

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**Mejoramiento de una pradera permanente
degradada, a través del establecimiento de
especies y de la fertilización**

Tesis presentada como
parte de los requisitos para
optar al título de Ingeniero
Agrónomo

Juan Pablo Keim San Martín

VALDIVIA-CHILE

2009

PROFESOR PATROCINANTE:

Ignacio López C.
Ing. Agr., Ph. D.
Instituto de Producción Animal

PROFESORES INFORMANTES:

Oscar Balocchi L.
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.
Instituto de Producción Animal

Daniel Alomar C.
Ing. Agr., M. Sc.
Instituto de Producción Animal

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo quisiera agradecer a mis padres Alfredo y Ana María, quienes lo han dado todo para mi formación como persona, por su constante apoyo, sus consejos y porque además de padre son verdaderos amigos. A mis hermanos, por estar ahí, porque son los mejores hermanos que pude haber tenido.

A mi Opa, que está en el cielo, porque me hubiese encantado poder vivir muchos más momentos a su lado, sin embargo, a le debo todo el amor que tengo por la tierra. De igual forma a mi Omama Gerda y mis Tatas Carlos e Hilda. A mi tío Pablo, simplemente porque ha sido mi segundo padre.

A Pauline, mi compañera de vida, porque ha vivido este proceso como si fuera suyo, siempre dispuesta a escucharme, aconsejarme y darme uno que otro empujoncito para terminar lo empezado. Porque estos años de universidad no hubiesen sido lo mismo si ti, gracias por haber aparecido.

A don Ignacio López y Oscar Balocchi, por su constante apoyo, su valioso tiempo y enseñanzas tanto en lo académico como en lo personal. A esta casa de estudios y al instituto de Producción Animal, por que fue un gusto haber estudiado aquí.

A todos los que han sido mis amigos durante estos años de estudio, con quienes pude conversar, pasar ratos agradables y de distensión, así como largas jornadas de estudio.

A todos ustedes, sinceramente:

Muchas Gracias!

ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
	RESUMEN	1
	SUMMARY	3
1	INTRODUCCIÓN	5
2	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	7
2.1	Dominio Húmedo del sur de Chile	7
2.1.1	Provincia Húmeda de Verano Fresco o Valdiviana	7
2.1.1.1	Clima	8
2.1.1.2	Suelo	8
2.2	Praderas naturalizadas del sur de Chile	8
2.2.1	Composición botánica	10
2.2.2	Rendimiento y distribución	11
2.3	Mejoramiento de praderas naturalizadas	12
2.3.1	Establecimiento de Praderas	12
2.3.2	Regeneración de Praderas	12
2.3.3	Fertilización	13
2.4	Dinámica de especies y diversidad pratense	14
3	MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1	Ubicación	16
3.2	Duración del ensayo	16
3.3	Características del suelo	16
3.4	Caracterización del Clima	16
3.4.1	Temperatura	17
3.4.2	Precipitaciones	17
3.4.3	Otros factores climáticos	17

Capítulo	Página	
3.5	Tratamientos	19
3.5.1	Preparación del sitio para los tratamientos PM y PP	19
3.5.2	Dosis de semilla para los tratamientos establecidos	19
3.6	Criterio de pastoreo y carga animal	20
3.7	Fertilización y Enmiendas	20
3.8	Control de Plagas y Malezas	21
3.9	Variables Evaluadas	22
3.9.1	Producción anual de la pradera	22
3.9.2	Consumo aparente	22
3.9.3	Eficiencia de utilización de la pradera	22
3.9.4	Composición Botánica	23
3.9.4.1	Rendimiento por especies	23
3.9.4.2	Tasa de crecimiento por especie	23
3.9.4.3	Consumo aparente por especie	23
3.9.5	Diversidad pratense	24
3.10	Diseño experimental y análisis estadístico	24
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
4.1	Producción anual de materia seca	26
4.2	Consumo aparente anual	27
4.3	Eficiencia de utilización de la pradera	28
4.4	Contribución individual de especies al rendimiento	29
4.4.1	Evolución de <i>Agrostis capillaris</i>	33
4.4.2	Evolución de <i>Trifolium repens</i>	35
4.4.3	Evolución de la contribución de <i>Bromus valdivianus</i>	36
4.4.4	Evolución de la contribución de <i>Holcus lanatus</i>	38
4.5	Agrupación de especies según producción anual	40
4.5.1	Producción anual de los grupos de especies	41
4.5.2	Consumo aparente anual para cada grupo de especies	42
4.5.3	Contribución de los grupos funcionales de especies	43

Capítulo		Página
4.5.3.1	Contribución de los grupos de especies a NSF	43
4.5.3.2	Contribución de los grupos de especies a NF	44
4.5.3.3	Contribución de los grupos de especies a PM	44
4.5.3.4	Contribución de los grupos de especies a PP	46
4.5.4	Contribución de las especies a sus respectivos grupos funcionales	48
4.5.4.1	Contribución de <i>Agrostis capillaris</i> y <i>Trifolium repens</i> al G1	48
4.5.4.2	4.5.4.2 Contribución de <i>Bromus valdivianus</i> y <i>Holcus lanatus</i> al G2	49
4.5.5	Tasas de crecimiento	49
4.5.5.1	Tasas de crecimiento en PNSF	50
4.5.5.2	Tasas de crecimiento en NF	50
4.5.5.3	Tasas de crecimiento en PM	51
4.5.5.4	Tasas de crecimiento en PP	52
4.5.6	Evolución del consumo aparente por animal	56
4.5.6.1	Pradera naturalizada sin fertilización	56
4.5.6.2	Pradera naturalizada con fertilización	58
4.5.6.3	Pradera de mixta de <i>Lolium perenne</i> con <i>Trifolium repens</i>	59
4.5.6.4	Pradera polifítica sembrada	60
4.5.6.5	Comentarios	61
4.6	Biodiversidad y estabilidad de los sistemas pratenses	62
5	CONCLUSIONES	64
6	BIBLIOGRAFÍA	65
	ANEXOS	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Análisis de suelo de la pradera residente	17
2	Datos meteorológicos de la ciudad de Valdivia, durante el período septiembre de 2006 a septiembre de 2007 y promedios históricos	18
3	Criterios de pastoreo	20
4	Dosis anual y tipo de fertilizantes empleados	21
5	Ecuaciones de calibración obtenidas con el plato medidor para cada estación climática en las praderas permanentes del sur de Chile	22
6	Distribución y orden de los tratamientos	25
7	Producción anual de los distintos tratamientos (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹)	26
8	Consumo aparente anual (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹)	28
9	Eficiencia de utilización de la pradera en cada tratamiento (%)	28
10	Contribución anual de las principales especies (%)	30
11	Producción anual de los distintos grupos (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹)	42
12	Consumo aparente anual (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹) de los distintos grupos	43
13	Índice de Shannon (H) para los distintos tratamientos	63
14	“Eveness” o “equidad” de los distintos tratamientos	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Contribución de <i>Agrostis capillaris</i> en los distintos tratamientos	35
2	Contribución de <i>Trifolium repens</i> en los distintos tratamientos	36
3	Contribución de <i>Bromus valdivianus</i> en los distintos tratamientos	38
4	Contribución de <i>Holcus lanatus</i> en los distintos tratamientos	39
5	Agrupación de las especies según su nivel productivo	41
6	Contribución (%) de los distintos grupos a PNSF durante el período de evaluación	44
7	Contribución (%) de los distintos grupos a PNF durante el período de evaluación	45
8	Contribución (%) de los distintos grupos a PM durante el período de evaluación	46
9	Contribución (%) de los distintos grupos a PP	47
10	Contribución de <i>Agrostis capillaris</i> y <i>Trifolium repens</i> al G1	48
11	Contribución de <i>Bromus valdivianus</i> , <i>Holcus lanatus</i> y demás especies a G2	49
12	Tasas de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹) en PNSF	51
13	Tasas de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹) en PNF	52
14	Tasas de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹) en PM	53
15	Tasas de Crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹) en PP	54
16	Evolución del consumo aparente por animal en NSF	58
17	Evolución del consumo aparente por animal en el PNF	59
18	Evolución del consumo aparente por animal en PM	60
19	Evolución del consumo aparente por animal en PP	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Producción Anual de cada especie (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹)	77
2	Contribución anual por especie (%)	78
3	Tasas de Crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹) del grupo 1 para los distintos tratamientos durante el período de evaluación	79
4	Tasas de Crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹) del grupo 2 para los distintos tratamientos durante el período de evaluación	80
5	Tasas de Crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹) del grupo 7 para los distintos tratamientos durante el período de evaluación	81

RESUMEN

En la estación experimental Santa Rosa de la Universidad Austral de Chile, ubicada en la provincia de Valdivia, se realizó un experimento iniciado en septiembre del 2006, con el fin de evaluar estrategias de mejoramiento sobre praderas naturalizadas de baja producción. Los resultados del ensayo correspondieron al primer año de evolución.

Se planteó como objetivos evaluar una pradera permanente degradada al ser sometida a la fertilización y establecimiento de especies bajo condiciones de pastoreo, midiendo rendimiento de materia seca; evolución de la composición botánica; contribución porcentual de las especies al rendimiento, tasa de crecimiento y consumo aparente de cada especie; y diversidad pratense en los distintos sistemas.

Se evaluó cuatro tratamientos con tres repeticiones correspondiendo estos a: pradera permanente residente degradada sin fertilización (NSF); pradera permanente residente degradada con fertilización (NF); la siembra de una pradera mixta (PM) de *Lolium perenne* L. cv. Bronsyn-AR1 y cv. Impact-AR1, y *Trifolium repens* L. cv. Huia y cv. Will (PM); y una pradera polifítica (PP) sembrada con *L. perenne* L. cv. Bronsyn-AR1 y cv. Impact-AR1, *T. repens* L. cv. Huia y cv. Will, *Dactylis glomerata* L. (cv. Starly), *Bromus valdivianus* Phill. (cv. Bareno), y *Holcus lanatus* L. (cv. Forester).

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar. Para detectar si existieron diferencias significativas se realizó análisis de varianza, test de separación de medias LSD. Las especies fueron agrupadas mediante un análisis de conglomerados. La evolución de la composición botánica, tasas de crecimiento y consumo aparente por animal, fueron graficadas y comparadas usando el error estándar del promedio. La diversidad pratense se determinó con el índice de Shannon.

La mayor producción de MS la alcanzó NF con 9.475 kg MS ha⁻¹ año⁻¹, mientras que el menor rendimiento se midió en NSF con 5.272 kg MS ha⁻¹ año⁻¹. El mayor

consumo aparente se produjo en NF y el menor en NSF. Se determinó una alta eficiencia de utilización de la pradera sin existir diferencias significativas entre los tratamientos.

Las praderas naturalizadas estuvieron dominadas por especies como *Agrostis capillaris* y *Trifolium repens*. *Lolium perenne* dominó en las praderas sembradas representando un 72 y 48 % para PM y PP respectivamente. Las especies fueron agrupadas según sus niveles de producción, obteniéndose siete grupos funcionales de especies. En NF y NSF dominaron G1 y G2, mientras que G7 dominó en PM y PP. Al evaluar la diversidad pratense mediante el índice de Shannon, no se encontró diferencias entre NSF, NF y PP, siendo ésta menor en PM.

SUMMARY

With the purpose of evaluating improvements strategies on naturalized degraded swards, started on September 2006 an experiment at Santa Rosa Experimental Station, owned by the Austral University in Valdivia, Chile.

The objectives of this study were to evaluate the yield response of the application of fertiliser and sowing pasture species in a naturalized degraded sward, also considering changes in the botanical composition, DM relative intake, growth rate and pasture diversity.

There were four treatments with three repetitions:

- Naturalized degraded pasture (NSF),
- Naturalized degraded pasture under fertilization (NF).
- An established mixed pasture with *Lolium perenne* L. cv. Bronsyn-AR1 and cv. Impact-AR1; with *Trifolium repens* L. cv. Huia and cv. Will.
- An established pasture with native and naturalized species (*Bromus valdivianus* L. cv. Bareno; *Dactylis glomerata* L. cv. Starly; *Holcus lanatus* L. cv. Forester; *Lolium perenne* cv. Bronsyn-AR1 and cv. Impact-AR1; and *Trifolium repens* cv. Huia and cv. Will).

The naturalized pasture under fertilization showed the highest DM yield and DM relative intake, while NSF the lowest. A high grazing efficiency was determined for all the treatments without significant differences between them.

Naturalized pastures were dominated by *Agrostis capillaris* and *Trifolium repens*, while *Lolium perenne* showed the highest contribution in botanical composition for both established pastures (PM and PP). Seven functional groups were determined by clusters analyses. G1 and G2 were the most important for NSF and NF, and G7 was the most important for PM and PP.

When calculating the Shannon index, there were no significant differences between NFS, NF and PP, this last one showed the lowest values for PM.

1 INTRODUCCIÓN

En el sur de Chile los rubros ganaderos basan su producción en la utilización de forrajes, destacando el recurso pradera. Los ganaderos disponen de praderas artificiales y naturalizadas, representando estas últimas un noventa por ciento de la superficie.

Muchas de estas praderas han alcanzado estados de degradación como consecuencia de la baja fertilidad del suelo y el mal manejo histórico que se les ha dado. En general están compuestas por especies de bajo valor forrajero, entregando bajas producciones de forraje y caracterizándose por su marcada estacionalidad.

Fundamentalmente existen tres métodos para revertir estados severos de degradación en praderas: eliminar la pradera residente, estableciendo una nueva mediante siembra tradicional; recuperar por medio de una regeneración; y para el caso de praderas naturalizadas, éstas pueden ser mejoradas a través de manejos en el pastoreo y fertilización.

Estudios indican que praderas naturalizadas que poseen especies de alto valor forrajero, las cuales se incrementan en forma significativa, alcanzan altos rendimientos sin la necesidad de intervenir fuertemente el sistema, al ser sometidas a fertilizaciones y manejo del pastoreo adecuado. Esto a su vez permite alcanzar estabilidad y persistencia en el tiempo para este tipo de praderas.

Basándose en lo anterior, el presente trabajo plantea como hipótesis que la fertilización en una pradera permanente degradada genera un incremento espontáneo de especies de alto valor forrajero en el corto plazo. Además, la producción de materia seca de una pradera sembrada con especies de alto valor forrajero sobre una pradera degradada, no es estable en el corto plazo.

De esta manera, el objetivo de este estudio es evaluar el rendimiento de materia seca, la evolución de la composición botánica, la tasa de crecimiento y el consumo aparente de cada especie, en una pradera permanente degradada al ser sometida a la fertilización y establecimiento de especies bajo condiciones de pastoreo intensivo.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Dominio Húmedo del sur de Chile

Gastó *et al.* (1987) proponen un sistema de clasificación para el establecimiento de las clases de pastizales de Chile, describiendo al Dominio Húmedo, como parte del Reino Templado localizado en la zona sur a partir de los 36° por la costa y más al sur la zona intermedia, el archipiélago austral y sectores del sistema andino austral, abarcando una superficie aproximada de 18.665.900 ha. Incluye las provincias Húmeda de Verano Fresco y la provincia Húmeda de Verano Cálido o Isla de Pascua. El Dominio Húmedo comprende los pastizales de clima húmedo con lluvias todo el año.

2.1.1 Provincia Húmeda de Verano Fresco o Valdiviana. Abarca una superficie de 2.541.900 ha, con una longitud de 780 km. Se extiende entre los 36°15' y los 43°20' L.S. Limita al norte con la Provincia Secoestival Costera o Costa Mediterránea, al sur con la Provincia Húmeda de Verano Frío o Archipiélago Austral, al este limita con la Provincia Secoestival Breve o Bío-Bío en la sección norte y con la provincia Húmeda de Verano Fresco y Mésico o Los Lagos y al oeste con el Océano Pacífico (Gastó *et al.*, 1987).

En las provincias de Valdivia y Osorno existen tres zonas agrícolas: las praderas permanentes de lluvia, el secano de la costa y el secano de la precordillera, siendo el rasgo común de estas zonas agrícolas la presencia de praderas de tipo permanente. La pradera más frecuente de la depresión intermedia de la provincia de Valdivia es la compuesta por *Agrostis capillaris* L., *Holcus lanatus* L. y *Lotus uliginosus* Schk. (MONTALDO 1974 a).

2.1.1.1 Clima. Se clasifica como templado húmedo de verano fresco o clima marítimo templado frío lluvioso de costa occidental. (KOEPPEN, 1948 y GASTÓ *et al.* 1987).

Es un clima moderado con abundantes precipitaciones durante todo el año, presenta temperaturas medias de 15°C a 17°C catalogándose como frescas. La influencia marítima se refleja en las precipitaciones, que oscilan entre los 1.400 mm, en el extremo norte, hasta los 2000 mm en el extremo sur. El 71% de las precipitaciones del año se concentran entre abril y septiembre. La nubosidad aumenta y los días de sol van disminuyendo a medida que se avanza hacia el sur (ÁGUILA, 1992; GASTÓ *et al.*, 1990 y TEUBER, 1996).

2.1.1.2 Suelo. La topografía de esta zona se presenta variada, entre plana a plano ondulada. No obstante, en algunos sectores, como la Isla de Chiloé, existen pendientes bastante pronunciadas. En general, predominan los suelos de textura liviana (trumaos) aunque también existen zonas con suelos rojos arcillosos, ubicados de en la costa (AGUILA, 1990).

Los suelos de la Región de Los Ríos y Los Lagos son derivados de cenizas volcánicas, dando origen a tres grupos de suelos; los trumaos, los ñadis y los rojo arcillosos. Los dos primeros son derivados de cenizas volcánicas recientes, clasificándose como Andisoles teniendo como arcilla dominante al alofán. Los trumaos poseen textura franca, color pardo a pardo amarillento y altos contenidos de materia orgánica, en general son de mejor fertilidad y propiedades físicas más favorables, sin embargo, tienen limitaciones debido a su elevada capacidad de retención de P, una acidez natural generalizada, problemas de toxicidad de aluminio y un déficit apreciable de bases de intercambio, agudizándose a medida que se avanza hacia el sur hasta la Isla de Chiloé. Los rojo arcillosos derivan de cenizas volcánicas antiguas como los Ultisoles, dominando las arcillas metahalosita y halositas hidratadas, presentan relieves más escarpados, colores rojizos, horizontes argílicos bien desarrollados y un alto contenido de arcilla (BERNIER, 1988; RUZ y CAMPILLO, 1996 y UNIVERSIDAD DE CHILE, 1992).

2.2 Praderas naturalizadas del sur de Chile

Desde el punto de vista ecológico, las praderas permanentes son el resultado de la acción combinada de los animales que la talajan, del clima del lugar (llueve

entre 1750 y 3.000 mm al año), de la condición del suelo y de la acción del hombre que forman un sistema interrelacionado denominado un ecosistema (MONTALDO, 1973 b).

En Chile, el 84 % de las praderas corresponde a praderas naturalizadas, las que en general están compuestas por especies de bajo valor forrajero debido a su baja productividad y estacionalidad de la producción. La superficie de praderas en las décima y decimocuarta regiones es de 1.351.352 ha, de las cuales el 50,3% corresponde a praderas naturalizadas, mientras que las artificiales y mejoradas representan el 10,8 y 38,9 % de la superficie, respectivamente (BALOCCHI, 1999 y TORRES Y CISTERNAS, 1997).

La pradera naturalizada es una comunidad polifítica dominada fundamentalmente por gramíneas perennes, con una proporción variable de especies de hoja ancha y con una contribución de leguminosas que representa en general menos del 5 % del rendimiento total anual de la pradera. Estas especies constituyentes, nativas e introducidas, perduran bajo las condiciones del lugar y sirven de alimento a los animales (BALOCCHI y LÓPEZ, 1996 y GOIC, 1979).

El rendimiento de estas praderas dista mucho de los logros experimentales por las instituciones dedicadas a la investigación, observándose un gran potencial en esta unidad edafoclimática. Estas praderas alcanzan estados de degradación por problemas de baja fertilidad del suelo y manejos que no son realizados de manera adecuada (TORRES, 2006).

La degradación de una pradera se entiende como la disminución progresiva de las cualidades deseadas, producto del sometimiento a intensos pastoreos, disminuyendo las especies más deseables, produciéndose un aumento de las especies de escaso valor forrajero. La degradación de praderas también afecta la producción del ganado, al disminuir la disponibilidad de forraje, la digestibilidad y la cantidad de nutrientes que aportan. Varios factores generan estados de degradación, entre ellos: malos manejos como la baja o nula fertilización, cortes tardíos, el excesivo pisoteo de animales en pastoreo o conducción de maquinaria en condiciones húmedas, el sobre y sub pastoreo, etc. Los suelos pobres en drenaje también tienden a sufrir degradación

en su composición botánica, ya que generalmente las especies de mayor rendimiento no progresan en suelos húmedos siendo reemplazadas por otras de menor rendimiento que sí lo toleran. Sin embargo, se ha demostrado que praderas degradadas sometidas a un buen manejo, experimentan una evolución positiva con el transcurrir del tiempo, mejorando la composición botánica, el número de especies de alto valor forrajero, produciéndose un aumento en la productividad (LOZANO, 2004; MONTALDO, 1973; TAINTON *et al.*, 1996 y SIEBALD *et al.* 1983).

Las praderas naturalizadas poseen una alta diversidad de especies, lo que las hace ser ecosistemas más estables, por lo que adquieren una mayor capacidad para tolerar el estrés ambiental, poseen mayor persistencia y menores requerimientos que las praderas formadas por especies introducidas (Milton *et al.*, 1994, citados por BALOCCHI y LÓPEZ, 2001).

2.2.1 Composición Botánica. La composición botánica es un parámetro dinámico tanto por su sensibilidad de cambio por manejo como durante las distintas estaciones del año. Es así como especies leguminosas son sensibles a las bajas temperaturas y a la baja luminosidad, por lo que aparecen más vigorosas en primavera y verano. Las gramíneas, en cambio, tienen mayor tolerancia al frío por lo que pueden presentar buen crecimiento en otoño y algo en invierno. Otros factores que pueden hacer variar la composición botánica son el manejo del pastoreo, tanto en términos de intensidad como períodos de rezago y la fertilización (BERNIER, 1985).

La pradera naturalizada del Dominio Húmedo, presenta una composición botánica variable, dependiendo del lugar geográfico. Este tipo de praderas en general esta constituido en un 70 % por especies gramíneas. Las principales especies gramíneas componentes de las praderas naturalizadas de la X Región son: *Agrostis capillaris* L., *Holcus lanatus* L., *Lolium perenne* L., *Dactylis glomerata* L., *Bromus valdivianus* Phil., *Arrhenatherum elatius spp bulbosum* L., *Paspalum dasypleurum* Kunze, *Anthoxanthum odoratum* L. y *Lolium multiflorum* Lam. (BALOCCHI y LOPEZ, 1996; CUEVAS 1980; TEUBER, 1988 y TEUBER, 1996).

La contribución de leguminosas suele representar menos de un 5 % del rendimiento total anual de la pradera. Entre éstas encontramos a *Lotus uliginosus* Schk., *Trifolium dubium* Sibth., *Trifolium repens* L. y *Trifolium pratense* L., mientras que las especies de hoja ancha más comunes son *Hypochaeris radicata* L., *Leontodon nudicaulis* Banks. ex Lowe, *Plantago lanceolata* L. y *Rumex acetocella* L. (BALOCCHI y LOPEZ, 1996).

Dentro de las especies anteriormente nombradas, sólo algunas poseen valor forrajero para el ganado, como *Agrostis capillaris*, *Arrhenatherum elatius* spp *bulbosum*, *Bromus valdivianus*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Lolium perenne*, *Lotus uliginosus*, *Plantago lanceolata*, *Leontodon nudicaulis* y *Trifolium repens* (TEUBER, 1988).

2.2.2 Rendimiento y distribución. PINOCHET (1990), señala que el potencial de producción de las praderas permanentes de esta zona puede alcanzar las 9 ton MS ha⁻¹ en el sistema edafoclimático cordillera de la costa, 12 ton MS ha⁻¹ en el llano central, 5 ton MS ha⁻¹ en los ñadis y 10 ton MS ha⁻¹ en la precordillera andina.

La pradera en general y cada especie en particular, poseen un crecimiento vegetativo cíclico activo, alternado con períodos de inactividad a través del año. Este comportamiento varía de acuerdo a tres factores climáticos como son la radiación solar, temperatura y factores edáficos como humedad disponible y fertilidad (BERNIER, 1988 y White *et al.*; 2000, citados por VERA, 2006).

Debido a las condiciones climáticas de la zona, las praderas se caracterizan por una gran estacionalidad en su producción. Durante la primavera, la tasa de crecimiento es máxima y a medida que se acerca el verano, la tasa de crecimiento de las praderas disminuye como consecuencia del déficit hídrico, las altas temperaturas y la entrada de las especies a su fase de madurez. A finales de verano e inicios de otoño, la pradera perenne experimenta un nuevo crecimiento, por existir condiciones favorables de temperatura y humedad y por último durante el invierno el crecimiento de las praderas se hace mínimo debido a las bajas temperaturas. Existe similitud en las curvas de producción de forraje para praderas de alta y baja producción, variando el volumen de

producción total de cada una en el período considerado. La distribución de crecimiento de una pradera natural de Los Lagos es de 48,9 % en primavera, 26,1 % en verano, 19,7% en otoño y 5,3 % en invierno. En tanto, en suelos ñadis, el 75 % del rendimiento anual se produce desde mediados de octubre a mediados de febrero, el 7 % mediados de febrero y mediados de mayo, y por último el 18% entre mediados de mayo y mediados de octubre (BALOCCHI, 1999; CUEVAS *et al.*, 1983; TEUBER y BERNIER, 1977; y TEUBER, 1988).

2.3 Mejoramiento de praderas naturalizadas.

Aún no se ha logrado establecer un consenso referente a la mejor estrategia para mejorar la producción de praderas degradadas. Algunos investigadores recomiendan la incorporación de especies mejoradas genéticamente, mientras que otros promueven el incremento espontáneo de especies naturalizadas de buen valor forrajero como consecuencia de la corrección de los factores que limitan la producción de la pradera (LÓPEZ y VALENTINE, 2003).

Existen fundamentalmente tres métodos para revertir estados severos de degradación en praderas: eliminar la pradera residente, rompiendo el suelo y estableciendo una nueva mediante siembra tradicional; recuperar por medio de una regeneración; y para el caso de praderas naturalizadas, estas pueden ser mejoradas a través de manejo y fertilización (BALOCCHI y LÓPEZ, 1994).

2.3.1 Establecimiento de Praderas. El establecimiento de praderas no se realiza sólo con el fin de aumentar la producción anual, sino además incorporar especies con una mejor distribución anual de la producción, que aumentan el valor nutritivo de la dieta, la persistencia de la pradera en el tiempo, una mayor resistencia al ataque de insectos y enfermedades, y aprovechar la oportunidad dada por las labores de cultivo para nivelar el suelo, incorporar sistemas de drenaje y mejorar la fertilidad del suelo. Previo a establecer praderas con especies perennes en forma directa es necesario considerar una serie de aspectos químicos del suelo con el fin de asegurar el éxito en el establecimiento y persistencia de las especies perennes sembradas (KEMP *et al.*, 1999 y TEUBER Y NAVARRO, s/f).

2.3.2 Regeneración de Praderas. Es un proceso mediante el cual se incorporan semillas de especies de alto valor forrajero y fertilizante, en un sector en que las especies de bajo valor forrajero son dominantes, alterando escasamente la vegetación residente. Dentro de las ventajas de la regeneración de praderas con respecto a la siembra tradicional destacan un menor costo de establecimiento; una rápida respuesta en producción de forraje y utilización; una menor alteración de las características químicas del suelo; y disminución el riesgo de descalce (TORRES y CISTERNAS, s/f).

2.3.3 Fertilización. Las praderas compuestas por especies nativas o naturalizadas pueden ser recuperadas desde estados de degradación. La fertilización y un manejo del pastoreo adecuado generan un incremento significativo de las especies de alto valor forrajero, alcanzando la pradera altos rendimientos. Las especies naturalizadas están adaptadas al ecosistema lo que le permite a la pradera alcanzar estabilidad y persistencia en el tiempo (BALOCCHI y LÓPEZ, 1994; CASTRO, 1996; TORRES y CISTERNAS, s/f; y VOISIN, 1992).

Las praderas naturalizadas sometidas a fertilización aumentan la cantidad de especies nobles como *Trifolium repens*, *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata*, *Lolium spp.*, *Agrostis capillaris* y *Bromus unioloides* L. En praderas sembradas y regeneradas las especies sembradas tienden a desaparecer y a ser reemplazadas por especies naturalizadas (CUEVAS 1980 y SIEBALD *et al.* 1983).

La fertilización es una práctica que genera gran impacto en las praderas, al mejorar la producción de materia seca y la calidad nutritiva del forraje, siendo una herramienta útil para mejorar la productividad de las praderas. El suministro de nutrientes como nitrógeno (N) y fósforo (P) permite modificar la composición botánica de praderas residentes. La velocidad y magnitud de la respuesta depende de varios factores, como la condición inicial de la pradera y dosis de fertilizante aplicada (COLLANTES *et al.*, 1998; PARGA y ALVARADO, 1992; y PORTA *et al.*, 2006).

Las gramíneas requieren de altas cantidades de nitrógeno, en cambio las leguminosas son más exigentes en fósforo. De esta forma, la fertilización nitrogenada

favorece el desarrollo de las gramíneas en desmedro de las leguminosas, mientras que la fertilización fosfatada beneficia la presencia de leguminosas (BERNIER, 1985).

Una pradera naturalizada sin fertilización alcanza rendimientos entre 5 y 7 ton MS ha⁻¹ año⁻¹, donde el 50 % de la materia seca es aportada por especies como *Holcus lanatus* y *Lotus uliginosus*, mientras que una pradera naturalizada fertilizada alcanza 13 ton MS ha⁻¹ año⁻¹ (SANTAMARIA y SOTO, 1982; y SIEBALD *et al.*, 1983).

2.4 Dinámica de especies y diversidad pratense.

El crecimiento de las plantas se ve afectado por el ambiente, caracterizado por el suelo y el clima. Los recursos que influyen principalmente sobre el crecimiento de las plantas son: la luz, el CO₂, ambos permitiendo la fotosíntesis; el suministro de nutrientes y de agua; y la temperatura. La dinámica de las especies se refiere a los cambios que experimentan las praderas en un período de tiempo como consecuencia de las diferentes acciones ejercidas sobre la pradera. Estos cambios pueden ser expresados a través de la frecuencia, contribución y cobertura de las especies pratenses de la pradera. La composición botánica constituye un buen indicador del valor agrícola de las praderas, existiendo una relación entre ésta y la producción del ganado. (MACKENZIE *et al.*, 1999; MOTT, 1972; PACHECO, 1997 y VOISIN, 1962).

La sucesión ecológica es un proceso en el cual la presencia y abundancia de especies pratenses varía en el tiempo, siendo reemplazadas por otras. Este proceso de reemplazo ocurre porque el hábitat se ha ido modificando, de modo tal que es más favorable para el establecimiento de otras especies. La dirección de la sucesión ecológica en el mediano a largo plazo tiende a que la pradera sea dominada por especies gramíneas, ya sea en praderas naturalizadas o en pasturas. (BALOCCHI y LÓPEZ, 2001; y LÓPEZ y VALENTINE, 2003),

La biodiversidad ayuda a mantener estable la productividad de los sistemas pratenses. De esta manera, la productividad se ve positivamente influenciada con el incremento del número de especies. La situación contraria, es decir, la disminución de

la diversidad de especies influye negativamente en la producción, iniciando procesos de degradación ecosistémica (LÓPEZ y VALENTINE 2003).

Cuando el número de especies aumenta, las comunidades prateras mejoran su eficiencia energética y su habilidad para recuperarse de alteraciones ambientales, aumentando la probabilidad de que ante alteraciones del ecosistema existan especies que puedan sobrevivir y crecer posteriormente. En cambio, la desaparición de algunas especies prateras incrementa la susceptibilidad del sistema frente a posibles situaciones de estrés (Tilman y Owing, 1994; Johnson *et al.*, 1996; Hector *et al.*, 1999; Tilman, 1999; Tilman *et al.*, 2001, citados por LÓPEZ y VALENTINE, 2003; y MACARTHUR, 1955).

Se ha formulado la teoría de que son grupos funcionales de especies los que mantienen los procesos ecosistémicos, conservando su estabilidad y productividad. Estos están conformados por especies que comparten una serie de atributos biológicos, utilizan recursos de forma similar y además frente a cambios del medioambiente responden de la misma manera. De esta forma, un sistema pratero podría prescindir de ciertas especies mientras su grupo funcional permanezca presente en el ecosistema, ya que otra especie del mismo grupo tomaría su lugar, sin verse afectada la producción y persistencia de la pradera (GITAY y NOBLE, 1997; y WALKER, 1992).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

La investigación se realizó en la Estación Experimental Santa Rosa de la Universidad Austral de Chile, Este predio está ubicado en la Decimocuarta Región de los Ríos, Provincia y Comuna de Valdivia en el paralelo 39° 47' 26" latitud sur y el meridiano 73° 14' 12" longitud oeste a una altura de 25 m.s.n.m.

3.2 Duración del ensayo

El presente estudio correspondió al primer año de evaluación de un proyecto denominado "Evaluación de la sustentabilidad de estrategias utilizadas para el mejoramiento de praderas degradadas" bajo la responsabilidad de la Universidad Austral de Chile con el patrocinio de Soprole S.A.

El ensayo comenzó el día 2 de septiembre del 2006 con el establecimiento de las praderas y finalizó en septiembre del 2007.

3.3 Características del suelo

Previo al establecimiento de las parcelas se realizó un análisis de suelo con el objetivo de conocer la disponibilidad de nutrientes y el grado de degradación del suelo (Cuadro 1).

3.4 Caracterización del clima.

De acuerdo al sistema de clasificación de ecorregiones propuesto por GASTO *et al.* (1987), esta zona corresponde al Reino Templado, Dominio Húmedo, Provincia de Verano Fresco y presenta las siguientes características:

3.4.1 Temperatura.

Se ha calculado para Valdivia una temperatura promedio anual de 12,2 °C siendo su valor medio mensual máximo 22,9 °C en el mes de febrero y su media mensual mínima de 5 °C en el mes de marzo (HUBER, 1970).

CUADRO 1 Análisis de suelo de la pradera residente.

Parámetros	Valores
pH en agua (1:2,5)	5,7
Materia Orgánica (%)	13,9
N – Mineral (ppm N-NO ₃)	16,8
Fósforo (ppm Olsen)	11,2
Potasio intercambiable (ppm)	142
Sodio intercambiable (cmol+/kg)	0,08
Calcio intercambiable (cmol+/kg)	2,36
Magnesio intercambiable (cmol+/kg)	0,69
Suma de Bases (cmol+/kg)	3,49
Aluminio intercambiable (cmol+/kg)	0,85
CICE (cmol+/kg)	4,34
Saturación de Al (%)	19,6

3.4.2 Precipitaciones.

La precipitación promedio anual estimada para Valdivia es de 2323 mm (Cuadro 2). Esta cantidad de agua cae principalmente en un período comprendido entre los meses abril a septiembre (HUBER, 1970).

3.4.3 Otros factores climáticos.

El promedio de la humedad relativa anual es del 77% aumentando en los meses de otoño e invierno de 80% a 90% y cayendo en verano a un 60%. La frecuencia de heladas media anual para un período de diez años fue de 46 días, siendo los meses de julio a septiembre los más afectados. El período libre de heladas va desde diciembre a marzo (HUBER, 1970).

CUADRO 2 Datos meteorológicos de la ciudad de Valdivia, durante el período septiembre de 2006 a septiembre de 2007 y promedios históricos.

	Precipitaciones del período (mm)	Precipitación histórica* (mm)	Temperatura máxima del período (°C)	Temperatura máxima histórica* (°C)	Temperatura mínima del período (°C)	Temperatura mínima histórica* (°C)	Temperatura media del período (°C)	Temperatura media histórica* (°C)
Septiembre	183,1	188,0	15,1	14,6	5,5	5,6	9,7	9,7
Octubre	194,6	150,3	16,4	16,8	6,6	7,0	11,0	11,6
Noviembre	54,8	107,2	19,9	18,9	8,3	8,7	13,9	13,8
Diciembre	222,9	91,8	19,5	21,2	9,9	10,4	14,6	15,8
Enero	32,2	63,9	23,4	22,8	11,3	11,3	17,3	17,0
Febrero	43,4	56,8	22,8	22,9	10,7	11,1	16,5	16,8
Marzo	44,2	84,7	21,6	20,8	11,2	10,0	15,6	14,8
Abril	221,5	160,8	16,9	17,1	8,2	8,1	11,9	12,0
Mayo	79,4	338,2	13,7	13,8	5,6	7,2	9,0	10,1
Junio	229,8	396,2	10,5	11,3	4,6	5,8	7,2	8,2
Julio	356,0	379,7	10,6	11,1	4,4	5,0	7,0	7,7
Agosto	262,7	305,9	11,7	12,6	1,9	5,2	6,1	8,4
Promedio Anual **	160,4	193,6	16,8	17,0	7,3	8,0	11,6	12,2
TOTAL	1924,6	2323,6	-	-	-	-	-	-

*Promedio histórico mensual de 47 años (1960-2007)

**Promedio histórico anual de 47 años (1960-2007)

3.5 Tratamientos

El ensayo constó de cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno, obteniéndose 12 parcelas organizadas en tres bloques. En cada bloque se definió al azar la ubicación de los tratamientos. Las parcelas tienen una dimensión de 20 x 20 m lo que arroja una superficie individual de 400 m² y total del ensayo de 4.800 m², obteniéndose:

- Tratamiento NSF: Pradera permanente degradada residente sin fertilización.
- Tratamiento NF: Pradera permanente degradada residente con fertilización.
- Tratamiento PM: Siembra de dos cultivares de ballica inglesa y dos cultivares de trébol blanco.
- Tratamiento PP: Siembra de una mezcla polifítica de especies pratenses.

3.5.1 Preparación del sitio para los tratamientos PM y PP.

La preparación del sitio se inició con la eliminación de la cobertura vegetal existente, utilizando glifosato, en dosis de 5 lt·ha⁻¹. Posteriormente se procedió a arar y rastrear el suelo para preparar una cama de semillas firme y homogénea. Estas labores se realizaron al final del período invernal del año 2006.

3.5.2 Dosis de semilla para los tratamientos establecidos.

Para el tratamiento PM se aplicó la siguiente dosis de semilla:

- 37,8 kg ha⁻¹ de *Lolium prene* L. (50% cv. Bronsyn AR1 y 50% cv. Impact AR1).
- 5,8 kg ha⁻¹ de *Trifolium repens* L. cultivares Will y Huia en partes iguales.

El tratamiento PP considera la siembra de *L. perenne*, *Bromus valdivianus* Phil., *Holcus lanatus* L., *Dactylis glomerata* L. y *T. repens* en una proporción de un 17,5 % para cada una de las gramíneas y un 30 % para la leguminosa, determinándose la siguiente dosis de siembra:

- 9,5 kg ha⁻¹ de *L. perenne* (50% cv. Bronsyn AR1 y 50% cv. Impact AR1).
- 5,8 kg ha⁻¹ de *T. repens* (cv. Huia y cv. Hill).
- 4,7 kg ha⁻¹ de *D. glomerata* cv. Starly.
- 33,8 kg ha⁻¹ de *B. valdivianus* cv. Bareno.
- 1,4 kg ha⁻¹ de *H. lanatus* cv. Forester.

3.6 Criterio de pastoreo y carga animal.

Para el manejo del pastoreo se definieron criterios de entrada y salida ajustados según la época del año (Cuadro 3). Es así como en primavera, verano y otoño se ingresó a pastorear cada tratamiento cuando los tres bloques tuvieron una disponibilidad promedio de 2400 kg MS ha⁻¹, pastoreando hasta dejar 1400 kg MS ha⁻¹ de residuo. En invierno se realizó el pastoreo cuando cada tratamiento alcanzó una disponibilidad promedio de 2000 kg MS ha⁻¹, dejando un residuo de 1200 kg MS ha⁻¹. Cuando transcurrieron 60 días desde un pastoreo sin alcanzar la disponibilidad de entrada se procedió a pastorear de igual forma.

CUADRO 3 Criterios de pastoreo.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Disponibilidad forraje (kg MS ha ⁻¹)	2400	2400	2400	2000
Residuo post pastoreo (kg MS ha ⁻¹)	1400	1400	1400	1200
Rezago	Máximo de 60 días entre pastoreo			

Cada parcela fue pastoreada por 14 vacas Holstein Friesian provenientes del rebaño lechero de la Estación Experimental Santa Rosa.

3.7 Fertilización y enmiendas.

Tres tratamientos (NF, PM y PP) fueron fertilizados con nitrógeno, fósforo y potasio, además de recibir una enmienda calcárea con carbonato de calcio (Cuadro 4). Las dosis de fertilización y enmienda calcárea aplicadas fueron calculadas en base al análisis de suelo efectuado al inicio del estudio (Cuadro 1).

La totalidad del fósforo y potasio se aplicó al momento de la siembra, además de 40 kg de nitrógeno, el resto de este nutriente se aplicó al voleo en forma parcializada a mediados de octubre, inicios de diciembre y mediados de marzo y mayo.

La cal fue aplicada en cobertera previo al establecimiento de los tratamientos para luego ser incorporada en el perfil del suelo.

CUADRO 4 Dosis anual y tipo de fertilizantes y enmienda calcárea empleados.

Elemento	Dosis Anual (kg ha ⁻¹)	Producto
Nitrógeno (N)	120	Nitromag
Fósforo (P ₂ O ₅)	120	Superfosfato Triple
Potasio (K ₂ O)	100	Sulfato de Potasio
Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	2000	Magnecal

En la pradera naturalizada con fertilización se aplicó la totalidad de la dosis al voleo a excepción del nitrógeno que se parcializó de la misma forma que en los otros tratamientos.

3.8 Control de Plagas y Malezas

El control de plagas se realizó en todos los tratamientos y consistió en la aplicación de Alsystin a una dosis de 100 cc ha⁻¹ para el control de la cuncunilla negra (*Dalaca pallens* Blanchard y *Dallaca chilensis* Viette), ésta se llevó a cabo en el mes de mayo del 2007.

En cuanto al control de malezas, previo al establecimiento de PM y PP, se aplicaron 5 lt ha⁻¹ de glifosato para eliminar la vegetación existente. Posterior a la siembra y cuando el trébol tenía más de dos hojas trifoliadas, se aplicaron 2,5 lt ha⁻¹ de Campogran (2,4 DB + Bentazón) con el fin de controlar las especies de hoja ancha.

En el mes de noviembre se realizó un control manual de Rábano (*Raphanus sativus* L.) existente en los tratamientos establecidos.

3.9 Variables evaluadas

En este ensayo se evaluaron diferentes variables productivas y la evolución de la composición botánica en los distintos tratamientos.

3.9.1 Producción anual de la pradera

La disponibilidad de forraje fue determinada antes y después de cada pastoreo. Para ello se realizaron cien mediciones en cada parcela con el plato medidor de forraje, obteniéndose la altura comprimida promedio de la pradera. Este valor fue utilizado para estimar la disponibilidad de materia seca en la pradera, utilizando ecuaciones previamente ajustadas (Cuadro 5), que correlacionan la altura comprimida de la pradera con la disponibilidad de materia seca.

CUADRO 5 Ecuaciones de calibración obtenidas con el plato medidor para cada estación climática en praderas permanentes del sur de Chile.

Estación	Ecuación	R ²
Invierno	$Y = 95 \cdot x + 400$	0.77
Primavera	$Y = 100 \cdot x + 400$	0.75
Verano	$Y = 160 \cdot x + 250$	0.71
Otoño	$Y = 120 \cdot x + 350$	0.74

Fuente: CANSECO *et al.* (2007)

De esta forma la producción acumulada correspondió al crecimiento de la pradera durante los diferentes períodos de rezago, es decir, la sumatoria entre la disponibilidad de MS de pre pastoreo menos la disponibilidad de MS residual del pastoreo anterior.

3.9.2 Consumo aparente

Se calculó como la diferencia entre la disponibilidad de materia seca previo y después del pastoreo. Este asume que esta diferencia es la cantidad aparentemente consumida por los animales y no considera la disminución en la altura donde los animales estuvieron echados, lugares bosteados, etc.

3.9.3 Eficiencia de utilización de la pradera.

Para determinar este índice se calculó la relación porcentual entre el consumo aparente total y la producción anual de cada tratamiento.

3.9.4 Composición botánica.

Para determinar la composición botánica por peso y rendimiento de cada especie se utilizó un cuadrante de 0,2 x 0,2 m. Se lanzó 10 veces al azar en cada parcela, cortando muestras de forraje en cada uno de estos puntos a ras de piso.

Las muestras se separaron en forma manual especie por especie. Éstas fueron secadas cada una por separado en un horno de aire forzado a una temperatura de 60 °C durante 48 horas o hasta que el peso se hizo constante, obteniéndose así el peso seco por especie y el porcentaje relativo de contribución de cada una de éstas al peso total, antes y después de cada pastoreo.

3.9.4.1 Rendimiento por especies. Se obtuvo al sumar las producciones acumuladas de cada especie. Estas se determinaron al calcular el crecimiento en un período (entre dos pastoreos), multiplicado por la composición botánica de pre pastoreo, expresada en porcentaje.

3.9.4.2 Tasa de crecimiento por especie. Medida en $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$, indica la cantidad de materia seca que una especie produce diariamente entre dos pastoreos y se determinó al restar la cantidad de materia seca disponible de una especie previo a un pastoreo con el residuo de dicha especie en el pastoreo anterior. La diferencia fue dividida por el número de días que transcurrieron entre ambos eventos.

La disponibilidad de materia seca por especie de pre y post pastoreo se calculó al multiplicar la disponibilidad inicial y final de MS de la pradera por la contribución (%) de cada especie pre y post pastoreo respectivamente.

3.9.4.3 Consumo aparente por especie. Se calculó restando la disponibilidad de materia seca de una especie previa a cada pastoreo con la cantidad de dicha especie una vez sacados los animales, obteniéndose el consumo aparente por hectárea. También se calculó el consumo aparente por animal, al dividir el consumo aparente total por el número de vacas que pastorearon la parcela.

3.9.5 Diversidad pratense.

Para calcular la diversidad pratense se utilizó el índice de Shannon-Wiener (H). Este contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies. Mide la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción con que existen en la población, es decir, mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente n_1 individuos de especie 1, n_2 de especie 2,... y n_s individuos de la especie S (Greig-Smith, 1983; Hill, 1973, citados por SOMARRIBA, 1999).

El índice de equidad o “evenness” (e_H) cuantifica el número de especies, igualmente abundantes, suficiente para producir el mismo grado de incertidumbre, o sea, el mismo valor de H. Puede ser calculado dividiendo H por el logaritmo natural de S, que corresponde al número de especies. Asume un valor entre 0 y 1, donde 1 corresponde a la distribución más homogénea posible para las especies presentes en la comunidad vegetal.

3.10 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro tratamientos en tres bloques (Cuadro 6).

Las variables fueron evaluadas mediante análisis de varianza (ANDEVA), las medias de los tratamientos se separaron utilizando el Test LSD.

Cuando existieron interacciones significativas ($P < 0,05$), la comparación de medias se realizó con el test de PDIFF.

Para agrupar las especies según su producción anual se utilizó el análisis de clusters, usando el método de agrupamiento del promedio estandarizado (JOBSON, 1992).

CUADRO 6 Distribución y orden de los tratamientos.

Bloque	Parcela	Tratamiento
1	1	PP
	2	NF
	3	NSF
	4	PM
2	5	NSF
	6	PM
	7	PP
	8	NF
3	9	NF
	10	PP
	11	NSF
	12	PP

La evolución de la composición botánica, tasas de crecimiento y consumo aparente por animal, fueron graficadas y comparadas usando el error estándar del promedio (Standard error of the mean; STEEL *et al.*, 1997).

Finalmente la diversidad pratense de los distintos tratamientos se determinó usando el índice de Shannon – Wiener.

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan, analizan y discuten los resultados obtenidos para las variables evaluadas durante el período de estudio, considerando las mediciones realizadas en terreno y laboratorio. Se determinó la producción anual de materia seca (MS) para cada tratamiento, el consumo aparente y la eficiencia de utilización de la pradera. Además, se presenta la evolución de la composición botánica, producción anual por especies y la diversidad de los distintos sistemas pratenses.

4.1 Producción anual de materia seca (MS).

En el presente estudio el tratamiento que mayor rendimiento alcanzó fue la pradera naturalizada con fertilización, llegando a producir 9.47 ton MS ha⁻¹ año⁻¹, en tanto que la menor producción correspondió a la pradera naturalizada sin fertilización (Cuadro 7).

CUADRO 7 Producción anual de los distintos tratamientos (kg MS ha⁻¹ año⁻¹).

Tipo de pradera	Rendimiento anual (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹)
NSF	5.272 c
NF	9.475 a
PM	7.490 b
PP	6.705 b
Significancia	**

Letras distintas en la columna indican diferencias estadísticas significativas: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; n.s. $P > 0,05$. **NSF**: natural sin fertilización; **NF**: natural con fertilización; **PM**: Pradera sembrada de *L. perenne* y *T. repens*; **PP**: Pradera polifítica sembrada.

Las praderas naturalizadas aumentaron su rendimiento anual con la fertilización en un 80 %. Este mismo efecto positivo de la fertilización ha sido confirmado en otros estudios (CATALÁN, 2007; PACHECO, 1997 y VERA, 2006). En un estudio realizado en la precordillera de la costa en la zona de Llanquihue, SIEBALD *et al.* (2002) determinaron producciones anuales de 8.500 y 5.000 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ para praderas

naturalizadas con y sin fertilización durante el primer año de evaluación, mientras que Ruff (1989) citado por PACHECO (1997) midió producciones anuales de 8.570 y 3.770 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ para praderas naturalizadas con y sin fertilización respectivamente.

La menor producción de los tratamientos sembrados con respecto a la pradera naturalizada con fertilización se debió a que esta última ya se encontraba establecida y en plena producción al establecer los tratamientos. Lo que indica que mientras PM y PP germinaban y se establecían, la fertilización estimuló a las especies competidoras de NF a producir nuevos macollos, hojas y raíces.

Praderas establecidas pueden lograr aún mayores rendimientos. VERA (2006) y CATALÁN (2007), obtuvieron producciones cercanas a las 11 ton MS ha⁻¹ año⁻¹ en pasturas mixtas y polifíticas establecidas en otoño, sin presentar diferencias entre ambos tipos de pradera.

En el caso de las praderas sembradas es destacable el que una mezcla polifítica con especies nativas y naturalizadas alcance rendimientos similares a una pradera mixta de *Lolium perenne* y *Trifolium repens*, hecho que también ha sido observado por BALOCCHI y LÓPEZ (2001).

4.2 Consumo aparente anual

El mayor consumo aparente se obtuvo en la pradera natural con fertilización, alcanzando los 6.898 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 8). El menor consumo se obtuvo en la pradera natural sin fertilización con 4.026 kg MS ha⁻¹ año⁻¹.

La tendencia observada en este ensayo indica que el consumo aparente está fuertemente influenciado por la producción anual de cada tratamiento y el número de pastoreos que se realizó en cada uno de ellos.

CUADRO 8 Consumo aparente anual (kg MS ha⁻¹ año⁻¹).

Tipo de pradera	Consumo aparente total anual (kg MS ha ⁻¹)
NSF	4.026 c
NF	6.898 a
PM	5.612 ab
PP	5.250 bc
Significancia	*

Letras distintas en la columna indican diferencias estadísticas significativas: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; n.s. $P > 0,05$. **NSF**: natural sin fertilización; **NF**: natural con fertilización; **PM**: Pradera sembrada de *L. perenne* y *T. repens*; **PP**: Pradera polifítica sembrada.

4.3 Eficiencia de utilización de la pradera.

La eficiencia de pastoreo considera la relación entre la cantidad de forraje consumido por los animales y la cantidad producida por la pradera. En pastoreos intensivos se intenta lograr una alta eficiencia de pastoreo.

HOLMES *et al.* (2002), indican que un buen manejo del pastoreo debe considerar que la mayoría del forraje producido sea consumido por los animales, reduciendo las pérdidas por rechazo o pastoreos demasiado laxos.

CUADRO 9 Eficiencia de utilización de la pradera en cada tratamiento (%).

Tipo de pradera	Eficiencia de Pastoreo (%)
NSF	80,1
NF	79,9
PM	78,3
PP	81,8
Significancia	n.s.

Letras distintas en la columna indican diferencias estadísticas significativas: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; n.s. $P > 0,05$. **NSF**: natural sin fertilización; **NF**: natural con fertilización; **PM**: Pradera sembrada de *L. perenne* y *T. repens*; **PP**: Pradera polifítica sembrada.

En este ensayo no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable. Los valores obtenidos están entre los rangos

recomendados por DONAGHY y FULKERSON (2001), quienes señalan que como meta se debe utilizar o consumir entre un 80 y 90 % del forraje producido.

La eficiencia de utilización no estuvo influenciada por el tipo de pradera, sino más bien por el manejo del pastoreo que se efectuó. Al realizar un manejo del pastoreo intenso es posible lograr una alta utilización de la pradera y alcanzar valores similares a los recomendados por la literatura.

4.4 Contribución individual de especies al rendimiento.

LÓPEZ *et al.* (1997) señalan que la presencia y abundancia de las especies pratenses en una pradera son procesos de adaptación al medio y de competencia entre las especies. De este modo, la presencia de una u otra especie y su nivel de expresión en la pradera está fuertemente relacionada con el tipo de sitio y la condición del mismo. Las características edáficas más determinantes para la dominancia de las especies fueron la profundidad efectiva del suelo, el tipo de hidromorfismo, la textura, la pendiente y los niveles de aluminio intercambiable y saturación de aluminio. Dentro de las variables de fertilidad más relevantes, el pH, aluminio intercambiable, saturación de aluminio, potasio, magnesio, calcio intercambiable y suma de bases explican en un 77 % la dominancia de las especies.

En el Cuadro 10 se presenta la contribución de las principales especies al rendimiento total anual de cada tratamiento, de este modo, la producción anual por especie resulta del producto entre la producción anual de la pradera por la contribución de la especie en su respectivo tratamiento (ANEXO 1).

Al analizar la producción de una pradera compuesta por muchas especies, es común encontrar que cerca del 80 % del rendimiento se deba a la contribución de tan sólo tres a cuatro especies, situación observada en los cuatro tratamientos, los cuales están dominados por especies gramíneas. Esto ocurre tanto en pasturas como en praderas, ya que la dirección de la sucesión ecológica en el mediano o largo plazo tiende a ello (KEMP *et al.*, 1999 y LÓPEZ *et al.*, 1997).

CUADRO 10 Contribución anual de las principales especies (%).

	Ac	Bv	Dg	Hl	Lp	Tr	O. sp
NSF	45,0 a	3,9 a	0,0 b	14,9 a	4,1 c	20,0 b	12,1
NF	40,0 a	3,9 a	0,0 b	5,1 b	4,9 c	32,9 a	13,3
PM	5,4 b	0,6 b	0,4 b	1,4 b	72,4 a	6,9 c	12,9
PP	10,1 b	3,6 a	9,6 a	1,9 b	48,0 b	10,1 c	16,6
Significancia	***	**	***	**	***	***	n.s.

Letras distintas en la columna indican diferencias estadísticas significativas: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; n.s. $P > 0,05$. **NSF**: natural sin fertilización; **NF**: natural con fertilización; **PM**: Pradera sembrada de *L. perenne* y *T. repens*; **PP**: Pradera polifítica sembrada.

En la pradera naturalizada sin fertilización las especies que mayor aporte realizaron a la producción anual de la pradera fueron *Agrostis capillaris*, *Holcus lanatus* y *Trifolium repens* con un 45, 15 y 19 % respectivamente. Las especies de hoja ancha en tanto representaron un 7,5 % de la composición botánica de esta pradera. La producción anual de *A. capillaris*, *H. lanatus* y *T. repens* fue de 1.949, 647 y 867 kg MS ha⁻¹ año⁻¹. MORALES (2000) midió una producción anual para *H. lanatus* de 861 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ en una pradera naturalizada sin fertilización. ORDOÑEZ (1998) encontró una mayor proporción de *A. capillaris* y especies de hoja ancha en sitios de menor fertilidad.

SIEBALD *et al.* (1982), comprobaron que es posible disminuir el porcentaje de especies de hoja ancha en praderas sin fertilización gracias a manejos aplicados como el apotreramiento, sin embargo, la proporción de gramíneas de alta producción se mantuvo baja.

La fertilización en la pradera naturalizada produjo ciertas variaciones en su composición botánica, *Agrostis capillaris* redujo su participación en 5 unidades porcentuales con respecto al tratamiento sin fertilización, sin embargo, no existió diferencias significativas por lo que ésta continuó siendo muy alta. *Holcus lanatus* disminuyó su participación en la pradera a 5 %. Todo lo contrario ocurrió con *Trifolium repens*, el que incrementó su participación en la pradera, llegando a alcanzar una presencia de 33 %.

Respecto a la cantidad de MS producida por cada especie, existió respuesta a la fertilización en *Agrostis capillaris*, *Lolium perenne*, *Bromus valdivianus* y *Trifolium repens*. La disminución en la producción presentada por *Holcus lanatus* en el tratamiento fertilizado respecto al tratamiento sin fertilización, se debe a la menor respuesta de esta especie frente a otras capaces de competir de mejor manera por los recursos existentes y no a un efecto negativo de la fertilización.

PINOCHET *et al.* (1999), estudiaron la respuesta a la fertilización nitrogenada de diferentes especies gramíneas. Encontraron claras diferencias en el comportamiento de *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris* y *Holcus lanatus* a pesar de que las condiciones climáticas y de manejo fueron similares. *A. capillaris* y *L. perenne* presentaron una clara respuesta a la aplicación de fertilizante nitrogenado, sin embargo, la primera siempre mostró una menor respuesta en comparación con la segunda. En tanto que *H. lanatus* se caracterizó por presentar elevados rendimientos sin aplicación de N, y una muy baja respuesta a éste (ORDOÑEZ, 1998 y PINOCHET *et al.*, 1999).

SIEBALD *et al.* (2002), observaron que al cabo de cuatro años la fertilización produjo una disminución de un 22 % de *Agrostis capillaris* en la composición botánica de la pradera, mientras que *Trifolium repens* incrementó su participación en un 20 %.

Si bien *Agrostis capillaris* disminuyó su porcentaje en la composición botánica de NF en relación a NSF, esta no fue estadísticamente significativa y fue precisamente en NF que alcanzó su mayor producción anual (3.718 kg MS ha⁻¹ año⁻¹), superando a NSF, PP y PM.

VERA (2006) midió una mayor producción de *Agrostis capillaris* en una pradera naturalizada con fertilización, seguida del mismo tipo de pradera sin fertilización, una mezcla de *Bromus valdivianus*, *Lolium perenne* y *Trifolium repens*, y finalmente una pastura mixta de *L. perenne* y *T. repens*.

Agrostis capillaris disminuyó en PM y PP. Esto se atribuyó al efecto de las técnicas aplicadas en la preparación de suelo (eliminación total de la pradera residente

al usar herbicida y la preparación mecánica de la cama de semillas), más la corrección de los niveles de fertilidad del suelo y el establecimiento de especies pratenses de altas tasas de crecimiento. Esto último se expresó en PP y PM especialmente a través de la contribución de *Lolium perenne* a la composición botánica, especie que puede producir un efecto depresor del desarrollo y controlador poblacional de las especies vecinas vía competencia, al poseer una mayor capacidad para captar nutrientes, agua y luz. El hecho de que exista una menor proporción de *A. capillaris* en PM que en PP, se relaciona a una mayor cantidad de *L. perenne* en PM, lo que indicaría que esta especie compete de mejor manera contra *A. capillaris* que las especies naturalizadas (TEUBER, 1996).

MONTALDO *et al.* (1974 a), señalan que las principales malezas gramíneas que aparecen tras la preparación de suelos corresponde a *Agrostis capillaris* y *Arrhenatherum elatius* L. *ssp. Bulbosum*. Entre las hierbas de hoja ancha, las más frecuentes son: *Spergula arvensis* L., *Brassica campestris* L. y *Rumex acetosella* L.. DEMANET y CONTRERAS (1988) por su parte señalan que las especies de hoja ancha más comunes son *Hypochaeris radicata* L., *Taraxacum officinale* Weber, *Plantago lanceolata* L., *R. acetosella* y *Leontodon nudicaulis* L.. Al igual que lo observado por CATALÁN (2007), las especies de hoja ancha tuvieron una respuesta positiva a la fertilización, no obstante sus producciones anuales continuaron siendo bajas. Dentro de ellas la mayor producción la alcanzó *R. acetosella* con 440 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ en PP (ANEXO 1), esta especie responde a una mayor cantidad de nutrientes liberados y además coloniza suelos desnudos (RAMÍREZ y FINOT 1991).

En la pradera mixta dominó *Lolium perenne* con un aporte de 72 % a la producción total anual de este tratamiento. *Trifolium repens* aportó un 7 % de la composición botánica. Las demás especies se encuentran en una muy baja proporción. CASTRO (1996), determinó que *L. perenne* constituyó el 70,68 % de la composición botánica de una pradera mixta durante su primer año de producción. *T. repens* sólo representó el 0,5 % de la producción anual, mientras que las especies de hoja ancha un 21,9%. La mayor proporción de éstas se debió a que en ese estudio no se realizó control químico de malezas postemergencia, lo que sugiere la necesidad de esta

práctica al establecer praderas y así evitar la invasión de especies que por lo general son poco deseadas.

PINOCHET *et al.* (2000) indican que el éxito de la asociación de *Lolium perenne* y *Trifolium repens* depende principalmente del suministro de nitrógeno entregado por el trébol. La sobrevivencia de este último está afectada directamente por la competencia entre las dos especies por luz, nutrientes y agua.

Lolium perenne constituyó un 50 % de PP, siendo la especie más abundante. De las demás especies sembradas *Trifolium repens* constituyó un 10.1 % y *Dactylis glomerata* L. un 9.6 %. *Bromus valdivianus* y *Holcus lanatus* no superaron el 5 %. *Agrostis capillaris* se presentó en mayor cantidad que en PM alcanzando un 10 %.

TEUBER y BERNIER (1981), obtuvieron en una pradera sembrada (con *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea* Schreb.) una alta contribución de *L. perenne* durante la primera temporada de producción, lo que confirma que esta especie posee un crecimiento inicial más rápido que las demás.

SIEBALD *et al.* (1982), evaluaron la evolución de la composición botánica en praderas naturalizadas, regeneradas y sembradas, todas sometidas a fertilización junto a un control sin fertilizar. El porcentaje de especies de mayor productividad y restantes especies fue similar en los tres tipos de praderas fertilizadas, diferenciándose sólo del testigo (pradera naturalizada sin fertilización). Esto indica que la fertilidad del suelo es un factor esencial para lograr la presencia y permanencia de especies de mayor potencial. Las praderas sembradas sufrieron una disminución en el porcentaje de *Lolium perenne* y, por sobre todo, de especies de hoja ancha.

4.4.1 Evolución de *Agrostis capillaris*.

Agrostis capillaris se presentó en mayor proporción en los tratamientos naturalizados (Figura 1). Esto se debió al alto porcentaje inicial de esta especie en la pradera, puesto que las condiciones iniciales del sitio presentaban una alta saturación de aluminio. LÓPEZ *et al.* (1997), indican que un aumento en los niveles de acidez y de aluminio generan el ingreso de especies tolerantes como *A. capillaris* y *Anthoxanthum*

odoratum, en desmedro de aquellas que no logran tolerar estos niveles de estrés como *Bromus valdivianus* y *Lolium perenne*. Por otro lado encontraron que sitios dominados por *A. capillaris* poseen una proporción importante de *A. odoratum* y especies de hoja ancha, las que cumplen un papel de indicadoras del grado de degradación del sitio. A pesar de su bajo potencial productivo, son importantes ya que crecen bajo condiciones extremas donde otras especies de mayor producción y requerimientos no son capaces de establecerse. Esta situación fue observada en NSF que estaba constituida en un 60 % por estas especies.

La pradera naturalizada sin fertilización presentó valores promedio que oscilaron entre 35 y 65 % en diciembre y julio respectivamente. La pradera naturalizada con fertilización presentó valores de entre 30 y 60 % en los meses de enero y junio. En un comienzo no existieron diferencias significativas entre ellos, pero luego de la fertilización y del encalado, disminuyó la contribución del tratamiento fertilizado en relación al tratamiento testigo, llegando a alcanzar diferencias significativas de entre 5 y 18 % a partir del mes de febrero. DEMANET Y CONTRERAS (1988), observaron en *Agrostis capillaris* una alta agresividad, porcentaje de frecuencia y cobertura durante todo el año.

Agrostis capillaris es una especie que posee una alta capacidad de adaptación a diferentes tipos y condiciones de sitios, además de tolerar altos niveles de estrés, como de aluminio intercambiable, compitiendo exitosamente en dichas condiciones. Esta especie se encuentra ampliamente distribuida y suele ser el principal componente de praderas naturalizadas del sur de Chile (DEMANET y CONTRERAS, 1988 y LÓPEZ *et al.*, 1997).

Los tratamientos sembrados presentaron una proporción bastante menor a los naturalizados, además no se encontró diferencias significativas entre ellos, salvo en otoño PP alcanzó aproximadamente 10 % mientras que la pradera mixta valores cercanos al 3 %.

En general, *Agrostis capillaris* disminuyó su proporción en la pradera a medida que avanzaba la primavera y se entraba en el verano. A partir del mes de febrero volvió a aumentar su contribución alcanzando aportes máximos en invierno.

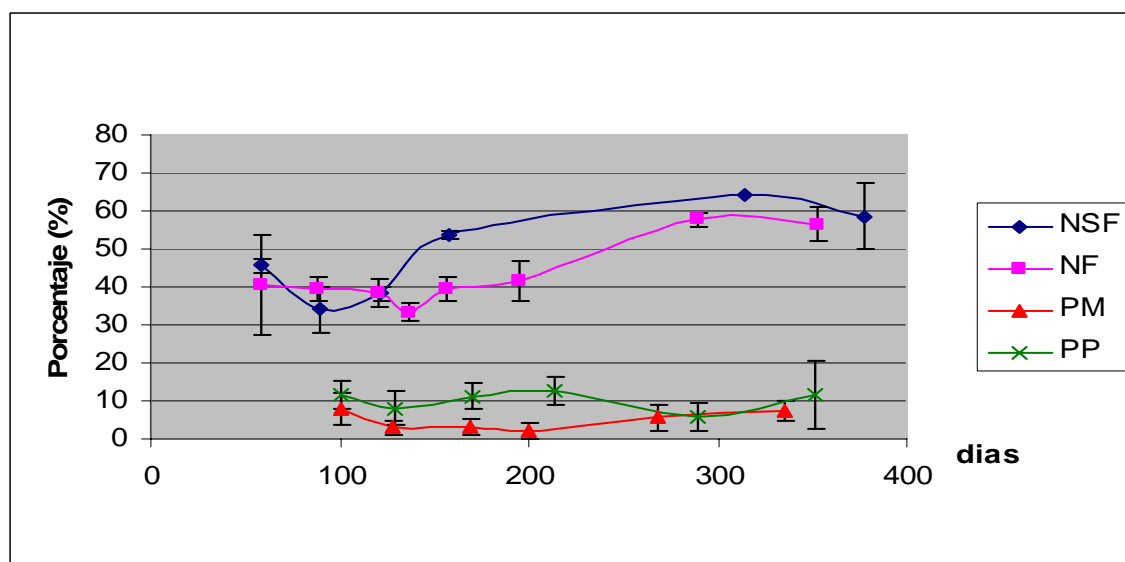


FIGURA 1 Contribución de *Agrostis capillaris* en los distintos tratamientos.

4.4.2 Evolución de *Trifolium repens*.

Su contribución en la composición botánica de la pradera aumentó por efecto de la fertilización y encalado. La diferencia entre los dos tratamientos naturalizados llegó a ser muy marcada. La pradera naturalizada con fertilización presentó valores mínimos en invierno cercanos al 12 %, mientras que en verano alcanzó su máxima contribución superando el 40 % en el mes de enero y en general fue el tratamiento que mayor proporción de esta especie presentó. La pradera de *Lolium perenne* y *Trifolium repens* presentó la menor proporción de *T. repens* entre todos los tratamientos, no obstante, es necesario señalar que hacia fines de invierno la proporción de *T. repens* fue similar entre todos los tratamientos (Figura 2).

La mayor contribución ocurrió durante la estación de verano, mientras que en otoño e invierno disminuyó considerablemente en todos los tratamientos. En un estudio realizado por ORDÓÑEZ (1998), *Trifolium repens* se encontró en mayor proporción entre los meses de noviembre y enero, a partir de febrero comenzó a disminuir.

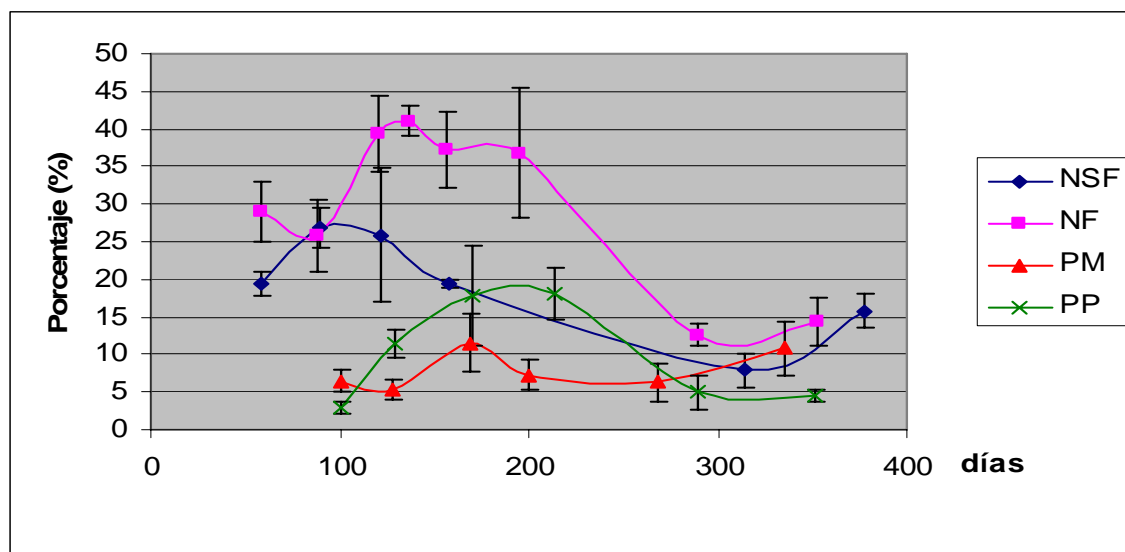


FIGURA 2 Contribución de *Trifolium repens* en los distintos tratamientos.

La mayor cantidad de *Trifolium repens* en las praderas naturalizadas se debería a que están dominadas por *Agrostis capillaris*, especie más rastrera que las gramíneas sembradas en los tratamientos PM y PP, y al lento establecimiento inicial de la leguminosa.

Por las características de crecimiento rastrero de sus estolones, *Trifolium repens*, se ve fuertemente afectado por la falta de luz debido a la competencia de otras especies de mayor altura como las gramíneas de desarrollo erecto. Las diferencias morfológicas entre *Lolium perenne* y *T. repens* afectan las posibilidades de sobrevivir de este último, ya que el crecimiento más erecto de *L. perenne* le permite dominar la competencia por luz afectando la proporción de *T. repens* (ROMERO, 2005 y PINOCHET et al., 1999 y TEUBER, 1999). Cuando se siembra en mezcla AGUILA (1992), recomienda hacerlo junto a *L. perenne* y *Dactylis glomerata* e indica que al establecimiento es sensible a la competencia con otras plantas, no obstante, una vez desarrollado es bastante agresivo.

4.4.3 Evolución de la contribución de *Bromus valdivianus*.

En general esta especie no presentó mayores diferencias entre NSF, NF y PP, presentándose en una menor proporción en PM (Figura 3). Sin embargo hacia finales

del período de evaluación se observó una disminución de la presencia en NSF alcanzando los menores valores, mientras que en NF y PP incrementó su presencia hasta un 14 % de la composición botánica.

Bromus valdivianus posee buen vigor de establecimiento en la etapa inicial de crecimiento debido a la capacidad de producir un gran aparato radicular en un corto tiempo (BALOCCHI y LÓPEZ, 1997 y Balocchi *et al.*, 1993, citados por MORALES 2000). Sin embargo, en el presente estudio *B. valdivianus* mostró un lento establecimiento inicial y una baja contribución en la composición botánica de PP lo que se debió al bajo porcentaje de germinación presentado por *B. valdivianus* cv. Bareno correspondiente a un 6 %, según análisis de germinación realizado en el laboratorio de forrajeras de la Universidad Austral de Chile.

El éxito del establecimiento de especies depende de una serie de factores como la calidad de las semillas, siendo necesario para el adecuado establecimiento de una pradera, de zonas húmedas, un porcentaje de germinación de las semillas lo más cercano posible al 100 % y como mínimo del 90 %, de lo contrario el rendimiento en terreno no será el deseado (HAMPTON *et al.*, 1999).

Esta especie presentó un comportamiento diferente entre las praderas naturalizadas y polifítica, pudiendo explicarse por la gran variabilidad de esta especie en las praderas naturalizadas (Blanco, 1998 citado por BALOCCHI y LÓPEZ, 2001).

La baja presencia de *Bromus valdivianus* en las praderas naturalizadas se debió en parte a la pobre condición inicial del suelo, ya que esta especie domina en sitios de alta fertilidad y alto potencial productivo, careciendo de una alta plasticidad para adaptarse a un amplio rango de sitios, por lo que posee una menor capacidad de colonización, desarrollándose en sitios bien determinados: profundos, de textura media, con buen drenaje y con niveles de fertilidad adecuados (LÓPEZ *et al.*, 1997).

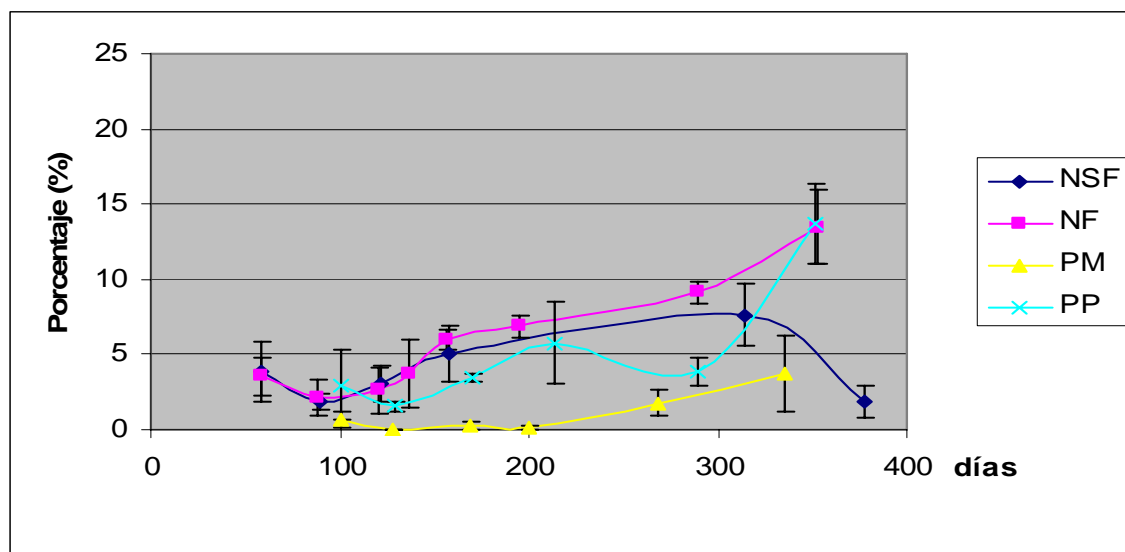


FIGURA 3 Contribución de *Bromus valdivianus* en los distintos tratamientos.

En la pradera polifítica *Bromus valdivianus* fue aumentando su participación hasta un 10 % al final del período de evaluación. En una pradera sembrada con *B. valdivianus*, *Lolium perenne* y *Trifolium repens* sometida a fertilización, VERA (2006) observó que *B. valdivianus* fue aumentando su contribución a medida que transcurrió el tiempo llegando a 24 % de la composición botánica.

4.4.4 Evolución de la contribución de *Holcus lanatus*.

La mayor presencia de *Holcus lanatus* ocurre en NSF con valores que fluctúan entre 12 y 25 %. En el mes de diciembre esta especie aumentó su crecimiento diario al haber comenzado su fase reproductiva. Los demás tratamientos presentaron menores valores sin existir diferencias significativas entre ellos, a excepción de PP, quien hacia finales del período de evaluación experimentó un aumento en la presencia de *H. lanatus* (Figura 4).

En este estudio no se observó un rápido establecimiento de esta especie, la cual se vio afectada durante las fases iniciales por la mayor agresividad de *Lolium perenne*, especie que compete directamente por espacio y nutrientes de manera muy eficaz.

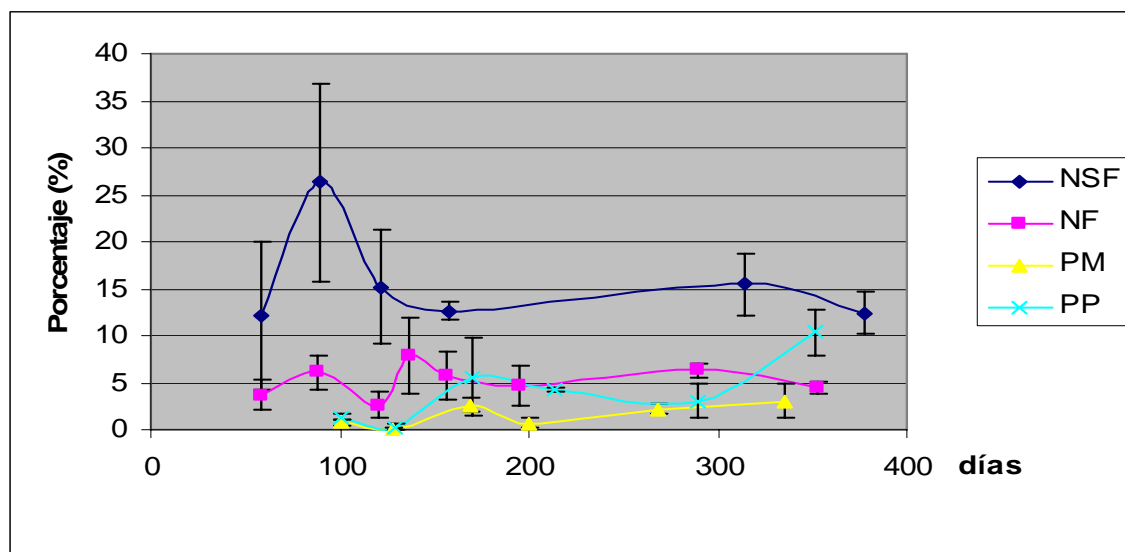


FIGURA 4 Contribución de *Holcus lanatus* en los distintos tratamientos.

Holcus lanatus es una planta de buen vigor y de rápida emergencia capaz de desarrollarse en sitios de alto potencial productivo de praderas, pero donde la condición edáfica está levemente desmedrada. Puede crecer en un rango muy amplio de suelos, presentándose mayoritariamente en sitios planos a levemente depresionales, de texturas y profundidades medias y con contenidos medios de aluminio. Para su adecuado desarrollo necesita al menos suelos con fertilidad media, siempre que estos no estén muy compactados, crece en suelos con niveles bajos a intermedios de nitrógeno, y prefiere suelos frescos y húmedos soportando bien las heladas (BALOCCHI *et al.*, 1996; BALOCCHI y LÓPEZ, 2001; LÓPEZ *et al.*, 1997; RAMIREZ *et al.*, 1991; y Avery, 1995; citado por AMTHAUER, 1999).

Holcus lanatus se desarrolla muy bien en los meses secos, la floración ocurre desde fines de noviembre hasta febrero y su período de fructificación desde enero hasta fines de marzo (RAMIREZ *et al.*, 1989 y DEMANET y CONTRERAS (1988)

ORDOÑEZ (1998), midió los mayores valores en la composición botánica en primavera e inicios de verano para praderas naturalizadas con y sin fertilización, mientras que DEMANET y CONTRERAS (1988), midieron en la precordillera del sur de Chile que la contribución de esta especie fluctuó entre el 3 y el 10% de la producción

de materia seca durante la primavera, en cambio en el otoño llegó a contribuir con hasta el 50 % de la materia seca producida por las praderas naturalizadas.

4.5 Agrupación de especies según producción anual.

La agrupación de especies se realizó basándose en la “hipótesis de la redundancia de especies”, mencionada por WALKER (1992), donde especies que utilizan recursos de forma similar o responden de igual manera a estímulos ambientales, pueden formar grupos funcionales (GITAY Y NOBLE, 1997).

La presencia y abundancia de grupos de plantas, se debe a la capacidad de ciertas especies de tolerar el estrés ambiental y competir por recursos que están irregularmente distribuidos en el suelo (Grime *et al.*, 1989; Freckelton y Watkinson, 2001 y Vergeer *et al.*, 2003, citados por LÓPEZ *et al.*, 2006).

La agrupación de las especies se realizó considerando la producción anual de cada una de ellas, utilizando el análisis de Clusters (Figura 5). El valor correspondiente al Pseudo t^2 indica en qué lugar del dendrograma debió realizarse la agrupación. En este estudio se obtuvieron siete grupos funcionales. El grupo uno incluye las especies *Agrostis capillaris* y *Trifolium repens*, el grupo dos incluye a *Anthoxantum odoratum*, *Bromus valdivianus*, *Holcus lanatus*, *Cerastium arvense*, *Hypochaeris radicata*, *Leontodon nudicaulis*, *Plantago lanceolata* y *Rumex acetosella*. Los grupos tres, conformado por *Achilea millefolium*, *Senecium erraticus*, *Trifolium dubium* y *Matricaria chamomilla*; cuatro por *Lotus uliginosus*, *Poa annua* y *Ranunculus repens*; cinco por *Dactylis glomerata* y *Raphanus sativus*; y seis por *Taraxacum officinale* y *Trifolium pratense* incluyen especies que durante este estudio presentaron bajas producciones individuales. El grupo siete considera a *Lolium perenne*.

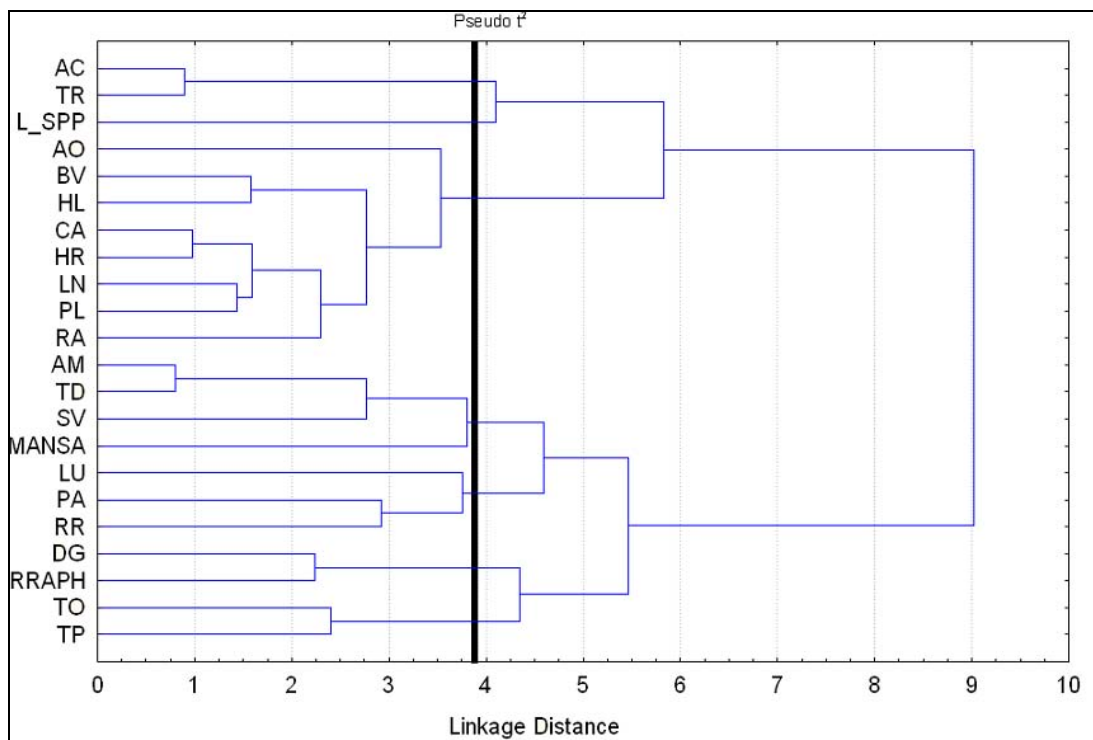


FIGURA 5 Agrupación de las especies según su nivel productivo.

4.5.1 Producción anual de los grupos de especies.

Entre los distintos tratamientos existió diferencias significativas en los grupos 1, 2, 4, 5 y 7 (Cuadro 11). El grupo 1 obtuvo su mayor producción anual en NF con $6.874 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, seguido de NSF con $3.424 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. La menor producción para el grupo 1 la presentaron las dos praderas establecidas, sin existir diferencias significativas entre ellas. Este grupo se caracteriza por poseer especies que incrementaron su rendimiento con la fertilización y en las dos praderas naturalizadas fueron los de mayor importancia.

El grupo 2 alcanzó su mayor producción anual en NF con $1.858 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. La menor producción anual la registró PM con $717 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Este grupo no tuvo respuesta a la fertilización, ya que la producción anual de éste en las praderas naturalizadas fue similar.

El grupo 5 obtuvo su mayor rendimiento en la pradera polifítica. Este grupo basó su producción anual principalmente en *Dactylis glomerata*, que crece en suelos

de fertilidad moderada a buena, posee un lento desarrollo al establecimiento y baja agresividad que va aumentando a medida que la pradera se desarrolla especialmente a partir del segundo año. Es apto para el pastoreo y la siembra con *L. perenne* permite obviar la lentitud con que entra en producción, mientras *D. glomerata* fortalece la producción de verano (AGUILA, 1992; ANASAC ,1997; LOPETEGUI, 2002 y LÓPEZ ,1988).

El grupo 7 alcanzó su mayor producción en PM con 5.365 kg MS ha⁻¹ año⁻¹. Las praderas naturalizadas presentaron las menores producciones para este grupo, sin encontrarse diferencias significativas entre ellas, no obstante, *Lolium perenne* incrementó su producción anual en más del doble entre un tratamiento y otro, observándose respuesta de esta especie a la fertilización (PINOCHET *et al.*, 1999). VERA (2006), midió producciones anuales de *L. perenne* en una pradera mixta de 5.564 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ en su primer año de producción y MORALES (2000), midió una producción anual para *L. perenne* de 4.327 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ en una pastura mixta en su segundo año de producción.

CUADRO 11 Producción anual de los distintos grupos (kg MS ha⁻¹ año⁻¹).

	NSF	NF	PM	PP	Significancia
G1	3.424 b	6.874 a	965 c	1.324 c	***
G2	1.609 ab	1.858 a	716 c	1.260 b	**
G3	0	0	98	72	n.s.
G4	24 b	183 a	0 b	28 b	**
G5	0 b	0 b	172 b	643 a	**
G6	0	89	230	94	n.s.
G7	215 c	470 c	5.365 a	3.293 b	***

Letras distintas en un misma fila indican diferencias estadísticas significativas: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; n.s. $P > 0,05$. **NSF**: natural sin fertilización; **NF**: natural con fertilización; **PM**: Pradera sembrada de *L. perenne* y *T. repens*; **PP**: Pradera polifítica sembrada.

4.5.2 Consumo aparente anual para cada grupo de especies.

El mayor consumo en los grupos 1 y 2 se registró en NF con 4.746 kg MS ha⁻¹ año⁻¹, mientras que el menor en PM (Cuadro 12). El mayor consumo aparente anual en el grupo 7 se dio en PM y el menor en NSF.

CUADRO 12 Consumo aparente anual (kg MS ha⁻¹ año⁻¹) de los distintos grupos.

	NSF	NF	PM	PP	Significancia
G1	2.396 b	4.745 a	709 c	1.060 c	***
G2	1.426 a	1.477 a	563 b	1.123 a	**
G3	0	0	29	49	n.s.
G4	18 b	143 a	0 b	23 b	**
G5	0 b	0 b	125 b	514 a	**
G6	0	71	190	74	n.s.
G7	184 c	461 c	3.992 a	2.404 b	***

Letras distintas en una misma fila indican diferencias estadísticas significativas: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; n.s. $P > 0,05$. **NSF**: natural sin fertilización; **NF**: natural con fertilización; **PM**: Pradera sembrada de *L. perenne* y *T. repens*; **PP**: Pradera polifítica sembrada.

El consumo aparente se vio influenciado por la producción anual de la pradera, e inclusive, de los distintos grupos de especies. De esta manera no se observó un mayor consumo relativo hacia algún tipo de pradera o grupo de especies.

4.5.3 Contribución de los grupos funcionales de especies.

A continuación se describe la evolución de los distintos grupos de especies en cada tratamiento a lo largo del año de evaluación.

4.5.3.1 Contribución de los grupos de especies a NSF. La producción anual se basó principalmente en el aporte de MS de los grupos 1 y 2 (Figura 6). El primero alcanzó los mayores valores en la contribución al rendimiento a los largo de todo el año, estos fluctuaron entre 50 y 75 %. El segundo contribuyó entre 15 y 40 % de la producción de MS a lo largo del año. El grupo 1 registró los menores valores en los meses de diciembre y enero, coincidiendo con comienzos del verano debido al stress hídrico y altas temperaturas que se registraron en esta época, además se incrementó el aporte del grupo 2. Este último comenzó a disminuir a partir de febrero mientras que G1 empezó a aumentar su contribución nuevamente. No obstante la contribución de G1 siempre se mantuvo por sobre la de G2. Los grupos 4 y 7 presentaron un bajo aporte a la pradera, mientras que los grupos 3, 5 y 6 no se manifestaron en este tratamiento.

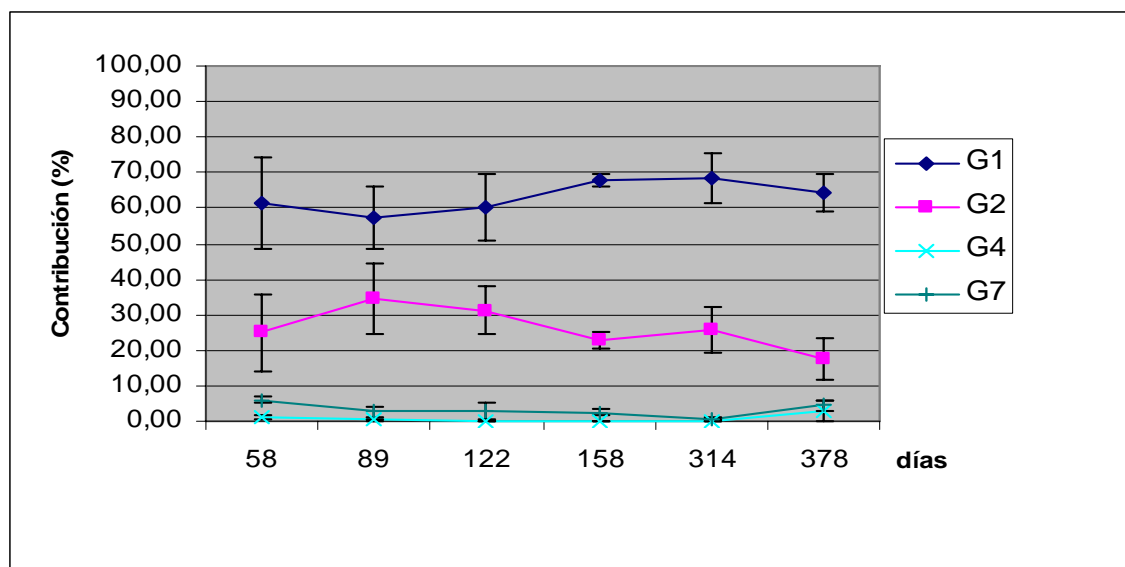


FIGURA 6 Contribución (%) de los distintos grupos a PNSF durante el período de evaluación.

4.5.3.2 Contribución de los grupos de especies a NF. En este tratamiento predominaron los grupos 1 y 2 (Figura 7), aportando como mínimo un 70 % de la producción de MS en cualquier época del año. El primero constituyó entre 45 y 70 %, manteniéndose siempre como el de mayor importancia. Su contribución se mantuvo relativamente estable, sin embargo, se puede observar una disminución importante en el segundo pastoreo, que correspondió a inicios de diciembre. El grupo dos mantuvo aportes de entre 10 y 25 %, registrándose estos valores a comienzos de enero y fines de junio respectivamente. El grupo 7 alcanzó aportes cercanos al 10 % entre finales de noviembre y comienzos de diciembre, lo que indicó que la fertilización logró incrementar la presencia de *Lolium perenne*, al menos durante ese período. Los grupos 4 y 6 no realizaron aportes significativos, mientras que el 3 y el 5 no se manifestaron.

4.5.3.3 Contribución de los grupos de especies a PM. *Lolium perenne* presentó la mayor contribución a lo largo del año con aportes de entre 50 y 80 % (Figura 8). Los mayores porcentajes se presentaron a los 120 días de la siembra, en el mes de enero con 80 %. Resultados similares obtuvo ORDOÑEZ (1998), quien observó un aumento en la contribución de *L. perenne* entre los meses de noviembre y enero.

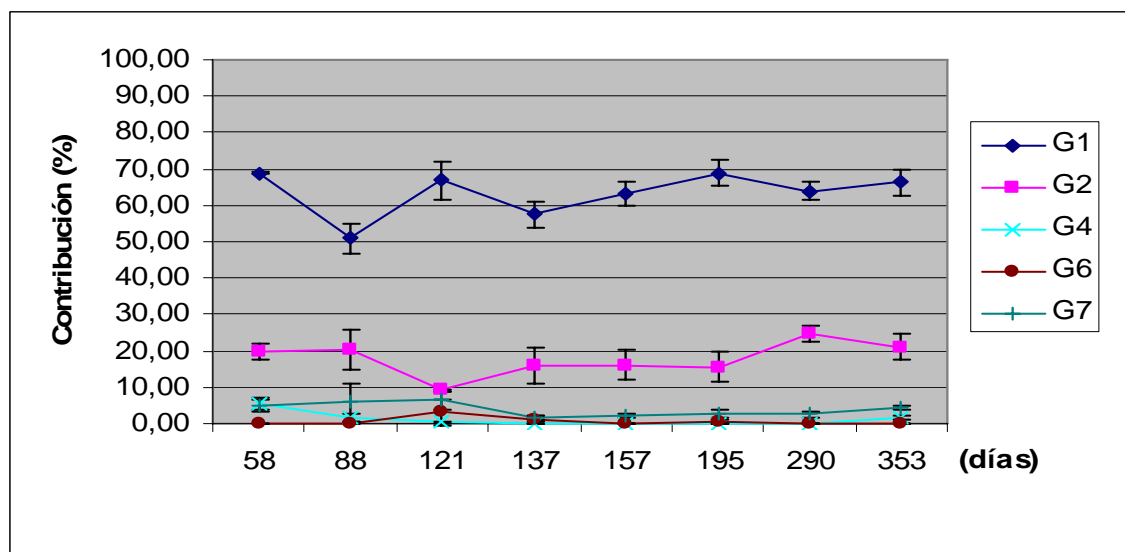


FIGURA 7 Contribución (%) de los distintos grupos a PNF durante el período de evaluación.

En febrero decayó abruptamente su contribución, lo que se atribuyó al estrés hídrico estival, al cual esta especie no es tolerante, por lo que vio afectada su tasa de crecimiento y participación en la composición botánica de la pradera (MATTHEWS *et al.*, 1999). PACHECO (1997) observó una notoria disminución de *L. perenne* en la composición botánica de la pradera una vez entrado el verano, siendo sustituida en gran parte por especies de hoja ancha. A comienzos de otoño se produjo un nuevo aumento como consecuencia del rebrote otoñal que caracteriza a esta especie disminuyendo nuevamente en invierno.

Trifolium repens no mostró aportes importantes en comparación con *Lolium perenne*, lo que se debió a que esta última es de mayor agresividad al establecimiento. En el mes de agosto del año 2007 el grupo 1 alcanzó su máxima contribución a la composición botánica con 20 %. Este grupo no logró la proporción estimada para *T. repens* en la dosis de siembra (30 %). PACHECO (1997), también midió bajos aportes de *T. repens* a la composición botánica de una pradera mixta durante su estudio.

En este tratamiento se presentaron todos los demás grupos a excepción del 4, sin constituir valores significativos en comparación con *Lolium perenne*. Muchas de las

especies que conformaron estos grupos, se presentaron como oportunistas (GRIME *et al.*, 1989), ya que al encontrar suelo desnudo aparecieron, no obstante una vez establecida *Lolium perenne* tendieron a desaparecer al no poder competir por espacio, agua, luz y nutrientes con esta última.

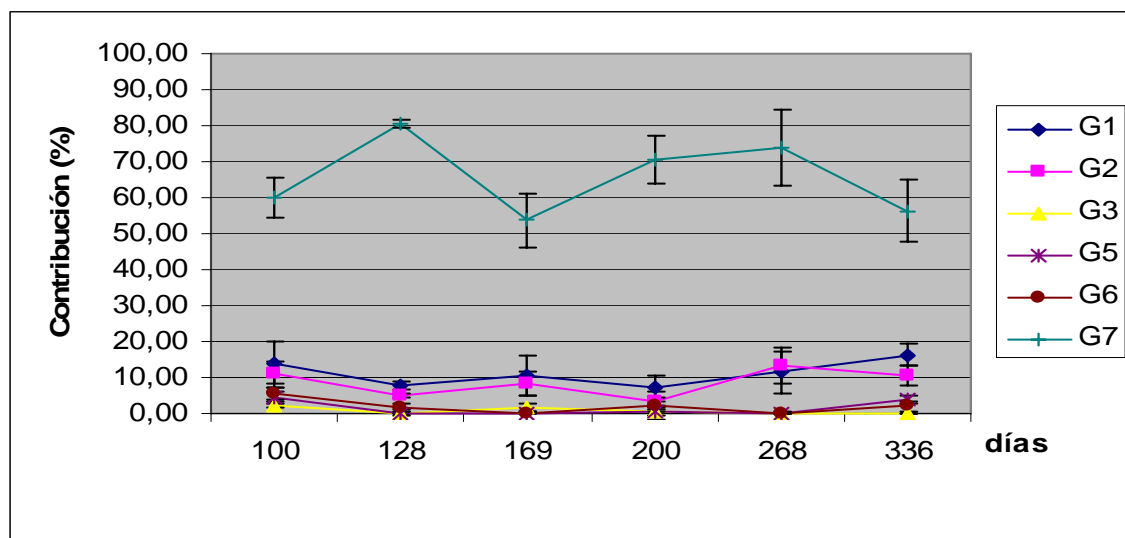


FIGURA 8 Contribución (%) de los distintos grupos a PM durante el período de evaluación.

Estudios realizados por BALOCCHI y LÓPEZ (2001) en una pradera establecida con *Lolium perenne* y *Trifolium repens* señalaron que la primera especie dominó la composición botánica de la pradera con cifras cercanas al 90 %. Sin embargo, en el período de verano esta especie presentó una fuerte disminución como consecuencia del estrés hídrico característico en esta estación.

4.5.3.4. Contribución de los grupos de especies a PP. Este tratamiento fue el que mostró mayor homogeneidad en cuanto a la participación de los distintos grupos en la composición botánica (Figura 9). No obstante el grupo 7 fue el de mayor contribución a lo largo del año con una contribución entre 30 a 50 %. Los mayores niveles se registraron en los primeros meses después de establecida la pradera, basándose en la mayor agresividad de *Lolium perenne* en comparación con las demás especies. *L. perenne* germina rápidamente y con menores temperaturas y crece con gran velocidad

durante la fase de establecimiento, lo que la convierte en una fuerte competidora para el resto de las gramíneas y leguminosas. Además, al ser sometida a defoliaciones frecuentes la convierten en la mayor competidora de una mezcla forrajera por lo que se recomienda para praderas polifíticas un pastoreo temprano, de modo tal que *L. perenne* no tienda a “ahogar” a las demás especies de la mezcla. Una vez en estado reproductivo es sobrepasada por especies como *Dactylis glomerata* (SILVA y LOZANO, 1984 y HAMPTON *et al.* 1999).

Los grupos 1, 2 y 5 estuvieron constituidos en parte por las demás especies sembradas y en ciertas épocas del año no registraron diferencias estadísticamente significativas con *Lolium perenne*. El grupo 1 se hizo importante entre mediados de febrero y principios de abril con 25 % de contribución. El grupo 2 registró aportes cercanos al 20 % durante los primeros meses para luego disminuir. A fines de agosto mostró un aumento importante alcanzando un 30 % aproximadamente. El grupo 5 representó alrededor de un 12 % de la composición botánica de la pradera. Su bajo aporte inicial, se debió a que *Dactylis glomerata* posee un establecimiento más bien lento en mezclas polifíticas, adquiriendo importancia a partir del segundo año. Todos los demás grupos (3, 4 y 6) se presentaron de manera poco relevante y con tendencia a desaparecer.

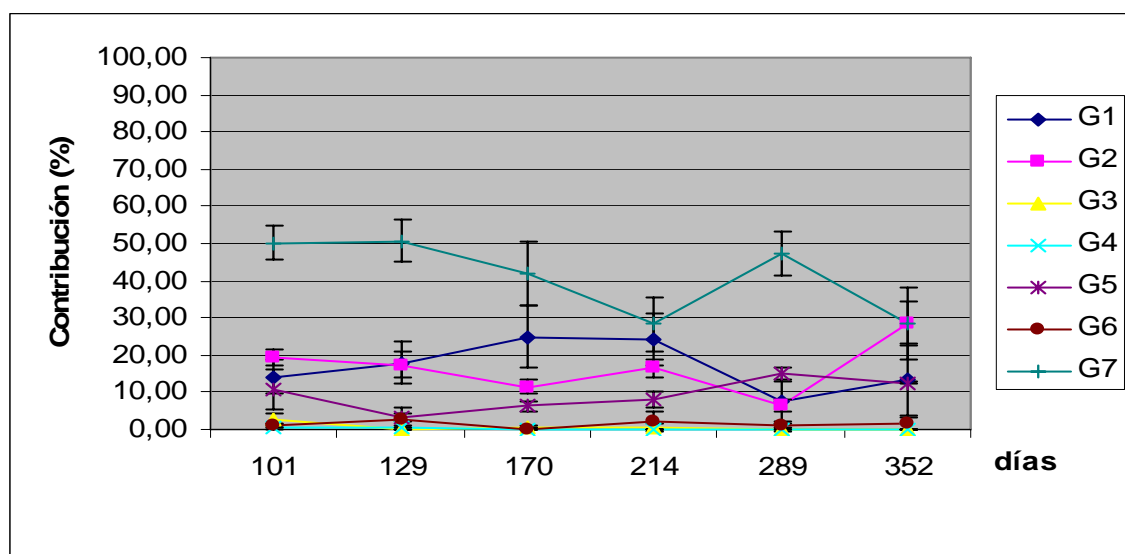


FIGURA 9 Contribución (%) de los distintos grupos a PP.

4.5.4 Contribución de las especies a sus respectivos grupos funcionales. Con el fin de comprender de mejor forma los resultados expresados en grupos funcionales, se graficó la contribución de las especies que los componían.

4.5.4.1 Contribución de *Agrostis capillaris* y *Trifolium repens* al G1. Al observar la proporción entre *A. capillaris* y *T. repens*, se determinó la existencia de interacción entre los tratamientos para las dos especies (Figura 10). La mayor proporción de *A. capillaris* dentro de este grupo se encuentra en NSF con 70 %, mientras que la menor proporción la alcanza en la pastura establecida de *Lolium perenne* y *Trifolium repens* con 40 % de contribución al grupo 1.

La mayor proporción de *Trifolium repens* dentro del grupo 1 se presentó en la pastura mixta de *L. perenne* y *T. repens* con un 58 %, mientras que la menor se observó en la pradera naturalizada sin fertilización con un 30 %.

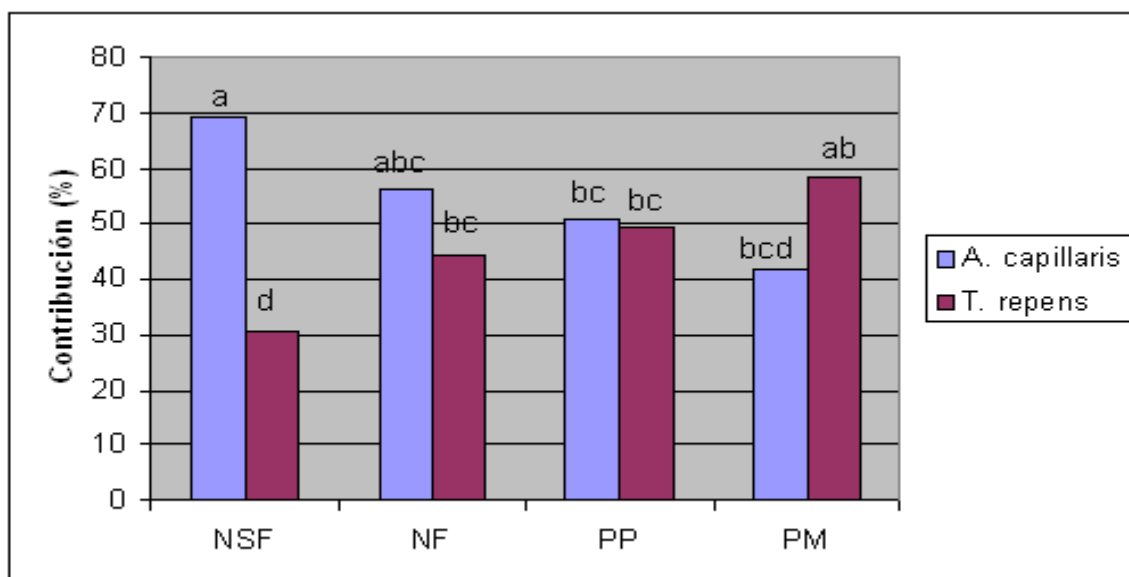


FIGURA 10 Contribución de *Agrostis capillaris* y *Trifolium repens* al G1.

Se observó que el grupo 1 estuvo dominado por *Agrostis capillaris* en NSF, mientras que en los otros tres tratamientos no existió diferencias significativas entre la proporción de *A. capillaris* y *Trifolium repens*. En las praderas naturalizadas se observó

un aumento de *Trifolium repens* producto de la fertilización en desmedro de *A. capillaris*.

4.5.4.2 Contribución de *Bromus valdivianus* y *Holcus lanatus* al G2. Se observó interacción entre los tratamientos con una mayor proporción de las otras especies que lo conformaban (*Anthoxanthum odoratum*, *Cerastium arvense*, *Hypochaeris radicata*, *Leontodon nudicaulis*, *Plantago lanceolata* y *Rumex acetosella*). La mayor proporción de otras especies la presentó PM. Los demás tratamientos no presentaron diferencias significativas.

La mayor contribución de *Holcus lanatus* al G2 ocurrió en NSF, mientras que PM y PP presentaron la menor proporción de esta especie. La contribución de *Bromus valdivianus* no presentó diferencias significativas entre tratamientos.

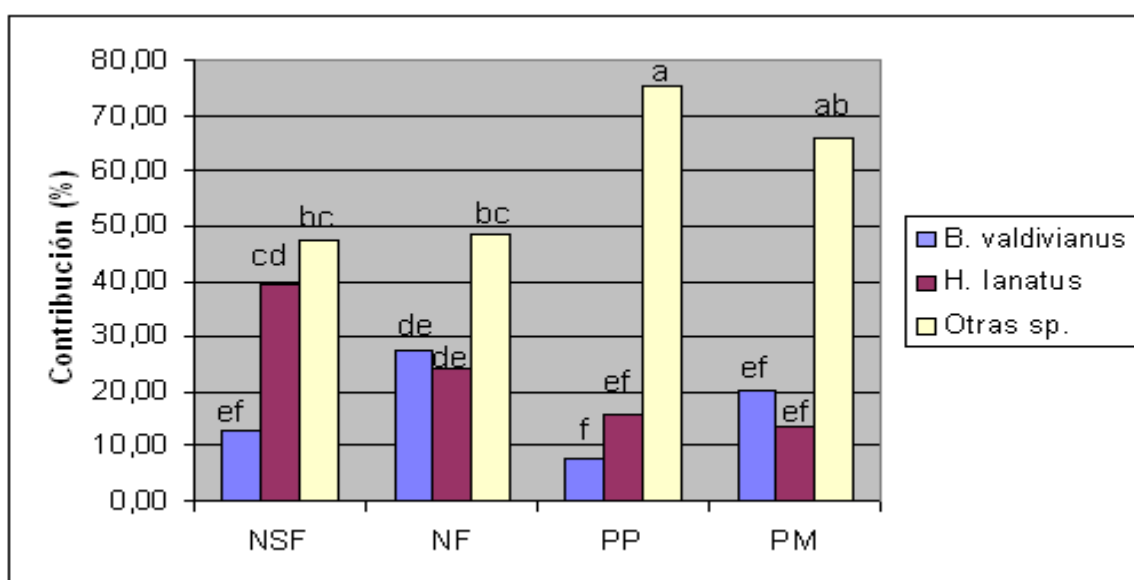


FIGURA 11 Contribución de *Bromus valdivianus*, *Holcus lanatus* y demás especies a G2.

4.5.5 Tasas de crecimiento.

Se determinaron las tasas de crecimiento para cada grupo funcional de especies. Estas son discutidas bajo dos puntos de vista: según la tasa de crecimiento

de los diferentes grupos que se relacionan en un mismo tratamiento y según el comportamiento de cada grupo de especies en los diferentes tratamientos.

4.5.5.1 Tasas de crecimiento en PNSF. Sólo los grupos 1 y 2 lograron tasas de crecimiento importantes en este tratamiento (Figura 12). En la estación de primavera alcanzaron valores cercanos a los 15 y 18 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para los grupos 1 y 2 respectivamente sin haber diferencias significativas entre ellos. G1 alcanzó su producción más alta 30 días antes que G2.

Las mayores tasas de crecimiento para *Holcus lanatus* ocurren entre octubre y noviembre, mientras que *Agrostis capillaris* alcanza los máximos valores entre noviembre y diciembre. Esto se debe a que *H. lanatus* requiere menores temperaturas para alcanzar su máxima tasa de crecimiento, lo que lo convierte en una especie más precoz (LÓPEZ *et al.* 1999).

Durante el verano, el grupo 1 alcanzó su mayor tasa de crecimiento a lo largo del año con 30 kg MS ha⁻¹ día⁻¹. En esta época el grupo 2 disminuyó su producción alcanzando valores cercanos a los 12 kg MS ha⁻¹ día⁻¹. A partir de entonces disminuyeron las tasas de crecimiento de ambos grupos llegando a niveles cercanos a cero durante otoño e invierno, concordando con VERA (2006) quien determinó valores similares en praderas naturalizadas sin fertilización para estas dos épocas del año. MORALES (2000), observó una marcada estacionalidad en la producción de materia seca en praderas sin fertilización.

4.5.5.2 Tasas de crecimiento en NF. Las mayores tasas de crecimiento a lo largo del año de evaluación fueron alcanzadas por el grupo uno, seguido del grupo dos.

En primavera se alcanzaron tasas de crecimiento del orden de los 26 y 15 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para los grupos uno y dos respectivamente (Figura 13). G1 alcanzó sus valores más altos para esta estación 30 días antes que el segundo. El grupo 7 alcanzó tasas del orden de los 5 kg MS ha⁻¹ día⁻¹.

Las mayores tasas de crecimiento de todo el período se produjeron durante la estación de verano con valores cercanos a los 50 y 25 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para los grupos uno y dos respectivamente. A partir del 2 de enero en adelante comenzaron a disminuir. A medida que disminuye la cantidad de agua caída en el verano, las tasas diarias de crecimiento comienzan a disminuir. *Agrostis capillaris* alcanza su máxima tasa de producción diaria hacia fines de primavera e inicios de verano, mientras que su crecimiento durante invierno es muy bajo. (MATTHEWS *et al.*, 1999 y SIEBALD *et al.*, 1983).

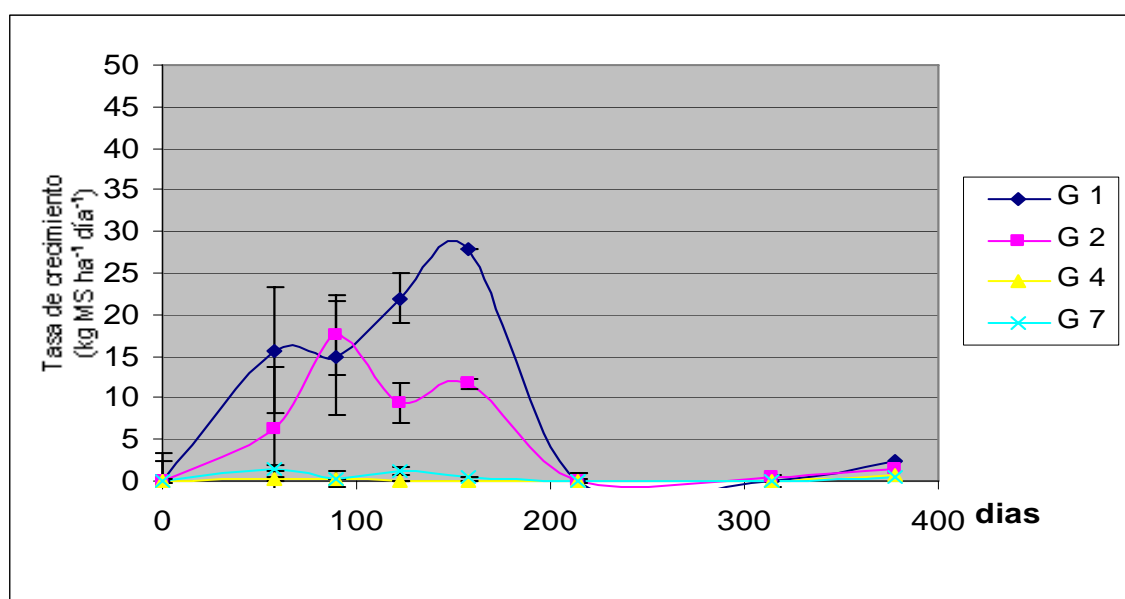


FIGURA 12 Tasas de crecimiento (kg MS ha⁻¹ día⁻¹) en NSF.

Esta situación se prolongó hasta la estación de otoño, cuando el grupo 1 logró crecimientos del orden de los 26 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ y el grupo 2 por debajo de los 10 kg MS ha⁻¹ día⁻¹. En invierno existió escasa producción de materia seca, con G2 produciendo 3 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ a mediados de agosto.

4.5.5.3 Tasas de crecimiento en PM. En este tratamiento las mayores tasas de crecimiento fueron alcanzadas a comienzos de enero por el grupo 7, con valores del orden de los 70 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ (Figura 14). El bajo crecimiento que presentó esta especie durante la primavera, se debió al tiempo que requirió para establecerse.

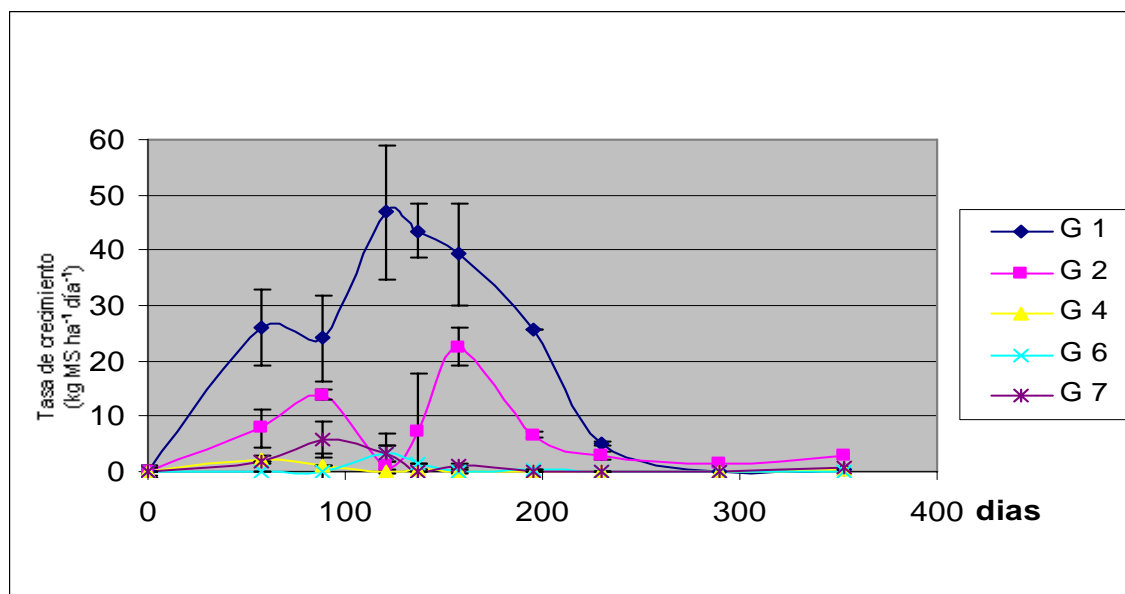


FIGURA 13 Tasas de crecimiento (kg MS ha⁻¹ día⁻¹) en NF.

Una vez alcanzada la máxima producción comenzaron a disminuir las tasas de crecimiento, a mediados de febrero los grupos 1 y 7 produjeron 10 kg MS ha⁻¹ día⁻¹. Estos valores continuaron disminuyendo hacia otoño e invierno. MORALES (2000), registró tasas diarias de crecimiento para una pastura mixta compuesta en un 90 % por *Lolium perenne* del orden de los 8,3 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ durante la estación de otoño y de 11,3 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ durante el invierno. *L. perenne* es una especie que produce una gran cantidad de forraje durante la primavera y sostiene un crecimiento moderado durante el invierno, el cual se basa en la producción de macollos densos de tamaño medio, además posee elevados requerimientos de fertilidad y se adapta muy bien al pastoreo rotativo (MATTHEWS et al., 1999).

4.5.5.4 Tasas de crecimiento en PP. Esta pradera presentó bajas tasas de crecimiento en primavera como consecuencia del establecimiento previo de las especies. A mediados de enero el grupo 7 alcanzó valores cercanos a los 36 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ (Figura 15).

Se observó una mejor distribución del crecimiento entre los distintos grupos en comparación a NSF, NF y PM. El grupo 2 produjo 15 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ en el mes de

enero. Ya entrado el verano el grupo 1 sobresalió con 22 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ y comenzando el otoño se observó un nuevo aumento en las tasas de crecimiento del grupo 7 alcanzando los 12 kg MS ha⁻¹ día⁻¹.

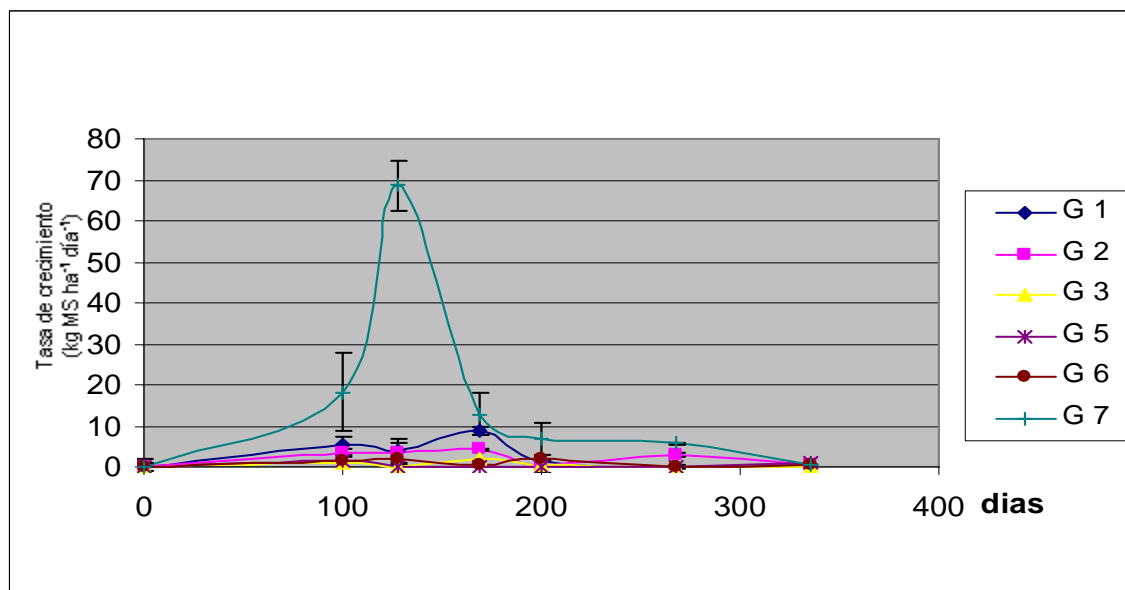


FIGURA 14 Tasas de crecimiento (kg MS ha⁻¹ día⁻¹) en PM.

La pradera polifítica no alcanzó tasas de crecimiento tan altas como NF y PM, sin embargo, tres grupos funcionales de especies sostuvieron el crecimiento de ésta, lo que le confiere mayor estabilidad ante situaciones de estrés que pudieran ocurrir (MACARTHUR, 1955 y WALKER, 1992).

En general las mayores tasas de crecimiento para el grupo 1 las alcanzó NF (ANEXO 3). Al hacer un análisis por estación se pudo observar que existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Las mayores tasas de crecimiento ocurrieron en NF durante las estaciones de primavera, verano y otoño. IDE (1996), señala que las mayores tasas de crecimiento de *Agrostis capillaris* ocurren durante los primeros días de noviembre, en tanto que NIKLITSCHKE (1995) las midió entre noviembre y diciembre. *Trifolium repens* posee su máxima tasa de crecimiento a mediados de verano al correlacionarse con la tasa diaria de temperatura. Sin embargo, al estar asociado con *Lolium spp.* la competencia en la pastura altera el crecimiento. *T.*

repens detiene su crecimiento con temperaturas menores a 8 °C, por lo que su desarrollo en la zona sur es escaso. A fines de primavera e inicios de verano comienza a expresar su producción toda vez que no existan restricciones de humedad, su desarrollo óptimo lo alcanza a los 25 °C (SMETHAM, 1981 y LOPETEGUI, 2002).

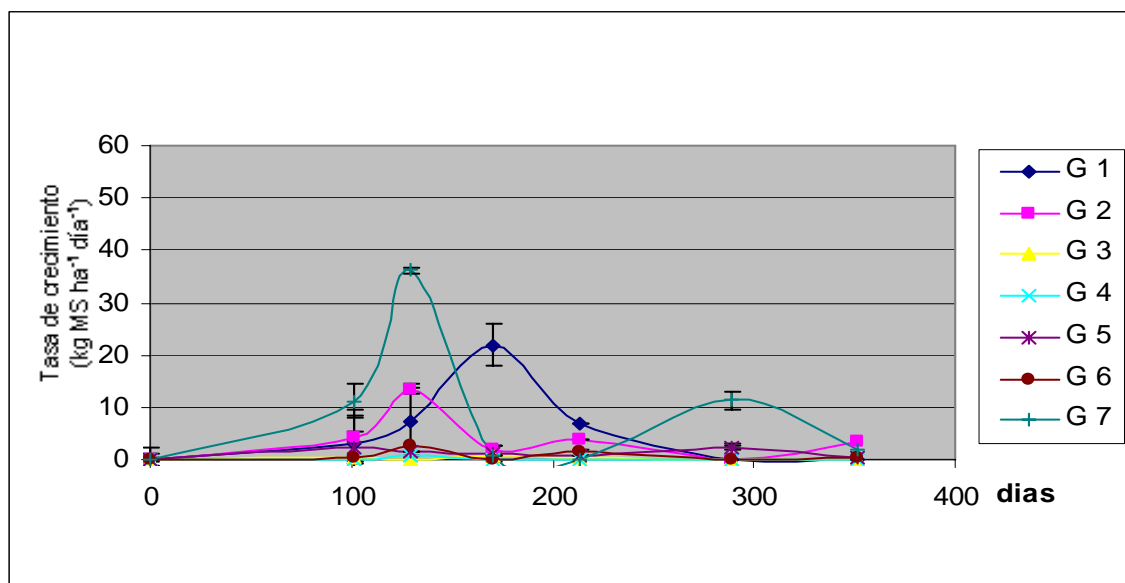


FIGURA 15 Tasas de Crecimiento (kg MS ha⁻¹ día⁻¹) en PP.

Durante la primavera las menores tasas de crecimiento fueron registradas por PP, mientras que en verano y otoño PM creció a un ritmo inferior. Durante el invierno no existieron diferencias significativas entre los tratamientos. G1 mostró una marcada estacionalidad en la producción para todos los tratamientos. Las mayores tasas de crecimiento se produjeron en primavera y verano, mientras que las menores en otoño e invierno.

CATALÁN (2007), determinó las tasas de crecimiento diario para un grupo funcional de especies conformado por *Agrostis capillaris* y *Leontodon nudicaulis*. A pesar de diferir en una de las especies, ambos estudios alcanzaron las mayores tasas en las praderas naturalizadas entre los meses de diciembre y enero.

Las tasas de crecimiento del grupo 2 alcanzaron los mayores valores durante la primavera en NSF y NF, por sobre las praderas sembradas que no registraron

diferencias entre sí (ANEXO 4). Sin embargo en la estación de verano PP presentó un aumento igualando a NSF y NF, superando a PM. Al llegar el otoño, NF y PP alcanzaron tasas de crecimiento relativamente importantes para esta estación. En invierno no existieron diferencias entre los tratamientos. Llegado el mes de julio todos presentaron bajo crecimiento, comenzando a aumentar levemente durante el mes de agosto.

Bromus valdivianus presenta una mayor producción de forraje en el periodo de primavera. *Holcus lanatus*, en tanto, alcanza las mayores tasas de crecimiento diario entre octubre y noviembre. *H. lanatus* posee menores requerimientos térmicos y produce una gran cantidad de macollos en invierno, por lo que presenta crecimiento en esta época (DEMANET y CONTRERAS, 1988; NIKLITSCHKEK, 1995; IDE, 1996 y LÓPEZ *et al.*, 1999). CATALÁN (2007) registró aumentos en las tasas de crecimiento diario de *B. valdivianus* en una pradera naturalizada sometida a la fertilización durante el otoño, alcanzando tasas de crecimiento cercanas a lo 20 kg MS ha⁻¹ día⁻¹.

En primavera, *Lolium perenne* creció a ritmos inferiores a los que potencialmente hubiese podido alcanzar durante esta época (ANEXO 5), producto del establecimiento de los tratamientos sembrados y a su escasa participación en los tratamientos naturalizados. No obstante PM alcanzó las mayores tasas, mientras que las praderas naturalizadas las menores. A inicios del verano PM logró crecer a ritmos mucho más altos que en la estación previa y por sobre los demás tratamientos, ya que se había establecido y las condiciones meteorológicas de ese entonces le eran aún favorables. SIEBALD *et al.* (1982), mencionan la importancia de las precipitaciones sobre el crecimiento de las praderas, principalmente en la estación de verano. Es así como en las temporadas con falta de agua para esta estación, existió una menor producción y/o tasa de crecimiento, mientras que en temporadas en que cayeron cerca de 340 mm en los meses de verano, las producciones aumentaron de forma considerable.

El menor crecimiento de G7 en PP se debió básicamente a la menor proporción existente en ella. En los tratamientos naturalizados continuó produciendo a tasas muy insignificantes. Llegado el mes de febrero y debido al estrés hídrico que se produjo, la

tasa decayó considerablemente en todos los tratamientos, manteniéndose constante durante el otoño e invierno, a excepción de la pradera polifítica que elevó sus tasas de crecimiento como consecuencia de un aumento en el porcentaje de *Lolium perenne* en su composición botánica hasta un 60 %.

CATALÁN (2007), determinó las tasas de crecimiento diario para *Lolium perenne* en praderas mixtas, naturalizadas y polifíticas (*L. perenne*, *Bromus valdivianus* y *Trifolium repens*), obteniendo las mayores tasas en la pradera mixta en primavera. Entrado el verano se produjo una fuerte disminución del crecimiento. *Lolium perenne* crece principalmente en primavera, en verano su crecimiento es bastante más lento para ir disminuyendo hacia el otoño (AGUILA, 1992).

El grupo 1 presentó mayores tasas de crecimiento en los tratamientos naturalizados por sobre los sembrados a excepción de PP que los iguala en otoño, ocurriendo una situación similar para el grupo 2. El grupo 7 creció a niveles superiores en PM, observándose las menores tasas en las praderas naturalizadas. En invierno no existieron diferencias entre los tratamientos debido al escaso crecimiento presentado por la mayoría de los grupos funcionales de especies.

4.5.6 Evolución del consumo aparente por animal.

Los distintos ensayos fueron pastoreados por vacas lecheras en producción pertenecientes al plantel del fundo Santa Rosa de la Universidad Austral de Chile, permaneciendo en estos por un período aproximado de cinco horas.

LANUZA (1984), identifica una serie de factores que afectan el consumo de forraje por parte de los animales sometidos a pastoreo directo, dentro de estos están los del animal (raza, tamaño corporal, producción de leche gestación y sanidad), de alimentación (disponibilidad, digestibilidad, distribución y contenido de materia seca), del ambiente (temperatura, lluvia y viento) y de manejo (suplementación con concentrados, tiempo y manejo del pastoreo).

4.5.6.1 Pradera naturalizada sin fertilización. El consumo aparente total por animal varió a lo largo del año entre 1 y 3,5 kg MS vaca⁻¹, los mayores se registraron durante

la primavera y el verano, mientras que los menores ocurrieron en invierno (Figura 16). Los grupos 1 y 2 no presentaron diferencias entre ellos durante todo el período de evaluación. El mayor consumo de estos dos grupos se debió básicamente a la mayor disponibilidad existente en comparación con los demás. Existe una relación positiva, aumentando en forma lineal, entre la cantidad de forraje ofrecida y el consumo de los animales (Mott, 1981 citado por LANUZA, 1984).

Desde octubre hasta enero, se observó una progresiva disminución del consumo del grupo 1, básicamente porque *Agrostis capillaris* comenzó a desarrollar su fase reproductiva, produciéndose un mayor rechazo de los animales hacia esta especie. Cuando las especies pratenses entran en estado reproductivo, son seleccionadas con menor frecuencia o simplemente evitadas, como ocurrió con *A. capillaris*, que entra en estado reproductivo entre octubre y noviembre (LÓPEZ *et al.* 1999 y STUTH, 1991).

El consumo aparente del grupo dos se mantuvo de forma más estable, ya que si bien *Holcus lanatus* inicia su fase reproductiva entre octubre y noviembre, mantiene macollos en estado vegetativo, al igual que *Bromus valdivianus*. A mediados de febrero comienza a aumentar el número de macollos vegetativos, constituyendo el rebrote otoñal (LÓPEZ *et al.*, 1999).

La relación lámina – vaina es una forma indirecta de medir la digestibilidad del forraje, ya que a medida que la planta madura, la digestibilidad de la vaina foliar declina tres veces más rápido que la de la lámina. En general, el consumo aumenta en forma lineal cuando la digestibilidad aumenta de 60 a 80 %. (LANGER, 1981 y LANUZA, 1984).

Holcus lanatus posee una mayor digestibilidad que *Agrostis capillaris* cuando se encuentran en estado reproductivo, ya que mantiene mayores relaciones lámina – vaina durante esta época (LÓPEZ *et al.*, 1999) lo que explica la mayor estabilidad que se observó en el consumo del grupo 2.

A partir de febrero se observó un mayor consumo del grupo 1, básicamente porque aumentó la contribución de éste en relación al grupo 2 (Figura 6). La disminución en el consumo total durante los dos últimos pastoreos se debió principalmente a la menor disponibilidad de forraje en esta época.

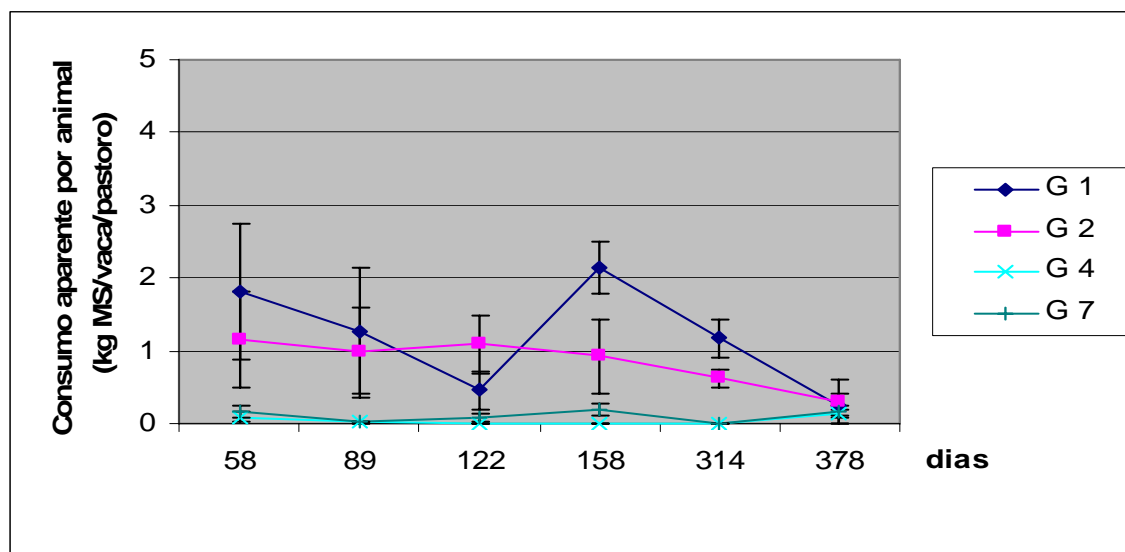


FIGURA 16 Evolución del consumo aparente por animal en NSF.

4.5.6.2 Pradera naturalizada con fertilización. El consumo total anual fluctuó entre los 1,5 y 5 kg MS vaca⁻¹ (Figura 17), predominando el consumo por los grupos 1 y 2. Se observó claramente un mayor consumo del grupo 1 por sobre el 2, como consecuencia de la mayor contribución de éste al rendimiento y del aumento de *Trifolium repens* en la composición botánica de la pradera, como consecuencia de la fertilización y del encalado. *T. repens* es una planta de muy buen valor nutritivo y muy apetecida por los animales, inclusive cuando se encuentra en estado de floración (HOLLOWELL, 1972).

El consumo aparente del grupo 1 disminuyó progresivamente a medida que se acercaba el verano. A inicios de Enero se observó una disminución en el consumo aparente del grupo 2, situación que no ocurrió en NSF, puesto que la contribución de *Bromus valdivianus* y *Holcus lanatus* en NF disminuyó considerablemente en comparación con NSF. Simultáneamente se pudo observar cierto consumo de *Lolium perenne*, especie que respondió positivamente a la fertilización, aumentando su

disponibilidad y compitiendo con especies de menor respuesta como *H. lanatus* (PINOCHET *et al.*, 1999).

A inicios de invierno se produjo un aumento de *Bromus valdivianus* y disminución *Trifolium repens* en la contribución de la pradera, lo que se tradujo en un mayor consumo aparente del grupo 2 por sobre el 1.

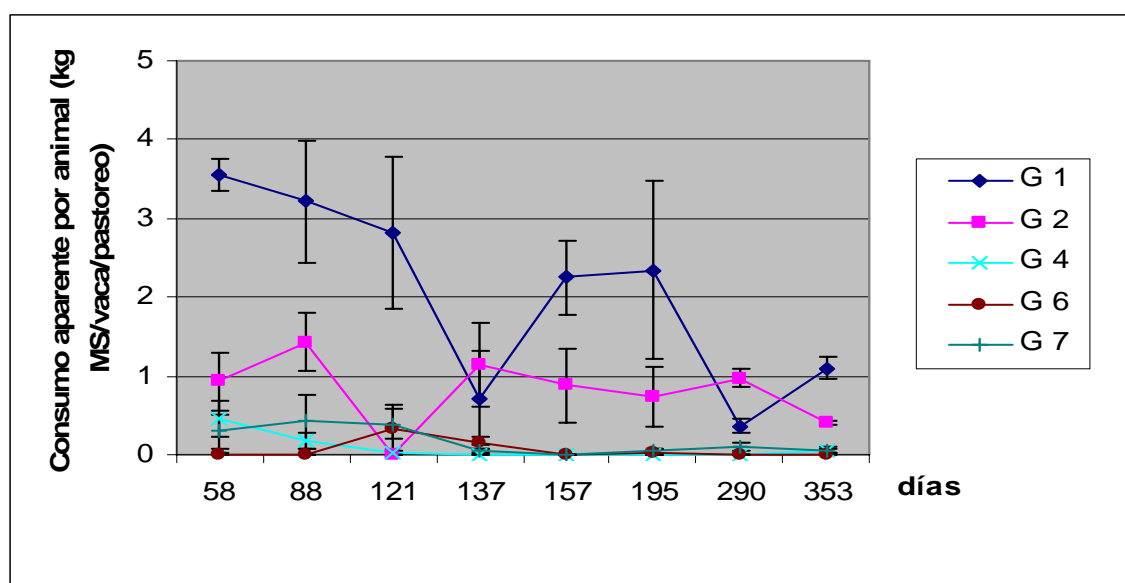


FIGURA 17 Evolución del consumo aparente por animal en el NF.

4.5.6.3 Pradera mixta de *Lolium perenne* con *Trifolium repens*. El consumo aparente en este tratamiento fluctuó entre 1,5 y 4 kg MS vaca⁻¹ (Figura 18). El mayor se registró en enero cuando esta pradera se encontraba bien establecida, con altas tasas de crecimiento y una mayor disponibilidad de materia seca al momento de realizar el pastoreo. El grupo 7 se constituyó como el más consumido por los animales, debido a su alta proporción en la composición botánica de la pradera, situación que se mantuvo durante todo el período de evaluación. Los demás grupos de especies no presentaron gran importancia en este tratamiento.

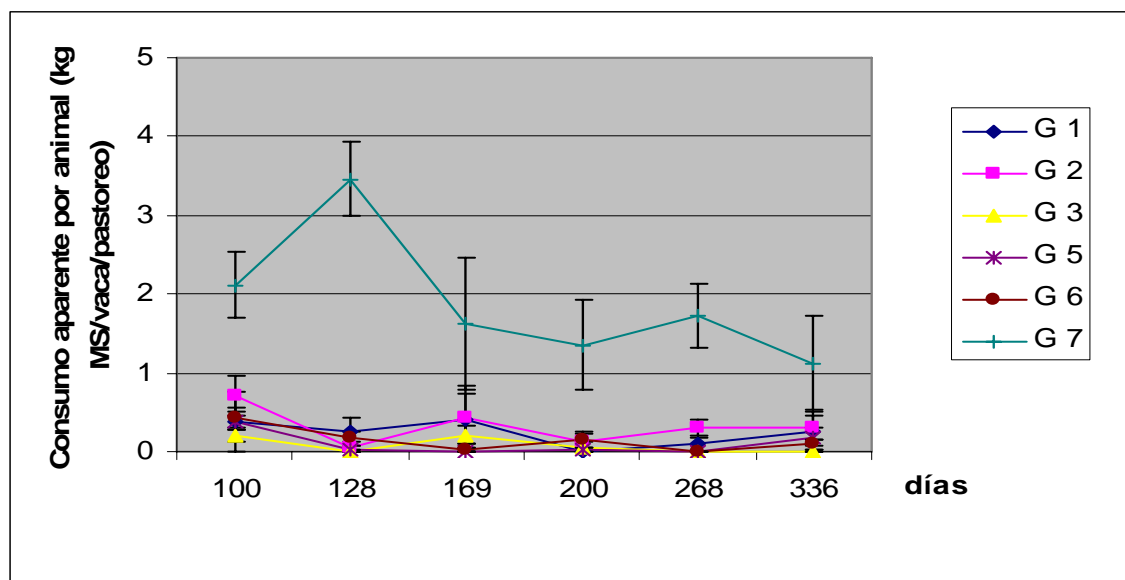


FIGURA 18 Evolución del consumo aparente por animal en PM.

MORALES (2000) midió el consumo relativo de algunas especies, relacionando la composición botánica de pre y postpastoreo. De esta forma, determinó cierta preferencia por aquellas especies que redujeron su participación en la composición botánica de postpastoreo en relación a la de prepastoreo y cierto rechazo cuando su presencia en la composición botánica de postpastoreo superaba a la de prepastoreo. Es así como observó cierto aumento en el consumo de *Lolium perenne* en el mes de enero. En general observó un consumo relativo positivo hacia *L. perenne* y *Trifolium repens* y un rechazo por las especies de hoja ancha.

4.5.6.4 Pradera polifítica sembrada. El consumo aparente por animal para este tratamiento osciló entre 1,5 y 3 kg MS vaca⁻¹ durante el período de evaluación (Figura 19). Se observó un mayor consumo de los grupos 1, 2 y 7, sin observarse mayores diferencias entre ellos.

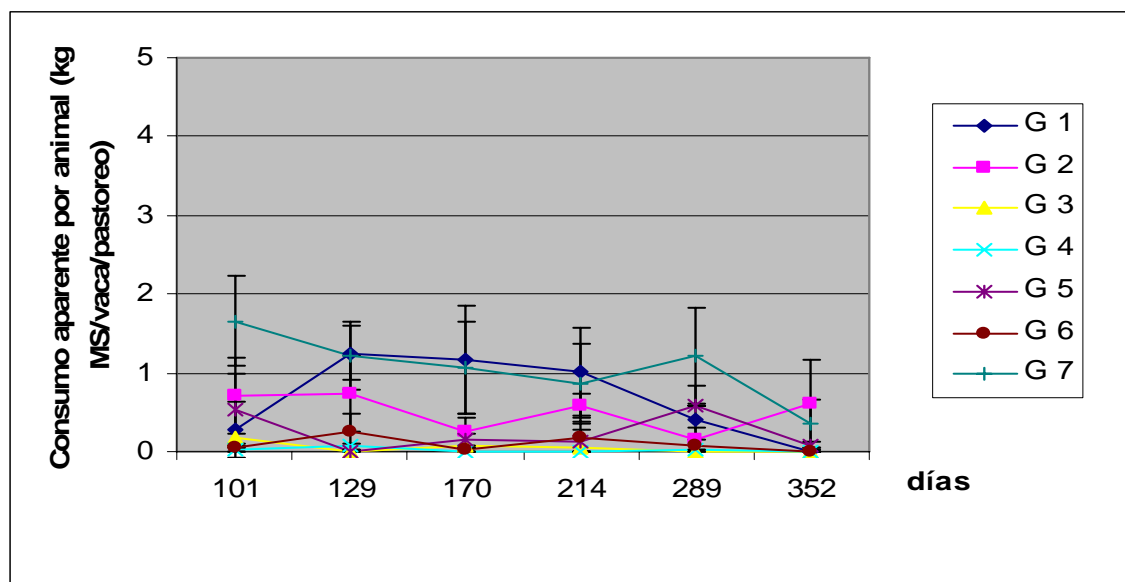


FIGURA 19 Evolución del consumo aparente por animal en PP.

4.5.6.5 Comentarios. El consumo aparente no fue constante a lo largo del período de evaluación. Los mayores valores fueron registrados en NF durante las estaciones de primavera y verano, en tanto que los menores fueron similares para todos los tratamientos registrándose durante el invierno. Las variaciones fueron producto de la disponibilidad de forraje de cada tratamiento previo al pastoreo, además de estar influenciadas por la suplementación recibida por las vacas en períodos de escasez de forraje, aumentando la tasa de sustitución del consumo de pradera. El consumo de pradera en la estación invernal se vio influenciado por un aumento en el contenido de agua, ya que el porcentaje de materia seca afecta el consumo de los animales. Así, en la medida que el contenido de MS disminuya bajo un 18 %, disminuye el consumo de forraje (Verite y Journet, 1970; Rohr, 1972; Mott, 1974 citados por LANUZA, 1984). Los distintos grupos de especies estuvieron influenciados por la contribución de estos a la composición botánica de la pradera, es decir, el mayor consumo aparente ocurrió en el grupo que en mayor cantidad se encontraba previo al pastoreo. En el caso de las praderas naturalizadas predominó el consumo de los grupos funcionales 1 y 2, en PM el grupo 7 y en el caso de PP predominó el consumo de los grupos 1, 2 y 7. En ciertos períodos el consumo de algunas especies se vio afectado por el estado fenológico en que se encontraban, especialmente *Agrostis capillaris* en la época de verano al encontrarse en fase reproductiva.

Las praderas naturalizadas se diferenciaron entre sí, en que el tratamiento con fertilización tuvo diferencias de consumo entre los dos grupos de especies, basado en el aumento de la proporción de *Trifolium repens* del grupo 1 y en la disminución de la proporción de *Holcus lanatus*, mientras que el testigo no presentó diferencias significativas a lo largo del año.

4.6 Biodiversidad y estabilidad de los sistemas pratenses.

La biodiversidad ayuda a mantener estable la productividad de los sistemas pratenses. De esta manera, la productividad y estabilidad se ven positivamente influenciadas con el incremento del número de especies. La situación contraria, es decir, la disminución de la diversidad de especies, influiría negativamente en la producción, llegando incluso a iniciar procesos de degradación ecosistémica cuando se enfrentan a diferentes situaciones de estrés (LÓPEZ y VALENTINE, 2003).

En cuanto a la diversidad pratense, no se encontró diferencias significativas entre NSF, NF y PP (Cuadro 13). Sin embargo, hubo mayor diversidad de estos tratamientos en comparación con PM.

CATALÁN (2007), obtuvo resultados similares al evaluar la diversidad de distintos tipos de praderas, obteniendo diversidades similares entre praderas naturalizadas y polifíticas y una menor diversidad en pasturas de *Lolium perenne* con *Trifolium repens*.

El índice de equidad o “evenness” entrega una aproximación de cuan uniformemente se encuentra distribuida la producción de un ecosistema.

No se encontró diferencias significativas entre NSF, NF y PP, mientras que PM presentó los menores valores (Cuadro 14), ya que la producción de este tratamiento fue sostenida en su gran mayoría por *Lolium perenne*. El establecer praderas con pocas especies, generó una distribución poco uniforme de la producción. Sumado a la

mayor agresividad de *L. perenne* y su mayor respuesta a la fertilización, impidió el establecimiento espontáneo de nuevas especies.

CUADRO 13 Índice de Shannon (H) para los distintos tratamientos.

Tipo de pradera	Índice Shannon (H)
NSF	1,65 a
NF	1,67 a
PM	1,14 b
PP	1,79 a
Significancia	**

Letras distintas en la columna indican diferencias estadísticas significativas: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; n.s. $P > 0,05$. **NSF**: natural sin fertilización; **NF**: natural con fertilización; **PM**: Pradera sembrada de *L. perenne* y *T. repens*; **PP**: Pradera polifítica sembrada.

Las praderas naturalizadas y polifítica, presentaron mayores índices de diversidad praterense y equidad, por lo que existe en ellas una mayor probabilidad de tolerar situaciones de estrés y perturbaciones, manteniendo mayores producciones y más estables en el mediano y largo plazo (Milton *et al.*, 1994 y Tilman y Downing, 1994; citados por LÓPEZ y VALENTINE, 2003).

CUADRO 14 “Eveness” o “equidad” de los distintos tratamientos

Tipo de pradera	Eveness (e_H)
NSF	0,66 a
NF	0,62 a
PM	0,41 b
PP	0,61 a
Significancia	**

Letras distintas en la columna indican diferencias estadísticas significativas: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; n.s. $P > 0,05$. **NSF**: natural sin fertilización; **NF**: natural con fertilización; **PM**: Pradera sembrada de *L. perenne* y *T. repens*; **PP**: Pradera polifítica sembrada.

5 CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, analizados y discutidos en este trabajo, y considerando la composición botánica que caracterizó a las distintas praderas en este primer año de producción, se presentan las siguientes conclusiones:

- Durante el primer año de evaluación, la fertilización no produjo cambios significativos en la composición botánica, pero sí un aumento en el rendimiento de las especies presentes.
- La fertilización de la pradera naturalizada y la siembra de especies de alto valor forrajero lograron un incremento en la producción de MS.
- Las praderas naturalizadas estuvieron dominadas por especies como *Agrostis capillaris* y *Trifolium repens*, mientras que *Lolium perenne* dominó en las praderas establecidas.
- El consumo aparente estuvo influenciado por la producción anual de la pradera siendo mayor en NF, seguido por PM y PP y finalmente por NSF.
- Se encontraron siete grupos de especies, donde la mayor producción de materia seca de las praderas estuvo dado por los grupos 1, 2 y 7.
- El índice de Shannon demostró que PP, NF y NSF poseían una mayor diversidad pratense que PM, siendo ecosistemas más estables ante situaciones de estrés ambiental.

6 BIBLIOGRAFÍA

- AGUILA, H. 1990. Pastos y empastadas. Universitaria. Santiago, Chile. 6ª ed. 314 p.
- ANASAC. 1997. Catálogo de forrajeras. Programa de forrajeras. Santiago, Chile. 184 p.
- BALOCCHI, O. 1999. Praderas y recursos forrajeros en la zona sur de Chile. **In:** C. Amtmann, F. Mujica y B. Vera (eds) Pequeña agricultura en la Región de los Lagos, Chile. Valdivia, Chile. Ediciones de la Universidad Austral de Chile. pp. 59 – 73.
- _____. y LOPEZ, I. 1994. Regeneración de Praderas. **In:** Producción Animal. Latrille, ed. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B – 18. pp. 263 – 293.
- _____ y _____. 1996. Especies pratenses nativas y naturalizadas del sur de Chile. **In:** Latrille, L. (ed). Producción Animal. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B – 20. Uniprint. pp: 65-81.
- _____ y _____. 2001. Rol de las especies pratenses nativas y naturalizadas en las praderas permanentes del sur de Chile. **In:** García, F y Cretton, P (eds). Simposio internacional en producción animal y medio ambiente Sociedad chilena de producción animal XXVI reunión anual. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, departamento de Zootecnia. 563 p.
- BERNIER, R. 1985. Fertilización de praderas: Tipos de Praderas de la X Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Remehue. Osorno, Chile. Boletín Técnico N° 90. 13 p.

- BERNIER, R. 1988. Fertilización en praderas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Remehue. Osorno, Chile. Boletín Técnico N° 46. 11 p.
- CANSECO, C., DEMANET, R., BALOCCHI, O., PARGA, J., ANWANDTER, V., ABARZÚA, A., TEUBER, N. y LOPETEGUI, J. 2007. Determinación de la Disponibilidad de Materia Seca de Praderas en Pastoreo. **In:** Teuber, N., Balocchi, o., Parga, j. Manejo del Pastoreo. Proyecto FIA. pp. 23 – 50.
- CASTRO, F. 1996. Evaluación del rendimiento y calidad nutritiva de una pradera naturalizada establecida bajo dos niveles de fertilización en el sur de Chile. Tesis Ing. Agr. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 113 p.
- CATALÁN, G. 2007. Efecto de la fertilización sobre la composición botánica y la producción de tres tipos de praderas en el Dominio Húmedo de Chile. Tesis Ing. Agr. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 74p.
- COLLANTES, M., STOFFELLA, S., GINZO, H. y KADE, M. 1998. Productividad y composición botánica divergente de dos variantes florísticas de un pastizal natural de la Pampa Deprimida fertilizadas con N y P. (On line). Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 103 (1), 1998. Argentina. <[www.agro.unlp.edu.ar/revista/Tomo%20103\(1\).htm](http://www.agro.unlp.edu.ar/revista/Tomo%20103(1).htm)> (28 Oct. 2007).
- CUEVAS, E. 1980. Manejo y utilización de praderas. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie b-2. 141 p.
- _____ 1986. Evaluación de la productividad de praderas. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie C-10. 15p.

- _____, ANRIQUE, R. y BALOCHI, O. 1983. Producción, utilización y calidad de una pradera permanente del Sur de Chile. *Agro Sur (Chile)* 11(2): 98-104.
- DEMANET, R. y CONTRERAS, R. 1988. Especies de la pradera naturalizada. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca*. v. 7(4) p. 2-6. (Oct-Dic 1988).
- FULKERSON, W.J., y D.J. DONAGHY. 2001. Key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures. A review. *Aust. J. Exp. Agric.* 41.
- GASTO, J., SILVA, F. y COSIO, F. 1990. Sistema de clasificación de los pastizales de Sudamérica. Pontificia Universidad Católica de Chile. *Sistemas en Agricultura. Teoría - Avances*, Vol. 9. 92 p.
- _____, GALLARDO, S. y CONTRERAS, D. 1987. Caracterización de los pastizales de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. *Sistemas en Agricultura IISA - 8716*. Santiago, Chile. 292 p.
- GITAY, H. y NOBLE, I. R. 1997. What are functional types and how should we seek them? In: Smith, T. M., Shugart, H. H. y Woodward, F. I. (eds). *Plant Functional Types: Their Relevance to Ecosystem Properties and Global Change*. Cambridge University. pp: 3-19.
- GOIC, L. 1979. Potencialidad de las praderas naturales de la región sur en zonas de baja producción forrajera. *Simiente* 39 (1 – 3): 12 –16.
- GRIME, J., HODSON, J. y HUNT, R. 1989. Comparative plant ecology a functional approach to common British species. Unit of comparative plant ecology (NERC), Department of plant science, Universidad of Sheffield (Inglaterra) 742p.

- HAMPTON, J., KEMP, P. Y WHITE, J. 1999. Pasture establishment. **In:** New Zealand Pasture and Crop Science. Edited by White, J and Hodgson, J. Oxford University press. pp. 101 - 116.
- HOLLOWELL, E. 1972. El trébol ladino y otros treboles blancos. **In:** Hughes, H., Heath, M. Y Metcalfe, D. (ed). Forrajes. La ciencia de la agricultura basada en los pastos. 2^a ed. Traducido por: De la Loma, J. Ed. Continental. Buenos Aires, Argentina. pp. 187 – 194.
- HOLMES, C.W., BROOKES, I.M., GARRICK, D.J., MACKENZIE, D.D.S., PARKINSON, T.J. y WILSON. G.F. 2002. Milk production from pasture. Principles and Practices. Massey University. New Zealand. 602 p.
- IDE, G. 1996. Caracterización fenológica y productiva de *Arrhenatherum elatius* ssp. *Bulbosum*, *Agrostis capillaris*, *Bromus valdivianus* y *Holcus lanatus* en el Dominio Húmedo de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 67 pp.
- KEMP, P., CONDRON, L. y MATTHEW, C. 1999 (a). Pasture species and cultivars. **In:** New Zealand Pasture and Crop Science. Edited by White, J and Hodgson, J. Oxford University press. pp. 83 – 100.
- KOEPPEL, W. 1948. Climatología; con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica, México. 478 p.
- LANGER, R. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo. Uruguay. Hemisferio sur. 514p.
- LANUZA, F. 1984. Factores que afectan el consumo de vacas lecheras a pastoreo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Remehue. Osorno, Chile. Boletín Técnico N° 81. 19 p.

- LOPETEGUI, J. 2002. Especies forrajeras para praderas. Seminario internacional: Producción de leche en base a praderas. Osorno, Chile. Noviembre 2002.
- LÓPEZ, H. 1988. Especies forrajeras mejoradas. In: Ruiz, I. (ed). Praderas para Chile. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura. pp: 33 - 102.
- LÓPEZ, I., BALOCCHI, O., LAILHACAR, P. y OYARZÚN, C. 1997. Caracterización de sitios de crecimiento de seis especies pratenses nativas y naturalizadas del dominio húmedo de Chile. *Agro sur*, jun. 1997, Vol. 25, No. 1, pp. 62-80.
- _____, _____ y NIKLITSCHKEK, P. 1999. Caracterización fenológica y productiva de *Agrostis capillaris* y *Holcus lanatus* en el dominio húmedo de Chile. *Agro sur*, jul. 1999, Vol. 27, No. 2, pp. 59-81. ISSN 0304-8802.
- _____ y VALENTINE, I. 2003. Rol de la diversidad pratense y de los grupos funcionales de especies sobre la condición de la pradera y su estabilidad. *Agro sur*, Ene. 2003, Vol. 31, No. 1, pp. 60-76. ISSN 0304-8802.
- _____, _____, I., LAMBERT, M.G., HEDDERLEY, D y KEMP, P. 2006. Planct functional groups in a heterogeneous environment. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 2006. Vol. 49, pp. 439 – 450.
- LOZANO, F. 2004. Nuevos conceptos y estrategias para la renovación de praderas degradadas en el trópico alto colombiano. (on line). Primera Reunión de la Red Temática de Recursos Forrajeros, Junio 2004, C.I. Tibaitata. 13 p. <www.scribd.com/doc/2721397/J-GRANADOS-AGRICULTURA-ECOLOGICA-Y-BIODIVERSIDAD-ANDES-COLOMBIANOS> (23 Oct. 2007).
- MACARTHUR, R. 1955. Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. *Ecology*. 36: 533-536.

MACKENZIE, B., VALENTINE, I., MATTHEW, C. y HARRINGTON, K. 1999. Plant interactions in pastures and crops. In: New Zealand Pasture and Crop Science. Edited by White, J and Hodgson, J. Oxford University press. pp. 45–58.

MATTHEWS, P., HARRINGTON, K. y HAMPTON, J. 1999. Management of grazing systems. In: New Zealand Pasture and Crop Science. Edited by White, J and Hodgson, J. Oxford University press. pp. 153 – 174.

MONTALDO, P. 1973 (a). El Problema de la Clasificación de las Praderas Permanentes de Lluvia. *Agro sur*, Vol. 1, No. 1, pp. 3-10.

_____. 1973 (b). Aproximación ecológica de una empastada permanente en la provincia de Valdivia. *Agro sur*, 1973, Vol. 1, No. 2, pp. 67-68. ISSN 0304-8802.

_____, DAROCH, R. y ELLIES, A. 1974 (a). Influencia de diferentes sistemas de preparación de suelos sobre poblaciones de malezas. *Agro sur*, 1974, Vol. 2, No. 1, pp. 13-16.

_____. 1974(b). Asociación entre especies en pradera permanente del complejo agrostis-juncus en la provincia de Valdivia, Chile. *Agro sur*, jul. 1974, Vol. 2, No. 2, pp. 58-61.

_____. y PAREDES, F. 1981. Observaciones fenológica en praderas antropogénicas en dos localidades de la provincia de Valdivia, Chile. *Agro Sur (Chile)*. 9 (1) : 43-54.

MORALES, D. 2000. Rendimiento y calidad nutritiva de una pradera establecida con especies nativas y naturalizadas en su segundo año de producción. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 105 p.

- MOTT, G. 1972. Evaluación de la producción de forrajes. **In:** Hughes, H., Heath, M. Y Metcalfe, D. (ed). Forrajes. La ciencia de la agricultura basada en los pastos. 2ª ed. Traducido por: De la Loma, J. Ed. Continental. Buenos Aires, Argentina. pp. 131 – 142.
- NIKLITSCHKEK, P. 1995. Caracterización fenológica y productiva de *Agrostis capillaris* y *Holcus lanatus* en el Dominio Húmedo de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 78 pp.
- ORDOÑEZ, C. 1998. Dinámica vegetacional de una pradera establecida con especies nativas y naturalizadas en su segundo año de producción. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 120p.
- PACHECO, A. 1997. Dinámica vegetacional y rendimiento de una pradera establecida en base a especies nativas y naturalizadas en el Dominio Húmedo de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 87 p.
- PARGA, J. 2003. Utilización de praderas y nutrición de vacas a pastoreo. 1. Utilización de praderas y manejo de pastoreo. **In:** Teuber, N., Uribe, H. y Opazo, L. (ed.). Seminario hagamos de la lechería un mejor negocio. Instituto de Investigaciones agropecuarios. pp. 31-32.
- _____. y ALVARADO, E. 1992. Respuesta a la fertilización de una pradera naturalizada en suelo rojo arcilloso de Llanquihue. Boletín Técnico Remehue Nº 187.
- PINOCHET, D. 1990. Fertilización de praderas permanentes en la zona sur. **In:** Latrille, L. (ed.). Avances en Producción Animal. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. pp. 181-209.

- _____, NANNIG, P., BALOCCHI, O. y FUENTES, R. 1999. Respuesta al nitrógeno de diferentes gramíneas forrajeras. 1. Producción de Materia Seca. **In:** 24^a Reunión anual de la sociedad chilena de producción animal, libro de resúmenes.
- _____, BALOCCHI, O. y DE LA MAZA, P. 2000. Competencia entre ballica perenne y trébol blanco en condiciones de bajo suministro de nitrógeno del suelo. *Agro sur*, jul. 2000, Vol. 28, No. 2, pp. 25-31.
- PORTA, M., HACK, C.M. y TOMEI, C.E. 2006. Fertilización fosfatada sobre pastizales de la provincia de Corrientes. Ensayo en Macetas. (On-line). Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006. <www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt2006/05-Agrarias/2006-A-018.pdf> (11 Nov. 2007).
- RAMÍREZ, C. y FINOT, V. 1991. El valor indicador ecológico de las malezas centro-sur de Chile. *Agro Sur* 19 (2) 94-116p.
- _____, FIGEROA, H. y SAN MARTÍN, C. 1989. Cambios estacionales de frecuencia y cobertura en una pradera del Centro-Sur de Chile. *Agro Sur* (Chile). Vol. 17, No. 2, pp. 105-115.
- ROMERO, O. 2005. Pradera permanente en la zona sur trébol blanco: clave en los sistemas pastoriles. *Tierra Adentro* (Chile) 64: 21-23.
- RUZ, I. y CAMPILLO, R. 1996. Fertilización de praderas. **In:** Praderas para Chile. Ignacio Ruíz, (ed). 2^a ed. Instituto de Investigación Agropecuaria. pp. 225 - 227.
- SANTAMARIA, R. y SOTO, I. 1982. Comparación de alternativas de mejoramiento para una pradera natural de baja productividad utilizada en producción de leche. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 79 p.

- SIEBALD, E., MATZNER, M. y BECKER, F. 1982. Mejoramiento de praderas naturales del Llano Central de la X Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Remehue. Osorno, Chile. Boletín Técnico N° 51. 20 pp.
- _____. _____. y _____. 1983. Mejoramiento de praderas naturales del Llano Central de la X Región. Agricultura Técnica (Chile) 43(4) 313 - 321.
- _____, NAVARRO, H., IRAIRA, S. y SANTANA, R. 2002. Mejoramiento de praderas naturalizadas de la precordillera andina y de la costa de Llanquihue, Xa región. **In**; 27^a Reunión anual de la Sociedad chilena de producción animal, libro de resúmenes. pp. 25 – 26.
- SILVA, M. y LOZANO, U. 1984. Descripción de las principales especies forrajeras entre la zona mediterránea árida y la zona de las lluvias. 3^a ed. Universidad de Chile. Departamento de Producción Animal. Serie Publicación Docente N°9. 139p.
- SMETHAN, M. 1981. Especies y variedades de leguminosas forrajeras. (Traducido por Elizondo, P). **In** Langer, R. (ed). Pastures and pasture plants. Ed agropecuaria hemisferio sur S.R.L (Uruguay) 514 p.
- SOMARRIBA, E. 1999. Diversidad Shannon. Revista Agroforestería en las Américas. Vol. 6. N° 23. (On –Line).
<web.catie.ac.cr/informacion/rafa/rev23/nsoma_1.htm>. (16 Jun. 2008).
- STUTH, J. 1991. Foraging Behaviour. **In**: R. Heitschmidt y J. Stuth (eds) Grazing management: an ecological perspective. Portland, Oregon, USA. Timber Press. pp. 65 – 84.

- TEUBER, N. 1996. La pradera en el llano longitudinal de la X Región (Valdivia – Chiloé). In: Ruiz, I. (ed). Praderas para Chile. 2ª ed. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura. pp: 535 – 544.
- _____. 1999. Virtudes del trébol blanco. Informativo nº 10, Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigación Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue. Serie Remehue nº83.
- _____. y BERNIER, R. 1977. Producción estacional de gramíneas forrajeras en el Llano Central de Osorno. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Osorno, Chile. Unidad Informativa. Nº 13. 6 p.
- _____. y _____. 1981. Curvas de crecimiento anual de gramíneas forrajeras en la zona de Osorno. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Remehue. Osorno, Chile. Boletín Técnico Nº 46. 11 p.
- _____. y NAVARRO, H. 1997. Establecimiento de Praderas Permanentes en la Décima Región de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Osorno, Chile. Boletín Técnico Nº 243. 16 p.
- TORRES, A. 2006. Mejoramiento de praderas naturalizadas. In: Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. Osorno, Chile. pp. 25 – 34.
- _____. y CISTERNAS, C. s/f. Regeneración de Praderas y Control de la vegetación residente. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue (Chile). Informativo Remehue Nº 25. 4p.
- UNIVERSIDAD DE CHILE. 1992. Suelos, una visión actualizada del recurso. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. Publicación Misceláneas Agrícolas. Nº 38. 345 p.

- VERA, J. 2006. Dinámica vegetacional, rendimiento y composición química de praderas establecidas en base a especies nativas, naturalizadas y cultivadas. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 95 p.
- VOISIN, A. 1962. Dinámica de los pastos. Carlos Luis De Cuenca (Trad.) Tecnos. Madrid, España. 452 p.
- WALKER, B. 1992. Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology*. 6: 18-23.
- WILLARD, C (1972). Establecimiento de nuevas vegetaciones. **In:** Hughes, H., Heath, M. Y Metcalfe, D. (ed). Forrajes. La ciencia de la agricultura basada en los pastos. 2^a ed. Traducido por: De la Loma, J. Ed. Continental. Buenos Aires, Argentina. pp. 405 – 418.

ANEXOS

ANEXO 1 Producción Anual de cada especie (kg MS ha⁻¹ año⁻¹).

Especie	NSF 1	NF 2	PM 3	PP 4
<i>A. capillaris</i>	1949,5	3718,3	416,78	700,44
<i>A. millefolium</i>	0,0	0,0	4,96	0,00
<i>A. odoratum</i>	185,7	488,2	4,63	60,41
<i>B. valdivianus</i>	169,1	366,1	44,01	222,60
<i>C. arvense</i>	68,4	154,7	72,14	104,86
<i>D.glomerata</i>	0,0	0,0	27,83	534,56
<i>H. lanatus</i>	647,2	479,8	105,95	135,32
<i>H. radicata</i>	113,3	94,9	116,20	77,94
<i>L. uliginosus</i>	0,0	19,8	0,00	0,00
<i>L.nudicaulis</i>	31,0	51,8	68,50	134,22
<i>Lolium sp.</i>	177,1	465,8	5473,15	3369,32
<i>M. chamomilla</i>	0,0	0,0	0,00	48,09
<i>Materia muerta</i>	0,0	0,0	0,00	36,62
<i>P. Annua</i>	14,4	150,8	0,00	14,44
<i>P. lanceolata</i>	44,4	73,7	36,77	41,88
<i>R. acetosella</i>	64,4	112,7	262,00	440,17
<i>R. repens</i>	5,0	10,4	0,00	15,90
<i>R. raphanistrum</i>	0,0	0,0	134,75	94,38
<i>S. vulgaris</i>	0,0	0,0	25,44	15,65
<i>T. Dubium</i>	0,0	0,0	12,44	0,00
<i>T. officinale</i>	0,0	38,4	213,35	23,11
<i>T. pratense</i>	0,0	53,1	24,10	72,04
<i>T. repens</i>	867,3	3068,4	527,71	638,37

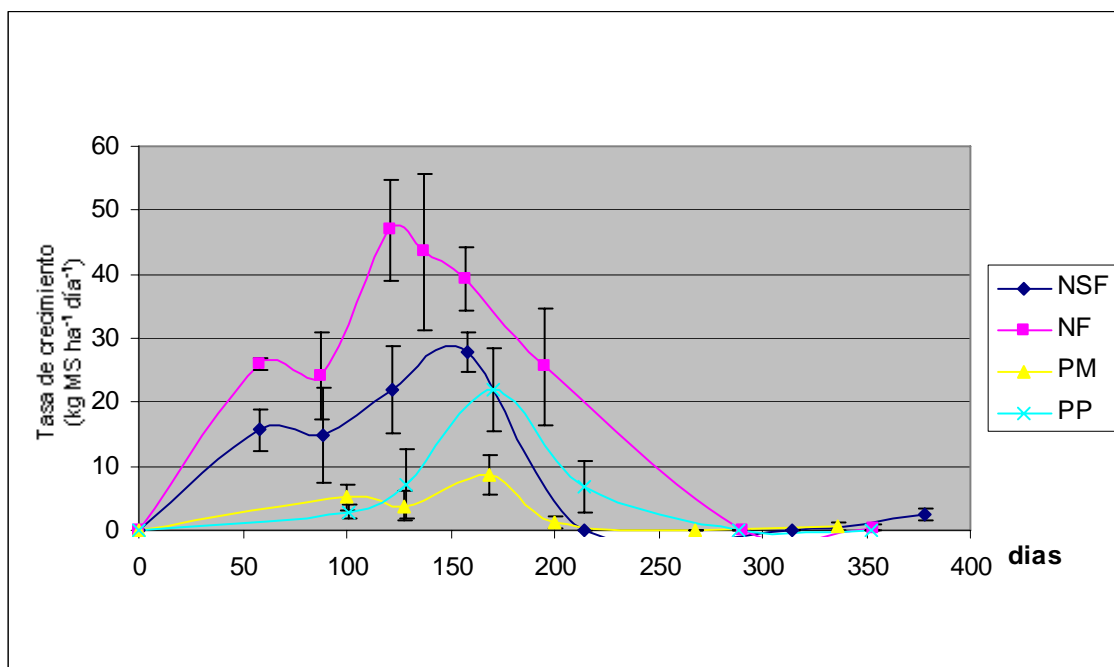
NSF: natural sin fertilización; **NF:** natural con fertilización; **PM:** Pradera sembrada de *L. perenne* y *T. repens*; **PP:** Pradera polifítica sembrada.

ANEXO 2 Contribución anual por especie (%).

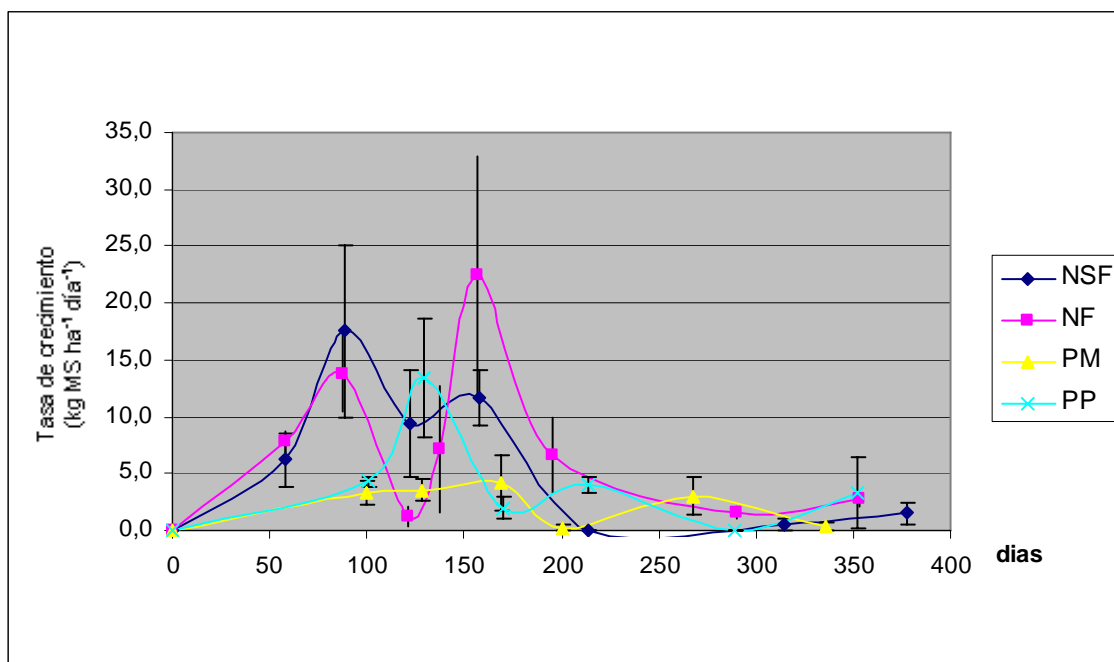
Especie	NSF	NF	PM	PP
	1	2	3	4
<i>A. capillaris</i>	45,0	39,8	5,5	10,3
<i>A. millefolium</i>	0,0	0,0	0,1	0,0
<i>A. odoratum</i>	4,3	5,2	0,1	0,9
<i>B. valdivianus</i>	3,9	3,9	0,6	3,6
<i>C. arvense</i>	1,6	1,7	1,0	1,5
<i>D.glomerata</i>	0,0	0,0	0,4	9,6
<i>H. lanatus</i>	14,9	5,1	1,4	1,9
<i>H. radicata</i>	2,6	1,0	1,5	1,1
<i>L. uliginosus</i>	0,0	0,2	0,0	0,0
<i>L.nudicaulis</i>	0,7	0,6	0,9	2,0
<i>Lolium sp.</i>	4,1	5,0	72,3	48,0
<i>M. chamomilla</i>	0,0	0,0	0,0	0,7
<i>P. Annu</i>	0,3	1,6	0,0	0,2
<i>P. lanceolata</i>	1,0	0,8	0,5	0,6
<i>R. acetosella</i>	1,5	1,2	3,5	6,5
<i>R. repens</i>	0,1	0,1	0,0	0,2
<i>R. raphanistrum</i>	0,0	0,0	1,8	1,4
<i>S. vulgaris</i>	0,0	0,0	0,3	0,2
<i>T. Dubium</i>	0,0	0,0	0,2	0,0
<i>T. officinale</i>	0,0	0,4	2,8	0,3
<i>T. pratense</i>	0,0	0,6	0,3	1,1
<i>T. repens</i>	20,0	32,8	6,9	10,1

NSF: natural sin fertilización; **NF:** natural con fertilización; **PM:** Pradera sembrada de *L. perenne* y *T. repens*; **PP:** Pradera polifítica sembrada.

ANEXO 3 Tasas de Crecimiento ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) del grupo 1 para los distintos tratamientos durante el período de evaluación.



ANEXO 4 Tasas de Crecimiento ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) del grupo 2 para los distintos tratamientos durante el período de evaluación.



ANEXO 5 Tasas de Crecimiento ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) del grupo 7 para los distintos tratamientos durante el período de evaluación.

