$ y, de 1.850 a $2.000 \text{ kg MS ha}^{-1}$ si la biomasa pre-pastoreo es próxima a $3.000 \text{ kg MS ha}^{-1}$.

Para condiciones locales Parga (2003), indica que residuos bajos (5 cm, con plato medidor de forraje), pero con más hojas, menos tallos y material muerto, tiene un menor efecto depresor del consumo y la producción de leche que aquellos de igual altura o fitomasa pero de inferior calidad. Como la proporción de hojas en las estratas inferiores de la vegetación disminuye en praderas altas con biomasa elevada, las vacas pastorean menos profundamente y dejan un residuo mayor.

Balocchi (2001), señala que para obtener una máxima producción de materia seca por hectárea es mejor un pastoreo severo con baja altura de residuo, pero al mismo tiempo permitiendo un largo intervalo entre pastoreos, comparado con un pastoreo liviano dejando una mayor altura de residuo. En el Cuadro 2, se indican las intensidades de pastoreo recomendadas para el sur de Chile.

Cuadro 2. Intensidad de pastoreo rotativo durante el año.

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Altura de residuo (cm)	4 - 6	4 - 5	4 - 6	8 - 10
Residuo (kg MS ha ⁻¹)	1200-1400	1000-1200	1300-1400	1500-1600

Fuente: Balocchi y Ponce, 2001

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

2.6 Efectos de la frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño en la pradera.

2.6.1 Rendimiento de forraje. Tanto una utilización muy frecuente como una infrecuente disminuyen la tasa diaria de crecimiento, especialmente la primera, lo que se refleja tanto en las reservas de crecimiento, índice de área foliar, macolladura y persistencia de la pradera (Ruíz, 1996). Cosechar la pradera en estado muy avanzado de madurez puede también repercutir en una disminución del número de macollos, además se puede favorecer el desarrollo de enfermedades foliares (Brougham, 1956).

Brougham (1960), comparó durante un año completo pastoreos en una pradera compuesta por ballica perenne y trébol blanco, con altura de residuo de 7,5 a 2,5 cm (altura sin disturbar). Concluyó que un pastoreo frecuente e intenso durante el período de otoño, mejora la producción de materia seca. Por otro lado, este mismo autor en 1970, demostró que pastoreos severos en verano, además de reducir fuertemente las tasas de acumulación neta en el verano mismo y en el otoño siguiente, prolongan su efecto negativo durante los 7 a 8 meses posteriores. Basado en diversos estudios, él sugirió que la producción de la pradera puede optimizarse con residuos de 7,5 a 10 cm, y frecuencias de pastoreo de 4 a 5 semanas durante esta estación.

Más tarde Harris (1978), demostró que pastoreos frecuentes e intensos de manera continuada en otoño, 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 (residuos altos) 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 tasa de crecimiento (Bircham, 1983). A esto último, se debe agregar que la senescencia y el sombreamiento, se traducirán en una reducción en el inicio del macollaje, lo que afectará negativamente la persistencia y producción de materia seca (Korte, 1986).

Pastoreos laxos e infrecuentes aumentan las pérdidas por muerte y descomposición de hojas, reduciendo con ello la producción neta de forraje. Además de ser una estrategia altamente ineficiente, conduce a un rápido deterioro de la estructura de la pradera. Esta se caracteriza por un aumento de la cantidad de material senescente y proporción de tallos, asociado con una disminución de la proporción de hojas verdes y de la población de macollos y estolones (Parga, 2003).

Debido al bajo costo del forraje utilizado mediante pastoreo, la mayoría de los productores prolongan el período de pastoreo en otoño. Sin embargo, extender este período puede reducir el rendimiento de forraje en la primavera (Roche *et al.*, 1996), retrasando el inicio de pastoreo en este período (O'Donovan *et al.*, 2002).

Para facilitar el manejo en primavera, el cierre de pastoreo en otoño debiera ser variado entre potreros, a fin de que los potreros cerrados temprano estén disponibles para ser pastoreados antes en primavera (Mosimann *et al.*, 2005).

2.6.2 Consumo de forraje. Muslera y Ratera (1991), señalan que el consumo de forraje por animales en pastoreo, está en función de varios factores relacionados con el animal, la pradera y el manejo del rebaño. Las relaciones entre el animal y la planta a través del manejo pueden afectar grandemente la producción de la pradera y su utilización por el animal.

Numerosos estudios (Stakelum, 1996; Mayne *et al.*, 1997; Delagarde *et al.*, 2000) concuerdan que 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 su productividad. Balocchi y Anrique (1993), señala que a un cierto nivel de altura de la pradera el comportamiento animal disminuye, debido a un efecto indirecto de reducción en la calidad del forraje.

Delagarde *et al.* (2001), señalan que el consumo individual aumenta con la oferta de forraje 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. Stakelum (1996), indica que en la medida que se incrementa la altura de residuo, disminuye la eficiencia de utilización de la pradera y se deteriora la calidad del siguiente rebrote. Por otro lado, si el horizonte superior a pastoreo cae a 25 kg de MS/ha/cm el tamaño de bocado tiende a disminuir (Hodgson, 1984).

Rayburn (1992), señala que la frecuencia e intensidad del pastoreo afectan el consumo del animal por determinar la cantidad y calidad de la pastura disponible. Es importante tener en cuenta la “selectividad” del animal, definida por Hodgson (1979), como la remoción de algunos componentes de la pradera por sobre otros, cuando la probabilidad de pastoreo es modificado por variables dependientes del ambiente y de la estructura de la pradera. Bartholomew *et al.* (1981), señala que cuanto menor sea la intensidad de pastoreo, mayor será la capacidad de selección del forraje que tendrá el animal y, por consiguiente afectará de forma diferencial a las distintas especies prateras que lo componen.

2.6.3 Composición botánica. Chávez *et al.* (2000), señala que 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. Los animales también pueden alterar directamente la composición de la pastura a través del pisoteo. Las leguminosas son menos tolerantes al pisoteo que las gramíneas (Ruíz, 1996).

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 (Ruíz, 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 manejo de pastoreo infrecuente (Ruíz, 1996).

Baker y Leaver (1986), establecieron que el incremento de la presión de pastoreo disminuye el porcentaje de materia muerta en la pradera, tanto en primavera como en otoño, lo que indica una mayor calidad. Por su parte, Hernández-Garay *et al.* (2000), indicaron que la capacidad fotosintética y las pérdidas por senescencia de hojas disminuye a medida que aumenta la intensidad de defoliación.

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

Ruíz (1996), señala que el pasto ovilla es una especie que acumula carbohidratos en la base de sus macollos; en consecuencia, si se somete a pastoreos frecuentes e intensos, las sustancias de reserva desaparecerán, la capacidad de regeneración se verá limitada y la planta además de producir menos pueden morir. En un manejo de pastoreo infrecuente con residuos menos severos, el pasto ovilla se desenvuelve mejor.

Muslera y Ratera (1991), señalan que festuca repone rápidamente sus reservas después de una defoliación, lo que le permite un sistema de explotación bastante frecuente e intenso, pero no continuo; también señalan que pastoreos frecuentes en otoño debilitarán la pradera y su producción temprana en primavera.

Los aprovechamientos en ciertas épocas críticas, como es a fines de otoño, cuando se construyen las reservas a partir de las que va a rebrotar la planta en primavera, deben ser realizados con cuidado. La tendencia de festuca a mantenerse verde hace que sea fácil que rebrote continuamente hasta agotar sus reservas, lo que puede ocasionar la muerte de la planta. Pastoreos continuados en otoño debilitarán la pradera y su producción temprana en primavera (Muslera y Ratera, 1991).

Hargreaves *et al.* (2001), mencionan que el trébol blanco tiene una recuperación sumamente rápida después del pastoreo, permitiendo una gran eficiencia de aprovechamiento. Aunque es de lento establecimiento, su persistencia está asegurada por el proceso de formación y enraizamiento de estolones y además, incluso en praderas muy pastoreadas, una cierta proporción de las inflorescencias producen semillas.

Teuber (1995), señala que altas disponibilidades en una pradera mixta producen sombreado a los estolones del trébol blanco, proporcionándole un daño que muchas veces es muy difícil de revertir; por lo tanto, áreas no pastoreadas (o rechazadas) del potrero son focos de pérdida en la contribución y persistencia del trébol blanco en la mezcla con gramíneas en pastoreo continuo. En estudios realizados por Haynes (1980), obtuvo que las leguminosas requieren altas intensidades de luz para efectuar la fotosíntesis y no resisten condiciones de sombreado. Hargreaves *et al.* (2001), mencionan que el trébol blanco tiene una recuperación sumamente rápida después del pastoreo, permitiendo una gran eficiencia de aprovechamiento, en estudios realizados por el mismo autor, observaron ciertas tendencias a incrementar los puntos de crecimiento del trébol blanco, cuando la carga animal fue alta.

Hernández-Garay *et al.* (2000), señala que la capacidad fotosintética y las pérdidas por senescencia de hojas, disminuyen en la medida que aumenta la intensidad de defoliación. Sin embargo, el efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño se pierde en las estaciones de crecimiento de invierno y primavera siguientes.

2.6.4 Calidad nutritiva. La vegetación es una mezcla de muchos componentes incluyendo hojas, tallos, inflorescencias y semillas en varias etapas de madurez, tejido vivo o senescente y material muerto (Hacker y 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 otoño, paralelo al aumento en las precipitaciones, se produce una respuesta en el crecimiento de las praderas y pasturas, aumentando los contenidos de proteína y disminuyendo los de fibra. No obstante, la concentración energética no aumenta en forma paralela a la proteína, debido a la presencia de material muerto residual de verano y al menor contenido de carbohidratos (Lanuza, 1996).

La literatura reporta que praderas pastoreadas de forma infrecuente y con un residuo laxo poseen menores contenidos de proteína, comparado con un manejo de pastoreo frecuente e intenso (Fulkerson y Mitchell, 1987). Esto debido a que existe un mayor ingreso de especies residentes con pastoreos infrecuentes, lo que se traduce en una disminución del contenido de proteína (Andwanter *et al.*, 2005).

Ruíz (1996), señala que la calidad de las gramíneas cambia de acuerdo al estado de desarrollo, en la medida que aumenta el estado de desarrollo, disminuye la digestibilidad, proteína y energía de la materia seca; al mismo tiempo, aumenta el porcentaje de los componentes estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina). Los hidratos de carbono solubles, almidón y pectina disminuyen en tallos y permanecen relativamente constantes en las hojas (Muslera y Ratera, 1991).

El contenido de proteína cruda (PC) en la materia seca también puede disminuir con el aumento del intervalo entre pastoreos, particularmente en praderas no fertilizadas con Nitrógeno. Pero esto sólo parece tener implicaciones prácticas en los rebrotes de fines de primavera (presencia importante de tallos) o de verano, cuando el contenido de PC se torna limitante (Parga, 2003). Además, el contenido de proteína disminuye constantemente tanto en tallos como en hojas, pero más rápidamente en los primeros. Estos hechos explican la disminución de la digestibilidad de las plantas forrajeras con la madurez (Muslera y Ratera, 1991).

Los valores alimenticio y nutritivo de la pradera tienden a seguir una tendencia opuesta a la que sigue la producción de materia seca, o sea, disminuyen al pasar desde un estado tierno a otro maduro (Ruíz, 1996). Los contenidos de Energía Metabolizable (EM) y de Fibra Detergente Neutra (FDN), no cambian apreciablemente hasta el estado de tres hojas por macollo. Entonces, el momento óptimo para la utilización de la pradera en pastoreo en función del estado de las hojas, es antes de la cuarta hoja, luego del intervalo necesario para la expansión de 2 a 3 hojas por macollo, logrando de esta forma el mejor equilibrio entre rendimiento, persistencia y calidad de la pradera (Fulkerson y Donaghy, 2001). Es importante considerar que la relación hoja:tallo, cambia de acuerdo con el desarrollo fisiológico de la planta y mientras la digestibilidad del tallo decrece rápidamente con la madurez, la de las hojas permanece razonablemente constante (Muslera y Ratera, 1991).

Van Soest (1965), clasificó los efectos de la composición química del forraje sobre el consumo entre grupos: el componente químico del forraje promueve una relación positiva entre consumo voluntario y digestibilidad; por otro lado, promueve una relación negativa entre consumo voluntario y digestibilidad y, finalmente, afecta el consumo pero no afecta la digestibilidad. En el primer caso, se refiere a la relación existente entre composición química del follaje y limitación física del animal. En el segundo, la relación entre consumo y composición química del alimento y en el último caso, se refiere a productos o sustancias tóxicas o inhibidoras de los forrajes, que aparente o realmente no afectan la digestibilidad (Porte, 1990).

Demagnet *et al.* (2006), evaluaron la composición química del forraje seleccionado por ganado destinado a producción de carne en pastoreo rotativo, en diferentes épocas del año (Cuadro 3). Al analizar los datos obtenidos se observa una variación en la calidad nutritiva del forraje durante las distintas épocas de crecimiento. Esto concuerda con los obtenidos por Parga (2003), quien señala una máxima calidad nutritiva en primavera, que luego desciende en forma inevitable hacia el verano, debido a las condiciones climáticas y los residuos post-pastoreo dejados a fines de primavera. Finalmente, la calidad de los rebrotes mejora en otoño y se mantiene alta en invierno, época en que la disponibilidad de la pradera es la gran limitante.

Cuadro 3. Calidad de una pastura permanente consumida en pastoreo rotativo. Río Bueno, Región de Los Lagos. Temporada 2003/06.

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

Fuente: Demanet *et al.*, 2006.

2.6.5 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 disminuye la cobertura del suelo, la cual protege el suelo de las fuerzas erosivas del agua y la lluvia, producto de una mayor humedad presente en el invierno, ocurre un mayor daño físico en la cubierta vegetal por pisoteo de los animales (Menneer *et al.*, 2005).

En un estudio reciente llevado a cabo por Teuber *et al.* (2005), quienes al evaluar la cobertura en una pradera permanente utilizada con bovinos en pastoreo rotativo en franjas con cambio diario, cada tres y cada cinco días, obtuvieron la mayor proporción de suelo descubierto con pastoreos de mayor intensidad en el período invernal, esto debido a que los tres manejos de pastoreo produjeron daños físicos al sustrato pratense, provocados por el pisoteo en el período invernal, sin embargo, la cubierta vegetal se recuperó casi completamente al final de la siguiente estación y fue superior en el cambio diario.

2.6.6 Macollos y estolones.

2.6.6.1 Crecimiento vegetativo. La persistencia se define como la capacidad de una especie de permanecer como el componente dominante en la pastura en un determinado número de años (Bernier y Teuber, 1981). La tasa de aparición, crecimiento y muerte de macollos determina la

producción y persistencia de la pradera, por ser el macollo la unidad básica de producción de hojas y tallos (Korte, 1986).

La renovación constante de hojas, macollos (gramíneas) y estolones (trébol blanco) que las producen, asegura la persistencia de la pradera en el tiempo. Durante la fase de crecimiento vegetativo de las gramíneas, existe una relación inversa entre el número de macollos y su tamaño (Ruíz, 1996). Dentro de ciertos límites, esta relación de compensación permite a la pradera adaptarse a diferentes manejos de pastoreo y entregar producciones netas de forraje similares (Parga, 2003).

Respecto al manejo del pastoreo Parga (2003), señala que praderas manejadas más cortas (mayor intensidad de pastoreo) reducen el tamaño y peso de los macollos, pero éstos se vuelven más numerosos, aumentando la densidad poblacional. En este mismo sentido Teuber (1995), evaluó la persistencia de una pradera en Osorno pastoreada en forma rotativa con vacas lecheras, donde el número de macollos bordeó los 3.900 macollos m^{-2} , esta persistencia se redujo a la mitad en las áreas con pasto más alto.

Teuber (1995), demostró que los puntos de crecimiento en trébol blanco son notablemente menores en áreas rechazadas por las vacas, respecto de aquellas áreas más bajas pastoreadas frecuentemente. 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.

Los efectos del pastoreo en la producción de estolones en trébol blanco dependen de la frecuencia e intensidad de utilización. Pastoreos intensos estimulan la producción de estolones secundarios; pastoreos livianos producen pocos estolones secundarios, pero los primarios son de gran tamaño, por consiguiente, en una pradera mixta dominada por ballica perenne y trébol blanco es posible encontrar diferentes niveles de ramificaciones en respuesta a distintos grados de defoliación (Romero, 1996).

Los factores que influyen en la producción de macollos son temperatura, luz, época del año y déficit de humedad (Ruíz, 1996). La formación de nuevos macollos es más rápida durante otoño, invierno y primavera (Romero, 1996).

Dentro de las gramíneas, ballica y festuca son las especies que presentan una mayor capacidad de producción de macollos comparado con otras especies de esta misma familia, como las ballicas anuales y pasto ovilla, que producen una menor cantidad (Romero, 1996).

2.6.6.2 Crecimiento reproductivo. L'Huillier (1987), ha señalado que el aumento de la intensidad o 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 verano y otoño siguientes.

La realización de pastoreos laxos (residuo alto), conducirán a un aumento de la proporción y del tamaño de los tallos reproductivos, deteriorando fuertemente el valor nutritivo de la pradera, dificultando además su consumo (Parga, 2003).

2.7 Criterios para el control del pastoreo.

2.7.1 Altura de la pradera. Se utiliza para controlar de un modo eficiente y sencillo el sistema de pastoreo. Es así que 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 y Leaver, 1986).

El dejar un mayor o menor residuo de pastoreo influye en el rendimiento de materia seca, debido a que afecta la cantidad de reservas basales que son utilizadas por las plantas para reiniciar un próximo crecimiento después de ser defoliada, también en la cantidad de hojas

residuales que pudieran continuar realizando fotosíntesis una vez efectuado el pastoreo (Parga, 2003).

Reeve *et al.* (1986), revelaron que el consumo aumenta en forma decreciente con el incremento de la altura, hasta un altura máxima cercana a los 10 cm en pastoreo rotativo y a los 8 a 10 cm en pastoreo continuo. Paralelamente aumenta también la proporción de forraje rechazado, disminuyendo la eficiencia de utilización de la pradera, así como el vigor y calidad de los rebrotes subsiguientes. Baker y Leaver (1986), señalan que se logra un buen equilibrio con alturas de 7 a 8 cm y restricciones de consumo del orden del 95% del consumo máximo.

Laca *et al.* (1992), indican que la frecuencia de bocados y especialmente el tiempo de pastoreo, ejercerían un efecto compensatorio en la medida que disminuye la altura de la pradera, pero éste sería insuficiente para mantener estable el consumo en alturas inferiores a 7,5 cm.

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

Además, la penetración del hocico en el perfil de la pradera y, entonces la profundidad y tamaño de los bocados, se ven desfavorecidos por la presencia de pseudo-tallos en los horizontes inferiores, pero particularmente obstruidos con la presencia de material muerto y tallos reproductivos, los que constituyen verdaderas barreras a la defoliación (Dougherty *et al.*, 1992).

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

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

La disponibilidad de forraje se mide por métodos directos e indirectos. En los métodos directos se mide la fitomasa presente antes del pastoreo, estimada por medio de un muestreo de la pradera (Muslera y Ratera, 1991). En el método indirecto no hay una intervención al material vegetal, donde se encuentra la medición de la altura comprimida medida con el plato medidor de forraje (Rising Plate Meter), donde se ejerce una presión sobre la cubierta vegetal, que permite establecer relaciones entre la altura comprimida y la fitomasa presente, previa calibración del plato (Earle y McGowan, 1979); como también el bastón graduado (Pasture Probe).

Al respecto Parga (2003), menciona que la equivalencia entre ambos sistemas es muy variable en función de la estructura de la cubierta. En forma muy aproximada, las alturas de residuo medidas con bastón graduado tienden a ser 1 a 1,5 cm más altas que aquellas estimadas con el plato de medidor de forraje, pero las diferencias tienden a disminuir con residuos bajos y a aumentar con residuos altos.

2.7.3 Carga animal. Expresado como el número de vacas ha^{-1} , este es el factor más simple que define la disponibilidad de forraje por animal y, sin duda, es la primera decisión de manejo que debe tomar el productor en función de sus recursos alimenticios. Dado que condiciona la demanda de materia seca por hectárea, la carga animal influye poderosamente sobre la eficiencia de cosecha de la pradera (Ruíz, 1996).

Dado que la carga animal afecta el consumo de forraje y el nivel de producción de los animales, tiene una poderosa influencia sobre el grado de utilización de la pradera (Holmes *et al*, 1992). A pesar que hace ya casi 50 años que fue sindicada por Mc Meekan (1956), como el

principal factor de manejo que determina la producción animal en pastoreo, su importancia continúa siendo hoy plenamente reconocida (Reeve *et al.*, 1986; Parga, 2003).

Muslera y Ratera (1991), señalan que con cargas bajas la acumulación de forraje disminuye, por las dosis relativamente altas de descomposición del forraje existente. Con cargas altas, si el intervalo entre aprovechamientos es corto, se produce una reducción del crecimiento. Hargreaves *et al.* (2001), menciona que una alta carga animal en verano, limita la producción de forraje en el otoño siguiente, como consecuencia del sobrepastoreo.

Parga (2003), señala que el aumento de la carga por hectárea reduce la cantidad de forraje disponible por animal, afectando su rendimiento individual, pero es generalmente más que compensado por un incremento de la producción por unidad de superficie, debido a la mayor densidad de ganado. Reeve *et al.* (1986), mostró que un aumento de la carga animal en 1 vaca ha^{-1} produjo una reducción promedio de la producción individual de leche de 10%, pero aumentó la producción de leche ha^{-1} en más de 20%.

En Osorno Hargreaves *et al.* (2001), compararon 3 cargas animales durante primavera (3,3 ; 4,5 y 5,5 vacas ha^{-1}), suplementadas todas por igual con 3 kg de concentrado por vaca. Ellos observaron que el incremento de carga entre 3,3 y 4,5 vacas ha^{-1} no afectó el consumo de pradera (13,7 versus 14,2 kg MS) ni el rendimiento individual (24,2 versus 24,3 litros día^{-1}), pero incrementó en cerca de 35% la producción de leche ha^{-1} . Con 5,5 vacas ha^{-1} la producción ha^{-1} creció un 9% extra, pero la producción individual declinó en 12%.

Teuber (1995), señala que 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 subpastoreadas en el potrero. Esto es principalmente válido durante la primavera y verano-otoño, sin embargo, en parte puede evitarse mediante un adecuado control de la carga animal.

Una carga animal inadecuada, podría ser el origen de una baja eficiencia de utilización del recurso forrajero, en circunstancias de que el ajuste de la carga, asegura una mejor eficiencia de utilización del forraje y menores pérdidas por senescencia en condiciones de pastoreo continuo (Backer y Leaver, 1986) y de pastoreo rotativo (Michel y Fulkerson, 1987), pudiendo además beneficiar el desarrollo de trébol blanco y, por consecuencia, la calidad nutritiva de la pradera.

La carga animal y presión de pastoreo constituyen los factores más importantes en la explotación a causa de su influencia sobre la producción de materia seca, cambios en la composición botánica y ganancia de peso del ganado (Parga, 2003). A pesar de que la regulación de la carga animal constituye una herramienta práctica para la planificación y regulación del pastoreo en el mediano y largo plazo, su rigidez no permite el ajuste cotidiano, necesario para un óptimo manejo del pastoreo (Balocchi, 2001).

2.7.4 Número de hojas. El momento óptimo de utilización puede definirse también en función del estado de rebrote de las plantas, determinado por el número de hojas vivas expandidas por macollo (Figura 2). Este parámetro informa sobre el nivel de reservas de la planta para sustentar el rebrote, sobre el grado de senescencia de las hojas basales y sobre el valor nutritivo del forraje (Fulkerson y Slack, 1994; 1995).

Luego de un pastoreo intenso, el rebrote de la pradera se realiza a expensas de los carbohidratos de reserva y sólo cuando alrededor de 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 del rebrote 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).

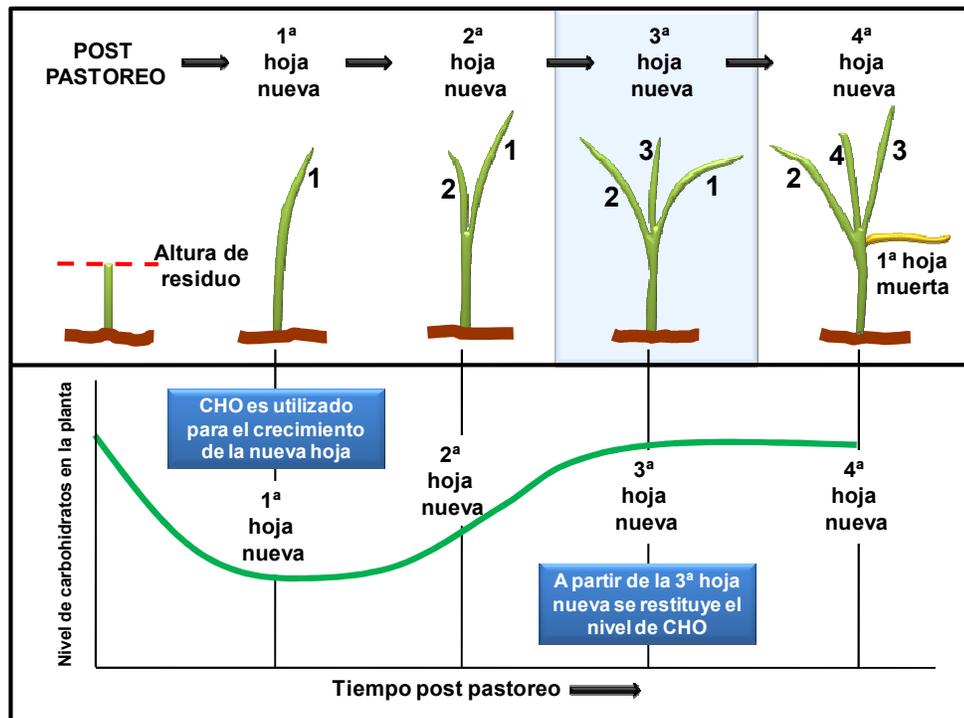


Figura 2. Curva de crecimiento de una pastura de Ballica perenne post-pastoreo relacionando la acumulación de carbohidratos y el número de hojas expandidas. Adaptado de Fulkerson y Donaghy, 2001.

Dado que en la ballica perenne, la primera hoja comienza a morir cuando emerge la cuarta hoja, cada macollo tiende a mantener sólo tres hojas vivas durante su desarrollo. Según Fulkerson y Donaghy (2001), el techo de producción en ballica 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.

Cuando emerge la cuarta hoja en ballica perenne, decrece la calidad de la pradera y el material senescente ya ha sido desaprovechado. Los contenidos de Energía Metabolizable (EM) y de Fibra (FDN) no cambian apreciablemente hasta el estado de 3 hojas por macollo. Entonces, el momento óptimo para la utilización de la pradera en pastoreo es antes de la cuarta hoja, luego del intervalo necesario para la expansión de 2 a 3 hojas por macollo, logrando de esta forma el mejor equilibrio entre rendimiento, persistencia y calidad de la pradera (Fulkerson y Donaghy, 2001).

2.8 Tipo de pastoreo.

Ruíz (1996), indica que hablar de métodos o sistemas de pastoreo implica hacer referencia a dos aspectos: el grado de apotreramiento o subdivisión de una superficie dada y el uso de diferentes especies de animales que pastorean juntos o en secuencia. El mayor o menor número en que pastorea un lote de ganado da origen a los términos pastoreo continuo, alternado, rotativo, corriente 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, ya que se tiene dos divisiones, moviéndose los animales de uno a otro lugar cada cierto tiempo.

El pastoreo rotativo es un sistema en el cual el potrero se divide en un número variable de factores (de tres a diez), en cada uno de los cuales el ganado pastorea dos o más días (según el largo del rezago deseable). Cuando los animales pastorean la última división, retornan a la que fue usada en primer lugar (Ruíz, 1996). Este sistema tiene la ventaja de facilitar un buen aprovechamiento de la pradera sin que haya excesiva cantidad de rechazos y una distribución regular de bostas. Permite al mismo tiempo realizar operaciones culturales como fertilización y riegos, entre los períodos de pastoreo (Muslera y Ratera, 1991).

Finalmente, el pastoreo en franjas es un pastoreo rotativo llevado a un mayor grado. En éste, el ganado dispone de una o más franjas por día y tratándose de franjas diarias el número de subdivisiones dependerá del rezago que se desea para cada época (Ruíz, 1996).

Las diferencias entre pastoreo rotacional y pastoreo en franjas en cuanto a producción lechera, son mínimas según los resultados de ensayos de McMeekan y Walshe (1963). Sin embargo, la evolución de la producción diaria en cada parcela varía según el método de pastoreo. Según los mismos autores, dicha producción lechera disminuye más rápidamente en pastoreo rotacional que en pastoreo en franjas. Sin embargo, en pastoreo rotacional los animales tienen una producción superior al comenzar el aprovechamiento de la parcela.

El pastoreo rotativo mejora la condición de la pradera; las plantas ganan en vigor y producen más semillas, las especies palatables son protegidas y como resultado hay mayor producción vegetal (Porte, 1990). La mejor condición del forraje supone como resultado un aumento de la producción animal, ya sea a través de un mayor número de animales por unidad de superficie, o bien, aumento de ganancia por animal (Ruíz, 1996).

Muslera y Ratera (1991), señalan que la elección de la técnica de pastoreo depende en primer lugar del nivel de carga. En sistemas de carga baja, el pastoreo rotacional, en franjas o semi-continuo no permitiría obtener un nivel de producción alto, se han obtenido resultados de producción lechera equivalentes a los sistemas de pastoreo continuo. Pero con cargas ganaderas más elevadas, el pastoreo continuo o semi-continuo no permite obtener una producción de leche elevada respecto al pastoreo rotacional, esto coincide con estudios llevados a cabo en Nueva Zelanda por Hay *et al.* (1980), en sistemas de producción de carne intensivos.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del ensayo.

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

3.2 Características edafológicas.

El ensayo 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 medias, de color pardo muy oscuro en la superficie y de texturas finas a muy finas en profundidad. El drenaje es pobre a moderado (Mella y Kühne, 1983). La composición química del suelo donde se realizó el ensayo se presenta en el Cuadro 4.

3.3 Clima.

El clima predominante es mediterráneo frío, con temperatura media anual de 12° C, 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 corresponde a los meses de 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 las cuales se realizó el ensayo, se describen en el Cuadro 5 y el comportamiento de las temperaturas en el Cuadro 6.

Cuadro 4. Composición química del suelo en el sitio del ensayo. Estación Experimental Maquehue. Laboratorio de Análisis Químico de Suelo, Instituto de Agroindustria. Universidad de La Frontera, Temuco. Abril, 2005.

Componente	Unidad	Contenido
Nitrógeno	(mg/kg)	33
Fósforo	(mg/kg)	14
Potasio	(mg/kg)	149
pH (H ₂ O)	-	5,74
Materia Orgánica	%	11
Potasio	(cmol ⁺ /kg)	0.38
Sodio	(cmol ⁺ /kg)	0,10
Calcio	(cmol ⁺ /kg)	7.79
Magnesio	(cmol ⁺ /kg)	1.90
Aluminio	(cmol ⁺ /kg)	0,30
Suma de Bases	(cmol ⁺ /kg)	10.17
CICE	(cmol ⁺ /kg)	10.47
Saturación de Aluminio	%	2.87
Boro	(mg/kg)	0,56
Zinc	(mg/kg)	0.40
S	(mg/kg)	4

Laboratorio de Análisis Químico de Suelo, Instituto de Agroindustria. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005

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.

Cuadro 5. Informe pluviométrico (mm). Estación Experimental Maquehue. 2005/06.

Período	Abril 2005 – Marzo 2006	1981-2006	Diferencia
	(mm)	(mm)	(%)
Abril	35,6	78,8	-55
Mayo	310,1	160,3	48
Junio	239,7	176,3	26
Julio	126,4	187,9	-33
Agosto	160,9	143,2	11
Septiembre	71,3	96,2	-26
Octubre	39,3	68,0	-42
Noviembre	133,6	54,7	59
Diciembre	41,5	51,0	-19
Enero	49,2	41,7	15
Febrero	28,6	32,6	-12
Marzo	50,2	44,2	12
TOTAL	1.286	1.135	12

* Pluviométrica mensual promedio desde el período 1981 a 2006.

Temporada 2005-2006. Universidad Católica de Temuco. Facultad de Ciencias. Departamento de Ciencias Matemáticas y Físicas. Estación Meteorológica. Lat. 38°44' Long. 72°36' Alt.110 m.s.n.m.

Cuadro 6. Valores mensuales de temperatura. Estación Experimental Maquehue. 2005/06.

Mes	Máxima	Mínima	Media	T° media 1981-2004	Desviación
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	7,7	0,5
Agosto	16,7	-0,7	8,5	8,7	-0,2
Septiembre	21,8	0,8	10,7	10,3	0,4
Octubre	22,7	4,6	13,1	12,2	0,9
Noviembre	24,9	5,4	15,2	14,2	1,0
Diciembre	29,6	7,2	17,7	16,3	1,4
Enero	31,1	9,6	19,4	17,3	2,1
Febrero	35,1	9,7	19,6	17,3	2,3
Marzo	23,2	4,1	14,4	15,5	-1,1

*Temperatura mensual promedio desde el período 1981 a 2004.

Temporada 2005-2006. Universidad Católica de Temuco. Facultad de Ciencias. Departamento de Ciencias Matemáticas y Físicas. Estación Meteorológica. Lat. 38°44' Long. 72°36' Alt.110 m.s.n.m.

3.6 Fertilización.

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

- 8 de Mayo 2004 : 100 u P_2O_5 ha⁻¹ y 40 u $CaCO_3$ ha⁻¹; en la forma de Superfosfato Triple.

3.6.2 Fertilización postsiembra. La fertilización postsiembra se aplicó al voleo en forma parcializada y consistió en:

- 23 Septiembre 2004 : 46 u N ha⁻¹, en la forma de Urea.
- 6 Diciembre 2004 : 46 u N ha⁻¹, en la forma de Urea.
- 4 Mayo 2005 : 60 u P_2O_5 ha⁻¹, 24 u $CaCO_3$ ha⁻¹, 37 u K_2O ha⁻¹, 44 u S ha⁻¹, 21 u MgO ha⁻¹ y 46 u N ha⁻¹; en la forma de Superfosfato Triple, Sulpomag y Urea.
- 15 Octubre 2005 : 18 u K_2O ha⁻¹, 22 u S ha⁻¹, 11 u MgO y 46 u N ha⁻¹, en la forma de Sulpomag y Urea.
- 15 Noviembre 2005 : 18 u K_2O ha⁻¹, 22 u S ha⁻¹, 11 u MgO y 46 u N ha⁻¹, en la forma de Sulpomag y Urea.

3.7 Control de especies residentes.

El control químico post-emergente de las especies residentes se realizó el 15 de Mayo de 2004 y comprendió 48.75 g i.a. de Flumetsulam + 500 g i.a. de 2,4 DB Ester Butírico ha⁻¹ en 200 L de agua, en todos los tratamientos.

3.8 Tratamientos.

Se evaluaron cuatro diferentes pastoreos, correspondientes a la combinación de dos niveles de disponibilidad de forraje para entrada y dos niveles de residuo de pastoreo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Tratamientos para la época de otoño. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005.

Tratamientos	Pastoreo	Fitomasa pre-pastoreo (kg MS ha⁻¹)	Fitomasa post-pastoreo (kg MS ha⁻¹)
FI	Frecuente intenso	2.000	1.200
FL	Frecuente laxo	2.000	1.600
II	Infrecuente intenso	2.400	1.200
IL	Infrecuente laxo	2.400	1.600

En las estaciones de invierno (21 junio – 21 septiembre), primavera (21 septiembre – 21 diciembre) y verano (21 diciembre – 21 marzo), todas las parcelas fueron pastoreadas en forma homogénea considerando en promedio un ingreso de 1.485 kg MS ha⁻¹ y un residuo de 1.150 kg MS ha⁻¹ en invierno, en primavera 2.971 kg MS ha⁻¹ de ingreso y un residuo de 1.400 kg MS ha⁻¹ y en verano 3.849 kg MS ha⁻¹ y 1.300 kg MS ha⁻¹ de ingreso y residuo, respectivamente.

3.9 Período Experimental.

La fase experimental se inició el 26 de abril de 2005 y finalizó el 1 de marzo de 2006. Para realizar los pastoreos se utilizaron 42 vaquillas Holstein Friesian ,con un peso promedio de 500 kg, que fueron distribuidas en grupos de cuatro vaquillas por parcela, de acuerdo a la disponibilidad de materia seca de cada tratamiento, otorgando al ganado una oferta de forraje acorde a los requerimientos de los animales. Durante el periodo de pastoreo se mantuvo acceso permanente de agua de bebida a los animales.

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

3.10 Diseño experimental.

Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques divididos 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.

3.11 Evaluaciones.

3.11.1 Análisis químico de suelo. Previo al inicio del período de otoño, se realizó un análisis completo de fertilidad del suelo. Estos valores se utilizaron para caracterizar el sitio y manejar los niveles de fertilización a utilizar en el ensayo.

3.11.2 Fitomasa aparente. Para determinar las disponibilidades de materia seca pre y post-pastoreo, se utilizó el método indirecto del plato (Rising Plate Meter), previa calibración (Figura 3).

El Rising Plate Meter mide la altura de la vegetación en unidades de 0,5 cm y, mediante la utilización de una ecuación de regresión de las mediciones de altura comprimida y materia seca total, fue posible estimar la cantidad de forraje presente en kg MS ha^{-1} . Se realizaron 50 mediciones por parcela con el instrumento, luego se procedió a cortar la fitomasa total que estaba contenida bajo el área del plato.

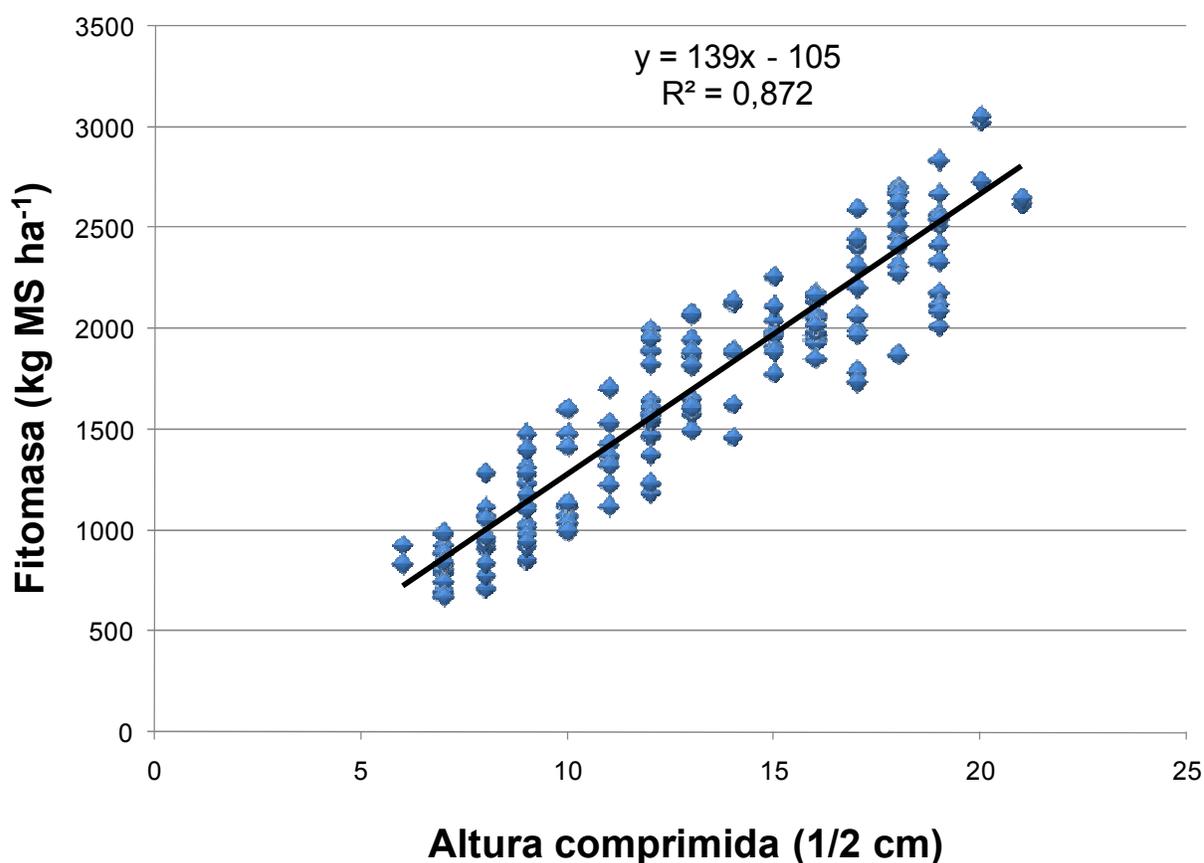


Figura 3. Curva de calibración obtenida para la estación de otoño. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005.

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, a partir 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 fitomasas de entrada y salida de pastoreo, se estimaron de acuerdo a ecuaciones obtenidas en base a la relación entre la altura comprimida y la disponibilidad de materia seca, generando la ecuación de calibración para la estación de otoño, donde “y” corresponde a los kg de MS ha⁻¹ y “x” a la altura comprimida (en unidades de 0,5 cm), medida con el plato (Figura 3).

3.11.3 Fitomasa real. Previo y posterior a cada pastoreo se determinó la disponibilidad de forraje medida a ras de suelo dentro de un aro de 0,11 m². Para ello se realizaron cinco cortes al azar en cada parcela, con una esquiladora portátil, para posteriormente pesar las muestras y llevarlas a un equivalente en kg de MS ha⁻¹.

3.11.4 Composición botánica. Se determinó a partir de las 5 muestras colectadas previo al pastoreo, las que fueron separadas manualmente y posteriormente secadas en horno, para expresar su contribución individual en base a peso seco.

3.11.5 Consumo aparente. Se determinó a partir de la diferencia entre el forraje pre-pastoreo (disponibilidad) y el forraje post-pastoreo (residuo), dejado por los animales. Se expresa en kg MS ha⁻¹.

3.11.6 Tiempo de pastoreo. En cada pastoreo se registró el tiempo de pastoreo para alcanzar el objetivo de residuo planteado.

3.11.7 Cobertura. Se utilizó la metodología del Point Quadrat, determinando el grado de cobertura de vegetación en cada parcela, previo a cada pastoreo. La metodología del Point Quadrat o doble metro, consiste en disponer una regla de 50 cm de longitud cruzada sobre las hileras, a lo largo de ésta se realizan observaciones cada 4 cm, obteniendo finalmente 25 observaciones. Las observaciones se realizaron haciendo descender verticalmente una aguja metálica en los puntos indicados, determinando el número de veces que la aguja toca el suelo o alguna especie. El porcentaje de cobertura se determina a partir de la diferencia existente con el porcentaje de suelo desnudo, respecto del número total de puntos. Este procedimiento se realizó cinco veces en cada parcela, al inicio y término del período de otoño, en la disponibilidad pre-pastoreo.

3.11.8 Densidad de macollos. Al inicio y final de la época de otoño se contó el número de macollos. Para ello se hicieron mediciones al azar en varias hileras representativas de cada una de las unidades experimentales, en una superficie equivalente a 1.5 m² y se contabilizaron en ésta, el número de macollos de las diferentes gramíneas componentes de la pastura permanente, como también macollos muertos.

3.11.9 Análisis bromatológico. Los valores de composición química del forraje se obtuvieron a partir de las submuestras que determinaron el contenido de materia seca, las cuales fueron molidas con un molino marca Wiley, provisto con un tamiz de 1,5 mm. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta del Instituto de Agroindustria de la Universidad de La Frontera, para la determinación de Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Ácida (FDA), Fibra Detergente Neutra (FDN) y Energía Metabolizable (EM).

3.11.9.1 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 obtuvo el porcentaje de proteína cruda (Hiriart, 1994).

3.11.9.2 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.

3.11.9.3 Energía Metabolizable. Para calcular la energía metabolizable se aplicó una ecuación de regresión lineal usando el valor de la Fibra Detergente Ácida.

3.11.10 Contenido de materia seca. Cada muestra se pesó en verde, luego se separó una submuestra representativa por cada repetición, la que fue ingresada a un horno de ventilación forzada por 48 horas a 65 °C. El contenido de materia seca, se calculó por diferencia de peso.

3.12 Análisis Estadístico.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente a través de Análisis de Varianza, y los resultados que presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) fueron comparados mediante la Prueba de comparación Múltiple de Tukey, a un nivel de significancia de 5%.

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Primer pastoreo de otoño.

Cuadro 8. Disponibilidad y residuo (kg MS ha⁻¹) del primer pastoreo de otoño en una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005.

	Trat	Fecha	Altura Comprimida (0,5 cm)	Fitomasa estimada* (kg MS ha ⁻¹)	Fitomasa real (kg MS ha ⁻¹)
Disponibilidad	FI	26-abr	16,1	2.126	2.222
	FL	28-abr	16,4	2.168	2.207
	II	28-abr	17,2	2.279	2.450
	IL	26-abr	18,0	2.389	2.530
Residuo	FI	26-abr	8,9	1.228	1.275
	FL	28-abr	9,2	1.670	1.521
	II	28-abr	8,2	1.231	1.201
	IL	26-abr	11,1	1.633	1.671

FI : Frecuente Intenso; FL : Frecuente Laxo; II : Infrecuente Intenso; IL : Infrecuente Laxo

* Según ecuación $y=139x-105$; $R^2: 0,87$

Al comparar la fitomasa estimada, obtenida a partir de la altura comprimida, con la fitomasa real obtenida a través del método de corte; presentó un bajo margen de error promedio, tanto para la medición de fitomasa pre y post-pastoreo, de 5 y 3%, respectivamente.

4.1.1 Rendimiento acumulado de materia seca. La producción de materia seca obtenida en el primer pastoreo no presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Cuadro 9).

Cuadro 9. Producción de materia seca (kg MS ha⁻¹) del primer pastoreo de otoño en una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005/06.

Trat	Residuo anterior (kg MS ha⁻¹)	Fitomasa pre-pastoreo (kg MS ha⁻¹)	Rendimiento (kg MS ha⁻¹)
FI	1.480	2.222	742 a
FL	1.531	2.207	676 a
II	1.650	2.450	800 a
IL	1.571	2.530	959 a
Promedio			794

Cifras con diferentes letras en columna, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). El coeficiente de variación correspondió a 9,5%.

4.1.2 Consumo aparente y tiempo de pastoreo. Como se observa en el Cuadro 10, consecuente con una disponibilidad alta y un residuo bajo, el consumo aparente del pastoreo II fue significativamente superior, con 1.449 kg MS ha⁻¹. Por el contrario, el pastoreo FL fue significativamente inferior a los demás tratamientos. Con residuo bajo se obtuvo un 33% más de consumo aparente que con residuo alto y con disponibilidad alta 23% más de consumo que con disponibilidad baja. Con el pastoreo II se obtuvo un 60% más de consumo aparente, respecto del pastoreo FL.

Cuadro 10. Consumo aparente (kg MS ha⁻¹) y tiempo de pastoreo (hr) del primer pastoreo de otoño. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005/06.

Tratamiento	Consumo aparente (kg MS ha⁻¹)	Tiempo (hr)
FI	1.147 b	2:39
FL	886 c	2:07
II	1.449 a	3:35
IL	1.059 b	2:34

Cifras con diferentes letras en columna, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). El coeficiente de variación correspondió a 7,4%.

Al comparar el tiempo de pastoreo de los tratamientos el mayor tiempo se obtuvo con el pastoreo I I, que se explica porque en este manejo de pastoreo, con una entrada más alta y un residuo más bajo, el animal debe consumir más kg de materia seca; luego, al ser el residuo más bajo, por cada bocado el animal extrae menos gramos de materia seca, por lo que debe dar más bocados para llegar a los niveles de residuo predeterminados. Por otro lado, el consumo aparente y tiempo del pastoreo FL fue significativamente inferior a los demás tratamientos, lo que se ajusta a una menor asignación de forraje para el ganado.

4.1.3 Composición Botánica. En el Cuadro 11, se presenta el porcentaje de aporte de cada especie a la pastura, para todos los tratamientos en el primer pastoreo.

Cuadro 11. Composición Botánica (% bps) del primer pastoreo de otoño en una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005/06.

Trat	Ballica (%)	Festuca (%)	P. Ovillo (%)	T. Blanco (%)	Otras (%)	MM (%)
FI	40,7 b	1,7 ab	27,1 a	0,3 a	0,0	30,2 a
FL	36,1 c	1,1 ab	31,2 a	1,1 a	0,9	28,5 a
II	62,2 a	0,1 b	19,7 b	0,5 a	0,0	17,5 b
IL	35,1 c	2,1 a	29,7 a	0,3 a	0,0	32,8 a
Promedio	43,5	1,3	26,9	0,8	0,3	27,3

MM : Material muerto

Cifras con diferentes letras en columnas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 4,0%; 12,6%; 14,0%; 18,5%; 13,7% para Ballica, Festuca, Pasto ovillo, Trébol blanco y Material muerto respectivamente.

En relación a la contribución de las especies residentes (Otras) a la producción total de la pastura, se puede apreciar el bajo aporte de éstas, inferior al 1%. Lo que representa una buena capacidad de ballica y pasto ovillo para competir con las especies residentes.

Ballica perenne y pasto ovillo representan alrededor del 70% de la producción total de la pastura, y el porcentaje de material muerto alcanza un 27% promedio del ensayo.

Trébol blanco y festuca, presentan un bajo aporte inicial en todos los tratamientos, alcanzando alrededor del 1% como promedio del ensayo, esto como consecuencia de la fuerte competencia del resto de las gramíneas y a su lento establecimiento.

4.1.4 Análisis químico. En el Cuadro 12, se presenta la composición química del forraje, para todos los tratamientos en el primer pastoreo de otoño.

Cuadro 12. Análisis químico del forraje del primer pastoreo de otoño en una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005/06.

Tratamiento	PC (%)	EM (Mcal kg⁻¹)	FDN (%)	FDN (%)
FI	17,9 a	2,39 a	53,3 a	30,6 a
FL	17,5 a	2,34 a	54,5 a	27,2 a
I I	14,6 a	2,37 a	53,7 a	27,3 a
IL	17,9 a	2,46 a	46,2 a	28,3 a
Promedio	16,9	2,39	51,9	28,3

PC: Proteína Cruda; EM: Energía Metabolizable; FDN: Fibra Detergente Neutra; MS: Materia Seca

Cifras con diferentes letras en columnas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 12,8%; 4,3%; 7,8%; 15,2% para Proteína Cruda, Energía Metabolizable, Fibra Detergente Neutra y Materia Seca respectivamente.

Como se observa en el Cuadro 12, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) para los parámetros de calidad evaluados, en ninguno de los tratamientos.

4.2 Segundo pastoreo de otoño.

Luego de un período de 57 días, el 26 de junio de 2005, todo el ensayo fue pastoreado independiente de las fitomasas de entrada dejando las parcelas con los residuos respectivos. En el caso de los tratamientos infrecuentes, no se alcanzó la disponibilidad establecida para el tratamiento I I; sin embargo, se conservó la fitomasa post-pastoreo, para determinar el efecto residual de todos los tratamientos (Cuadro 13).

Cuadro 13. Disponibilidad y residuo (kg MS ha⁻¹) del segundo pastoreo de otoño en una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005.

	Trat	Fecha	Altura Comprimida (0,5 cm)	Fitomasa estimada* (kg MS ha ⁻¹)	Fitomasa real (kg MS ha ⁻¹)
Disponibilidad	FI	26-jun	16,2	2.147	2.028
	FL	26-jun	17,0	2.258	2.058
	I I	26-jun	15,3	2.022	1.982
	IL	26-jun	18,1	2.411	2.364
Residuo	FI	26-jun	8,6	1.287	1.256
	FL	28-jun	10,4	1.536	1.659
	I I	26-jun	8,1	1.217	1.231
	IL	26-jun	10,4	1.536	1.623

* Según ecuación $y=139x-105$; $R^2: 0,87$

Al comparar la fitomasa estimada obtenida a partir de la altura comprimida, con la fitomasa real obtenida a través del método de corte, el plato medidor de forraje sobreestimó en 17% la fitomasa pre-pastoreo; en el caso del residuo, presentó un margen de error promedio de 4%.

4.2.1 Rendimiento acumulado de materia seca.

Cuadro 14. Producción de materia seca (kg MS ha⁻¹) del segundo pastoreo de otoño en una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005/06.

Trat	Residuo anterior (kg MS ha⁻¹)	Fitomasa pre-pastoreo (kg MS ha⁻¹)	Rendimiento (kg MS ha⁻¹)
FI	1.275	2.028	753 a
FL	1.521	2.158	637 a
II	1.201	1.982	781 a
IL	1.671	2.364	693 a
Promedio			716

Cifras con diferentes letras en columna, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). El coeficiente de variación correspondió a 15,1%.

A pesar de que en promedio los pastoreos laxos presentaron la menor producción de materia seca, no existieron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos.

4.2.2 Consumo aparente y tiempo de pastoreo.

Cuadro 15. Consumo aparente (kg MS ha⁻¹) y tiempo de pastoreo (hr) del segundo pastoreo de otoño. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005/06.

Tratamiento	Consumo aparente (kg MS ha⁻¹)	Tiempo (hr)
FI	872 a	1:38
FL	500 c	1:15
II	751 b	1:32
IL	742 b	1:33

Cifras con diferentes letras en columna, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). El coeficiente de variación correspondió a 8,2%.

El pastoreo FL, con disponibilidad baja y residuo alto, registró el menor consumo aparente y tiempo de pastoreo, debido a que en este tratamiento se tenía que acumular una menor cantidad de materia seca comparado con los demás tratamientos. Por lo tanto, es menor la asignación de forraje para el ganado en pastoreo.

Mayne *et al.* (1997), establecieron que el consumo por bocado del animal está influenciado por la altura de la pradera y, a una altura similar, por la densidad de la pradera. El menor consumo para los dos pastoreos de otoño registrado con el tratamiento FL, con una diferencia de 63%, respecto del pastoreo infrecuente intenso, se atribuye a la menor cantidad de forraje ofrecida al animal (Cuadro 15).

4.2.3 Composición Botánica.

Cuadro 16. Composición Botánica (% bps) del segundo pastoreo de otoño de una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. Temporada 2005/06.

Trat	Ballica (%)	Festuca (%)	P. Ovillo (%)	T. Blanco (%)	Otras (%)	MM (%)
FI	74,3 a	2,3 b	9,4 b	0,5	0,0	13,5 b
FL	59,0 b	2,4 b	19,3 a	0,0	0,0	19,3 a
II	69,0 a	4,7 a	12,9 b	0,0	0,0	13,5 b
IL	67,6 a	1,4 c	11,6 b	0,0	0,0	19,6 a
Promedio	67,5	2,7	13,3	0,2	0	16,5

MM : Material muerto

Cifras con diferentes letras en columnas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 13,5%; 7,9%; 17,1%; 10,4% para Ballica, Festuca, Pasto ovillo y Material muerto respectivamente.

Al analizar la composición botánica del segundo pastoreo de otoño (junio), se puede observar que al igual que en el primer pastoreo (abril), ballica perenne y pasto ovillo representan en conjunto el 70% de aporte a la producción de la pastura, sin embargo, ballica perenne incrementó su dominio sobre las otras especies en todos los tratamientos, observándose valores

que fluctúan entre 59 y 74% y un promedio para todos los tratamientos de 68%, esto se debe a que ballica perenne se caracteriza por ser agresiva y desarrollarse rápidamente (López, 1996).

Como se puede observar en la Figura 4, festuca presentó el mayor aporte con el manejo de pastoreo II, siendo significativamente superior a los demás tratamientos. Aunque su aporte fue bajo, con valores que fluctuaron entre 1,4 y 4,7%, con un promedio de 2,7% para el ensayo.

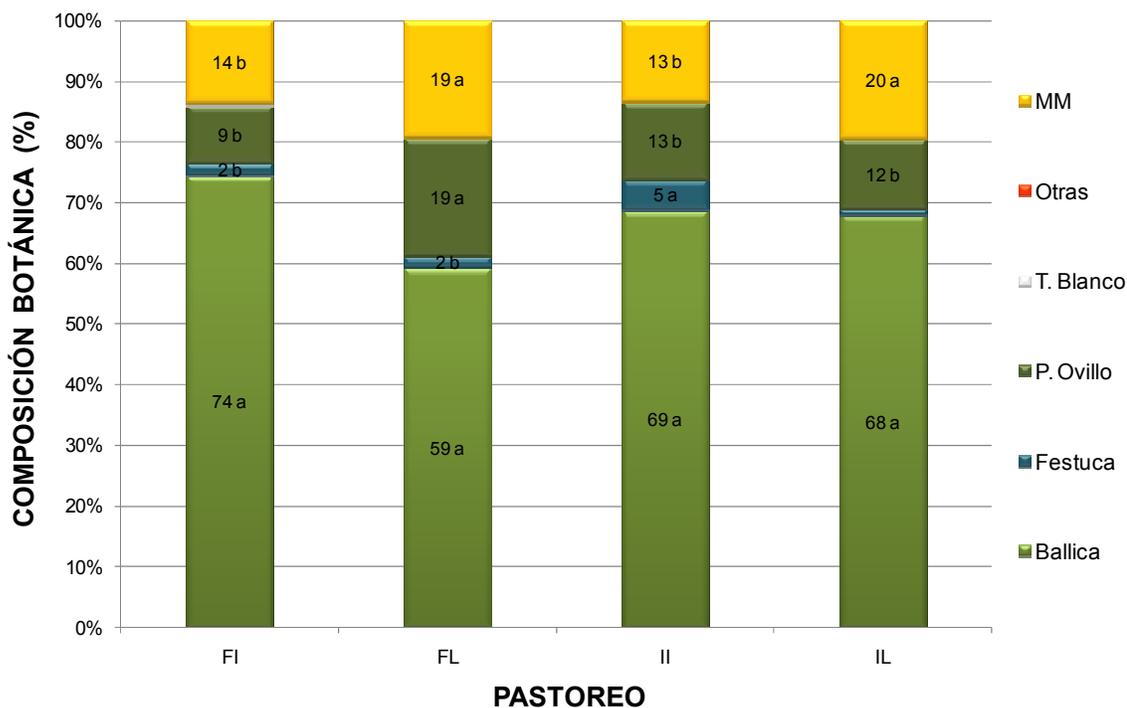


Figura 4. Composición Botánica (% bps) del segundo pastoreo de otoño de una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005/06.

El aporte de pasto ovillo disminuyó de 30 a 13%, con respecto al primer pastoreo en abril, esto se debe a que esta gramínea presenta su menor tasa de desarrollo en el mes de julio (Romero y Bonert, 1979).

Según Muslera y Ratera (1991), si el pasto ovillo se somete a defoliaciones muy severas y frecuentes mediante pastoreo, las sustancias de reserva desaparecerán, la capacidad de regeneración se verá limitada y la planta además de producir menos puede morir, debido a que sus reservas se acumulan en la base de los macollos. En este estudio, el mayor aporte de esta gramínea se presentó con el pastoreo FL, siendo significativamente superior a los demás tratamientos. Lo que concuerda con estudios realizados por Velasco *et al.* (2001), donde señalan que residuos intensos pueden causar una alta disminución en la tasa de elongación de las hojas.

Trébol blanco continuó con su bajo aporte en todos los tratamientos, no alcanzó el 1% como promedio del ensayo, muy por bajo de los niveles de aporte a la asociación con gramíneas en nuestro país, señalados por Demanet *et al.* (1996b), esto podría ser consecuencia de la fuerte competencia por parte de las especies gramíneas.

Elberse y Van Der Bergh (1983), indican que a mayor frecuencia de uso mayor es el porcentaje de trébol blanco. Sin embargo, en este estudio no es posible relacionarlo debido a que el aporte de esta leguminosa es casi nulo.

No hubo aporte de especie residentes para ninguno de los tratamientos durante la estación de otoño, lo que indica claramente el nivel competitivo de las especies gramíneas por sobre las especies no deseadas.

Al analizar la contribución de material muerto, se puede apreciar que los pastoreos con residuos laxos presentaron una incidencia significativamente superior a los pastoreos con residuos intensos, 20 y 14% promedio respectivamente. Lo que concuerda con lo señalado por Hernández-Garay *et al.* (2000), respecto a que la capacidad fotosintética y pérdidas por senescencia de hojas, disminuyen a medida que aumenta la intensidad de defoliación. En este mismo sentido Baker y Leaver (1986), establecieron que el incremento de la presión de pastoreo lleva consigo una disminución del porcentaje de material muerto de la pradera, tanto en primavera como en otoño, lo que indica una mayor calidad.

Finalmente, hubo una disminución en el aporte de material senescente a la producción total de la pastura de 10%, con respecto al primer pastoreo (abril).

4.2.4 Análisis químico. La composición química de la pastura se presenta en el Cuadro 17. Donde se observa que no hubo efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño sobre la composición química de la pastura en ningún tratamiento. El análisis de varianza reveló que no existieron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) en los niveles de Proteína Cruda, Energía Metabolizable y Fibra Detergente Neutra, entre los tratamientos.

Cuadro 17. Análisis químico del forraje del segundo pastoreo de otoño en una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005/06.

Tratamiento	PC (%)	EM (Mcal kg⁻¹)	FDN (%)	MS (%)
FI	20,2 a	2,51 a	52,2 a	14,0 b
FL	17,6 a	2,39 a	57,6 a	14,5 b
II	19,7 a	2,48 a	55,2 a	15,0 b
IL	20,4 a	2,50 a	54,8 a	18,8 a
Promedio	19,4	2,47	55,0	15,6

Cifras con diferentes letras en columnas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 7,2%; 2,8%; 2,9%; 8,2% para Proteína Cruda, Energía Metabolizable, Fibra Detergente Neutra y Materia Seca respectivamente.

El contenido de materia seca promedio de los tratamientos disminuyó con respecto al primer pastoreo, con valores de 15,5 y 19,8% promedio, para las disponibilidades y residuos, respectivamente. El pastoreo IL presentó un contenido de materia seca significativamente superior a los demás tratamientos, siendo 19% superior al promedio general de los tratamientos de 15,6%.

En cuanto al contenido de Proteína Cruda, no existieron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los diversos manejos de pastoreo evaluados (Cuadro 17). Estos valores, son inferiores a los obtenidos recientemente por Demanet *et al.* (2006), quienes evaluaron esta mezcla

bajo pastoreo, obteniendo un valor promedio para la estación de otoño de 25,3%, promedio de tres temporadas.

Los niveles de Fibra Detergente Neutra, fluctuaron entre 55,2 y 57,6%. No existieron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos. Comparando estos valores con los obtenidos por Demanet *et al.* (2006), son superiores en cinco puntos porcentuales, en promedio.

Finalmente, los valores de Energía Metabolizable, obtenidos al final de la estación de otoño, no superan los 2,50 Mcal kg^{-1} MS en promedio, valores que son similares a los obtenidos por Demanet *et al.* (2006) en una pastura permanente similar, con un valor promedio de 2,47 Mcal kg^{-1} MS, para otoño.

4.3 Persistencia

Cuadro 18. Número de macollos en gramíneas ($\text{N}^\circ \text{m}^{-2}$) y puntos de crecimiento en trébol blanco ($\text{N}^\circ \text{m}^{-2}$) al inicio, término del período de otoño e inicio de la temporada siguiente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. Temporada 2005/06.

Trat	Macollos ($\text{N}^\circ \text{m}^{-2}$)			Puntos de crecimiento ($\text{N}^\circ \text{m}^{-2}$)		
	Inicio 31/03/05	Final 21/06/05	Efecto 21/03/06	Inicio 31/03/05	Final 21/06/05	Efecto 21/03/06
FI	1.789 a	1.245 a	1.370 a	71 a	11 c	45 a
FL	1.601 a	1.228 a	1.293 a	66 a	49 a	46 a
II	1.667 a	1.368 a	1.205 a	61 a	27 b	43 a
IL	1.710 a	1.476 a	1.123 a	68 a	27 b	42 a
Promedio	1.692	1.329	1.248	71	29	45

Cifras con diferentes letras en columnas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación para Macollos fueron 19,9%; 15,4%; 15,8%; para Puntos de crecimiento 14,8%; 13,3%; 9,2%; en Inicio, Final y Efecto respectivamente.

El número de macollos m^{-2} promedio del ensayo al final de otoño fue de 1.329. Al comparar el número de macollos obtenidos durante el otoño, con praderas de Osorno pastoreadas en forma rotativa con vacas lecheras, el número de macollos es inferior a 3.900 macollos m^{-2} (Teuber, 1995). Cabe señalar, que la pastura evaluada por Teuber poseía varios años de establecimiento, mientras que en este estudio se utilizó una pastura de segundo año compuesta por ballica perenne, festuca y pasto ovilla, a diferencia de la de Osorno, compuesta por ballica perenne y trébol blanco.

La persistencia se define como la capacidad de una especie de permanecer como el componente dominante en la pastura en un determinado número de años (Bernier y Teuber, 1981). La tasa de aparición, crecimiento y muerte de macollos determina la producción y persistencia de la pradera, por ser el macollo la unidad básica de producción de hojas y tallos (Korte, 1986).

Al observar el Cuadro 18, se aprecia que no hubo un efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño sobre la densidad de macollos de la pastura al final de la estación y, al cabo de la temporada tampoco hubieron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los diferentes manejos del pastoreo. Cabe señalar que esta evaluación es de sólo un año, es necesario evaluar en más temporadas si existe un efecto acumulativo sobre la persistencia.

Al analizar la población de puntos de crecimiento m^{-2} de trébol blanco al final de la estación de otoño, se puede apreciar que el pastoreo FL fue significativamente superior a los demás tratamientos, presentando 49 m^{-2} . Por otro lado, FI presentó la menor densidad, con 11 puntos de crecimiento m^{-2} , siendo significativamente inferior. Esto no concuerda con estudios llevados a cabo por Hargreaves *et al.* (2001), donde se incrementaron los puntos de crecimiento de trébol blanco con pastoreos más intensos, como también el largo y peso de los estolones.

A partir de los resultados obtenidos, es posible inferir que no existió un efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño sobre el número de macollos m^{-2} al cabo de la temporada. Hubo una disminución del número de macollos y puntos de crecimiento en trébol

blanco al final la temporada, esto se debería a que la última medición se realizó a fines de la estación de verano, período en el cual se presentan altas temperaturas y baja humedad, condiciones que restringen el crecimiento de la pastura e inicio del macollaje; sumado al fuerte incremento de macollos muertos en todos los tratamientos (Cuadro 16). Diversos autores señalan que en verano y otoño se presenta una baja capacidad de macollaje y en la estación próxima de invierno la iniciación de macollaje es superior (Korte, 1986; L'Hullier, 1987).

La persistencia de las especies componentes de la pastura polifítica, evaluada al final de la estación de otoño se presenta en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Densidad de macollos de gramíneas y muertos ($N^{\circ} m^{-2}$) al final del período de otoño en una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. Temporada 2005/06.

Tratamiento	MACOLLOS ($N^{\circ} m^{-2}$)			
	Ballica	P Ovillo	Festuca	Muertos
FI	903 b	332 b	9 c	15 a
FL	725 c	389 ab	15 b	12 a
II	832 bc	411 a	24 a	14 a
IL	1094 a	378 ab	24 a	14 a
Promedio	889	373	18	17

Cifras con diferentes letras en columnas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 11,4%; 11,3%; 13,5%; 13,3% para Ballica, Pasto Ovillo, Festuca y Muertos respectivamente.

El análisis de varianza a los datos observados, reveló que existieron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos al final del período de otoño, en cuanto a la cantidad de macollos m^{-2} de cada una de las especies que componen la pastura. Al analizar la persistencia de ballica perenne, esta se favoreció con un pastoreo IL, siendo 23% superior al promedio del ensayo, con 1094 macollos m^{-2} .

Ruíz (1996), señala que el pasto ovillo es una especie que acumula sus carbohidratos en la base de los macollos, lo que hace suponer que sea susceptible a defoliaciones frecuentes e intensas; esto concuerda con los resultados arrojados por este estudio, donde el menor número de macollos m^{-2} se obtuvo con el pastoreo FI, siendo significativamente inferior a los demás tratamientos.

La persistencia obtenida por festuca con un manejo de pastoreo infrecuente, fue significativamente superior a los pastoreos frecuentes. Lo que concuerda con lo señalado por Chapman y Lemaire (1993), quienes señalan que esta especie se ve favorecida por pastoreos infrecuentes con residuo intenso. La pastura polifítica evaluada presentó una baja persistencia de festuca, con 18 macollos m^{-2} promedio para el ensayo.

Por último, el número de macollos muertos m^{-2} al final de la estación de otoño, no presentó diferencias significativas entre los diferentes manejos de pastoreo durante la estación.

4.4 Cobertura pre-pastoreo.

Cuadro 20. Cobertura (%) pre-pastoreo de una pastura permanente al inicio y final de la época de otoño. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. 2005.

Tratamiento	Inicial (%)	Final (%)
FI	93 a	90 ab
FL	92 a	91 ab
II	92 a	93 a
IL	95 a	82 b
Promedio	93	89

Cifras con diferentes letras en columnas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 11,0%; 9,8% para Inicio Otoño y Fin Otoño respectivamente.

Al analizar el Cuadro 20, se puede observar que la pastura polifítica evaluada en esta investigación, presentó una cobertura significativamente superior con un manejo de pastoreo infrecuente intenso. Se observa también una disminución de la cobertura hacia fines de otoño.

Como se aprecia en la Figura 5, el pastoreo IL presentó la mayor disminución en el porcentaje de cobertura de la pastura, siendo significativamente menor ($P \leq 0,05$) a los demás tratamientos. Estos resultados no coinciden con los recientemente obtenidos por Teuber *et al.* (2005), quienes al evaluar la cobertura en una pradera permanente utilizada con bovinos en pastoreo rotativo en franjas, la mayor proporción de suelo descubierto se obtuvo con pastoreos de mayor intensidad, esto debido a que los tres manejos de pastoreo produjeron daños físicos al sustrato praterense, provocados por el pisoteo en el período invernal, sin embargo, la cubierta vegetal se recuperó casi completamente al final de la siguiente estación.

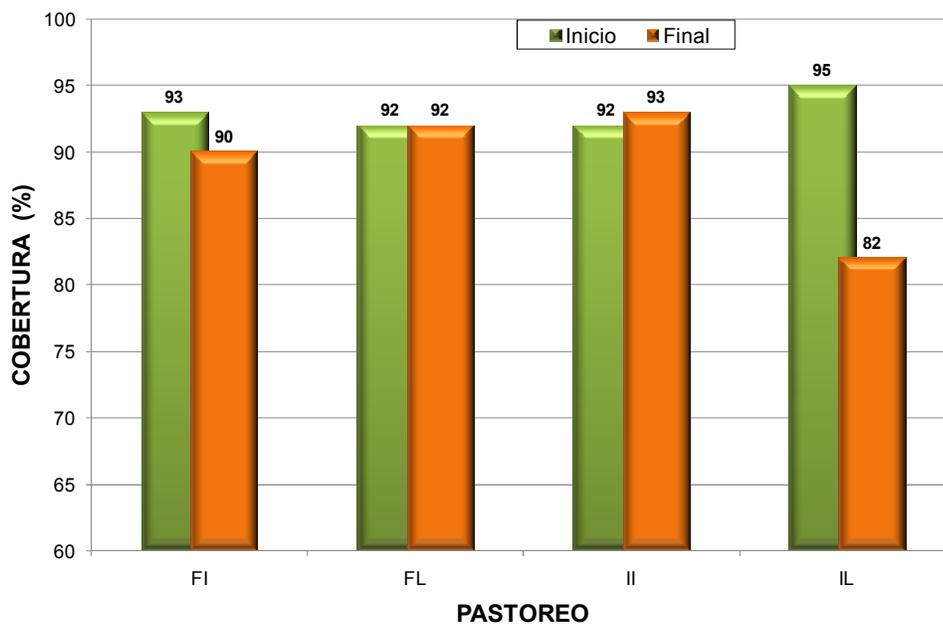


Figura 5. Cobertura (%) al inicio y término de la época de otoño de una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. Temporada 2005/06.

4.5 Producción total temporada.

Se realizaron cinco pastoreos posteriores a la estación de otoño; 15 de septiembre, 29 de octubre, 19 de diciembre de 2005, 11 de enero y 1 de marzo de 2006. Siendo pastoreados todos los tratamientos utilizando un criterio común, igual fitomasa de entrada y salida de pastoreo, descritos en el punto 3.8. En el Cuadro 21, se presentan los rendimientos (kg MS ha⁻¹) de los tratamientos por pastoreo realizados durante la temporada 2005/06 y el rendimiento total acumulado de la temporada.

Al analizar el Cuadro 21, se puede observar que en el pastoreo consecutivo al período de otoño (septiembre), existe un efecto residual positivo para el pastoreo I I, ya que obtuvo la mayor acumulación de forraje con 0,45 ton MS ha⁻¹, siendo significativamente superior a los demás tratamientos. Esto podría deberse a que la pradera mantuvo buenas reservas de energía bajo un manejo de pastoreo infrecuente intenso realizado en la estación de otoño, que le permitieron un rebrote vigoroso y con ello un aumento en la tasa de crecimiento, que se expresó en una mayor acumulación de forraje en la estación de invierno.

Cuadro 21. Producción de materia seca acumulada (kg MS ha⁻¹) en los diferentes manejos de pastoreo de otoño. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. Temporada 2005/06.

Mes	PASTOREO			
	Frecuente		Infrecuente	
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo
Abril	742 a	676 a	800 a	959 a
Junio	753 a	637 a	781 a	693 a
Septiembre	152 b	249 b	458 a	113 b
Octubre	1.901 a	1.561 b	2.150 a	1.491 b
Diciembre	1.627 a	1.697 a	1.400 a	1.743 a
Enero	1.925 b	2.031 b	1.602 c	2.663 a
Marzo	2.400 ab	3.346 ab	3.839 a	2.187 b
TOTAL	9.500 b	10.197 b	11.030 a	9.849 a

Cifras con diferentes letras en filas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 9,2%; 7,1%; 2,9%; 8,2%; 8,7%; 7,4%; 5,9% para los meses de Abril, Junio, Septiembre, Octubre, Diciembre, Enero y Marzo respectivamente; 4,8% para el Total.

Estos rendimientos son inferiores a los obtenidos por Camus (2005), quien evaluó el rendimiento en dos temporadas de una pastura similar, utilizada bajo sistema de corte, para el mismo período alcanzó un rendimiento de 1.975 kg MS ha⁻¹, siendo 75% superior al alcanzado en este estudio. La menor acumulación de forraje, luego de un rezago de 81 días, se debió a la baja tasa de crecimiento durante la estación de invierno, posiblemente también pudo tener efecto un ataque de *Hylamorpha elegans* sobre la pastura que fue controlado efectivamente mediante un aumento en la presión de pastoreo.

El pastoreo II presentó la mayor acumulación de forraje en las estaciones de invierno y verano, siendo significativamente superior a los demás manejos de pastoreo. Como se observa en la Figura 6, la producción estacional presentó un comportamiento estadísticamente similar sólo en la estación de primavera.

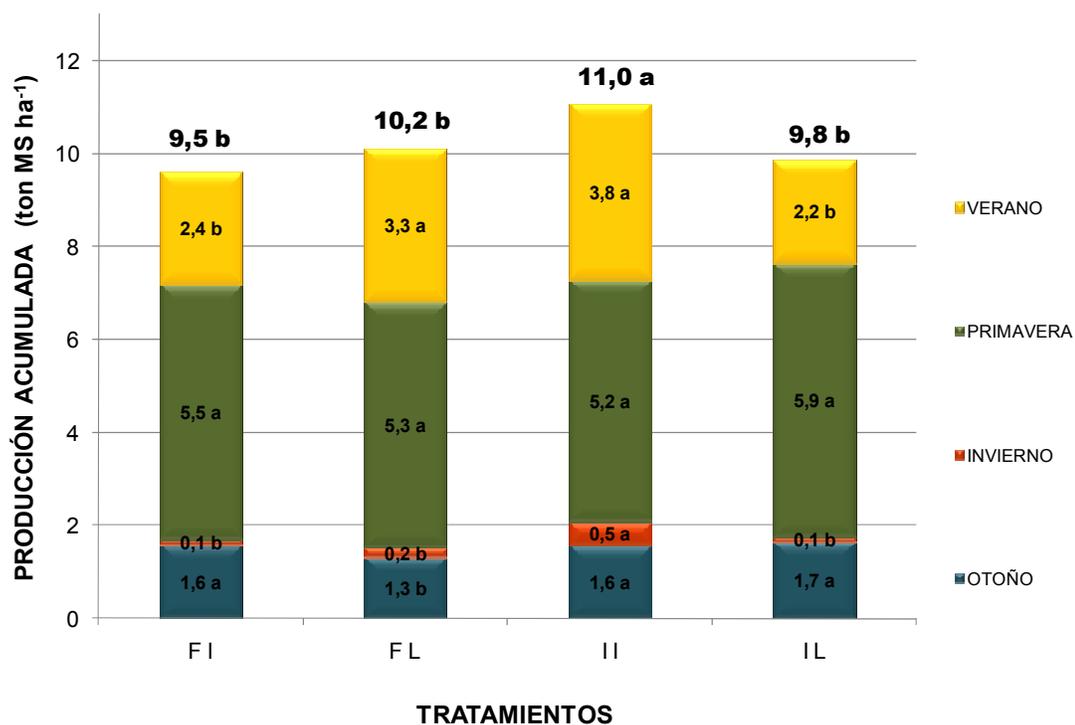


Figura 6. Producción estacional y acumulada (ton MS ha⁻¹) de una pastura permanente bajo cuatro diferentes manejos de pastoreo. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. Temporada 2005/06.

Por último, el rendimiento acumulado durante el otoño, fue significativamente inferior en el pastoreo FL, respecto de los otros pastoreos; esto se debe que este manejo acumuló una alta cantidad de material muerto (Cuadro 16), superando la tasa de pérdida de tejido a la de la formación del mismo, disminuyendo con ello la acumulación neta de tejido foliar (Bircham y Hodgson, 1983). Sumado a que la senescencia y sombreamiento post-pastoreo, se tradujeron en una reducción en el inicio de macollaje de ballica perenne (Korte, 1986), afectando negativamente la persistencia y producción de materia seca (McKenzie *et al.*, 2006).

4.6 Composición botánica de la temporada.

En la Figura 7 se muestra la variación en la composición botánica de la pastura permanente durante la temporada 2005/06.

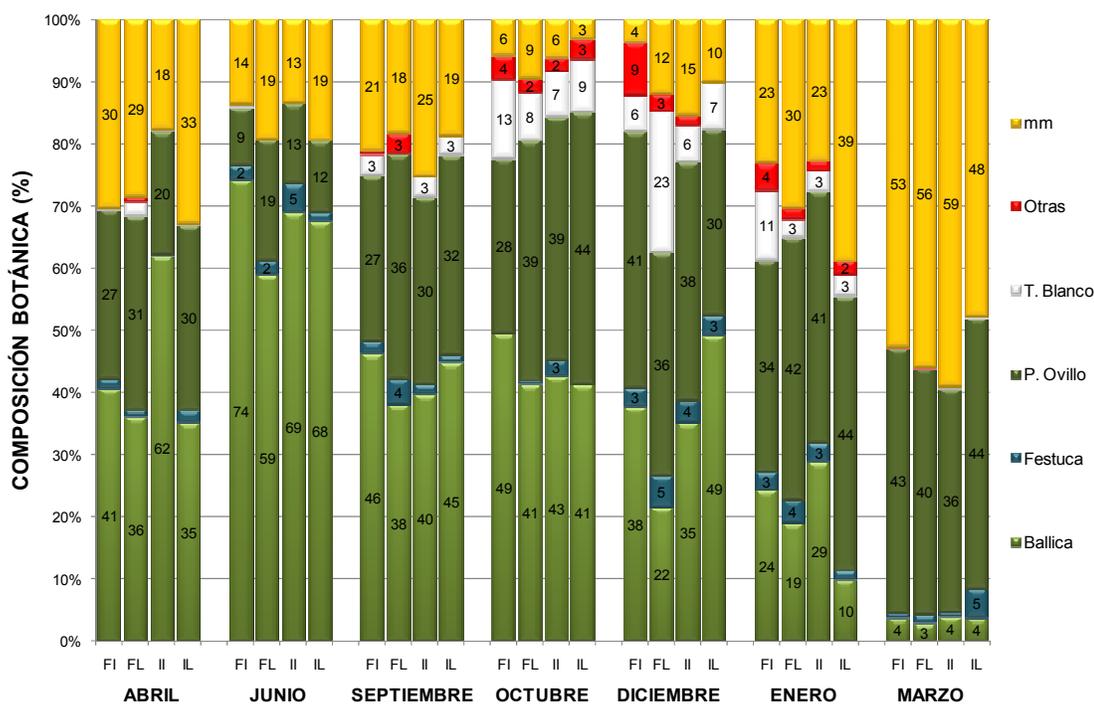


Figura 7. Composición Botánica (%) de cuatro diferentes pastoreos en una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. Temporada 2005/06.

4.6.1 Ballica perenne. En la Figura 7, se puede apreciar la variación en el contenido de ballica perenne durante la temporada, presentando un aporte de 37% anual a la pastura. Este valor es superior al obtenido por Hernández (2005), al evaluar esta misma mezcla bajo corte obtuvo sólo 27%, promedio de dos temporadas. Por otro lado, dista del resultado obtenido por Camus (2005), quien evaluó la misma mezcla bajo corte, obteniendo 57% de aporte anual, promedio de tres temporadas.

A pesar de que existieron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los distintos manejos de pastoreo de otoño, durante la temporada, no se puede apreciar una tendencia clara respecto a que manejo afecta el aporte de ballica perenne a la pastura. En el mes de enero los pastoreos con residuos laxos afectaron negativamente el aporte de esta gramínea a la pastura. Muslera y Ratera (1991), señalan que ballica perenne se adapta mejor a sistemas de pastoreo intenso y relativamente frecuente, en el cual domina y compite con otras gramíneas y especies residentes obteniendo producciones elevadas.

4.6.2 Festuca. La contribución anual promedio a la pastura correspondió a 3%. Este valor es inferior al obtenido por Hernández (2005) y Camus (2005), al evaluar esta misma mezcla bajo corte, 4 y 21% respectivamente. El mayor aporte de esta especie se produjo durante los meses de diciembre y enero, que se explica por la gran capacidad que tiene esta especie para soportar condiciones de sequía (Ortega y Romero, 1992; Demanet *et al.*, 1996a; Ruíz, 1996).

Muslera y Ratera (1991), señalan que festuca repone rápidamente sus reservas después de una defoliación, lo que le permite un sistema de explotación intensivo y frecuente, pero no continuo; este mismo autor señala que pastoreos frecuentes en otoño debilitarán la pradera y su producción temprana en primavera. Los intervalos entre aprovechamientos no deben ser superiores a tres o cuatro semanas, de lo contrario, se producirán rechazos por parte de los animales ya que la limitante más importante corresponde a su baja palatabilidad, especialmente, en el período de crecimiento rápido a fines de primavera (Ortega y Romero, 1992).

Sin embargo, su aporte en este estudio no sigue una tendencia clara, a pesar que en algunos meses se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 22), lo que puede estar relacionado con el bajo aporte de la especie a la composición botánica anual de la pastura (3%).

Cabe consignar que festuca es una especie de lento establecimiento y, por consiguiente, de poca habilidad competitiva inicial con las malezas. Sin embargo, una vez establecida, se convierte en una especie agresiva (Ortega y Romero, 1992). Este estudio se llevó a cabo en una pastura permanente de segundo año.

4.6.3 Pasto Ovillo. La contribución anual promedio a la pastura correspondió a 32%. Este valor es superior al obtenido por Camus (2005), al evaluar esta misma mezcla bajo corte obtuvo sólo 15%, promedio de tres temporadas. Por otro lado, dista del resultado obtenido por Hernández (2005), quien evaluó la misma mezcla bajo corte, obteniendo 67% de aporte anual, promedio de dos temporadas.

En la Figura 7, se puede apreciar la variación en el contenido de pasto ovillo durante la temporada, el aporte de esta especie se incrementó desde 13 a 40% promedio, desde junio a marzo, respectivamente.

Ruíz (1996), señala que el pasto ovillo es una especie que acumula sus carbohidratos en la base de sus macollos; en consecuencia, si se somete a pastoreos frecuentes e intensos, las sustancias de reserva desaparecerán, la capacidad de regeneración se verá limitada y la planta además de producir menos puede morir. En un manejo de pastoreo infrecuente con residuos menos severos, el pasto ovillo se desenvuelve mejor. Sin embargo, en este estudio, si bien se presentaron diferencias significativas en los meses de abril, junio, octubre, enero y marzo (Cuadro 22), no se apreció una tendencia clara.

4.6.4 Trébol Blanco. La contribución anual promedio a la pastura correspondió a 4%. Este valor es superior a los obtenidos por Camus (2005) y Hernández (2005), al evaluar esta misma mezcla bajo corte, obtuvieron 2 y 1%, respectivamente.

Teuber (1995), señala que altas disponibilidades en una pradera mixta producen sombreadamiento a los estolones del trébol blanco, proporcionándole un daño que muchas veces es muy difícil de revertir. En estudios realizados por Haynes (1980), se obtuvo que las leguminosas requieren de altas intensidades de luz para efectuar la fotosíntesis y no resisten condiciones de sombreadamiento. Hargreaves *et al.* (2001), mencionan que el trébol blanco tiene una recuperación sumamente rápida después del pastoreo permitiendo una gran eficiencia de aprovechamiento, en estudios realizados por el mismo autor, observaron ciertas tendencias a incrementar los puntos de crecimiento del trébol blanco cuando la carga animal fue alta.

Cuadro 22. Efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño sobre la Composición Botánica (% bps) de una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temuco. Temporada 2005/06.

ESPECIE	SEPTIEMBRE					OCTUBRE				
	Frecuente		Infrecuente		PROM	Frecuente		Infrecuente		PROM
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo		Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	
Ballica	46,2 ab	38,0 b	39,7 b	44,9 a	41	49,5 a	41,4 b	42,7 b	41,4 b	44
Festuca	2,0 b	4,2 a	1,6 b	1,2 b	2	0,0	0,5	2,7	0,0	1
P. Ovillo	26,7 a	36,1 a	30,2 a	32,2 a	32	28,3 b	38,7 a	39,1 a	43,7 a	37
T. Blanco	3,4	0,0	3,3	3,0	2	12,6 a	7,6 a	7,2 a	8,6 a	9
Otras Sp.	0,7	3,3	0,0	0,0	1	3,8 a	2,3 a	2,3 a	3,3 a	3
MM	21,1 ab	18,4 b	25,2 a	18,7 b	22	5,8 b	9,4 a	6,1 b	3 c	6
TOTAL	100					100				

Otras Sp : Otras especies; MM: Material muerto

Cifras con diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de Septiembre 4,3%; 4,4%; 4,4%, 8,6%; 4,2%; 7,3%; en Octubre fueron 9,9%; 15,2%; 6,4%; 4,8%; 8,8% y 8,2%; en Ballica, Festuca, Pasto Ovillo, Trébol Blanco, Otras especies y Material muerto respectivamente.

Continuación Cuadro 22. Efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño sobre la Composición Botánica (% bps) de una pastura permanente. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temuco. Temporada 2005/06.

ESPECIE	DICIEMBRE					ENERO					MARZO				
	Frecuente		Infrecuente		PROM	Frecuente		Infrecuente		PROM	Frecuente		Infrecuente		PROM
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo		Intenso	Laxo	Intenso	Laxo		Intenso	Laxo			
Ballica	37,7 b	21,5 c	35,2 b	49,1 a	36	24,3 a	19,0 b	28,9 a	9,9 b	21	3,8 a	2,8 b	4,0 a	3,8 a	4
Festuca	3,1 b	5,1 a	3,7 b	3,3 b	4	2,8 a	3,9 a	3,0 a	1,4 b	3	0,7 b	1,4 ab	0,7 b	4,7 a	2
P. Ovillo	41,3 a	36,1 a	38,2 a	30,0 a	35	34,2 b	42,2 a	40,6 ab	44,3 a	40	42,6 a	39,8 ab	35,9 ab	43,6 a	41
T. Blanco	5,8 b	22,6 a	5,9 b	7,4 b	11	11,4 a	2,9 b	3,3 b	3,3 b	5	0,2	0,0	0,5	0,1	0
Otras Sp.	8,5	2,7	1,6	0,0	4	4,3 a	1,7 b	1,6 b	2,3 b	3	0,1	0,1	0,0	0,0	0
MM	3,6 b	12,0 a	15,4 a	10,2 a	10	23,0 b	30,4 ab	22,7 b	38,8 a	28	52,6 b	55,8 b	58,0 a	47,7 c	53
TOTAL	100					100					100				

Otras Sp : Otras especies

MM : Material muerto

Cifras con diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación para los meses de Diciembre 6,4%; 5,5%; 7,3%; 9,5%; 4,4%; 7,2%; en Enero 3,4%; 4,4%; 9,4%; 6,8%; 7,2%; 3,7%; en Marzo 7,5%; 14,4%; 9,4%; 8,6%; 5,2%; 7,7% en Ballica, Festuca, Pasto Ovillo, Trébol Blanco, Otras especies y Material Muerto respectivamente.

El aporte de trébol blanco en los diferentes manejos de pastoreo no presenta una tendencia clara en este estudio, probablemente debido al bajo aporte de esta especie a la pastura. El mayor aporte de esta especie se registró en los meses de octubre, diciembre y enero, 9%, 10% y 5%, respectivamente.

4.6.5 Especies residentes. Presentó un valor promedio en la temporada de 1,5%. En los meses de septiembre, octubre, diciembre y enero fue donde hubo una mayor tasa de ingreso de especies no deseadas en la pastura. El bajo aporte de especies residentes puede ser atribuida a que las especies componentes de la pastura producen sombreadamiento en las estratas más inferiores de la canopia de la pastura, dados los niveles de cobertura que se presentaron (Cuadro 22), disminuyendo así, la tasa de crecimiento de las especies no deseadas.

4.6.6 Material muerto. El mayor aporte de material muerto ocurre en el mes de marzo, con un valor promedio de 54%. El aporte porcentual a la composición botánica de la pastura fue 23% promedio en la temporada.

En la Figura 7, se puede apreciar que los pastoreos con residuos laxos en otoño, presentaron una incidencia negativa significativamente superior a los pastoreos con residuos intensos, 20 y 14% promedio respectivamente. Lo que concuerda con Hernández-Garay *et al.* (2000), que señala que la capacidad fotosintética y las pérdidas por senescencia de hojas, disminuyen en la medida que aumenta la intensidad de defoliación. Sin embargo, el efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño se pierde en la siguiente estación de crecimiento (primavera).

En esta evaluación no existe una tendencia clara hacia que pastoreo favorece el mayor aporte de alguna de las especies nobles componentes de la pastura o la disminución de especies residentes y cantidad de material muerto; esto coincide con un estudio reciente llevado a cabo por Teuber *et al.* (2005), quienes evaluaron una pastura permanente utilizada con bovinos en pastoreo rotativo en franjas y durante el primer año no obtuvieron diferencias significativas para la composición botánica.

Evaluar el efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño sobre la composición botánica por un período mayor a un año, integrando los manejos de pastoreo durante las demás estaciones del año, podría mostrar un posible efecto acumulativo, en los diferentes manejos de pastoreo.

4.7 Calidad química del forraje en la temporada.

4.7.1 Proteína Cruda. El valor promedio de la temporada fue 15,8%. Valor inferior al obtenido recientemente por Demanet *et al.* (2006), quienes evaluaron una pastura similar bajo condiciones de pastoreo, obteniendo 22,6% promedio en tres temporadas.

Lanuzza (1996), señala que en otoño, paralelo al aumento en las precipitaciones, se produce una respuesta en el crecimiento de las praderas, aumentando los contenidos de proteína y disminuyendo los de fibra. Lo que concuerda con los datos obtenidos en este estudio, como se aprecia en el Cuadro 23, durante el otoño hubo mayor contenido de proteína, respecto de las estaciones siguientes.

Cuadro 23. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de Proteína Cruda (%). Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. Temporada 2005/06.

Mes	Frecuente		Infrecuente		Promedio
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	
Abril	17,9 a	17,5 a	14,6 b	17,9 a	17,0
Junio	20,2 a	17,6 b	19,7 a	20,4 a	19,5
Septiembre	14,8 a	15,1 a	16,6 a	16,2 a	15,7
Octubre	15,3 b	14,0 b	17,6 a	14,0 b	15,2
Diciembre	15,6 a	15,7 a	15,0 a	15,0 a	15,3
Enero	12,9 a	11,4 a	12,1 a	12,0 a	12,1
Promedio	16,1	15,2	15,9	15,9	

Cifras con diferentes letras en filas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 8,7%; 12,9%; 9,2%; 8,2%; 7,4%; 9,9% para los meses de Abril, Junio, Septiembre, Octubre, Diciembre y Enero respectivamente.

A pesar de que se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los diferentes manejos de pastoreo, en los meses de abril, junio y septiembre. No se aprecia una tendencia clara respecto a que manejo tiene un efecto positivo sobre el contenido de proteína. La literatura reporta que praderas pastoreadas de forma infrecuente y con residuo laxo poseen menores contenidos de proteína, comparado con un manejo de pastoreo frecuente e intenso (Fulkerson y Mitchell, 1987). Esto debido a que existe un mayor ingreso de especies residentes con pastoreos infrecuentes, lo que se traduce en una disminución del contenido de proteína (Andwanter *et al.*, 2005). En este estudio, el aporte de las especies residentes fue 2% promedio en la temporada, por lo que no se pudo relacionar este parámetro con un bajo nivel de proteína.

4.7.2 Energía Metabolizable. Los valores obtenidos en este estudio alcanza $2,44 \text{ Mcal kg}^{-1}$ MS promedio temporada y se ubicaron en $2,39$ y $2,47 \text{ Mcal kg}^{-1}$ MS, para los meses de abril y junio, respectivamente. Estos valores son similares a los obtenidos recientemente por Demanet *et al.* (2006), quienes evaluaron una pastura similar bajo condiciones de pastoreo.

Cuadro 24. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en la Energía Metabolizable (Mcal kg^{-1} MS). Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. Temporada 2005/06.

Mes	Frecuente		Infrecuente		Promedio
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	
Abril	2,39 a	2,34 a	2,37 a	2,46 a	2,39
Junio	2,51 a	2,39 a	2,48 a	2,50 a	2,47
Septiembre	2,78 a	2,66 a	2,58 a	2,66 a	2,67
Octubre	2,54 a	2,48 b	2,54 a	2,57 a	2,53
Diciembre	2,42 a	2,42 a	2,37 a	2,39 a	2,40
Enero	2,20 a	2,20 a	2,23 a	2,16 a	2,20
Promedio	2,47	2,42	2,43	2,46	

Cifras con diferentes letras en filas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 2,0%; 3,9%; 1,2%; 4,2%; 3,4%; 2,9% para los meses de Abril, Junio, Septiembre, Octubre, Diciembre y Enero respectivamente.

El mayor nivel de energía se obtuvo en el mes de septiembre, siendo 10% superior al promedio de la temporada. Por otro lado el menor contenido de energía se obtuvo en el mes de enero, siendo 10% inferior al promedio de la temporada, esto debido al aumento en el contenido de FDN del forraje (Lanuza, 1996).

4.7.3 Fibra Detergente Neutra. Los valores obtenidos en este estudio alcanza el 51,6% promedio de la temporada y se ubicaron en 52,0 y 54,9%, para los meses de abril y junio, respectivamente. Estos valores son similares a los obtenidos recientemente por Demanet *et al.* (2006), quienes evaluaron una pastura similar bajo condiciones de pastoreo.

Cuadro 25. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo en el contenido de Fibra Detergente Neutra (%). Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera, Temuco. Temporada 2005/06.

Mes	Frecuente		Infrecuente		Promedio
	Intenso	Laxo	Intenso	Laxo	
Abril	53,3 a	54,5 a	53,7 a	46,3 b	52,0
Junio	52,2 b	57,6 a	55,2 a	54,8 a	54,9
Septiembre	41,5 a	41,5 a	42,5 a	40,5 a	41,5
Octubre	53,1 a	45,9 b	50,2 ab	45,5 b	48,7
Diciembre	49,6 a	50,3 a	52,0 a	50,9 a	50,7
Enero	60,4 a	61,3 a	62,8 a	63,3 a	61,9
Promedio	51,6	51,8	52,7	50,2	

Cifras con diferentes letras en filas, indican diferencias estadísticas, según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Los coeficientes de variación fueron 1,7%; 2,9%; 3,2%; 1,2%; 3,4%; 6,9% para los meses de Abril, Junio, Septiembre, Octubre, Diciembre y Enero respectivamente.

Si bien se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los diferentes manejos de pastoreo, en los meses de abril, junio y octubre. No se observa una tendencia clara respecto a que manejo de pastoreo disminuye el contenido de fibra en el forraje. Fulkerson y Mitchell (1987), señalan que el manejo de pastoreo infrecuente, disminuye el contenido de PC y EM y aumenta el porcentaje de FDN, a diferencia de un manejo de pastoreo frecuente e intenso.

5 CONCLUSIONES

El pastoreo frecuente laxo registró la menor producción acumulada durante el período de otoño, con un consumo aparente 63% inferior, respecto del pastoreo infrecuente intenso. El pastoreo infrecuente intenso incrementó el rendimiento total anual de la pastura permanente en 10,4% respecto a los demás manejos de pastoreo.

No existe una tendencia clara respecto al efecto del manejo del pastoreo de otoño sobre la composición botánica en la temporada. Sin embargo, los pastoreos con residuos laxos presentaron un contenido superior de material muerto a fines de otoño.

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

La frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño no afectó la persistencia de la pastura permanente. El pastoreo frecuente laxo registró el mayor número de puntos de crecimiento en trébol blanco a fines de otoño.

La mayor cobertura a fines de otoño, se produjo con el pastoreo infrecuente intenso, 11% superior al infrecuente laxo, que presentó la mayor disminución.

6 RESUMEN

En el período 2005/06, se evaluó el efecto de la frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño en la producción y calidad de una pastura permanente. El estudio se realizó en un Andisol de la Serie Freire, Estación Experimental Maquehue, Universidad de La Frontera, Región de la Araucanía, 38°50' LS – 72°40' LO, 90 m.s.n.m. El diseño experimental fue bloques completamente al azar, con tres repeticiones y unidades experimentales de 165 m². Los tratamientos fueron cuatro criterios de pastoreo: Frecuente Intenso (FI), Frecuente Laxo (FL), Infrecuente Intenso (II) e Infrecuente Laxo (IL). La pastura establecida el 8 de abril de 2004 estuvo compuesta por *Lolium perenne* cv. Quartet, *Festuca arundinacea* cv. Mylena, *Dactylis glomerata* cv. Starly, asociados a *Trifolium repens* cv. Tribute y Nusiral en dosis de semilla de 8,3 kg ha⁻¹ para cada especie gramínea y 4 kg ha⁻¹ para trébol blanco. El análisis químico del suelo al inicio de otoño fue: 14 ppm P Olsen; pH 5,7; 11% MO y 2,9% Sat. Al. Los tratamientos fueron pastoreados con vaquillas Holstein Friesian, evaluando su efecto durante otoño, invierno, primavera y verano. Para determinar las disponibilidades de MS pre y post-pastoreo, se utilizó el método indirecto del plato, previa calibración. Para obtener el rendimiento acumulado se utilizó el mismo método y por diferencia entre las disponibilidades de entrada y salida de pastoreo, entregados por este mismo método, se calculó el consumo aparente. Además se midió composición botánica (%), cobertura (%), número de macollos m⁻², PC (%), EM (Mcal kg⁻¹ MS), FDN (%) y MS (%). Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente a través de análisis de varianza y los que presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$), fueron comparados mediante la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey. El pastoreo infrecuente intenso incrementó el rendimiento total anual de la pastura permanente en 10,4% respecto a los demás manejos de pastoreo. El pastoreo frecuente laxo registró la menor producción acumulada durante el período de otoño, con un consumo aparente 63% inferior, respecto del pastoreo infrecuente intenso. Además, los pastoreos con residuos laxos presentaron un contenido superior de material muerto a fines de otoño. No existe una tendencia clara respecto al efecto del manejo del pastoreo de otoño sobre la composición botánica en la temporada. La frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño no afectó el contenido de PC, EM, FDN y contenido de materia seca. La mayor cobertura a fines de otoño, se produjo con el pastoreo infrecuente intenso, siendo 11% superior al infrecuente

laxo, que presentó la mayor disminución. La frecuencia e intensidad del pastoreo de otoño no afectó la persistencia de la pastura permanente. El pastoreo frecuente laxo registró el mayor número de puntos de crecimiento en trébol blanco a fines de otoño.

7 SUMMARY

In the period of 2005/06, was evaluated the autumn grazing frequency and intensity effects on production and quality of a permanent pasture. The study was carried out in an Andisol of the Freire Serie, Maquehue Agricultural Research Station, Universidad de La Frontera, located in Temuco (Araucania Region), Chile, 38°50' LS - 72°40' LW, 90 m.s.n.m. The experimental area was divided into 4 plots of 165 m², each in a randomized complete block design with 3 replications. The treatments were 4 grazing criteria: frequent intense (FI), frequent lax (FL), infrequent intense (I I) and infrequent lax (IL). The pasture was sown in the April 08 2004, with *Lolium perenne* cv. Quartet, *Festuca arundinacea* cv. Mylena, *Dactylis glomerata* cv. Starly and *Trifolium repens* cv. Tribute and Nusiral at seeding rate of 8,3 kg ha⁻¹ for each type of grass, and 4 kg ha⁻¹ of white clover. The previous soil chemical analysis of the sowing, which took place in autumn gave the following results: 14 ppm P Olsen; pH 5,7; 11% MO y 2,9% Al Saturation. The treatments were grazed by dairy cows Holstein Friesian heifers, measuring the effect during autumn, winter, spring and summer. For determining the DM allowance pre and post-grazing, the indirect method Rising Plate Meter was used, previous calibration. In order to get the yield, the same method was used and for measuring the difference between the allowance and stubble before and after grazing, the apparent dry matter intake was calculated. Withal, botanical composition (%), ground cover (%), tiller stand (N° m⁻²), ME (Mcal kg⁻¹ MS), NDF (%) and DM (%) were measured. All data were statistically evaluated by analysis of variance and the results which showed significant differences ($P \leq 0,05$), were compared using Tukey's Multiple Comparison Test, at level 5%. The infrequent intense grazing increased the total annual yield of the permanent pasture by 10.4 %,with respect to the rest of the grazing handlings. The frequent lax grazing registered the minor production accumulated during the period of autumn, with less dry matter intake of 63%, with respect to the infrequent intense grazing. Furthermore, the grazing with lax stubble presented more content of material of dead matter at the autumn's end. There was not a clear trend in relation to the effect of the autumn grazing handling on the botanical composition in the season. Autumn grazing frequency and intensity did not affect the PC, ME, NDF and dry matter contents. At the autumn's end the biggest ground cover was produced with the infrequent intense grazing, 11% superior to the infrequent lax, which

showed the biggest decrease. The autumn grazing frequency and intensity did not affect the persistence of the permanent pasture. The frequent lax grazing registered the biggest growing points in white clover, at the end of autumn period.

8 LITERATURA CITADA

- Andrae, J.** Grazing impacts on pasture composition. 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>
- Andwandter, V., López, I. y Balocchi, O.** 2005. Efecto de la condición de pradera sobre la preferencia de vacas lecheras en pastoreo. Documento resumen XXX Reunión Anual de la Sociedad chilena de Producción Animal. Temuco, Chile. p. 228.
- Baker, A. and Leaver, D.** 1986. Effect of stocking rate in early season on dairy cow performance and sward characteristics. *Grass and Forage Science*. 41:333-340.
- Balocchi, O. y Anrique, R.** 1993. Atributos de la pradera que afectan el consumo y producción de animales en pastoreo. Serie Simposios y Compendios. Sociedad chilena de Producción Animal. Dumont, J. (ed). Chile. p 23.
- Balocchi, O.** 2001. Manejo del pastoreo y utilización de praderas. Documento –Resumen. Seminario de Praderas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Osorno, Chile. p. 58.
- Balocchi, O. y Ponce, M.** 2001. Manejo del pastoreo de vacas lecheras. Boletín Informativo N°28. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación Remehue. Osorno, Chile.
- Bartolomew, P., McLauchlan, W. and Chestnutt.** 1981. An assessment of the influence on net herbage accumulation, herbage consumption and individual animal performance of two lengths of grazing rotation and three herbage allowances for grazing beef cattle. *Journal Agricultural Science*. 93:363-373.
- Bernier, R. y Teuber, N.** 1981. Curvas de crecimiento anual de gramíneas forrajeras en la zona de Osorno. Boletín Técnico N°46. Instituto de Investigación Agropecuaria. Estación Experimental Remehue. Osorno, Chile. 11 p.
- Bircham, J. and Hodgson, J.** 1983. The influence of sward conditions on rates of herbage growth and senescence in mixed sward under continuous grazing management. *Grass and Forage Science*. 96:363-373.
- Brougham, R.** 1956. Effect of intensity of defoliation on the regrowth of pasture production. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7:377-387.
- Brougham, R.** 1960. The effects of frequent hard grazings at different times of the year on the productivity and species yield of a grass-clover pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 3:125-136.
- Brougham, R.** 1970. Frequency and intensity of grazing and their effects on pasture production. *Proceedings of New Zealand Grassland Association*. 32:137-144.

- Camus, M.** 2005. Producción de *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* y *Dactylis glomerata* asociado a *Trifolium repens* en el Llano Central de la Región de la Araucanía. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. 76p.
- Carambula, M.** 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Ediciones Don Oviene. Uruguay. 464 p.
- Chaneton, E. and Lavado, R.** 1996. Soil nutrient and salinity alter long term grazing exclusion in a flooding pampas grasslands. *Journal Range* 49:182-187.
- 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.
- Chávez, A., Pérez, Y. y Sánchez, D.** 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.
- 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 month of year, regrowth age and time of day. *Animal Feed Science and Technology*. 84 :49-68.
- Delagarde, R., Prache, S., D'Hour, P. and Petit, M.** 2001. Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage. *Fourrages*. 166:189-212.
- Demanet, R., Neira, L y Cantero, M.** 1996a. Pasturas en el Sur de Chile. I Especies Gramíneas. Publicación Docente N°2. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 126 p.
- Demanet, R., Neira, L y Cantero, M.** 1996b. Pasturas en el Sur de Chile. II Especies Leguminosas. Publicación Docente N°2. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 82 p.
- Demanet, R., Mora, M., Canseco, C. y Cantero, E.** 2006. Rendimiento y calidad de pastura. Informe Técnico 2002-2006. Convenio de Investigación Universidad de la Frontera. Sociedad Turística y Ganadera Cerro Azul Ltda. Río Bueno, Chile. 359 p. (Documento interno).
- Dougherty, C., Bradley, N., Laurialt, L., Arias J and Cornelius, P.** 1992. Allowance-intake relations of cattle grazing vegetative tall fescue. *Grass and Forage Science*. 47:211-219.
- Earle, D and McGowan, A.** 1979. Evaluation and calibration of an automated rising plate meter for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Animal Husbandry*. 19(4):337-343.

- Elberse, W. and Van Der Bergh, J.** 1983. Effects of use and mineral supply on the botanical composition and yield of grassland on heavy clay-soil. *Netherlander Journal Agricultural Science (Netherland)*. 31:63-68.
- 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. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 41:261-275.
- Fulkerson, W. and Mitchell, P.** 1987. The effect of height and frequency of moving on the yield and composition of perennial ryegrass/white clover swards in the autumn to spring period. *Grass and Forage Science (New Zealand)*. 42:169-178.
- Fulkerson, W. and Slack, K.** 1994. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*. 1. Effect of water-soluble carbohydrates and senescence. *Grass and Forage Science*. 49:373-377.
- Fulkerson, W. and Slack, K.** 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*. 2. Effect of defoliation frequency and height. *Grass and Forage Science*. 50(1):16-20.
- Goering, H. and Van Soest, P.** 1972. Forage fiber analysis. ARS-USDA. Agricultural Handbook N° 379. Washington D.C., United States. 40 p.
- Hacker, J. and Minson, D.** 1981. The digestibility of plants parts. *Herbage abstracts*. 51:459-481.
- Hargreaves, A.; Strauch, O. y Teuber, N.** 2001. Efecto de la carga animal y de la suplementación reguladora a vacas lecheras en primavera y verano sobre la producción de leche. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)*. 28(2):89-102.
- 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.
- Hay, R.; Broughman, R. and Harris, A.** 1980. The importance of rotational grazing for intensive animal production in New Zealand. *Grass and Forage Science*. 34:62-63.
- Haynes, R.** 1980. Competitive of the grass-legume association. *Advances in Agronomy*. 33:227-261.
- Hernández, M.** 2005. Producción de la asociación *Lolium perenne*, *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. 56p.
- Hernández-Garay, A., Matthew, C. and 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):1-5.

- Hiriart, M.** 1994. Manual de métodos analíticos de nutrición animal. INIA Carillanca. Temuco, Chile. 31 p.
- Hodgson, J.** 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science (New Zealand)*. 34:11-18.
- 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 behavior and herbage intake. In: Frame, J. (Ed). *Grazing*. British Grassland Society. Occasional Symposium 19. p. 51.
- Hodgson, J.** 1990. *Grazing management. Science into practice*. London (UK): Longman Group Limited.
- Holmes, W.** 1989. Grazing management. In: W. Holmes (Ed). *Its production and Utilization*, 2nd Edition, Blackwell/B.G.S. p:130.
- Holmes, C., Hoogendoorn, 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. *Grass and Forage Science*. 47:316-325.
- Holmes, C., Brookes, I., Garrick, D., McKenzie, D., Parkinson, T. and Wilson, G.** 2002. *Milk production from pasture. Principles and practices*. Massey University. Palmerston North, New Zealand. 602 p.
- Kennedy, E., O'Donovan, M., Murphy, J., Delaby, L. and O'Mara, F.** 2005. The effect of early and delayed spring grazing on the milk production, grazing management and grass intake of dairy cows. *Proceedings of a satellite workshop of the XXth International Grassland Congress*. p. 152.
- 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*. 29:629-638.
- Laca, E., Ungar, E. and Demment, M.** 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous sward. *Grass and Forage Science*. 47(2):91-102.
- Lanuza, F.** 1996. Requerimientos de suplementación para vacas lecheras a pastoreo. *En: Seminario Aspectos Técnicos y Perspectivas de la Producción de Leche*. INIA – Remehue. (Edt. Lanuza, F. y Bortoameolli, G.) pp:53-69.
- López, I.** 1996. Especies forrajeras mejoradas. *En: Ruiz, I. (ed). Praderas para Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. pp:80-99

- L'Huillier, P.** 1987. Tiller appearance and death of *Lolium perenne* in mixed sward grazed by dairy cattle at two stocking rates. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 30:15-22.
- Mayne, C., McGiloway, D., Cushnam, A. and 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 Edición. Blackwell/B.G.S. pp:141-157.
- McCormick, M., Ward, J., Redfearn, D., French, D., Blouin, D., Chapa, A. and Fenandez, J.** 2001. Supplemental dietary protein for grazing dairy cows effects on pasture intake and lactation performance. *Journal Dairy Science*. 84:896-907.
- McKenzie, F., Jacobs, J. and Kearney, G.** 2006. Effect of spring grazing on dryland perennial ryegrass/white clover dairy pastures. 1. Pastures accumulation rates, dry matter consumed yield and nutritive characteristics. *Australian Journal of Agricultural Research (Australia)*. 55:555-563.
- 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 methods and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. *Journal Agricultural Science (Cambridge)*. 61:147-166.
- McMeekan, C.** 1978. De pasto a leche: Una filosofía neozelandesa. Traducción al español de la Tercera Edición. Editorial Juan Angel Peri. Montevideo, Uruguay. 280 p.
- Menneer, J., Ledger, 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(1):46-58.
- Mella A. y Kühne, A.** 1983. Sistemática y descripción de las familias, asociación y series de suelos derivados de materiales piroclásticos de la zona central sur de Chile. Editor J. Tosso. *Suelos volcánicos de Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura, Chile. pp: 540-716.
- 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*. 27(1):35-40.
- Mosimann, E., Lobsiger, M., Hofer, C., Jeangros, B. and Lüscher, A.** 2005. The effect of closing date and type of utilisation in autumn on grass yield in spring. *Proceedings of a satellite workshop of the XXth International Grassland Congress*. 152 p.

- Muslera, E. y Ratera, C.** 1991. Praderas y forrajes: Producción y aprovechamiento. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 674 p.
- O'Donovan, M., Dillon, P., Reid, P., Rath, M. and Stakelum, G.** 2002. A note on the effects of herbage mass at closing and autumn closing date on spring grass supply on commercial dairy farms. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 41:265-269.
- O'Donovan, M., Delaby, L. and Peyraud, J.** 2004. Effect of time of initial grazing date and subsequent stocking rate on pasture production and dairy cows performance. *Animal Research* 53:489-502.
- Ortega, F. y Romero, O.** 1992. Ficha forrajera para la IX Región de la Araucanía. *Investigación y Progreso Agropecuario*. Carillanca (Chile). 11(4):39-40.
- Parga, J.** 2003. Utilización de praderas y nutrición de vacas a pastoreo. 122p. Serie Actas N°24. *In: N., Teuber, H. Uribe y L., Opazo (Eds.) Seminario Hagamos de la lechería un mejor negocio*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación Remehue. Osorno, Chile.
- 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*. 43:49-59.
- Penno, J.** 1999. Identifying on-farm limitations to profitably. Ruakura Farmer's Conference, pp: 1-9.
- Porte, E.** 1990. Producción de carne bovina. Tercera Edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 330 p.
- Rayburn, E.** Principles of Grazing Management. Natural Resource Science New 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 winterrand grazing allowance on milk production and financial performance of spring calving cows. *Animal Production*. 42:39-51.
- Roche, J.; Dillon, S.; Crosse, S. and Rath, M.** 1996. The effect of closing date of pasture in autumn and turnout date in spring on sward characteristics, dry matter yield and milk production of spring-calving dairy cows. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 35:127-140.
- Romero, O. y Bonert, R.** 1979. Especies y mezclas forrajeras para la IX Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Carillanca. Temuco, Chile. Boletín Divulgativo N° 58. 22p.

- Romero, O.** 1996. Conceptos básicos relacionados con el crecimiento de plantas forrajeras y con el manejo de praderas perennes sembradas. *En: Ruíz, I.* (ed). Praderas para Chile. Instituto de Investigación Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. pp: 199-208.
- Rouanet, J.** 1983. Clasificación agroclimática Novena Región, Macroárea II. Segunda aproximación. Investigación y Progreso Agropecuario. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Carillanca (Chile). 2(2): 23-26.
- Ruíz, I.** 1996. Praderas para Chile. Ed Ruíz, I. Segunda Edición. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 733 p.
- Sandles, L.** 2000. Curva de crecimiento de praderas con disponibilidad y residuo en kg MS. Seminario Producción de leche en base a pastoreo. Instituto de Investigación Agropecuaria. Estación Experimental Remuehue. Osorno, Chile.
- Smith, D. y Jewis, E.** 1966. Consideraciones fisiológicas para la explotación de forrajes. *In: Forrajes.* Hughes, Heath y Matcalfe (Eds.). Ed. Continental S.A. México. 2:440-447.
- Stakelum, G.** 1996. Practical grazing management for dairy cows. Irish grassland and Animal Production Association Journal. 27(1):9-18
- Teuber, N.** 1995. Manejo de praderas permanentes en el sur de Chile. Frontera Agrícola (Chile). 3(3):61-67.
- Teuber N. y Romero, O.** 2004. Manejo de Praderas. 254 p. *In: R, Romero* (ed.) Manual de producción de bovinos de carne para la VIII, IX y X Regiones. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación Carillanca. Temuco, Chile.
- 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. p. 113.
- Van Soest, P.** 1965. Symposium on factor influencing the voluntary intake on herbage ruminants. Voluntary intake in relation to chemical composition. Journal of Animal Science. 24:834-843.
- Velasco, M., Hernández-Garay, A., González, V., Pérez, J., Vaquera, H. y Galvis, A.** 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovido. Tecnología Pecuaria (México) 39(1):1-14.