

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE GRADUADOS



**EFECTO DEL TIPO DE PRADERA SOBRE LA  
PREFERENCIA Y SELECTIVIDAD DE VACAS LECHERAS  
EN PASTOREO**

Tesis presentada como parte de  
los requisitos para optar al  
grado de Magíster en Ciencias  
Mención Producción Animal.

**VICENTE RAFAEL ANWANDTER AGÜERO**

VALDIVIA - CHILE

2006

**Profesor Patrocinante:**

---

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

**Profesores Evaluadores:**

---

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

---

René Anrique G.  
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.  
Instituto de Producción Animal

Valdivia, 10 de enero de 2006

Yo, VICENTE RAFAEL ANWANDTER AGÜERO, declaro que soy autor del presente trabajo, que lo he realizado en su integridad y no lo he publicado para obtener otros Grados o Títulos.

*Un agradecimiento a mi Profesor Patrocinante, Ignacio López y a mis Profesores Evaluadores, Oscar Balocchi y René Anrique, por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta Tesis.*

*Dedico este trabajo a mis padres, Sergio y Virginia; a mis hermanos, Andrés, Francisco y Rodrigo; a Maritza y a mis amigos.*

## INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1	El pastoreo	4
2.1.1	El comportamiento de los animales en pastoreo	4
2.1.2	El pastoreo selectivo	5
2.1.2.1	Palatabilidad	6
2.1.2.2	Preferencia	6
2.1.2.3	Selectividad	6
2.1.3	Los factores que influyen en el pastoreo selectivo	7
2.1.3.1	Las características morfológicas	7
2.1.3.2	El estado fenológico	8
2.1.3.3	La disponibilidad de forraje	8
2.1.3.4	Las características bioquímicas	8
2.1.3.5	Otros factores	9
2.1.4	El pastoreo selectivo en las especies animales	9
2.1.5	El pastoreo selectivo en la selección de las especies pratenses	9
2.1.6	Cómo evitar el pastoreo selectivo	10
2.2	Las praderas naturalizadas	10
2.2.1	<i>Agrostis capillaris</i> L.	11
2.2.1.1	Requerimientos edafoclimáticos	11
2.2.2	<i>Holcus lanatus</i> L.	12
2.2.2.1	Requerimientos edafoclimáticos	12
2.2.3	<i>Bromus valdivianus</i> Phil.	12
2.2.3.1	Requerimientos edafoclimáticos	12
2.2.4	<i>Arrhenatherum elatius</i> spp bulbosus (Willd). Spencer	12
2.2.4.1	Requerimientos edafoclimáticos	13
2.2.5	<i>Lotus uliginosus</i> Schkuhr	13

Capítulo	Página	
2.2.5.1	Requerimientos edafoclimáticos	13
2.3	Las praderas sembradas	13
2.3.1	<i>Trifolium repens</i> L.	13
2.3.1.1	Requerimientos edafoclimáticos	13
2.3.2	<i>Lolium perenne</i> L.	14
2.3.2.1	Requerimientos edafoclimáticos	14
2.3.2.2	<i>Neotyphodium lolii</i> (Latch, Christensen & Samuels)	14
2.3.2.3	<i>Listronotus bonariensis</i> Kushel.	15
2.4	Cultivares de <i>L. perenne</i>	16
2.4.1	Nui	16
2.4.2	Bronsyn	16
2.4.3	Matrix	16
2.4.4	Aries	16
2.4.5	LP 296	17
2.4.6	Arrow	17
2.4.7	Impact	17
2.4.8	Meridian	17
3	MATERIAL Y METODO	18
3.1	Estudio I	18
3.1.1	Criterios para el corte y pastoreo	20
3.1.1.1	Disponibilidad de forraje	21
3.1.1.2	Composición botánica por peso	21
3.1.1.3	Análisis nutricional	21
3.1.1.4	Altura sin disturber	22
3.1.1.5	Tiempo de permanencia	22
3.1.1.6	Número de bocados totales	22
3.1.2	Diseño experimental	22
3.1.3	Análisis de los datos	23
3.2	Estudio II	23
3.2.1	Criterios para el corte y pastoreo	25
3.2.2	Variables evaluadas	26
3.2.2.1	Altura sin disturbar	26
3.2.2.2	Disponibilidad de forraje	26

Capítulo		Página
3.2.2.3	Energía metabolizable	26
3.2.2.4	Tiempo de pastoreo	26
3.2.2.5	Altura residual sin disturber	26
3.2.2.6	Disponibilidad residual de forraje	26
3.2.2.7	Consumo aparente	26
3.2.2.8	Densidad de macollos	27
3.2.2.9	Largo de lamina	27
3.2.2.10	Ancho de lamina	27
3.2.2.11	Peso de vaina	27
3.2.2.12	Peso de lamina	27
3.2.3	Diseño experimental	27
3.2.4	Análisis de los datos	28
4	RESULTADOS	29
4.1	Estudio I	29
4.1.1	Composición botánica	29
4.1.2	Primer corte	32
4.1.3	Segundo corte	37
4.1.4	Tercer corte	42
4.1.5	Cuarto corte	45
4.1.6	Efectos promedios	50
4.2	Estudio II	52
4.2.1	Primer corte	52
4.2.2	Segundo corte	53
4.2.3	Tercer corte	54
4.2.4	Cuarto corte	55
4.2.5	Quinto corte	56
4.2.6	Sexto corte	57
4.2.7	Densidad de macollos	58
4.2.8	Variables evaluadas en los macollos	59
4.2.9	Efectos promedios y acumulados	60
5	DISCUSION DE LOS RESULTADOS	62
5.1	Estudio I	62
5.1.1	Los Grupos de especies	62

Capítulo		Página
5.1.2	El efecto de la fertilización sobre los atributos de la pradera	63
5.1.3	La metodología para evaluar preferencia	64
5.1.4	Las variables del comportamiento en pastoreo	65
5.1.5	El comportamiento animal en pastoreo	65
5.1.6	Las variables que influyeron en la preferencia	66
5.1.6.1	La composición botánica	66
5.1.6.2	La disponibilidad de forraje y la altura sin disturbar	67
5.1.6.3	El contenido de fibra	67
5.1.6.4	El contenido de energía metabolizable	68
5.1.6.5	El contenido de cenizas totales y proteína bruta	68
5.2	Estudio II	69
5.2.1	La metodología para evaluar selectividad	69
5.2.2	Las variables del comportamiento en pastoreo	69
5.2.3	Las diferencias entre los cultivares	69
5.2.4	El comportamiento animal en pastoreo	70
5.3	La preferencia y selectividad de animales en pastoreo	72
5.3.1	Las metodologías para evaluar la preferencia y selectividad	72
5.3.2	Las variables del comportamiento animal en pastoreo	73
5.3.3	Los componentes de la pradera	74
5.3.4	Los factores que influyen en el pastoreo selectivo	74
5.3.4.1	La composición botánica	74
5.3.4.2	La arquitectura de la pradera	75
5.3.4.3	El contenido nutricional de la pradera	75
6	CONCLUSIONES	77
7	RESUMEN	79
7.1	Estudio I: Efecto de la condición de pradera sobre la preferencia de vacas lecheras en pastoreo	79



Capítulo		Página
7.2	Estudio II: Selectividad por cultivares de <i>Lolium perenne</i> L. de vacas lecheras en pastoreo	81
8	SUMMARY	82
8.1	Study I: Effect of pasture condition on grazing preference by dairy cows	82
8.2	Study II: Grazing selectivity among <i>Lolium perenne</i> L. cultivars by dairy cows	83
9	BIBLIOGRAFIA	85

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Dosis de siembra de las especies forrajeras para los distintos tipos de pradera	19
2	Análisis químico del suelo utilizado en el Estudio I	19
3	Análisis químico del suelo utilizado en el Estudio II	24
4	Determinación del número de Grupos para la composición botánica	29
5	Disponibilidad de forraje promedio (kg MS/ha) de los Grupos de especies según tipo de pradera y nivel de fertilización	31
6	Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización para el Grupo 4 (kg MS/ha)	31
7	Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización para el Grupo 7 (kg MS/ha)	32
8	VARIABLES evaluadas en la pradera para el primer corte	33
9	VARIABLES evaluadas para el primer pastoreo	34
10	Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización en el tiempo de pastoreo (seg/parcela) para el primer pastoreo	34
11	Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización en la profundidad de bocado (cm) para el primer pastoreo	35
12	VARIABLES evaluadas en la pradera para el segundo corte	38
13	Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización en el contenido de proteína bruta (%) para el segundo corte	39
14	VARIABLES evaluadas para el segundo pastoreo	39

Capítulo		Página
15	Variables evaluadas en la pradera para el tercer corte	42
16	Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización en el contenido de energía metabolizable (Mcal/kg MS) para el tercer corte	43
17	Variables evaluadas para el tercer pastoreo	43
18	Variables evaluadas en la pradera para el cuarto corte	46
19	Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización en el contenido de energía metabolizable (Mcal/kg MS) para el cuarto corte	47
20	Variables evaluadas para el cuarto pastoreo	47
21	Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización en el tiempo de pastoreo (seg/parcela) para el cuarto pastoreo	48
22	Variables evaluadas en el primer corte	53
23	Variables evaluadas en el segundo corte	54
24	Variables evaluadas en el tercer corte	55
25	Variables evaluadas en el cuarto corte	56
26	Variables evaluadas en el quinto corte	57
27	Variables evaluadas en el sexto corte	58
28	Densidad de macollos (nº/m <sup>2</sup> ) en las tres mediciones	59
29	Variables evaluadas en los macollos	60
30	Efectos promedios y acumulados	61

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Distribución de las parcelas del Estudio I	20
2	Distribución de las parcelas del Estudio II	25
3	Análisis de conglomerados de las especies pratenses	30
4	Estructura canónica de las variables evaluadas y de los Grupos de especies para el primer corte	36
5	Estructura canónica de los tratamientos para el primer corte	37
6	Estructura canónica de las variables evaluadas y de los Grupos de especies para el segundo corte	40
7	Estructura canónica de los tratamientos para el segundo corte	41
8	Estructura canónica de las variables evaluadas y de los Grupos de especies para el tercer corte	44
9	Estructura canónica de los tratamientos para el tercer corte	45
10	Estructura canónica de las variables evaluadas y de los Grupos de especies para el cuarto corte	49
11	Estructura canónica de los tratamientos para el cuarto corte	50
12	Estructura canónica promedio de las variables evaluadas y de los Grupos de especies	51
13	Estructura canónica promedio de los tratamientos	52

## 1 INTRODUCCION

La Décima Región de los Lagos posee 1.351.351 ha de praderas, de las cuales 50% corresponden a praderas naturalizadas (Chile, Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 1997). Especies que crecen en forma frecuente en ellas son: *Agrostis capillaris* L. (chépica), *Holcus lanatus* L. (pasto miel), *Bromus valdivianus* Phil. (bromo), *Arrhenatherum elatius* spp bulbosus (Willd). Spencer (pasto cebolla) y *Lotus uliginosus* Schkuhr (alfalfa chilota), entre otras.

El 10% de las praderas de la Región son sembradas (INE, 1997) y reciben manejos agronómicos. De estas, cerca del 80% están constituidas por *Lolium perenne* L. (ballica inglesa), especie que presenta una gran cantidad de cultivares (ANASAC, 1997) y que se siembra asociada a *Trifolium repens* L. (trébol blanco).

En esta Región, la alimentación del rebaño lechero se basa principalmente en el pastoreo de las praderas. Como parte del comportamiento de los animales en pastoreo, ocurren los fenómenos de preferencia y selectividad. Hodgson (1979), define la preferencia como la discriminación que muestran los animales entre tipos de praderas o entre los componentes de una pradera, cuando estos tienen la misma probabilidad de ser pastoreados y define a la selectividad como la remoción por animales en pastoreo, de algunos componentes de la pradera como plantas o partes de éstas, por sobre otras y en donde la probabilidad de pastoreo es afectada por variables ambientales.

Estudios realizados con animales enfrentados a diferentes especies y ejemplares de una misma especie, indican que la composición botánica (Heitschmidt et al., 1990), las características morfológicas como la altura (Betteridge et al., 1994; Griffiths et al., 2003), la disponibilidad de forraje (Griffiths et al., 2003), el estado fenológico (Stuth, 1991) y las características nutritivas de las

especies pratenses, como el contenido de fibra (Phillips *et al.*, 1999; Griffiths *et al.*, 2003) y la digestibilidad (Hodgson y Brookes, 1999), influyen en la selección de los animales en pastoreo.

Sin embargo se han realizado pocos trabajos en preferencia y selectividad de animales en pastoreo, con cultivares de una misma especie y no se han realizado trabajos con praderas polifíticas, en distinta condición.

El presente trabajo consiste en la realización de dos estudios con vacas lecheras, el primero en preferencia de pastoreo y el segundo en selectividad de pastoreo.

Considerando la existencia de praderas naturalizadas, praderas sembradas o pasturas y praderas mixtas (una combinación entre los dos tipos anteriores), la hipótesis general fue que vacas lecheras en pastoreo, tienen la capacidad de discriminar entre distintos tipos de praderas e incluso entre cultivares de una misma especie pratense, consumiendo unos más que otros.

La hipótesis para el estudio de preferencia (I), consistió en que las vacas lecheras en pastoreo tienen la capacidad de discriminar entre distintos tipos de praderas, cuando éstos tienen igual probabilidad de ser pastoreados y la discriminación está determinada por las especies constituyentes, la disponibilidad de forraje y el valor nutritivo de la pradera.

Los objetivos de este estudio fueron evaluar la preferencia de vacas lecheras en pastoreo por distintos tipos de praderas, a través de la evaluación de atributos de la pradera como son la composición botánica, la disponibilidad de forraje y el valor nutritivo, y del comportamiento de los animales en pastoreo, como el tiempo de pastoreo, el número de bocados totales y la profundidad de bocado.

La hipótesis del estudio de selectividad (II), fue que las vacas lecheras discriminan y pastorean selectivamente cultivares dentro de una misma especie pratense.

El objetivo de este estudio fue determinar si vacas lecheras, al pastorear cultivares de *L. perenne*, presentan un comportamiento de selectividad entre ellos. Para esto se evaluaron atributos de los cultivares como la disponibilidad de forraje y la energía metabolizable, y del comportamiento de los animales en pastoreo, como el tiempo de pastoreo, el consumo aparente de forraje y la altura residual sin disturbar.

## 2 REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 El pastoreo.

El pastoreo se define como el proceso de remoción, completa o parcial, de las partes aéreas de las plantas, provocada por animales sobre la pradera (Hodgson, 1979), con una tendencia a discriminar a favor de las plantas vivas con respecto al material senescente (Hodgson y Brookes, 1999). Desde el punto de vista del animal, el pastoreo incluye búsqueda, aprehensión e ingesta de plantas (Hodgson, 1979).

La ganadería del sur de Chile basa su alimentación principalmente en el pastoreo de praderas, que representa el recurso alimenticio más abundante y de menor costo (Balocchi, 1999).

**2.1.1 El comportamiento de los animales en pastoreo.** Los animales pastorean de 6 a 11 horas diarias (Holmes, 1980), principalmente durante el día, con pequeños períodos de pastoreo nocturno (Hodgson, 1990), sin embargo durante períodos de alta temperatura los animales aumentan el pastoreo nocturno y reducen el diurno y en períodos de baja temperatura ocurre lo contrario (Stuth, 1991).

Durante el día los animales alternan períodos de pastoreo, de rumia y de descanso (Hodgson, 1990). Usualmente después de cada período de pastoreo hay un período de rumia (Holmes, 1980), sin embargo el mayor período de rumia ocurre durante la noche (Hodgson, 1990).

Durante el pastoreo, también hay períodos de consumo de agua y para balancear los requerimientos de agua y alimento, es importante una fuente de bebida, con un límite máximo de 1,6 km del lugar de pastoreo (Stuth, 1991).

El comportamiento en pastoreo incluye tiempo de búsqueda de un punto de alimentación y, el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados en



ese punto (Stuth, 1991), con una tasa normal de consumo de 40 a 70 bocados por minuto (Holmes, 1980).

El tamaño del bocado es el componente más importante del pastoreo y regula el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados (Hodgson, 1986), por lo tanto el consumo diario queda establecido como el tamaño del bocado por la tasa de bocados y por el tiempo de pastoreo, este último definido como el número de pastoreos diarios por la duración de cada uno (Rook, 2000).

El punto de alimentación queda establecido cuando el animal, que se mueve lento sobre la pradera, se detiene, baja su cabeza y toma una planta, en donde características sensoriales de las plantas causan que el animal deje de buscar y seleccione una especie o una combinación de especies (Stuth, 1991). Los animales toman los bocados con la lengua y luego, con el forraje firme entre la lengua y los incisivos inferiores, lo arrancan desde la pradera con un movimiento de masticación (Holmes, 1980).

Debido a las condiciones climáticas, existe una mayor oferta de forraje en primavera y una menor durante la estación estival (Balocchi, 1999), producto de lo anterior los tiempos de pastoreo en primavera son menores, con largos períodos de búsqueda de puntos de alimentación y en verano ocurre lo contrario, en el cual los tiempos de pastoreo son mucho mayores y los períodos de búsqueda menores (Stuth, 1991).

**2.1.2 El pastoreo selectivo.** Los herbívoros son consumidores selectivos (Tainton *et al.*, 1996), en donde el consumo de plantas o partes de ellas no es al azar y por lo tanto los animales no ingieren un promedio del forraje disponible (Hodgson, 1990), sino que consumen algunas plantas y evaden otras (Mayland y Shewmaker, 1999).

La dieta seleccionada por los herbívoros depende de una compleja interacción entre las características del forraje y las características del animal, como son los requerimientos alimenticios, la anatomía de la boca y el comportamiento en pastoreo (Stuth, 1991).

Han sido reconocidos cinco niveles jerárquicos en el proceso de selección por parte de los animales a pastoreo, ordenados de menor a mayor nivel de resolución son: relieve del terreno, comunidad de plantas, grupo o manchón de plantas, punto de alimentación y la planta (Stuth, 1991). Así, la selección de especies pratenses en pastoreo, ocurre a gran escala, como a nivel de comunidad de plantas, que son resultados directos de los procesos a pequeña escala, como a nivel de especies individuales (Tainton *et al.*, 1996).

Se relacionan con este proceso de selección, la palatabilidad de las plantas, la preferencia y la selectividad de los animales en pastoreo (Stuth, 1991).

2.1.2.1 Palatabilidad. Este término se define como lo agradable al gusto (Hodgson, 1979) o los factores inherentes a la planta que causan una respuesta selectiva por parte de los animales (Stuth, 1991).

2.1.2.2 Preferencia. Es la discriminación que muestran los animales entre tipos de praderas o entre los componentes de una pradera, en el campo o en un ensayo de alimentación, cuando éstos tienen la misma probabilidad de ser pastoreados (Hodgson, 1979). Griffiths *et al.* (2003), por ejemplo, evaluaron preferencia de vacas lecheras en pastoreo por *L. perenne* con diferentes alturas de corte, ofreciendo parcelas en un arreglo lineal y delimitadas por cerco eléctrico de un ancho de 2 m. En este caso todas las parcelas tuvieron la misma probabilidad de ser pastoreadas, ya que los animales al ingresar al pasillo tuvieron que pasar necesariamente por todas las parcelas.

2.1.2.3 Selectividad. Es la remoción por animales en pastoreo, de algunos componentes de la pradera como plantas o partes de éstas, por sobre otras, cuando la probabilidad de pastoreo de ellos es modificada por variables ambientales y estructurales de la pradera (Hodgson, 1979). Phillips *et al.* (1999), por ejemplo, evaluaron selectividad de bovinos en pastoreo, al ofrecer a los animales un ensayo con libre acceso a las parcelas, por lo tanto los animales no fueron obligados a pastorear todas las parcelas, cuya elección estuvo afectada por las

especies pratenses presentes en cada una de ellas y por variables ambientales.

**2.1.3 Los factores que influyen en el pastoreo selectivo.** Los factores que determinan el pastoreo selectivo no están claramente establecidos, pero esta discriminación es una respuesta animal a las características químicas y físicas de las hojas y tallos de las especies de plantas, que afectan los sentidos de la vista, olfato, tacto y gusto de los animales (Hodgson y Brookes, 1999).

La composición botánica de la pradera influye en el pastoreo selectivo, ya que los animales en una pradera mixta, tienden a pastorear algunas especies y evadir otras (Hodgson y Brookes, 1999). La selectividad por una especie en particular depende de su abundancia, del grado de presencia de otras especies (Stuth, 1991), de la altura en la cual se encuentre dentro del estrato de pastoreo (Hodgson, 1990), como también de las características morfológicas, estado fenológico y la disponibilidad de forraje (Tainton *et al.*, 1996). Mientras mayor sean las diferencias en estas variables y en las características bioquímicas, entre las especies, mayor es el grado de selectividad en pastoreo (Hodgson, 1986).

2.1.3.1 Las características morfológicas. La altura de la pradera tiene un efecto directo en el consumo de forraje en pastoreo (Hodgson, 1986), al igual que la densidad de macollos (Smit *et al.*, 2005; Forbes, 1986). El grado de desarrollo de la vaina y el hábito de crecimiento de los macollos influyen la altura y posición de las láminas, las cuales los animales tienden a seleccionar a favor (Stuth, 1991), por lo tanto, los animales sobre la pradera, tienden a concentrar la actividad del pastoreo sobre superficies con plantas que contienen una mayor proporción de hojas en relación a tallos (Hodgson y Brookes, 1999; Shewmaker *et al.*, 1997; Holmes, 1980). Las variables como el largo y peso de las láminas tienen un efecto de mayor consumo de forraje en pastoreo (Smit *et al.*, 2005; Forbes, 1986).

Las especies que se encuentren a mayor altura dentro del estrato de pastoreo, son seleccionadas con mayor frecuencia, así *T. repens* es pastoreado por sobre las gramíneas creciendo en bajas alturas, por su mayor superficie de hojas, sin embargo compitiendo con gramíneas de mayor altura, ocurre lo contrario (Hodgson, 1990).

Algunas características morfológicas que afectan en forma negativa al pastoreo son las hojas duras, la presencia de espinas en las plantas (Stuth, 1991) y la pubescencia en las hojas (Mayland y Shewmaker, 1999).

2.1.3.2 El estado fenológico. Las especies pratenses en estado reproductivo son seleccionadas con menor frecuencia (Stuth, 1991) o simplemente evitadas (Shewmaker *et al.*, 1997).

2.1.3.3 La disponibilidad de forraje. Con un aumento en la disponibilidad, el animal responde aumentando el tamaño del bocado y declinando la tasa de bocados, en cambio cuando la disponibilidad de forraje es baja, los animales disminuyen el tamaño de bocado, aumentando la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo para compensar el menor consumo de forraje (Hodgson, 1986). Griffiths *et al.* (2003), encontraron una relación directa entre la preferencia en pastoreo y la disponibilidad de forraje en *L. perenne*, sin embargo Ganskopp *et al.* (1997), no encontraron una relación entre la preferencia de pastoreo y la disponibilidad de forraje de especies pratenses. Shewmaker *et al.* (1997), encontraron que los animales seleccionaron los cultivares de *Festuca arundinacea* Schreb. (festuca) de menor disponibilidad.

2.1.3.4 Las características bioquímicas. Variables por las cuales los animales seleccionan los componentes de la pradera en pastoreo, son un mayor contenido de energía, aminoácidos (Mayland y Shewmaker, 1999; Provenza, 1995) y carbohidratos solubles (Holmes, 1980), y variables por las cuales, los componentes de la pradera son evitados, son el mayor contenido de minerales y fibra (Mayland y Shewmaker, 1999; Provenza, 1995).

Existe evidencia de que los rumiantes pueden directamente detectar los componentes nutricionales en el alimento y que el olor les permite seleccionar un alimento y evitar otro (Provenza, 1995). El contenido de compuestos tóxicos reduce el consumo en pastoreo de los herbívoros (Launchbaugh, 1996; Provenza, 1995).

2.1.3.5 Otros factores. La selectividad también se ve influenciada por factores abióticos, como estación del año y condiciones climáticas, que alteran la naturaleza de las plantas (Stuth, 1991; Shewmaker *et al.*, 1997). Los animales también tienden a evadir el forraje sobre o cercano a las fecas de su propia especie, como también el infectado con hongos (Holmes, 1980).

**2.1.4 El pastoreo selectivo en las especies animales.** El comportamiento selectivo en pastoreo, sobre una determinada especie de planta, también se ve influenciado por la especie animal (Stuth, 1991), en donde los ovinos tienden a ser más selectivos que los bovinos (Hodgson y Brookes, 1999; Holmes, 1980) y los caprinos muestran una mayor selectividad por plantas fibrosas que ovinos y bovinos (Hodgson y Brookes, 1999).

**2.1.5 El pastoreo selectivo en la selección de las especies pratenses.** Los herbívoros a través del pastoreo, afectan la población de plantas (Tainton *et al.*, 1996) y constituyen una variable que puede llegar a ejercer presión de selección sobre las especies pratenses (López y Valentine, 2003).

El pastoreo selectivo puede afectar la composición botánica de la pradera (Briceño de la Hoz y Wilman, 1981), provocando cambios como la disminución de las especies seleccionadas (Ganskopp *et al.*, 1997) y el aumento de la presencia de las especies no seleccionadas (Brown y Stuth, 1993; Ganskopp *et al.*, 1997).

El impacto de las diferentes especies de animales que pastorean, en la composición botánica, puede ser diferente debido a la diferencia en la forma física de defoliación de las plantas, así los ovinos han mostrado una disminución de la proporción de tréboles y un aumento en

la proporción de gramíneas y por otro lado el pastoreo de los bovinos ha resultado en un incremento en la proporción de tréboles, con respecto a las gramíneas (Tainton *et al.*, 1996).

**2.1.6 Cómo evitar el pastoreo selectivo.** Mientras mayor sea el contraste entre los componentes de la pradera, como es el caso de praderas subutilizadas y praderas naturales, mayor será el grado de selección, por lo tanto pastoreos intensivos pueden reducir los contrastes, ya que los animales se ven forzados a consumir las especies menos seleccionadas frecuentemente y al haber un menor tiempo de pastoreo, hay una menor oportunidad de selección entre especies por parte de los animales (Hodgson, 1990). Ha sido demostrado que bovinos, si tienen la oportunidad, con un mayor tiempo de pastoreo por ejemplo, vuelven a pastorear el rebrote de plantas seleccionadas, antes de pastorear las plantas evitadas (Ganskopp *et al.*, 1997).

En general, los trabajos realizados hasta ahora, han determinado los efectos sobre el pastoreo selectivo de las características de la pradera, evaluadas entre especies pratenses, entre ejemplares de una misma especie y en menor medida, entre cultivares dentro de una misma especie, sin embargo no se ha determinado que ocurre con el pastoreo selectivo en praderas polifíticas y en distinta condición, que en este trabajo correspondió a un distinto nivel de fertilidad.

A continuación se describen los tipos de pradera con los cuales se realizó el Estudio I: las praderas naturalizadas y las praderas sembradas, que ocupan respectivamente un 50% y un 10% del total de superficie de praderas en la Décima Región (INE, 1997) y para el caso del Estudio II: los cultivares de *L. perenne*, que en un 80% constituyen las praderas sembradas de la Décima Región (ANASAC, 1997).

## **2.2 Las praderas naturalizadas.**

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 característicamente menos del 5% del rendimiento total anual

de la pradera (Balocchi y López, 1996). Estas especies constituyentes, nativas e introducidas, perduran bajo las condiciones del lugar y sirven de alimento a los animales, aunque algunas de ellas sean de bajo valor forrajero (Goic, 1979).

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 entre los meses de octubre y noviembre 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 (Balocchi, 1999).

Experiencias realizadas en Osorno indican, que el rendimiento anual de una pradera naturalizada con y sin fertilización, es de 12.600 y 7.000 kg MS/ha, respectivamente (Siebald *et al.*, 1983).

Las principales especies componentes de las praderas naturalizadas de la X Región son: *A. capillaris*, *H. lanatus*, *T. repens*, *L. perenne*, *Dactylis glomerata* L. (pasto ovillo), *B. valdivianus*, *Taraxacum officinale* Weber (diente de león), *A. elatius* spp bulbosus, *Plantago lanceolata* L. (siete venas) y *L. uliginosus* (Teuber, 1996).

A continuación se indican características de algunas especies constituyentes de las praderas naturalizadas.

**2.2.1 *Agrostis capillaris* L.** Es sinónimo de *Agrostis tenuis* Sibth y su nombre común es chéptica (Hubbard, 1984). Se propaga mediante rizomas cortos o también mediante estolones (Behrendt y Hanf, 1979).

2.2.1.1 Requerimientos edafoclimáticos. Es una especie introducida y se le describe como una hemicriptófita con tallo reptante, cuyo valor ecológico la sitúa como una especie de media luz, de climas con

oscilaciones térmicas, que soporta heladas, que se encuentra en suelos con niveles considerados bajos en nitrógeno y que es indiferente al factor humedad (Ramírez *et al.*, 1991). En la zona sur de Chile, se encuentra dominando sitios inclinados a suavemente ondulados, de profundidad media, con textura arcillo francosa a arcillo arenosa, con drenaje lento, con pH fuertemente ácido y con baja suma de bases (López *et al.*, 1997).

**2.2.2 *Holcus lanatus* L.** Es una gramínea perenne que crece en matas densas de 30 a 110 cm de altura (Whyte *et al.*, 1959). Su nombre común es pasto miel o pasto dulce, fue introducido a Chile desde Europa y reconocido en el país desde principios del siglo pasado (Muñoz, 1960).

2.2.2.1 Requerimientos edafoclimáticos. Esta especie tiene la capacidad para desarrollarse en una amplia gama de sitios de características medias de fertilidad, además, en el sur de Chile los sitios dominados por esta especie son planos a levemente depresionales, de texturas y profundidades medias (0,67 m), con contenidos medios de aluminio (0,4 meq/100 g) y con hidromorfismo estacional medio a estacional profundo (López *et al.*, 1997).

**2.2.3 *Bromus valdivianus* Phil.** Especie pratense sinónimo de *Bromus stamineus* typus Valdivianus (Navas, 1973). Su nombre común es llanco, lanco, cebadilla, pasto del perro y bromo (Matthei, 1986).

2.2.3.1 Requerimientos edafoclimáticos. Es una especie perenne chilena presente en praderas de bajas altitudes entre Concepción y Puerto Montt (Stewart, 1995). Domina en sitios de alta fertilidad y alto potencial productivo y no es una especie con alta plasticidad para la adaptación a un amplio rango de sitios, desarrollándose en sitios bien definidos: profundos, de textura media, con buen drenaje y con adecuados niveles de fertilidad (López *et al.*, 1997).

**2.2.4 *Arrhenatherum elatius* spp *bulbosus* (Willd). Spencer.** Su nombre común es pasto cebolla y es una planta perenne de propagación por



semillas y también en forma vegetativa a través de abundantes cormos (Matthei, 1995).

2.2.4.1 Requerimientos edafoclimáticos. En Chile se encuentra ampliamente distribuido entre Ñuble y Llanquihue, pudiendo también encontrarse en la V y XII Región (Matthei, 1995). Esta especie tiene requerimientos medianos a altos de luz, siendo resistente a condiciones adversas del medio ambiente como las heladas (Díaz *et al.*, 1993).

**2.2.5 Lotus uliginosus Schkuhr.** Conocida en Chile con el nombre de alfalfa chilota, es una leguminosa perenne que posee una corona bien desarrollada que emite rizomas y o estolones, con una raíz superficial y con raíces fibrosas finas (López, 1996).

2.2.5.1 Requerimientos edafoclimáticos. Es una especie que se adapta a climas templados fríos y su uso está restringido a suelos donde las posibilidades de especies de altos requerimientos son menores, ya que tolera suelos ácidos y o excesivamente húmedos (López, 1996).

### **2.3 Las praderas sembradas.**

Algunas características de especies sembradas, se indican a continuación.

**2.3.1 Trifolium repens L.** Su nombre común es trébol blanco y es una especie leguminosa perenne, que se reproduce vegetativamente a través de estolones, persiste por diez años o más en la pradera, por lo que normalmente, es sembrada en praderas de larga duración, con una o más gramíneas acompañantes (López, 1996).

2.3.1.1 Requerimientos edafoclimáticos. Se adapta mejor a condiciones de bajas temperaturas y de alta humedad, que condiciones de alta temperatura y de baja humedad, prospera mejor en suelos fértiles, particularmente arcillosos y con niveles adecuados de fósforo, aceptando un rango de pH entre 5,0 y 7,0 (López, 1996).

**2.3.2 *Lolium perenne* L.** Su nombre común es ballica inglesa y es una gramínea perenne con la capacidad de producir un gran número de macollos (Langer, 1994), pudiendo haber de 4.000 a 8.000 macollos/m<sup>2</sup> con pastoreo de vacas lecheras y de 8.000 a 20.000 con pastoreo de ovinos (Matthew y Hodgson, 1998).

2.3.2.1 Requerimientos edafoclimáticos. En Chile se adapta mejor en aquellas zonas de climas templados o fríos con una distribución de las lluvias característica de la denominada zona mediterránea húmeda, que abarca desde Malleco a Chiloé. Crece mejor en suelos de textura media, con buen drenaje superficial y con un valor de pH entre 5,8 y 6,7 (López, 1996).

2.3.2.2 *Neotyphodium lolii* (Latch, Christensen & Samuels). Hongo endófito de *L. perenne*, que permanece durante todo su ciclo de vida dentro de los macollos (ANASAC, 1999). Endófito se denomina a organismos que viven dentro de las plantas, en este caso se aplica a hongos del género *Neotyphodium*, los cuales establecen una relación simbiótica con las gramíneas forrajeras y otras especies (Torres et al., 2003).

Este hongo no produce síntomas a la planta, manteniendo una relación simbiótica con ella, en donde encuentra protección, nutrientes y la posibilidad de reproducción y diseminación (Torres et al., 2003). La planta por su parte, recibe mayor crecimiento, persistencia, tolerancia a condiciones adversas del medio ambiente, como el déficit hídrico, y cierta resistencia al ataque de plagas como el insecto *Listronotus bonariensis* Kuschel (gorgojo argentino de las ballicas) (Easton et al., 2001).

En cuanto al ciclo de vida, la semilla infectada con grandes cantidades de micelios del hongo, al germinar, origina una plántula en cuya base se ubica el endófito, así como también en los macollos que emergen posteriormente, para que finalmente en la primavera, al iniciarse el estado reproductivo se localice en la inflorescencia,

dentro de las semillas, las cuales darán origen a nuevas plantas infectadas (Torres *et al.*, 2003).

Los hongos endófitos son capaces de producir una serie de alcaloides (Torres *et al.*, 2003), los de mayor relevancia son la peramina, que es un insecticida natural y además le confiere a la ballica mayor persistencia y tolerancia a la sequía; la ergovalina, que es un vasoconstrictor que reduce la disipación del calor, tiene un efecto depresor de las concentraciones de prolactina y también le confiere a las plantas protección contra plagas; y el lolitrem B, que es una neurotoxina asociado con el temblor de las ballicas y también le confiere a las plantas protección contra plagas (Easton *et al.*, 2001).

Se han creado endófitos denominados "Endosafe", que no producen lolitrem B, endófito que actualmente está disponible en el cultivar de ballica híbrida Greenstone (Easton *et al.*, 2001). Actualmente ya existen cultivares, como Bronsyn, Impact, Meridian y Nevis, con endófitos que producen solo peramina, denominados "AR1" (Lanuza *et al.*, 2003).

2.3.2.3 *Listronotus bonariensis* Kuschel. Es un insecto nativo de Sudamérica, que se caracteriza por atacar las especies de gramíneas, fundamentalmente ballicas (*Lolium spp.*) y con especial preferencia a ballicas de rotación corta (*Lolium multiflorum* Lam. y *Lolium hybridum* Hausskn.), especies de gran importancia e introducidas masivamente en muchos sistemas ganaderos del Sur de Chile (Cisternas y Villagra, 2003).

En la zona sur, el insecto tiene dos épocas de ataque, tanto de los adultos como las larvas, en primavera y verano. Las larvas se internan en las plantas y consumen la base de los macollos, provocando su muerte y una escasa a nula producción de semillas, cuando consumen macollos en estado reproductivo. El daño de los adultos se manifiesta mediante consumo masivo de hojas, principalmente de las plántulas de praderas establecidas tarde en primavera o temprano en otoño (ANASAC, 1999).

Este insecto se distribuye en Chile desde la IV hasta la XII Región y en el ámbito mundial, existe en Argentina, Uruguay, Bolivia, Brasil, Nueva Zelanda y Australia (Cisternas y Villagra, 2003).

**2.4 Cultivares de *L. perenne*.** A continuación se señalan algunas características de los cultivares en estudio.

**2.4.1 Nui.** Cultivar diploide certificado por primera vez en 1975. Debido a un menor rendimiento en verano e invierno, palatabilidad y resistencia a *Puccinia graminis* Pers. (roya), ha sido actualmente reemplazado por otros cultivares. Está disponible con endófito estándar y sin endófito (AGRISEEDS, 2004).

**2.4.2 Bronsyn.** Cultivar diploide de alta producción anual, persistencia, crecimiento estival y otoñal. Ha mostrado resistencia a *P. graminis*. Comparado con otros cultivares, es resistente al arranque de raíz por parte de los animales. Está disponible con endófito estándar (Bronsyn SE), con endófito AR1 (Bronsyn AR1) y sin endófito (Bronsyn) (AGRISEEDS, 2004).

**2.4.3 Matrix.** Cultivar diploide de rotación larga con láminas delgadas y floración tardía. Posee un sexto de *F. arundinacea*. Está disponible con un alto nivel de endófito (AGRISEEDS, 2004).

**2.4.4 Aries.** Cultivar diploide precoz, de hábito de crecimiento semipostrado, de hojas finas y de gran capacidad de producir macollos. Tiene un alto nivel de endófito. Este cultivar además de sus características de productividad de forraje y persistencia en la pradera, ha aumentado los rendimientos en los animales, a través de un mayor consumo y valor nutritivo (ANASAC, 1999). Aries fue seleccionado para mejorar la digestibilidad en verano y en experimentos realizados ha sido superado por Bronsyn en productividad, resistencia a *P. graminis* y arranque de raíz por parte de los animales (AGRISEEDS, 2004).

**2.4.5 LP 296.** Cultivar diploide de hojas medias a finas. Posee un potencial productivo superior a Bronsyn e Impact y mejor producción a salidas de invierno que Impact. Muestra una alta rusticidad. Presenta floración media a tardía, anterior a Impact y posterior a Meridian y Bronsyn. Posee endófitos Plus NEA2, los cuales solo producen peramina y ergovalina, o endófitos Plus AR1, los cuales solo producen peramina<sup>1</sup>.

**2.4.6 Arrow.** Cultivar diploide con hojas erectas y de tamaño medio. Posee un alto potencial de crecimiento, en especial en invierno e inicio de primavera. Muestra una rusticidad similar a Bronsyn. Presenta floración media a tardía, anterior a Impact y posterior a Meridian y Bronsyn. Posee endófitos Plus NEA2 o Plus AR1<sup>1</sup>.

**2.4.7 Impact.** Cultivar diploide de hojas finas y densas, de rotación larga, que muestra una mayor persistencia que otros cultivares de *L. perenne*, sin embargo no es considerado como tal, debido al bajo nivel de pilosidad en la semilla. Presenta altas producciones en verano e invierno y florece tres semanas después que la mayoría de los cultivares de *L. perenne*, manteniendo una digestibilidad de 75 a 80% en la primavera tardía. Presenta resistencia a *P. graminis*. Está disponible con endófito estándar (Impact), con endófito AR1 (Impact AR1) y sin endófito (AGRISEEDS, 2004).

**2.4.8 Meridian.** Cultivar diploide de crecimiento temprano en primavera, con un consistente 50% más de producción en agosto y septiembre que otros cultivares. Ofrece, por lo tanto, oportunidades para sistemas que requieren crecimientos tempranos en primavera y o tarde en invierno. Florece 17 días antes que cultivares como Nui y Bronsyn y tiene una buena producción total y persistencia. Está disponible con endófito estándar, con endófito AR1 y sin endófito (AGRISEEDS, 2004).

---

<sup>1</sup>E. Cuevas, Ing. Agr., M. Sc. (c), Gerente Comercial ECSA, Representante Agriseed en Chile. Comunicación personal.

### 3 MATERIAL Y METODO

El Estudio I se denominó "Efecto de la condición de pradera sobre la preferencia de vacas lecheras en pastoreo" y se enmarcó dentro del Proyecto: Estudio de la relación de la diversidad de especies, estabilidad praterense y edafotopo en praderas permanentes del dominio húmedo de Chile (Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile). El Estudio II se denominó "Selectividad por cultivares de *Lolium perenne* L. de vacas lecheras en pastoreo" y se enmarcó dentro del proyecto: Evaluación de cultivares de *Lolium perenne* L. bajo pastoreo (Convenio New Zealand Agriseeds Limited - Universidad Austral de Chile). Ambos estudios fueron realizados en la Estación Experimental Santa Rosa, de la Universidad Austral de Chile, ubicada en las cercanías de la ciudad de Valdivia.

#### 3.1 Estudio I.

Este estudio se realizó en un ensayo consistente en tres tipos de praderas, bajo dos niveles de fertilización: con y sin. El ensayo se estableció en parcelas de 3,5 x 7,2 m, entre el 7 y el 27 de septiembre del año 2002. Todas las parcelas fueron sembradas a chorro continuo con distancia de 17,5 cm entre hilera. La dosis de semilla utilizada y los tipos de praderas se detallan en el Cuadro 1. Se aplicó al establecimiento 1,18 kg de fertilizante por parcela, correspondiente a una mezcla con un 10% de nitrógeno (N), 30% de fósforo ( $P_2O_5$ ) y 10% de potasio ( $K_2O$ ), dosis que fueron equivalentes a 47 kg de N/ha, 140 kg de  $P_2O_5$ /ha y 47 kg de  $K_2O$ /ha. En el segundo año, durante el cual se realizó este estudio, se aplicó un equivalente a 100 kg de  $P_2O_5$ /ha, 465 kg de  $CaCO_3$ /ha y 35 kg de MgO/ha.

CUADRO 1. Dosis de siembra de las especies forrajeras para los distintos tipos de pradera.

Tipo de pradera	Especie	g/parcela	kg/ha
Pradera naturalizada sembrada	<i>B. valdivianus</i>	97,8	30,0
	<i>H. lanatus</i>	37,1	8,0
	<i>A. capillaris</i>	17,6	5,0
	<i>A. elatius</i> spp bulbosus	120,4	30,0
	<i>L. uliginosus</i>	9,8	2,0
Pradera mixta sembrada	<i>L. perenne</i>	43,0	15,0
	<i>B. valdivianus</i>	49,0	15,0
	<i>T. repens</i>	15,0	5,0
Pastura sembrada	<i>L. perenne</i>	86,3	30,0
	<i>T. repens</i>	15,0	5,0

En el Cuadro 2 se muestra el análisis del suelo utilizado en este estudio.

CUADRO 2. Análisis químico del suelo utilizado en el Estudio I.

pH agua (1:2,5)	5,6
pH CaCl <sub>2</sub> (1:2,5)	4,8
Materia orgánica (%)	14,2
Nitrógeno mineral (ppm N-NO <sub>3</sub> )	15,4
Fósforo aprovechable (ppm P-Olsen)	20,7
Potasio intercambiable (ppm)	128,0
Sodio intercambiable (cmol+/kg)	0,05
Calcio intercambiable (cmol+/kg)	1,43
Magnesio intercambiable (cmol+/kg)	0,15
Suma de bases (cmol+/kg)	1,95
Aluminio intercambiable (cmol+/kg)	0,30
Saturación de Aluminio (%)	13,3

FUENTE: Laboratorio de Suelos. Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile (2002)

La distribución de las parcelas se muestra en la Figura 1.

Parcela		Bloque
1	PMS - CF	1
2	PS - SF	
3	PNS - SF	
4	PMS - SF	
5	PS - CF	
6	PNS - CF	
7	PMS - SF	2
8	PNS - CF	
9	PS - SF	
10	PMS - CF	
11	PNS - SF	
12	PS - CF	
13	PNS - SF	3
14	PS - CF	
15	PMS - CF	
16	PNS - CF	
17	PS - SF	
18	PMS - SF	

Claves:

PNS = pradera naturalizada sembrada

PMS = pradera mixta sembrada

PS = pastura sembrada

CF = con fertilización

SF = sin fertilización

FIGURA 1. Distribución de las parcelas del Estudio I.

**3.1.1 Criterios para el corte y pastoreo.** Los cortes se realizaron cuando cualquiera de los tratamientos alcanzó los 20 cm de altura sin disturbar, o cuando transcurrieron un máximo de 60 días entre cortes. Los pastoreos se realizaron inmediatamente después de los cortes. Se evaluaron cuatro pastoreos en las siguientes fechas: 21 de noviembre de 2003, 16 de diciembre de 2003, 15 de marzo de 2004 y 23 de abril de 2004. Para cada corte se procedió a cortar y a descartar los 4 bordes de cada una de las parcelas (55 cm), para evitar el efecto de borde.



Luego se cortó una franja a lo largo de cada parcela de 1,1 m de ancho y de 6,1 m de largo, quedando una franja para pastoreo de 1,3 m de ancho y de 6,1 m de largo. Posteriormente se confeccionaron 3 pasillos de cerco eléctrico, paralelos y perpendiculares al sentido de las parcelas. Los pasillos tenían un ancho de 2 m cada uno. Cada pasillo fue recorrido y pastoreado por una vaca. Esta metodología para evaluar preferencia de animales en pastoreo considera que antes de realizar la evaluación, los animales tienen que ser enfrentados a la problemática de tener que caminar en una dirección y pastorear por los pasillos de cerco eléctrico (Griffiths et al., 2003). Posterior al pastoreo se cortaron todas las parcelas para dejar una altura de residuo de 4 cm y solo en las parcelas con fertilización, se aplicó un equivalente de 30 kg de N/ha, en forma de Salitre Potásico, que además aportó 14 kg de K<sub>2</sub>O/ha.

En la pradera se evaluaron las siguientes variables:

3.1.1.1 Disponibilidad de forraje. Se evaluó previo al pastoreo. Se cortó una franja (1,1 m x 6,1 m) de la pradera en el sentido longitudinal de cada parcela a 4 cm de altura. El forraje cosechado fue pesado en verde, mezclado, y se le extrajo una muestra la cual se pesó en verde, se secó en un horno de aire forzado a 60°C por 48 h o hasta que alcanzó un peso constante. Posteriormente la muestra seca, se pesó para obtener el porcentaje de materia seca, con respecto al peso en verde de la misma. El valor de materia seca obtenido así para la parcela, se llevó a un equivalente por ha.

3.1.1.2 Composición botánica por peso. Para esto se utilizó otra muestra extraída al azar de la franja cortada, en donde las especies componentes fueron separadas y secadas en el horno. Posteriormente el material seco fue pesado y se obtuvieron los respectivos porcentajes de aporte de cada una de las especies a la muestra.

3.1.1.3 Análisis nutricional. Para esto se utilizó la muestra con la cual se determinó el porcentaje de materia seca. Se determinó el contenido de proteína bruta (%), fibra detergente neutro (%), fibra

detergente ácido (%), cenizas totales (%) y de energía metabolizable del forraje (Mcal/kg MS), a partir de la ecuación de Garrido y Mann (1981):

$$EM = 0,0325 * D + 0,279$$

Donde:

EM = energía metabolizable (Mcal/kg MS)

D = materia orgánica digestible (%) en la materia seca o valor D

3.1.1.4 Altura sin disturbar. Se determinó con una vara para medir altura (Sward Stick), la cual se apoya en forma vertical sobre la pradera y tiene un dispositivo perpendicular, que se hace descender y registra el primer contacto con la pradera. Se realizaron 12 mediciones por parcela, previas y posteriores al pastoreo, realizándose estas últimas en lugares efectivamente pastoreados por los animales. Para determinar la profundidad de bocado, se obtuvo la diferencia entre las mediciones previas y posteriores al pastoreo.

Para el comportamiento animal se evaluaron las siguientes variables:

3.1.1.5 Tiempo de permanencia. Una vez que las vacas ingresaron a los pasillos, se registró el tiempo de permanencia de cada vaca en cada parcela. Se consideró como tiempo de permanencia, el período durante el cual la cabeza de la vaca entró y salió de la parcela.

3.1.1.6 Número de bocados totales. Se registró, mediante observación, el número total de bocados que realizó cada vaca en cada parcela.

**3.1.2 Diseño experimental.** El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con arreglo factorial de los tratamientos (3 tipos de pradera por 2 tipos de fertilización) y con 3 bloques.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + p_i + f_j + v_k + b_l + (pf)_{ij} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = respuesta asociada con el nivel  $i$  del primer factor (pradera), el nivel  $j$  del segundo factor (fertilización) y el nivel  $k$  del tercer factor (vaca), en el nivel  $l$  de bloque.

$\mu$  = media poblacional.

$p_i$  = efecto principal de la pradera  $i$ .

$f_j$  = efecto principal de la fertilización  $j$ .

$v_k$  = efecto principal de la vaca  $k$ .

$b_l$  = efecto del bloque  $l$ .

$(pf)_{ij}$  = interacción entre la pradera  $i$  y la fertilización  $j$ .

$\varepsilon_{ijkl}$  = error o efecto residual.

**3.1.3 Análisis de los datos.** Los datos obtenidos en el experimento fueron sometidos a prueba de normalidad, previo al análisis de varianza (ANDEVA). Cada variable fue sometida a ANDEVA y cuando existieron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) se utilizó el test de Waller Duncan para comparar los promedios. Cuando se detectaron interacciones significativas ( $P < 0,05$ ), se utilizó el test de PDIFF para la comparación de promedios.

Las especies determinadas en la composición botánica, fueron agrupadas según rendimiento individual acumulado en los cuatro cortes, con un análisis de conglomerados. Se realizó también, un análisis de variables canónicas para determinar la relación entre la preferencia de pastoreo, con las variables evaluadas en la pradera y los Grupos de especies. Con este análisis también se determinó que variables fueron más relevantes en explicar las diferencias entre los tipos de pradera.

### 3.2 Estudio II.

Este estudio se basó en un ensayo de pastoreo de diez cultivares sembrados de *L. perenne*, que fueron: Bronsyn SE, Bronsyn AR1, Impact, Impact AR1, Aries, LP 296, Arrow, Meridian, Matrix y Nui. Previo a la siembra, el suelo fue encalado (5 de agosto de 2003), con 500 kg de

Magnecal, equivalente a 4,1 ton CaCO<sub>3</sub>/ha y 300 kg MgO/ha, para la corrección del pH del suelo, valor que se muestra en el análisis de suelo del Cuadro 3. El ensayo se sembró el 27 de agosto del 2003, aplicándose 2,8 kg de fertilizante por parcela, correspondiente a una mezcla que contenía 4% de N, 26% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 14% de K<sub>2</sub>O, equivalente a 35 kg de N/ha, 228 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 123 kg de K<sub>2</sub>O/ha, respectivamente. Cada cultivar fue establecido en parcelas de 4 x 8 m y sembrado con una dosis de 80 g/parcela, equivalente a una dosis de 25 kg/ha, con separación de 20 cm entre hilera y a chorro continuo.

CUADRO 3. Análisis químico del suelo utilizado en el Estudio II.

pH agua (1:2,5)	5,0
pH CaCl <sub>2</sub> (1:2,5)	4,2
Materia orgánica (%)	14,5
Nitrógeno mineral (ppm N-NO <sub>3</sub> )	32,2
Fósforo aprovechable (ppm P-Olsen)	15,7
Potasio intercambiable (ppm)	98,0
Sodio intercambiable (cmol+/kg)	0,06
Calcio intercambiable (cmol+/kg)	0,71
Magnesio intercambiable (cmol+/kg)	0,11
Suma de bases (cmol+/kg)	1,13
Aluminio intercambiable (cmol+/kg)	0,24
Saturación de Aluminio (%)	17,5
Azufre disponible (ppm)	19,6

FUENTE: Laboratorio de Suelos. Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile (2003)

Previo a la siembra, la semilla fue mezclada con 480 mg del insecticida Imidacloprid y 3,2 mL de agua, para el control de *L. bonariensis*. El 14 de octubre, se realizó una aplicación de herbicida para el control de especies de hoja ancha, consistente en 1 L de MCPA y 250 mL de Dicamba en 200 L de agua/ha. El 29 de octubre se aplicó un equivalente de 40 kg de N/ha. La distribución de las parcelas se muestra en la Figura 2.

Bloques		
1	2	3
Nui	LP 00063	Bronsyn SE
Bronsyn AR1	Arrow	Aries
Matrix	Meridian	Impact AR1
LP 250	Bronsyn AR1	LP 296
Aries	Impact	Arrow
LP 296	LP 250	Meridian
Bronsyn SE	Impact AR1	Matrix
Impact	Nui	LP 00063
Meridian	Bronsyn SE	Impact
Arrow	LP 296	Nui
Impact AR1	Aries	Bronsyn AR1
LP 00063	Matrix	LP 250

FIGURA 2. Distribución de las parcelas del Estudio II.

**3.2.1 Criterios para el corte y pastoreo.** Los cortes se realizaron cada vez que cualquier tratamiento alcanzó los 20 cm de altura sin disturbar, o con un máximo de 60 días transcurridos entre cortes. Los pastoreos se realizaron inmediatamente después de los cortes (22 de diciembre 2003; 15 de enero 2004; 10 de marzo 2004; 15 de abril 2004; 28 de mayo 2004; 28 de julio 2004). Antes de cada corte, para evitar el efecto de borde, éstos fueron eliminados de cada parcela (55 cm). Una franja de 1,1 m de ancho y 6,9 m de largo fue cortada en cada parcela a una altura de 4 cm, quedando el resto de la parcela para pastoreo. El material cosechado se usó para la determinación de variables pratenses, como la disponibilidad de forraje y el contenido de energía metabolizable. El pastoreo se efectuó en el tiempo comprendido entre la primera y la segunda ordeña, usando 15 vacas. El contorno del ensayo fue circundado por un cerco eléctrico y todo el ensayo fue pastoreado al mismo tiempo. Inmediatamente después del pastoreo, se cortaron todas las parcelas para dejar una altura de residuo de 4 cm y se aplicó un equivalente de 30 kg de N/ha.

**3.2.2 Variables evaluadas.** Se evaluaron las siguientes variables.

3.2.2.1 Altura sin disturbar. Se utilizó un Sward Stick y se realizaron 16 mediciones por parcela previas al corte, las cuales fueron promediadas.

3.2.2.2 Disponibilidad de forraje. Se evaluó previo al pastoreo. En cada parcela, el material cosechado de la franja fue pesado, homogenizado y se tomó una muestra, la cual se pesó y secó en un horno de aire forzado a 60°C por 48 h o hasta peso constante. A partir del peso seco de cada muestra se calculó el porcentaje de materia seca y el equivalente de kg de materia seca por ha.

3.2.2.3 Energía metabolizable. Se determinó en la muestra usada para obtener el porcentaje de materia seca. Se expresó en Mcal/kg MS, a partir de la ecuación de Garrido y Mann (1981).

3.2.2.4 Tiempo de pastoreo. Media hora después de ingresadas las vacas a pastorear, se registró cada 5 minutos, por un período de dos horas, el número de vacas que estaba pastoreando cada parcela. Si una vaca era detectada pastoreando una parcela, se consideró que la vaca pastoreó durante 5 minutos dicha parcela.

3.2.2.5 Altura residual sin disturbar. Se usó un Sward Stick, realizando 8 mediciones posteriores al pastoreo y en lugares efectivamente pastoreados por las vacas.

3.2.2.6 Disponibilidad residual de forraje. Posterior al pastoreo se cortó a 4 cm de altura una franja (1,1 m x 6,9 m) del sector dejado para ser pastoreado en cada parcela. El material fue cosechado y pesado. La masa de forraje residual fue calculada y expresada como kg de materia seca por ha.

3.2.2.7 Consumo aparente. Se determinó como la diferencia entre la disponibilidad de forraje y la disponibilidad residual de forraje por parcela.

3.2.2.8 Densidad de macollos. Esta variable se determinó en tres ocasiones, el 31 de diciembre de 2003, el 8 de marzo de 2004 y el 26 de julio de 2004. Se realizó el conteo del número de macollos de *L. perenne* en 20 cm sobre la hilera, realizando tres mediciones por parcela.

3.2.2.9 Largo de lámina. Se determinó previo al último pastoreo y se midió en la última lámina totalmente expandida, de la lígula al ápice, de cinco macollos de cuatro hojas extraídos por parcela, representativos de cada cultivar.

3.2.2.10 Ancho de lámina. Se determinó en forma análoga a la anterior y se midió en la parte más ancha de la lámina.

3.2.2.11 Peso de vaina. Se determinó en el mismo macollo, con el cual se determinó las dimensiones de la lámina, separando las vainas de las láminas de cada macollo y obteniendo el peso de las vainas, secadas en un horno de aire forzado a 60°C por 48 h o hasta peso constante.

3.2.2.12 Peso de lámina. Se determinó en forma análoga a la anterior, obteniendo el peso de las láminas.

**3.2.3 Diseño experimental.** Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 10 tratamientos (10 cultivares de *L. perenne*) y 3 bloques.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + b_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = respuesta asociada con el nivel  $i$  del tratamiento (cultivar) y el nivel  $j$  del bloque.

$\mu$  = media poblacional.

$\tau_i$  = efecto del cultivar  $i$ .

$b_j$  = efecto del bloque  $j$ .

$\varepsilon_{ij}$  = error al azar o efecto residual.

**3.2.4 Análisis de los datos.** Las variables medidas fueron sujetas a la prueba de normalidad. Luego cada variable fue sometida a ANDEVA y cuando existieron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) se utilizó el test de Waller Duncan para separación de medias.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 Estudio I.

A continuación se presentan los resultados de este estudio.

**4.1.1 Composición botánica.** A partir del Pseudo-t cuadrado entregado por el análisis de conglomerados (Cuadro 4), se formaron siete Grupos de especies, provenientes del análisis de la composición botánica por peso.

CUADRO 4. Determinación del número de Grupos para la composición botánica.

Número de Grupos	PST <sup>2</sup>
10	,
9	,
8	4,8
7	4,4
6	94,1
5	7,2
4	4,1
3	4,4
2	3,6
1	7,6

La Figura 3 muestra el dendrograma correspondiente con línea de corte. Los Grupos formados fueron:

Grupo 1 = *L. perenne*

Grupo 2 = *A. capillaris*, *L. uliginosus*, *Rumex acetosella* L. (vinagrillo) y *P. lanceolata*

Grupo 3 = *T. officinale*, *Leontodon nudicaulis* L. (chinilla) e *Hypochaeris radicata* L. (hierba del chancho)

Grupo 4 = *B. valdivianus*

Grupo 5 = *T. repens*

Grupo 6 = *A. elatius* spp bulbosus y *Lolium multiflorum* Lam. (ballica italiana)

Grupo 7 = *H. lanatus*

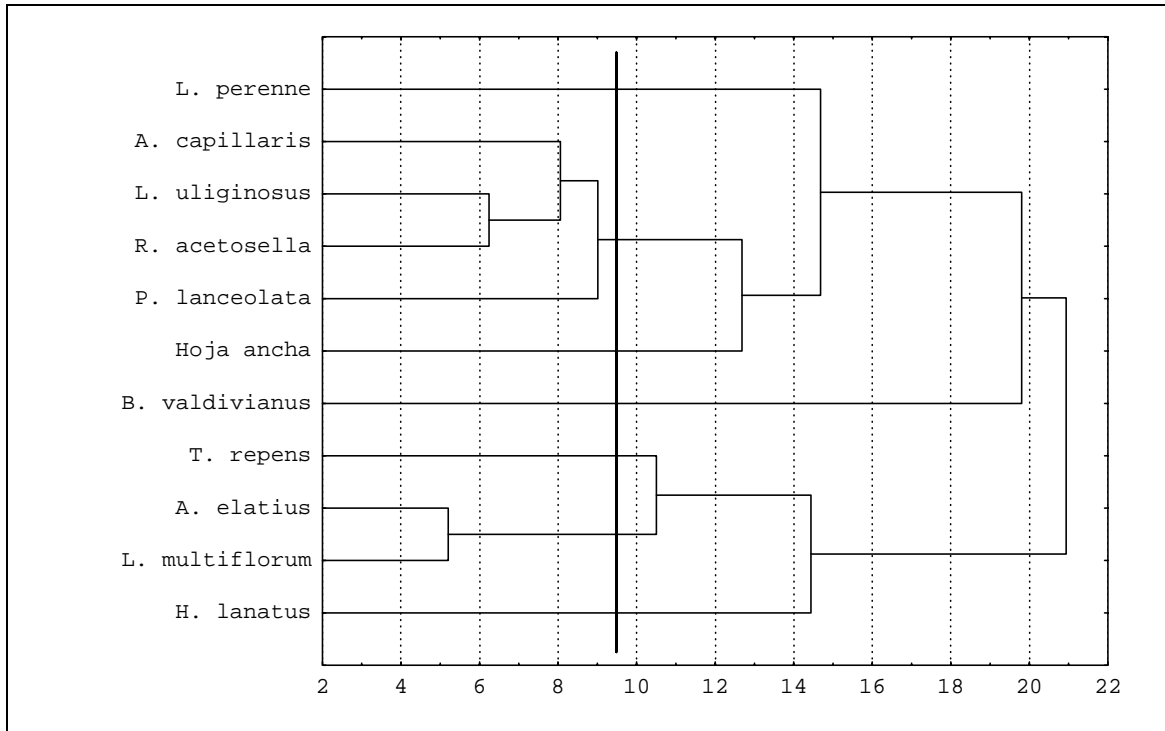


FIGURA 3. Análisis de conglomerados de las especies pratenses.

La contribución promedio para los cuatro cortes realizados, de cada uno de los Grupos a los tipos de praderas y a los niveles de fertilización, se muestra en el Cuadro 5. Entre tipos de pradera solo hubo diferencia significativa en los Grupos 1 y 3. PMS y PS tuvieron significativamente más especies del Grupo 1 que PNS. PMS y PNS tuvieron significativamente menos especies del Grupo 3 que PS. Entre niveles de fertilización solo hubo diferencias estadísticas en los Grupos 1, 2 y 3. La contribución del Grupo 1 aumentó significativamente con la fertilización y las contribuciones de los Grupos 2 y 3, disminuyeron significativamente con la fertilización.

CUADRO 5. Disponibilidad de forraje promedio (kg MS/ha) de los Grupos de especies según tipo de pradera y nivel de fertilización.

Tipo de pradera	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 5	Grupo 6
PMS	332,4 a	144,6	146,6 b	4,9	0,0
PS	455,9 a	129,8	307,5 a	5,3	0,0
PNS	8,9 b	93,0	104,6 b	0,2	4,3
Signif. <sup>1</sup>	***	n.s.	**	n.s.	n.s.
Nivel de fert.					
SF	28,9 b	185,2 a	240,6 a	3,5	0,0
CF	502,6 a	59,8 b	131,8 b	3,4	2,8
Signif. <sup>1</sup>	***	**	*	n.s.	n.s.

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

Para el Grupo 4, se obtuvo una interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización (Cuadro 6).

CUADRO 6. Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización para el Grupo 4 (kg MS/ha).

Tipo de pradera	Nivel de fertilización	
	SF	CF
PMS	260,6 b	324,8 b
PS	3,1 c	0,0 c
PNS	424,1 b	1258,7 a

Los valores con distinta letra presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

En el nivel sin fertilización, PMS y PNS tuvieron significativamente más especies del Grupo 4 que PS. En el nivel con

fertilización, PNS tuvo significativamente más especies del Grupo 4 que PMS; PS no tuvo especies del Grupo 4. Entre niveles de fertilización solo en PNS hubo diferencias significativas, en donde las especies del Grupo 4 aumentaron significativamente junto con la fertilización.

Para el Grupo 7, se obtuvo una interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización (Cuadro 7). PNS con fertilización tuvo significativamente más especies del Grupo 7 que el resto de los tratamientos.

CUADRO 7. Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización para el Grupo 7 (kg MS/ha).

Tipo de pradera	Nivel de fertilización	
	SF	CF
PMS	0,4 b	0,0 b
PS	0,0 b	0,3 b
PNS	32,0 b	159,2 a

Los valores con distinta letra presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

A continuación se muestran los resultados por corte.

**4.1.2 Primer corte.** El Cuadro 8 muestra las variables evaluadas en la pradera para el primer corte, realizado el 21 de noviembre de 2003. Por tipo de pradera hubo diferencias significativas para la disponibilidad de forraje, altura sin disturbar y contenido de fibra detergente ácido. PNS presentó una mayor disponibilidad de forraje que PMS y PS, los cuales a la vez, no presentaron diferencias significativas entre sí. En la altura sin disturbar, PNS presentó un mayor valor que PS y PMS no presentó diferencias significativas con ninguno de los dos tipos de praderas anteriores. Para el contenido de fibra detergente ácido, PMS junto con PNS mostraron mayores valores que PS. El efecto significativo de la fertilización se expresó en la disponibilidad de forraje, contenido de cenizas totales y fibra detergente ácido. En las primeras

dos variables hubo un aumento significativo de los valores en los tratamientos con fertilización, con respecto a los sin fertilización. Para el contenido de fibra detergente ácido, se obtuvo un mayor valor en el tratamiento sin fertilización con respecto al con fertilización.

CUADRO 8. Variables evaluadas en la pradera para el primer corte.

Tipo de pradera	D	ASD	CT	PB	EM	FDN	FDA
PMS	1349,0 b	23,3 ab	8,2	15,0	2,8	42,9	29,7 a
PS	1136,0 b	21,3 b	8,5	17,1	2,6	36,9	25,7 b
PNS	1717,7 a	25,5 a	8,2	15,3	2,8	46,7	29,5 a
Signif. <sup>1</sup>	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Nivel de fertilización							
SF	1271,7 b	24,1	7,7 b	14,8	2,8	41,6	30,3 a
CF	1530,7 a	22,7	8,9 a	16,9	2,7	42,7	26,3 b
Signif. <sup>1</sup>	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	*

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

ASD = Altura sin disturbar (cm)

PS = Pastura sembrada

CT = Cenizas totales (%)

PNS = Pradera naturalizada sembrada

PB = Proteína bruta (%)

SF = Sin fertilización

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

CF = Con fertilización

FDN = Fibra detergente neutro (%)

D = Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)

FDA = Fibra detergente ácido (%)

El Cuadro 9 muestra las variables evaluadas durante el pastoreo y posterior a este. Para el número de bocados totales y altura residual sin disturbar, hubo diferencias significativas entre tipos de praderas. El número de bocados totales fue mayor en PS que PMS y PNS, los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí. La altura sin disturbar residual fue mayor en PNS, con respecto a PMS y PS, los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí. Entre niveles de fertilización, solo hubo diferencias significativas en el número de bocados totales, en donde los tipos de pradera con fertilización presentaron un mayor número de bocados totales que los sin fertilización.

CUADRO 9. Variables evaluadas para el primer pastoreo.

Tipo de pradera	Bocados totales (n°/parcela)	Altura residual sin disturbar (cm)
PMS	40,2 b	10,6 b
PS	67,6 a	10,6 b
PNS	44,0 b	14,8 a
Significancia <sup>1</sup>	**	**
Nivel de fertilización		
SF	38,8 b	11,7
CF	62,4 a	12,3
Significancia <sup>1</sup>	**	n.s.

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\*\* =  $P < 0,01$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

El Cuadro 10 muestra la interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización, detectada en el tiempo de pastoreo. Solo en PNS hubo diferencias en el tiempo de pastoreo entre los niveles de fertilización, en donde el tratamiento con fertilización tuvo un mayor tiempo de pastoreo que el tratamiento sin fertilización.

CUADRO 10. Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización en el tiempo de pastoreo (seg/parcela) para el primer pastoreo.

Tipo de pradera	Nivel de fertilización	
	SF	CF
PMS	40,7 bc	41,2 bc
PS	56,8 ab	74,8 a
PNS	25,7 c	73,7 a

Los valores con distinta letra presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

En el nivel sin fertilización hay un mayor tiempo de pastoreo en PS con respecto a PNS. PMS fue estadísticamente similar a PS y PNS.

En el nivel con fertilización no hubo diferencias estadísticas significativas entre PS y PNS, y presentaron un mayor tiempo de pastoreo que PMS.

La profundidad de bocado tuvo interacción (Cuadro 11) entre tipos de pradera y nivel de fertilización. La profundidad de bocado fue estadísticamente mayor en PMS sin fertilización. Esta variable fue estadísticamente similar en los otros tratamientos.

CUADRO 11. Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización en la profundidad de bocado (cm) para el primer pastoreo.

Tipo de pradera	Nivel de fertilización	
	SF	CF
PMS	16,1 a	9,4 b
PS	10,4 b	11,0 b
PNS	10,6 b	10,7 b

Los valores con distinta letra presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

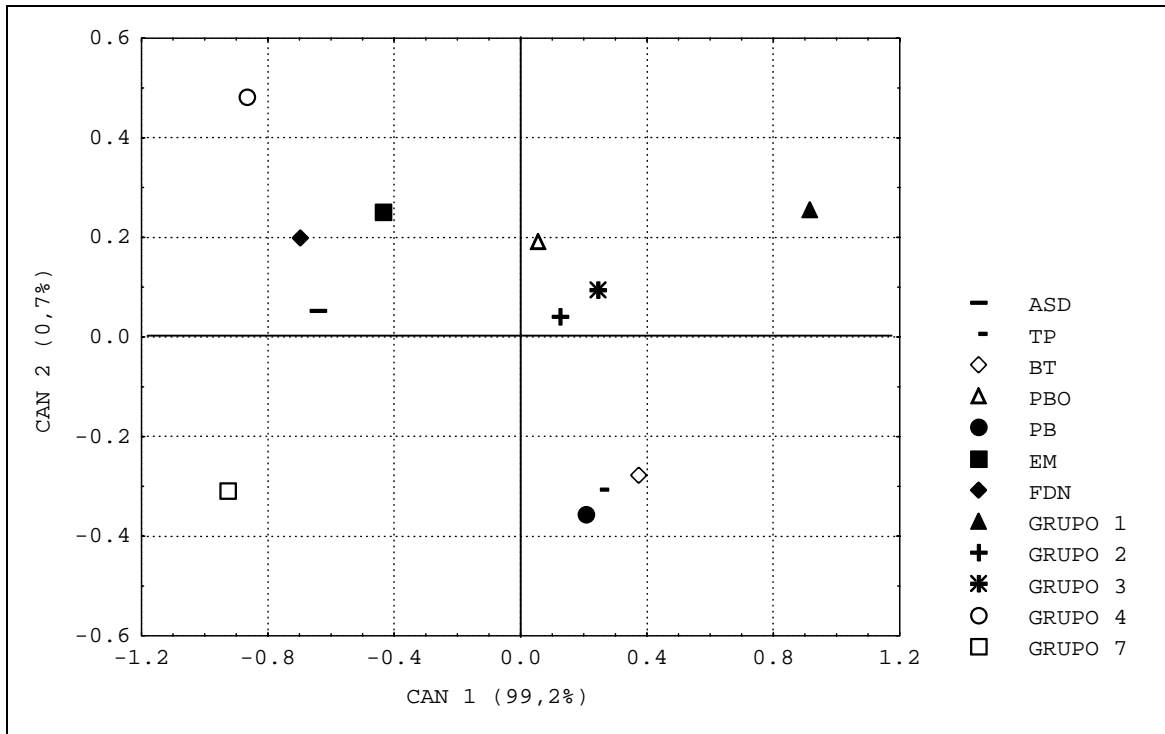
PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

La Figura 4 muestra la estructura canónica de las variables evaluadas que explicaron el mayor porcentaje en la diferencia entre los tratamientos respecto a los Grupos de especies. Los Grupos 5 y 6 no fueron incluidos en este análisis, ni en los siguientes, porque tuvieron un muy bajo aporte al rendimiento de los diferentes tratamientos (Cuadro 5). El análisis canónico fue significativo ( $P < 0,001$ ). Hubo una alta asociación entre el número de bocados totales, tiempo de pastoreo y contenido de proteína bruta. También hubo una alta asociación entre el contenido de energía metabolizable, fibra detergente neutro y altura sin disturbar. Entre Grupos de especies, hubo una alta asociación entre los Grupos 2 y 3. CAN 1 explicó la mayoría de las diferencias (99,2%), donde hubo una relación inversa

entre los Grupos 1 y 4. Además, el Grupo 1 se relacionó inversamente al contenido de fibra detergente neutro, energía metabolizable y altura sin disturbar. El número de bocados totales, tiempo de pastoreo y contenido de proteína bruta, se relacionaron inversamente con el Grupo 7.



Claves:

ASD = Altura sin disturbar (cm)

PB = Proteína bruta (%)

TP = Tiempo de pastoreo (seg/parcela)

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

BT = Bocados totales (nº/parcela)

FDN = Fibra detergente neutro (%)

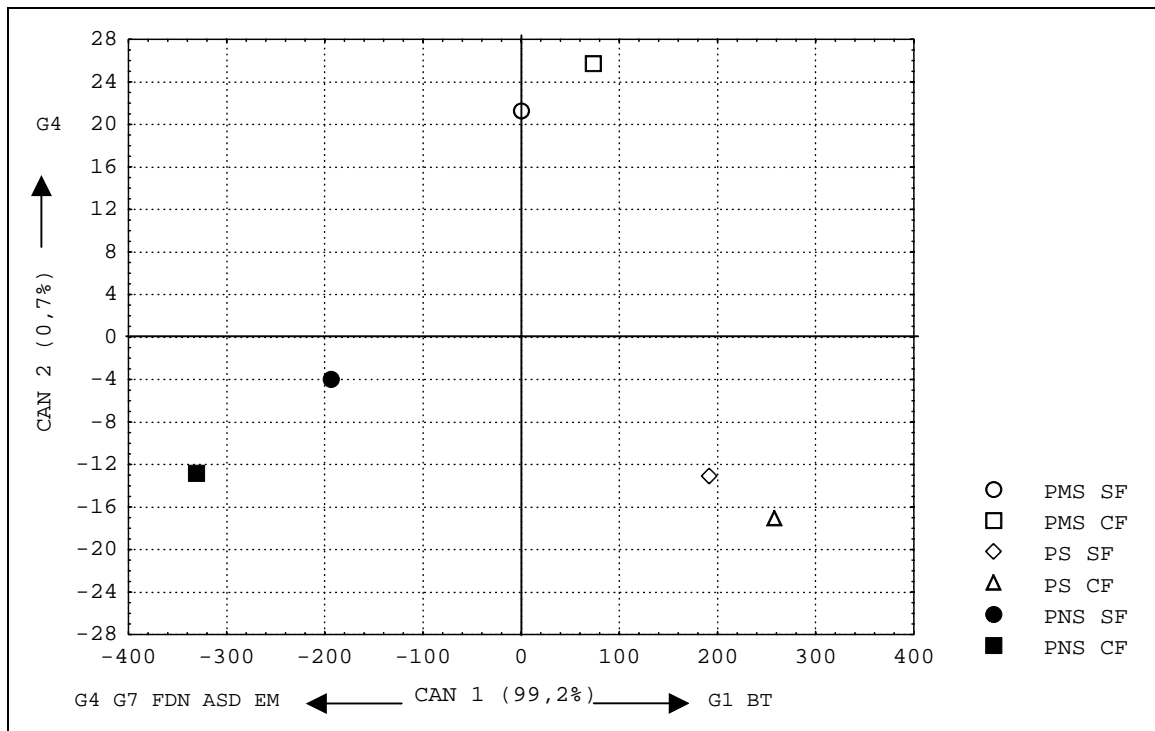
PBO = Profundidad de bocado (cm)

FIGURA 4. Estructura canónica de las variables evaluadas y de los Grupos de especies para el primer corte.

La Figura 5 muestra la estructura canónica de los tratamientos. Hubo una clara diferenciación entre los tipos de pradera. Según CAN 1, hubo una relación inversa entre PS, con y sin fertilización, y PNS, con y sin fertilización. Las variables que explicaron esta relación opuesta fueron el Grupo 1 y número de bocados totales, que se relacionaron positivamente con PS, además los Grupos 4 y 7, contenido de energía metabolizable, fibra detergente neutro y altura sin disturbar, que se



relacionaron con PNS. Según CAN 2, que explicó una muy baja proporción de las diferencias (0,7%), hubo una asociación entre el Grupo 4 y PMS, con y sin fertilización.



Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

FIGURA 5. Estructura canónica de los tratamientos para el primer corte.

**4.1.3 Segundo corte.** Las variables evaluadas en la pradera para el segundo corte, realizado el 16 de diciembre de 2003, se muestran en el Cuadro 12. Hubo diferencias significativas entre los tipos de praderas, para el contenido de cenizas totales, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido. PNS tuvo un contenido significativamente mayor de cenizas totales que PMS y PS. Para el contenido de fibra detergente neutro y ácido, PNS tuvo estadísticamente mayores valores que PS. PMS no presentó diferencias significativas con PNS y PS. El efecto de la fertilización se expresó en la disponibilidad de forraje, altura sin disturbar y contenido de energía metabolizable. En estas tres variables, los tratamientos con fertilización tuvieron

significativamente mayores valores que los tratamientos sin fertilización.

CUADRO 12. Variables evaluadas en la pradera para el segundo corte.

Tipo de pradera	D	ASD	CT	EM	FDN	FDA
PMS	1435,7	15,2	7,8 b	2,7	40,4 ab	26,5 ab
PS	1481,3	14,8	8,1 b	2,8	33,1 b	23,7 b
PNS	1805,4	15,8	8,8 a	2,7	47,3 a	29,7 a
Significancia <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	*
Nivel de fertilización						
SF	985,8 b	13,0 b	8,2	2,6 b	38,9	27,9
CF	2164,2 a	17,5 a	8,2	2,8 a	41,6	25,3
Significancia <sup>1</sup>	***	**	n.s.	**	n.s.	n.s.

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

ASD = Altura sin disturbar (cm)

PS = Pastura sembrada

CT = Cenizas totales (%)

PNS = Pradera naturalizada sembrada

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

SF = Sin fertilización

FDN = Fibra detergente neutro (%)

CF = Con fertilización

FDA = Fibra detergente ácido (%)

D = Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)

Hubo interacción para el contenido de proteína bruta, entre tipo de pradera y nivel de fertilización (Cuadro 13). Solo en PS, el contenido de proteína bruta disminuyó significativamente en los tratamientos con fertilización, con respecto a los sin fertilización. En el nivel sin fertilización no hubo diferencias significativas entre tipos de praderas. En el nivel con fertilización, PNS presentó un significativo mayor valor que PS. PMS no se diferenció estadísticamente de PS y PNS.

En el Cuadro 14 se muestran las variables evaluadas durante el segundo pastoreo y posterior a este. Sólo en el número de bocados totales hubo diferencias significativas entre tipos de praderas. PS presentó significativamente mayores valores que PNS y PMS. Hubo diferencias estadísticas entre niveles de fertilización. En todas las

variables los tratamientos con fertilización presentaron significativamente mayores valores que los sin fertilización.

CUADRO 13. Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización en el contenido de proteína bruta (%) para el segundo corte.

Tipo de pradera	Nivel de fertilización	
	SF	CF
PMS	14,3 ab	13,1 bc
PS	15,2 a	11,9 c
PNS	13,9 ab	14,4 ab

Los valores con distinta letra presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

CUADRO 14. Variables evaluadas para el segundo pastoreo.

Tipo de pradera	TP	BT	ARSD	PBO
PMS	48,1	41,4 b	9,3	6,0
PS	75,6	66,7 a	9,4	5,3
PNS	55,2	43,2 b	9,8	6,0
Significancia <sup>1</sup>	n.s.	*	n.s.	n.s.
Nivel de fertilización				
SF	45,9 b	40,8 b	8,1 b	4,9 b
CF	73,3 a	60,1 a	10,9 a	6,6 a
Significancia <sup>1</sup>	*	*	***	*

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

TP = Tiempo de pastoreo (seg/parcela)

PS = Pastura sembrada

BT = Bocados totales (n°/parcela)

PNS = Pradera naturalizada sembrada

ARSD = Altura residual sin disturbar (cm)

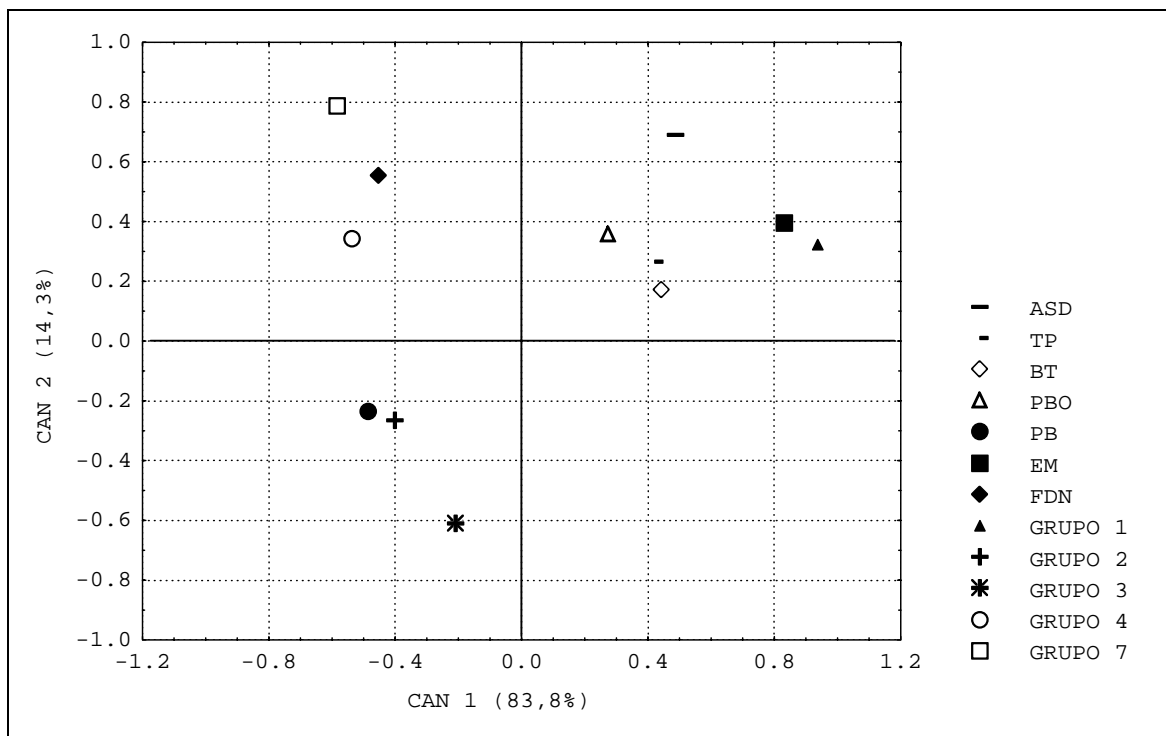
SF = Sin fertilización

PBO = Profundidad de bocado (cm)

CF = Con fertilización

La Figura 6 muestra la estructura canónica de las variables evaluadas que explicaron el mayor porcentaje en la diferencia entre los tratamientos respecto a los Grupos de especies. El análisis canónico

fue significativo ( $P < 0,01$ ). Hubo una alta asociación entre el tiempo de pastoreo, número de bocados totales y profundidad de bocado. Estas variables, según CAN 1, se relacionan inversamente al contenido de fibra detergente neutro, la cual se relaciona inversamente al contenido de proteína bruta, según CAN 2, que explica una menor proporción de las diferencias (14,3%). Entre Grupos de especies, hubo una asociación entre los Grupos 4 y 7 y entre los Grupos 2 y 3. Los Grupos 4 y 7 se relacionaron inversamente al Grupo 1, según CAN 1 y a los Grupos 2 y 3, según CAN 2. Hubo además, una alta asociación entre el Grupo 1 y el contenido de energía metabolizable, también entre los Grupos 4 y 7 y el contenido de fibra detergente neutro y entre el Grupo 2 y el contenido de proteína bruta.



Claves:

ASD = Altura sin disturbar (cm)

PB = Proteína bruta (%)

TP = Tiempo de pastoreo (seg/parcela)

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

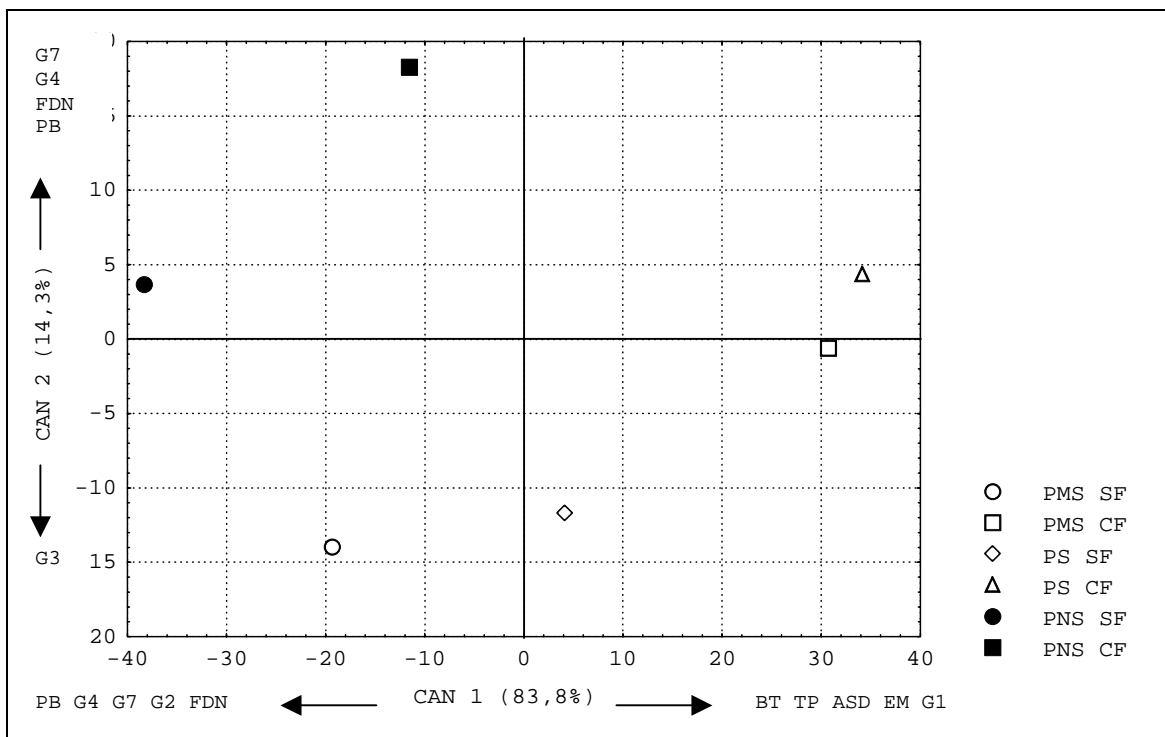
BT = Bocados totales (n°/parcela)

FDN = Fibra detergente neutro (%)

PBO = Profundidad de bocado (cm)

FIGURA 6. Estructura canónica de las variables evaluadas y de los Grupos de especies para el segundo corte.

La Figura 7 muestra la estructura canónica de los tratamientos. Hubo una asociación entre PMS y PS, ambos con fertilización. Estos dos tipos de pradera tuvieron una relación inversa a PNS sin fertilización, según CAN 1. También hubo una relación inversa entre PNS con fertilización y PMS y PS sin fertilización, según CAN 2. El número de bocados totales, tiempo de pastoreo, altura sin disturbar, contenido de energía metabolizable y el Grupo 1, se asociaron con PMS y PS con fertilización y explicaron las diferencias con PNS sin fertilización. Esta última se asoció con el contenido de fibra detergente neutro, proteína bruta y los Grupos 2, 4 y 7. El contenido de fibra detergente neutro, proteína bruta y los Grupos 4 y 7 se asociaron con PNS con fertilización y explicaron las diferencias con PMS y PS sin fertilización, los cuales se asociaron al Grupo 3.



Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

FIGURA 7. Estructura canónica de los tratamientos para el segundo corte.

**4.1.4 Tercer corte.** En el Cuadro 15 se muestran las variables de la pradera evaluadas para el tercer corte, realizado el 15 de marzo de 2004. Para la altura sin disturbar y contenido de fibra detergente neutro, hubo diferencias significativas entre los tipos de praderas. En ambos casos PMS y PNS tuvieron valores estadísticamente superiores a PS. El efecto de la fertilización se expresó significativamente en la altura sin disturbar, contenido de cenizas totales, proteína bruta y fibra detergente ácido. Para las tres primeras variables los tratamientos con fertilización tuvieron significativamente mayores valores que los tratamientos sin fertilización, para el contenido de fibra detergente ácido en cambio, los tratamientos sin fertilización tuvieron mayores valores.

CUADRO 15. Variables evaluadas en la pradera para el tercer corte.

Tipo de pradera	D	ASD	CT	PB	FDN	FDA
PMS	379,7	11,5 a	6,7	11,3	60,1 a	36,8
PS	535,1	10,0 b	6,8	11,1	55,1 b	38,1
PNS	587,7	12,0 a	7,0	10,7	63,0 a	37,8
Significancia <sup>1</sup>	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	n.s.
Nivel de fertilización						
SF	408,7	10,4 b	6,5 b	9,5 b	59,4	39,7 a
CF	592,9	11,9 a	7,2 a	12,6 a	59,4	35,4 b
Significancia <sup>1</sup>	n.s.	*	**	**	n.s.	**

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

ASD = Altura sin disturbar (cm)

PS = Pastura sembrada

CT = Cenizas totales (%)

PNS = Pradera naturalizada sembrada

PB = Proteína bruta (%)

SF = Sin fertilización

FDN = Fibra detergente neutro (%)

CF = Con fertilización

FDA = Fibra detergente ácido (%)

D = Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)

El Cuadro 16 muestra la interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización, detectada para el contenido de energía metabolizable. PMS y PNS con fertilización tuvieron significativamente mayores valores que el resto de los tratamientos.

CUADRO 16. Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización en el contenido de energía metabolizable (Mcal/kg MS) para el tercer corte.

Tipo de pradera	Nivel de fertilización	
	SF	CF
PMS	2,1 b	2,3 a
PS	2,1 b	2,1 b
PNS	2,1 b	2,4 a

Los valores con distinta letra presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

CUADRO 17. Variables evaluadas para el tercer pastoreo.

Tipo de pradera	TP	BT	ARSD	PBO
PMS	35,4	40,2	6,5	5,0 ab
PS	35,9	38,0	5,7	4,3 b
PNS	46,4	52,3	5,9	6,1 a
Significancia <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	*
Nivel de fertilización				
SF	23,8 b	33,4 b	6,5	4,0 b
CF	54,6 a	53,6 a	5,6	6,3 a
Significancia <sup>1</sup>	***	***	n.s.	**

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

TP = Tiempo de pastoreo (seg/parcela)

PS = Pastura sembrada

BT = Bocados totales (nº/parcela)

PNS = Pradera naturalizada sembrada

ARSD = Altura residual sin disturbar (cm)

SF = Sin fertilización

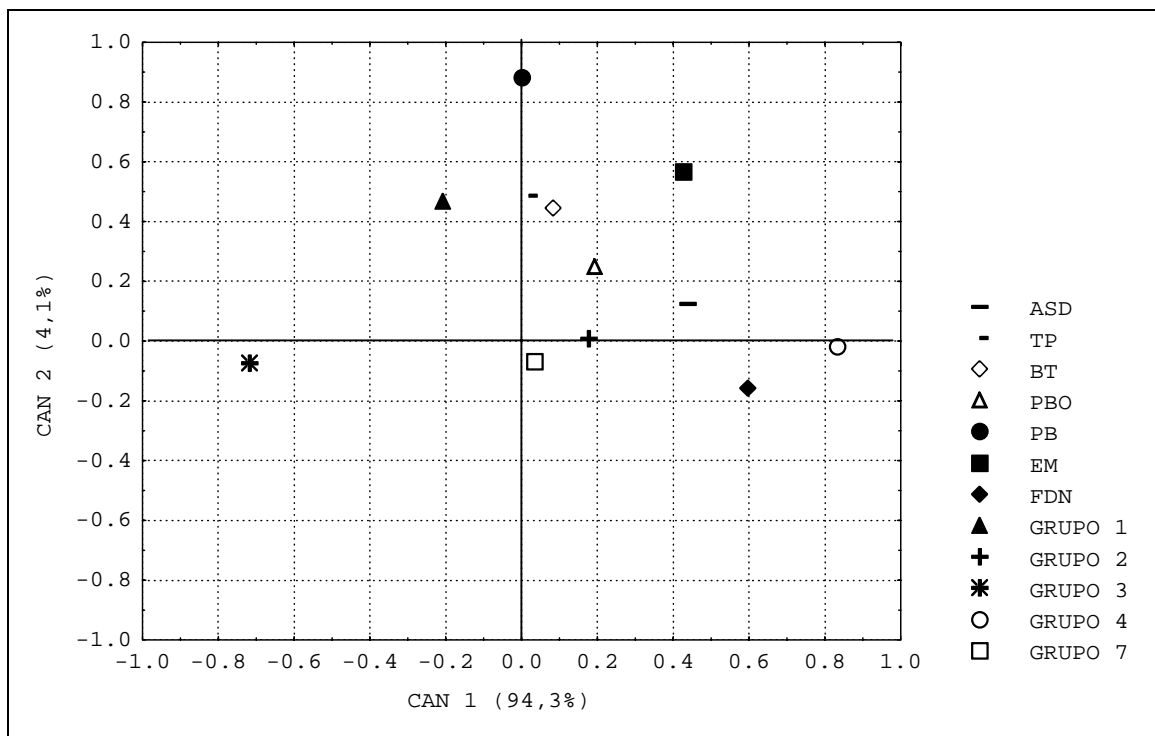
PBO = Profundidad de bocado (cm)

CF = Con fertilización

El Cuadro 17 muestra las variables evaluadas durante el tercer pastoreo y posterior a este. Solo en la profundidad de bocado hubo diferencias significativas entre tipos de praderas. PNS tuvo significativamente mayores valores que PS. PMS no presentó diferencias significativas con PS y PNS. Para el tiempo de pastoreo, número de bocados totales y profundidad de bocado, hubo diferencias

significativas entre niveles de fertilización. En las tres variables los tratamientos con fertilización presentaron significativamente mayores valores que los tratamientos sin fertilización.

La Figura 8 muestra la estructura canónica de las variables evaluadas que explicaron el mayor porcentaje en la diferencia entre los tratamientos respecto a los Grupos de especies. El análisis canónico fue significativo ( $P < 0,01$ ). Hubo una asociación entre el tiempo de pastoreo, número de bocados totales y profundidad de bocado. Según CAN 1, el Grupo 4 tuvo una relación inversa con el Grupo 3. El Grupo 7 tuvo una asociación con el Grupo 2. El Grupo 4 tuvo una asociación con el contenido de fibra detergente neutro.



Claves:

ASD = Altura sin disturbar (cm)

PB = Proteína bruta (%)

TP = Tiempo de pastoreo (seg/parcela)

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

BT = Bocados totales (nº/parcela)

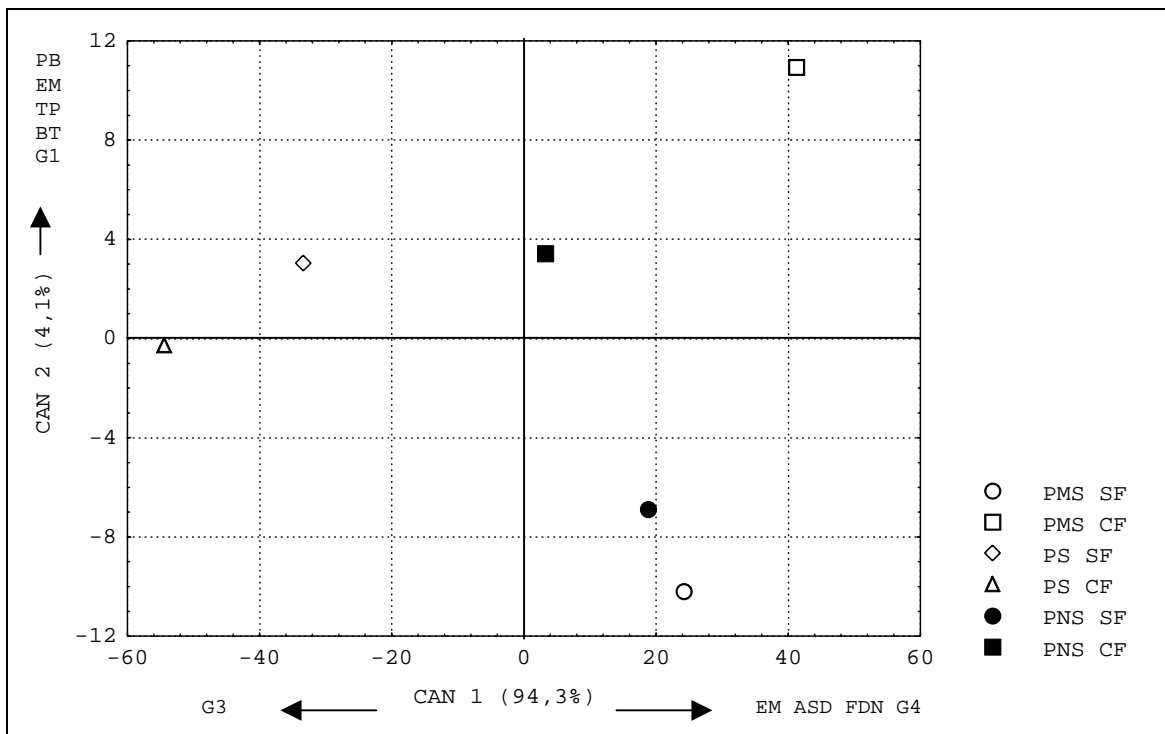
FDN = Fibra detergente neutro (%)

PBO = Profundidad de bocado (cm)

FIGURA 8. Estructura canónica de las variables evaluadas y de los Grupos de especies para el tercer corte.



La Figura 9 muestra la estructura canónica de los tratamientos. Hubo una relación directa entre PMS y PNS, ambas sin fertilización. Estos tipos de pradera tuvieron una relación inversa con PMS con fertilización. Las variables que se asociaron positivamente a PMS, indicaron un aumento del contenido de proteína bruta, energía metabolizable, tiempo de pastoreo, número de bocados totales y contribución del Grupo 1. Hubo una alta asociación entre el Grupo 3 y PS, con y sin fertilización.



Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

FIGURA 9. Estructura canónica de los tratamientos para el tercer corte.

**4.1.5 Cuarto corte.** El Cuadro 18 muestra las variables evaluadas en la pradera para el cuarto corte, realizado el 23 de abril de 2004. Solo para el contenido de fibra detergente neutro, hubo diferencias significativas entre tipos de praderas. PNS tuvo un significativo mayor valor que PMS, el cual superó estadísticamente a PS. La disponibilidad de forraje, altura sin disturbar y contenido de proteína bruta,

tuvieron un aumento significativo en los tratamientos con fertilización, con respecto a los sin fertilización. El contenido de fibra detergente ácido en cambio, disminuyó en el tratamiento con fertilización.

CUADRO 18. Variables evaluadas en la pradera para el cuarto corte.

Tipo de pradera	D	ASD	CT	PB	FDN	FDA
PMS	521,5	14,6	9,5	19,3	51,6 b	28,2
PS	448,3	13,7	8,7	18,8	46,6 c	27,6
PNS	480,8	13,4	10,0	20,0	54,7 a	29,0
Significancia <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	n.s.
Nivel de fertilización						
SF	127,4 b	10,8 b	9,0	17,2 b	51,4	31,3 a
CF	839,7 a	17,0 a	9,8	21,6 a	50,5	25,2 b
Significancia <sup>1</sup>	***	**	n.s.	**	n.s.	***

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

ASD = Altura sin disturbar (cm)

PS = Pastura sembrada

CT = Cenizas totales (%)

PNS = Pradera naturalizada sembrada

PB = Proteína bruta (%)

SF = Sin fertilización

FDN = Fibra detergente neutro (%)

CF = Con fertilización

FDA = Fibra detergente ácido (%)

D = Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)

El Cuadro 19 muestra la interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización, en el contenido de energía metabolizable para el cuarto corte. En los tres tipos de pradera se expresó el efecto de la fertilización, aumentando significativamente el contenido de energía metabolizable del forraje. Solo en el nivel sin fertilización, hubo diferencias significativas entre tipos de praderas. PMS y PNS presentaron significativamente mayores valores que PS.

El Cuadro 20 muestra las variables evaluadas durante el cuarto pastoreo y posterior a este. No hubo diferencias significativas entre tipos de praderas. Para el número de bocados totales y profundidad de bocado, hubo diferencias significativas entre niveles de fertilización.

Los tratamientos con fertilización presentaron significativamente mayores valores que los tratamientos sin fertilización.

CUADRO 19. Interacción entre tipo de pradera y nivel de fertilización en el contenido de energía metabolizable (Mcal/kg MS) para el cuarto corte.

Tipo de pradera	Nivel de fertilización	
	SF	CF
PMS	2,4 b	2,7 a
PS	2,1 c	2,7 a
PNS	2,4 b	2,7 a

Los valores con distinta letra presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

CUADRO 20. Variables evaluadas para el cuarto pastoreo.

Tipo de pradera	BT	ARSD	PBO
PMS	41,2	8,4	6,1
PS	38,0	7,7	6,0
PNS	50,6	9,1	4,3
Significancia <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.
Nivel de fertilización			
SF	8,2 b	8,3	2,5 b
CF	78,4 a	8,5	8,5 a
Significancia <sup>1</sup>	***	n.s.	***

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\*\*\* =  $P < 0,001$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

CF = Con fertilización

PS = Pastura sembrada

BT = Bocados totales (n°/parcela)

PNS = Pradera naturalizada sembrada

ARSD = Altura residual sin disturbar (cm)

SF = Sin fertilización

PBO = Profundidad de bocado (cm)

El Cuadro 21 muestra la interacción detectada en el tiempo de pastoreo, entre tipo de pradera y nivel de fertilización. En el nivel sin fertilización no hubo diferencias significativas entre los tipos de praderas. En el nivel con fertilización PNS presentó un significativo

mayor tiempo de pastoreo que PS. PMS no se diferenci6 estadisticamente de PNS y PS. Los tres tipos de pradera tuvieron significativamente mayores tiempos de pastoreo, en los tratamientos con fertilizaci6n con respecto a los sin fertilizaci6n.

CUADRO 21. Interacci6n entre tipo de pradera y nivel de fertilizaci6n en el tiempo de pastoreo (seg/parcela) para el cuarto pastoreo.

Tipo de pradera	Nivel de fertilizaci6n	
	SF	CF
PMS	7,7 c	77,2 ab
PS	13,2 c	66,2 b
PNS	6,3 c	93,1 a

Los valores con distinta letra presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

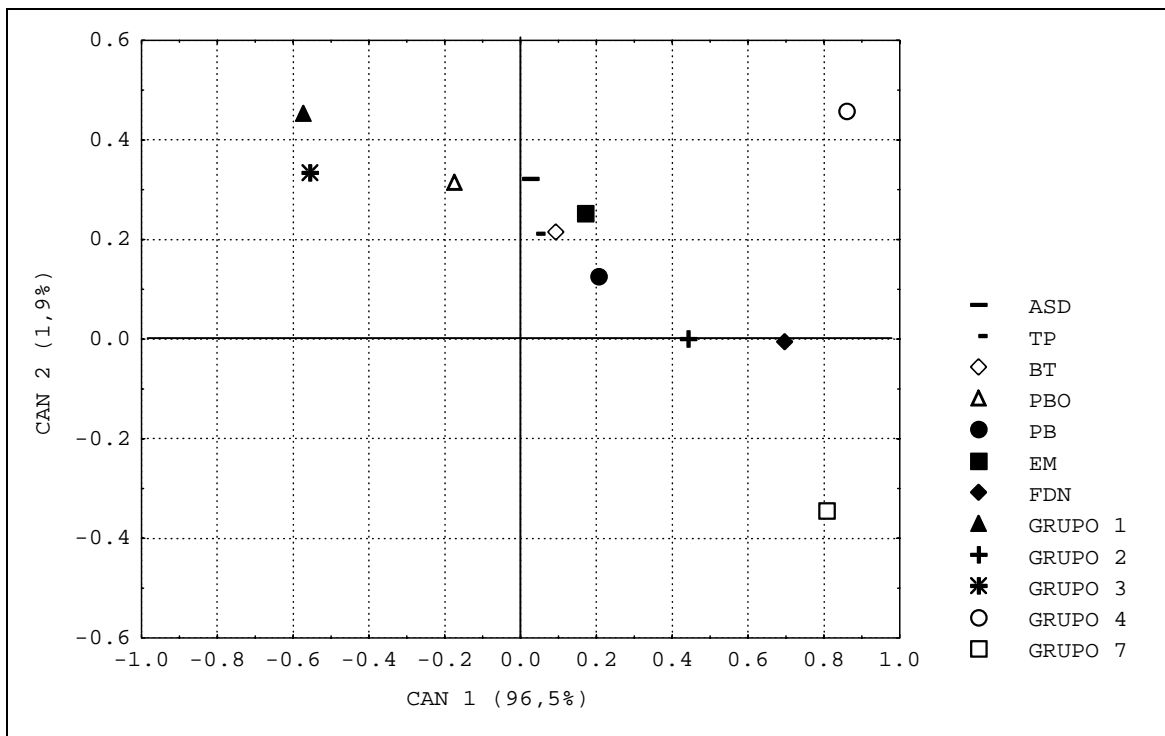
SF = Sin fertilizaci6n

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilizaci6n

PNS = Pradera naturalizada sembrada

La Figura 10 muestra la estructura can6nica de las variables evaluadas que explicaron el mayor porcentaje en la diferencia entre los tratamientos respecto a los Grupos de especies. El an6lisis can6nico fue significativo ( $P < 0,001$ ). Hubo una alta asociaci6n entre el tiempo de pastoreo, n6mero de bocados totales, altura sin disturbar, contenido de energfa metabolizable y protefna bruta. Seg6n CAN 1, que explic6 la mayor proporci6n de las diferencias (96,5%), hubo tambi6n una relaci6n inversa entre los Grupos 4 y 7, con los Grupos 1 y 3.



Claves:

ASD = Altura sin disturbar (cm)

PB = Proteína bruta (%)

TP = Tiempo de pastoreo (seg/parcela)

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

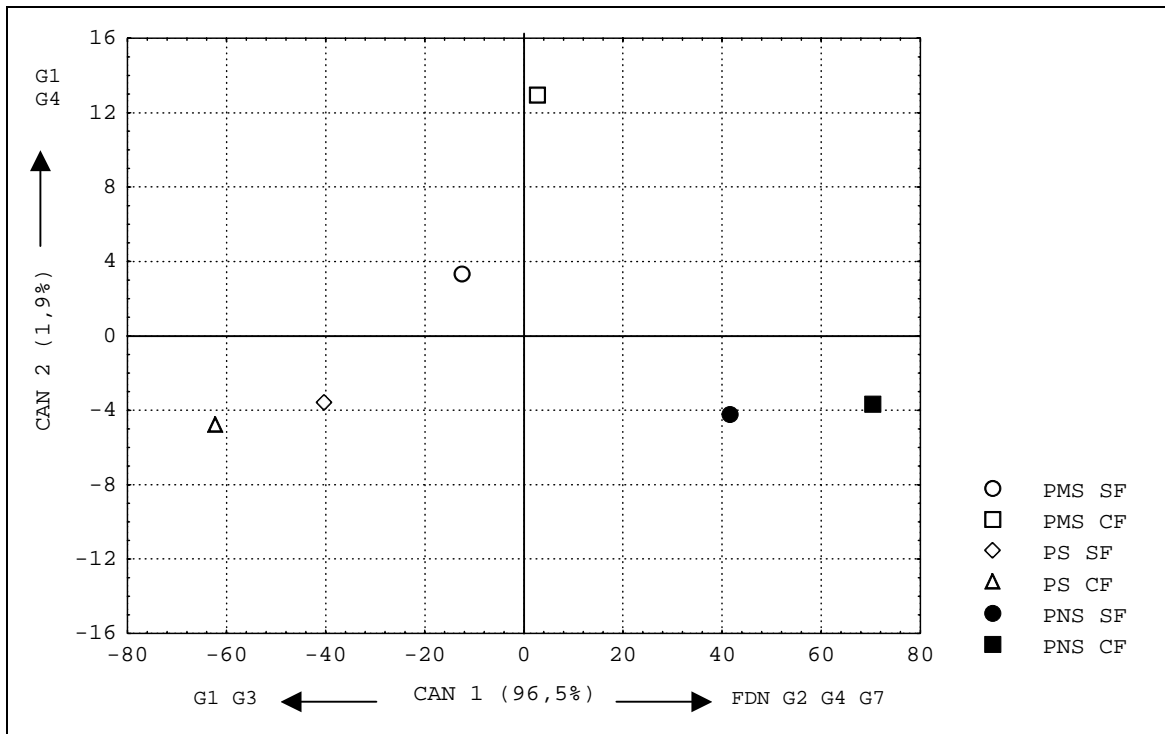
BT = Bocados totales (nº/parcela)

FDN = Fibra detergente neutro (%)

PBO = Profundidad de bocado (cm)

FIGURA 10. Estructura canónica de las variables evaluadas y de los Grupos de especies para el cuarto corte.

La Figura 11 muestra la estructura canónica de los tratamientos. Hubo una asociación entre PS con fertilización y la misma sin fertilización. Estas tuvieron una relación inversa con PNS sin y con fertilización. Las variables que explicaron esta relación opuesta fueron el contenido de fibra detergente neutro y los Grupos 2, 4 y 7, que se relacionaron positivamente con PNS y los Grupos 1 y 3, que se relacionaron con PS. Según CAN 2, que explicó una muy baja proporción de las diferencias (1,9%), hubo una asociación entre los Grupos 1 y 4 y PMS con fertilización.



Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

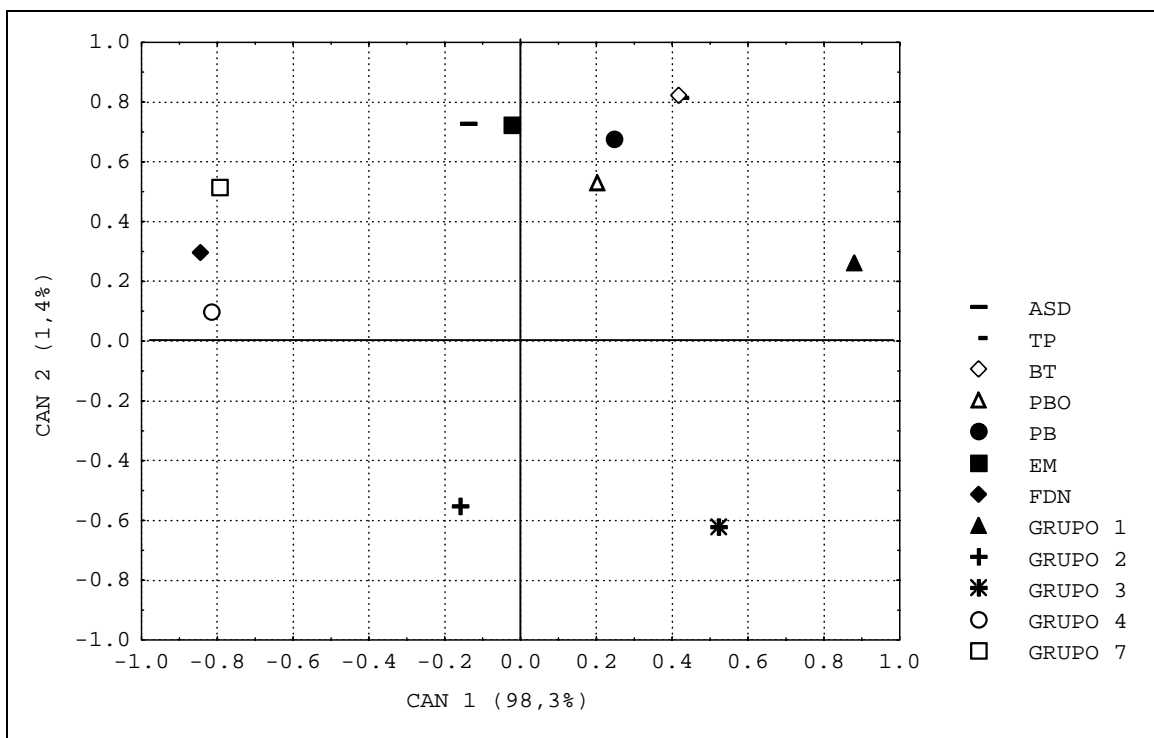
PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

FIGURA 11. Estructura canónica de los tratamientos para el cuarto corte.

**4.1.6 Efectos promedios.** La Figura 12 muestra la estructura canónica promedio de las variables evaluadas que explicaron el mayor porcentaje en la diferencia entre los tratamientos respecto a los Grupos de especies. El análisis canónico fue significativo ( $P < 0,001$ ). Hubo una alta asociación entre el número de bocados totales y tiempo de pastoreo, junto con el contenido de proteína bruta y profundidad de bocado. La altura sin disturbar tuvo una asociación con el contenido de energía metabolizable. El Grupo 1 tuvo una relación inversa con los Grupos 4 y 7. Estos Grupos tuvieron una asociación con el contenido de fibra detergente neutro. Según CAN 2, que explicó solo un 1,4% de las diferencias, el Grupo 3 tuvo una relación inversa con el número de bocados totales, tiempo de pastoreo, profundidad de bocado y contenido de proteína bruta. El Grupo 2 tuvo una relación inversa con la altura sin disturbar y contenido de energía metabolizable.



Claves:

ASD = Altura sin disturbar (cm)

PB = Proteína bruta (%)

TP = Tiempo de pastoreo (seg/parcela)

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

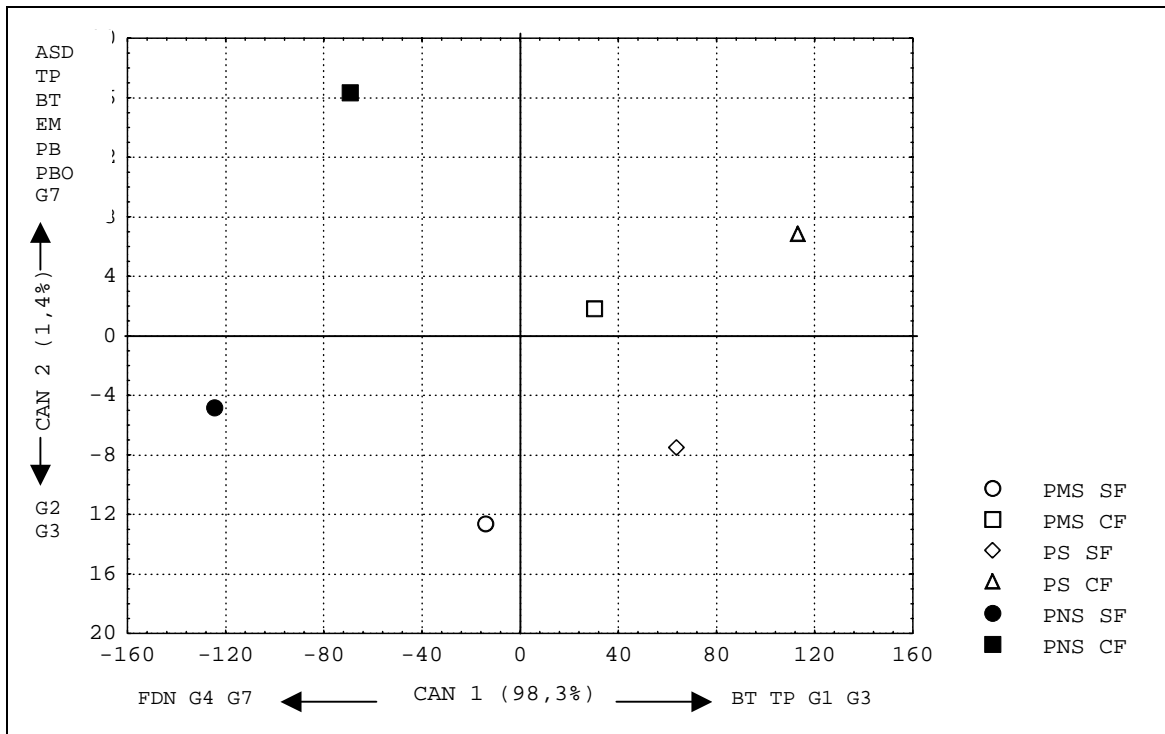
BT = Bocados totales (n°/parcela)

FDN = Fibra detergente neutro (%)

PBO = Profundidad de bocado (cm)

FIGURA 12. Estructura canónica promedio de las variables evaluadas y de los Grupos de especies.

La Figura 13 muestra la estructura canónica promedio de los tratamientos. Según CAN 1, hubo una relación inversa entre PS sin fertilización y PNS sin fertilización, como también, según CAN 2, entre PMS sin fertilización y PNS con fertilización. El número de bocados totales, tiempo de pastoreo y los Grupos 1 y 3, tuvieron una asociación con PS sin fertilización y explicaron las diferencias con PNS sin fertilización. Este último tuvo una asociación con el contenido de fibra detergente neutro y los Grupos 4 y 7. La altura sin disturbar, profundidad de bocado, tiempo de pastoreo, número de bocados totales, contenido de energía metabolizable y proteína bruta, y el Grupo 7, tuvieron una asociación con PNS con fertilización y explicaron las diferencias con PMS sin fertilización. Este último tuvo una asociación con los Grupos 2 y 3.



Claves:

PMS = Pradera mixta sembrada

SF = Sin fertilización

PS = Pastura sembrada

CF = Con fertilización

PNS = Pradera naturalizada sembrada

FIGURA 13. Estructura canónica promedio de los tratamientos.

#### 4.2 Estudio II.

A continuación se presentan los resultados de este estudio, obtenidos por corte.

**4.2.1 Primer corte.** Las variables evaluadas para el primer corte, realizado el 22 de diciembre de 2003, se muestran en el Cuadro 22. Hubo diferencias significativas solo en el consumo aparente. Los cultivares Impact AR1, Impact, Bronsyn SE, Meridian y Arrow tuvieron significativamente un mayor consumo aparente que Bronsyn AR1. Los cultivares Nui, Matrix, Aries y LP 296 tuvieron en general valores intermedios, con respecto a los cultivares anteriores.



CUADRO 22. Variables evaluadas en el primer corte.

Cultivar	ASD	D	EM	TP	ARSD	DR	CA
Nui	22,3	2840,1	2,92	20	8,5	452,9	2387,2 de
Bronsyn AR1	23,9	2876,0	2,85	42	9,5	889,1	1986,9 e
Matrix	22,8	3099,6	2,84	35	8,5	536,1	2563,4 bcd
Aries	21,4	2799,2	2,90	48	8,5	419,3	2379,9 de
LP 296	22,5	3104,0	2,88	33	8,8	671,7	2432,3 cd
Bronsyn SE	24,2	3474,5	2,85	47	9,3	647,4	2827,1 abc
Impact	22,7	3281,6	2,86	33	8,2	424,0	2857,6 ab
Meridian	22,4	3197,6	2,90	40	8,7	521,8	2675,8 abcd
Arrow	23,5	3334,8	2,87	28	8,8	545,5	2789,3 abcd
Impact AR1	22,4	3633,5	2,87	42	8,2	600,5	3033,0 a
Signif. <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\*\* =  $P < 0,01$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

ASD = Altura sin disturbar (cm)

ARSD = Altura residual sin disturbar (cm)

D = Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)

DR = Disponibilidad residual (kg MS/ha)

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

CA = Consumo aparente (kg MS/ha)

TP = Tiempo de pastoreo (min/parcela)

**4.2.2 Segundo corte.** Las variables evaluadas en el segundo corte, realizado el 15 de enero de 2004, se muestran en el Cuadro 23. En ninguna de estas variables hubo diferencias significativas.

CUADRO 23. Variables evaluadas en el segundo corte.

Cultivar	ASD	D	EM	TP	ARSD	DR	CA
Nui	18,3	1570,6	2,8	35	7,0	413,0	1157,6
Bronsyn AR1	19,1	2020,2	2,7	30	7,5	819,5	1200,7
Matrix	18,3	1862,8	2,7	32	6,8	475,6	1387,2
Aries	17,9	1433,1	2,8	35	6,6	381,0	1052,1
LP 296	19,0	1818,9	2,9	33	7,1	658,7	1160,2
Bronsyn SE	18,8	1551,8	2,8	30	7,1	597,2	954,6
Impact	17,7	1438,6	2,7	30	6,8	411,7	1027,0
Meridian	19,2	1927,9	2,8	38	7,1	483,3	1444,6
Arrow	20,8	1441,2	2,7	35	7,0	442,0	999,2
Impact AR1	17,9	1650,7	2,9	23	6,7	405,9	1244,7
Signif. <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

ASD = Altura sin disturbar (cm)

ARSD = Altura residual sin disturbar (cm)

D = Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)

DR = Disponibilidad residual (kg MS/ha)

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

CA = Consumo aparente (kg MS/ha)

TP = Tiempo de pastoreo (min/parcela)

**4.2.3 Tercer corte.** El Cuadro 24 muestra las variables evaluadas en el tercer corte, realizado el 10 de marzo de 2004. Los cultivares presentaron diferencias significativas para la altura sin disturbar, disponibilidad de forraje y contenido de energía metabolizable. Los cultivares Bronsyn AR1, Nui, Matrix, LP 296, Bronsyn SE, Arrow e Impact AR1 presentaron significativamente una mayor altura sin disturbar que el cultivar Meridian. Para la disponibilidad de forraje, el cultivar Bronsyn AR1 presentó significativamente un mayor valor que los cultivares Nui, Aries, Meridian e Impact AR1. Los cultivares Matrix, LP 296, Bronsyn SE, Impact y Arrow no presentaron diferencias estadísticas significativas con el resto de los cultivares. Para el contenido de energía metabolizable, el cultivar Nui presentó valores estadísticamente inferiores al resto de los cultivares.

CUADRO 24. Variables evaluadas en el tercer corte.

Cultivar	ASD	D	EM	TP	ARSD	DR	CA
Nui	14,9 ab	1578,1 b	2,6 b	38	5,3	122,5	1455,7
Bronsyn AR1	16,1 a	2236,8 a	2,7 a	30	5,5	138,7	2098,1
Matriz	15,2 ab	1871,2 ab	2,9 a	42	5,3	93,2	1777,9
Aries	14,5 b	1366,2 b	2,8 a	43	4,9	43,1	1323,0
LP 296	15,3 ab	1919,5 ab	2,8 a	30	5,3	196,5	1723,0
Bronsyn SE	15,7 ab	1824,2 ab	2,7 a	48	4,9	115,7	1708,5
Impact	14,4 b	1734,9 ab	2,8 a	38	4,8	66,3	1668,6
Meridian	12,9 c	1514,6 b	2,8 a	45	5,2	55,6	1459,0
Arrow	15,8 ab	1881,5 ab	2,8 a	42	5,2	97,4	1784,2
Impact AR1	15,1 ab	1646,7 b	2,7 a	38	5,0	93,9	1552,8
Signif. <sup>1</sup>	**	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

ASD = Altura sin disturbar (cm)

ARSD = Altura residual sin disturbar (cm)

D = Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)

DR = Disponibilidad residual (kg MS/ha)

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

CA = Consumo aparente (kg MS/ha)

TP = Tiempo de pastoreo (min/parcela)

**4.2.4 Cuarto corte.** El Cuadro 25 muestra las variables evaluadas en el cuarto corte, realizado el 15 de abril de 2004. Los cultivares solo presentaron diferencias significativas para el contenido de energía metabolizable. Los cultivares Impact y Meridian presentaron valores estadísticamente mayores al cultivar LP 296. Este último no se diferenció estadísticamente del resto de los cultivares.

CUADRO 25. Variables evaluadas en el cuarto corte.

Cultivar	ASD	D	EM	TP	ARSD	DR	CA
Nui	18,8	1601,0	2,8 bc	42	9,1	889,7	804,3
Bronsyn AR1	19,0	1592,9	2,8 abc	38	8,3	822,0	770,9
Matrix	18,3	1590,4	2,8 abc	33	7,3	314,2	1276,1
Aries	17,8	1428,2	2,8 abc	30	7,6	577,0	851,2
LP 296	18,7	1853,3	2,7 c	48	7,1	545,1	1308,2
Bronsyn SE	18,8	1750,6	2,7 bc	38	7,5	566,8	1183,8
Impact	17,7	1400,4	2,8 ab	48	6,2	175,9	1224,5
Meridian	17,2	1433,7	2,9 a	48	6,6	209,8	1223,9
Arrow	18,7	1771,1	2,7 bc	28	7,2	590,0	1181,0
Impact AR1	18,5	1966,1	2,7 bc	43	7,3	491,0	1475,0
Signif. <sup>1</sup>	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

ASD = Altura sin disturbar (cm)

ARSD = Altura residual sin disturbar (cm)

D = Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)

DR = Disponibilidad residual (kg MS/ha)

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

CA = Consumo aparente (kg MS/ha)

TP = Tiempo de pastoreo (min/parcela)

**4.2.5 Quinto corte.** El Cuadro 26 muestra las variables evaluadas en el quinto corte, realizado el 28 de mayo de 2004. Solo en la altura sin disturbar de los cultivares hubo diferencias significativas. Los cultivares Nui, Bronsyn AR1, Matrix, LP 296, Bronsyn SE e Impact AR1 presentaron significativamente mayores valores que el cultivar Meridian.

CUADRO 26. Variables evaluadas en el quinto corte.

Cultivar	ASD	D	EM	TP	ARSD	DR	CA
Nui	18,6 a	1186,5	2,9	28	7,6	662,7	523,8
Bronsyn AR1	19,5 a	1389,6	2,8	22	9,2	1130,3	259,3
Matriz	18,7 a	1355,8	2,9	27	9,0	1036,4	319,4
Aries	17,5 ab	1357,4	2,9	32	9,4	1020,7	336,7
LP 296	20,1 a	1731,9	2,8	33	9,9	930,5	801,4
Bronsyn SE	19,5 a	1616,3	2,8	25	8,4	761,2	855,1
Impact	18,5 ab	1100,9	2,9	32	8,6	532,7	568,3
Meridian	15,8 b	1271,5	3,0	45	7,9	833,9	437,6
Arrow	17,5 ab	1492,6	3,0	30	8,9	1008,9	483,7
Impact AR1	18,8 a	1425,9	2,9	35	8,8	788,1	637,8
Signif. <sup>1</sup>	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

ASD = Altura sin disturbar (cm)

ARSD = Altura residual sin disturbar (cm)

D = Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)

DR = Disponibilidad residual (kg MS/ha)

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

CA = Consumo aparente (kg MS/ha)

TP = Tiempo de pastoreo (min/parcela)

**4.2.6 Sexto corte.** En el Cuadro 27 se observan los resultados de las variables evaluadas en el sexto corte, realizado el 28 de julio de 2004. Solo en la altura sin disturbar se observan diferencias significativas. Los cultivares LP 296, Matrix e Impact mostraron significativamente mayores valores que los cultivares Aries y Meridian. Los cultivares Impact AR1, Arrow, Bronsyn SE, Nui y Bronsyn AR1 no presentaron diferencias estadísticas con el resto de los cultivares.

CUADRO 27. Variables evaluadas en el sexto corte.

Cultivar	ASD	D	EM	TP	ARSD	DR	CA
Nui	18,8 bcd	1232,3	2,7	18	10,8	615,9	616,4
Bronsyn AR1	18,8 bcd	1032,3	2,7	20	12,2	610,4	421,9
Matrix	19,5 ab	1282,7	2,6	35	10,2	483,8	798,9
Aries	17,9 cd	1123,7	2,7	23	10,7	523,1	600,6
LP 296	20,5 a	1424,8	2,7	25	11,0	393,5	1031,3
Bronsyn SE	18,5 bcd	1303,2	2,6	13	11,0	655,8	647,4
Impact	19,9 ab	1321,5	2,9	40	10,9	552,8	768,8
Meridian	17,5 d	974,6	2,8	38	9,2	395,9	578,7
Arrow	18,9 abcd	1192,1	2,9	45	9,7	387,8	804,3
Impact AR1	19,2 abc	1309,0	2,7	11	9,9	393,2	915,7
Signif. <sup>1</sup>	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

ASD = Altura sin disturbar (cm)

ARSD = Altura residual sin disturbar (cm)

D = Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)

DR = Disponibilidad residual (kg MS/ha)

EM = Energía metabolizable (Mcal/kg MS)

CA = Consumo aparente (kg MS/ha)

TP = Tiempo de pastoreo (min/parcela)

Otras variables evaluadas en los cultivares, fueron las siguientes.

**4.2.7 Densidad de macollos.** El Cuadro 28 muestra el resultado de las tres mediciones realizadas de la densidad de macollos. Se observan diferencias significativas solo en la medición del 8 de marzo de 2004. El cultivar Impact tuvo una densidad significativamente mayor que los cultivares Arrow, Bronsyn SE, Aries, y Nui.

CUADRO 28. Densidad de macollos (nº/m<sup>2</sup>) en las tres mediciones.

Cultivar	31 dic. 2003	8 mar. 2004	26 jul. 2004
Nui	4395	3080 c	2683
Bronsyn AR1	4875	3668 abc	2723
Matrix	5220	3830 ab	2598
Aries	5393	3488 bc	2508
LP 296	4683	3905 ab	2918
Bronsyn SE	4993	3393 bc	2603
Impact	4893	4095 a	2845
Meridian	5058	3508 abc	2873
Arrow	4383	3393 bc	2548
Impact AR1	5258	3713 ab	2808
Significancia	n.s.	*	n.s.

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; n.s. =  $P > 0,05$

**4.2.8 Variables evaluadas en los macollos.** El Cuadro 29 muestra las variables evaluadas en los macollos. Solo en el ancho de lámina de los macollos hubo diferencias significativas. El cultivar Meridian presentó valores estadísticamente superiores que los cultivares Matrix, Impact e Impact AR1. En general el resto de los cultivares presentaron valores intermedios, en comparación con los cultivares anteriores.

CUADRO 29. Variables evaluadas en los macollos.

Cultivar	Largo de lámina (cm)	Ancho de lámina (mm)	Peso de vaina (mg)	Peso de lámina (mg)
Nui	20,7	4,7 ab	23,3	53,3
Bronsyn AR1	18,3	4,5 abc	30,0	46,7
Matrix	19,6	4,3 bc	20,0	40,0
Aries	18,1	4,5 abc	33,3	33,3
LP 296	20,4	4,5 abc	20,0	33,3
Bronsyn SE	19,8	4,7 ab	20,0	46,7
Impact	19,0	3,9 c	30,0	23,3
Meridian	19,5	5,1 a	66,7	46,7
Arrow	20,5	4,8 ab	33,3	33,3
Impact AR1	20,6	3,9 c	26,7	40,0
Significancia	n.s.	*	n.s.	n.s.

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; n.s. =  $P > 0,05$

**4.2.9 Efectos promedios y acumulados.** El Cuadro 30 muestra los efectos promedios y acumulados para las variables evaluadas. Hubo diferencias significativas solo en la altura sin disturbar promedio y en la disponibilidad de forraje acumulado. Para la altura sin disturbar promedio, los cultivares Bronsyn AR1, LP 296, Bronsyn SE y Arrow mostraron valores estadísticamente superiores a los cultivares Meridian y Aries. El resto de los cultivares tuvieron valores intermedios. Para la disponibilidad de forraje acumulado, el cultivar LP 296 tuvo un valor significativamente mayor que los cultivares Aries y Nui. El resto de los cultivares presentaron valores intermedios.



CUADRO 30. Efectos promedios y acumulados.

Cultivar	ASDP	DA	EMP	TPA	ARSDP	DRP	CAA
Nui	18,6 ab	10008,7 bc	2,8	181,7	8,0	526,1	6945,0
Bronsyn AR1	19,4 a	11147,8 abc	2,8	181,7	8,7	735,0	6737,7
Matrix	18,8 ab	11062,3 abc	2,8	203,3	7,8	489,9	8122,9
Aries	17,8 bc	9507,7 c	2,8	211,7	7,9	494,0	6543,5
LP 296	19,3 a	11852,4 a	2,8	203,3	8,2	566,0	8456,4
Bronsyn SE	19,3 a	11520,6 ab	2,8	201,7	8,0	557,3	8176,5
Impact	18,5 abc	10278,0 abc	2,8	221,7	7,6	360,6	8114,6
Meridian	17,5 c	10319,8 abc	2,9	255,0	7,4	416,7	7819,5
Arrow	19,2 a	11113,3 abc	2,8	208,3	7,8	511,9	8154,7
Impact AR1	18,6 ab	11631,8 ab	2,8	221,7	7,6	462,1	8859,0
Signif. <sup>1</sup>	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Los valores dentro de columnas con distinta letra presentan diferencias significativas

<sup>1</sup>\* =  $P < 0,05$ ; n.s. =  $P > 0,05$

Claves:

ASDP = Altura sin disturbar promedio (cm)

ARSDP = Altura residual sin disturbar

DA = Disponibilidad de forraje acumulado promedio (cm)

(kg MS/ha)

EMP = Energía metabolizable promedio

DRP = Disponibilidad residual promedio

(Mcal/kg MS)

(kg MS/ha)

TPA = Tiempo de pastoreo acumulado

CAA = Consumo aparente acumulado (kg MS/ha)

(min/parcela)

## 5 DISCUSION DE LOS RESULTADOS

### 5.1 Estudio I.

**5.1.1 Los Grupos de especies.** La "Hipótesis de la Redundancia de Especies" (Walker, 1992), propone que especies que usan recursos en forma similar, por ejemplo, nitrógeno, agua y luz, entre otros, o que responden de una manera similar a alteraciones ambientales, como el pastoreo, pueden formar "Grupos Funcionales" (Gitay y Noble, 1997). En el presente estudio, el análisis de conglomerados agrupó a las especies de acuerdo a los rendimientos individuales acumulados en los cuatro cortes. El utilizar los rendimientos de cada especie obedece a los planteamientos propuestos por la "Hipótesis de la Redundancia de Especies", en el sentido que especies con rendimientos similares, bajo condiciones ambientales homogéneas, responderían en forma similar en cuanto a su crecimiento. De esta forma, los rendimientos alcanzados por cada especie son el resultado de las tasas de crecimiento experimentadas por cada una de ellas durante el período evaluado. Así, especies de altas tasas de crecimiento, como *L. perenne*, fueron separadas de especies de menores de tasas de crecimiento, como *L. nudicaulis*.

Grime *et al.* (1989), definieron las estrategias de colonización y crecimiento para las especies pratenses de las praderas de Gran Bretaña. Esto se logró al relacionar atributos del hábitat, como son la altitud, pendiente, hidrología y pH del suelo, donde se desarrollaban estas especies, con atributos de crecimiento de las especies. A partir de esto, ellas fueron clasificadas en: especies de crecimiento rápido, especies que colonizan suelos fértiles, especies de crecimiento lento y especies que colonizan suelos de baja fertilidad.

Al contrastar los resultados de Grime *et al.* (1989), con los del presente estudio, se tiene que los Grupos 1 (*L. perenne*) y 7 (*H.*

*lanatus*), corresponderían a especies de crecimiento rápido; los Grupos 4 (*B. valdivianus*) y 6 (*A. elatius* spp *bulbosus* y *L. multiflorum*), a especies que colonizan suelos fértiles; el Grupo 5 (*T. repens*), a una especie de crecimiento lento; y los Grupos 2 (*A. capillaris*, *L. uliginosus*, *R. acetosella* y *P. lanceolata*) y 3 (*T. officinale*, *L. nudicaulis* e *H. radicata*), a especies que colonizan suelos de baja fertilidad. La caracterización de las especies pratenses hecha por Grime *et al.* (1989), coincide con los Grupos formados en este estudio, es decir que las especies en cada Grupo tienen características comunes, salvo el caso de *A. capillaris*, definida como una especie de crecimiento lento, que en el presente estudio se agrupó con las especies que colonizan suelos de baja fertilidad. Esta discrepancia se puede deber a que los resultados de Grime *et al.* (1989), fueron obtenidos de una caracterización de especies, dentro de un área mucho más grande, que fue más representativa que la de este estudio.

#### **5.1.2 El efecto de la fertilización sobre los atributos de la pradera.**

La fertilidad del suelo es una variable que puede afectar la condición de la pradera, a través de cambios de la composición botánica (Gastó *et al.*, 1993). La mayor fertilidad del suelo se relaciona con una alta disponibilidad de recursos en él, con especies de plantas que serían capaces de tomar los recursos más rápidamente y con tasas de crecimiento mayores (López y Valentine, 2003). Siebald *et al.* (1983), producto de fertilizar praderas naturalizadas, obtuvieron un aumento de especies como *L. perenne* a la contribución de la composición botánica de la pradera, en desmedro de especies como *P. lanceolata*, *T. officinale* e *H. radicata*. En el presente estudio, la fertilización permitió un significativo mayor aporte de *L. perenne* a la composición botánica de las praderas (Cuadro 5) y de *B. valdivianus* y *H. lanatus* en la pradera naturalizada sembrada (Cuadros 6 y 7). Al contrario, al fertilizar, fue menor el aporte a la composición botánica de *T. officinale*, *L. nudicaulis*, *H. radicata*, *A. capillaris*, *L. uliginosus*, *R. acetosella* y *P. lanceolata* (Cuadro 5). Los cambios en la composición botánica, producto de la mayor fertilidad del suelo, provocan aumentos en el rendimiento (Keady y O'Kiely, 1998; Archer y Smeins, 1991; Siebald *et al.*, 1983). Para el caso de este estudio, en la mayoría de

los cortes (Cuadros 8, 12 y 18), se obtuvo una mayor disponibilidad de forraje de los tipos de pradera con fertilización, respecto a los sin fertilización. Se deduce por lo tanto, que los tipos de praderas sin fertilización crecen en suelos con una menor disponibilidad de recursos, lo que se relaciona a una menor productividad de la pradera (Archer y Smeins, 1991).

La fertilización también generó una pradera con una mayor altura sin disturbar, en la mayoría de los cortes (Cuadros 12, 15, 18), ya que todas las especies pratenses incrementan, en grado variable, la altura de sus macollos con un mayor nivel de fertilización (Hutchings y De Kroon, 1994). El resultado de la mayor altura de las especies pratenses, también es esperable, en el sentido de que las especies que dominan en las praderas con fertilización, como *L. perenne* y *B. valdivianus*, son de mayor hábito de crecimiento que especies como *T. officinale*, *L. nudicaulis* e *H. radicata*, las cuales dominan en las praderas sin fertilización. También hubo un efecto de la fertilización en la calidad nutritiva de la pradera, con disminuciones de los contenidos de fibra (Cuadros 8, 15 y 18), con aumentos en el contenido de energía metabolizable (Cuadros 12, 16 y 19), proteína bruta (Cuadros 15 y 18) y cenizas totales (Cuadros 8 y 15), lo que coincide con lo reportado por Keady y O'Kiely (1998) y Siebald *et al.* (1983), quienes obtuvieron un aumento en el contenido de proteína bruta y de cenizas totales, al aumentar la dosis de fertilización nitrogenada y potásica en praderas dominadas por *L. perenne*.

**5.1.3 La metodología para evaluar preferencia.** La metodología del pastoreo de pasillos, evalúa preferencia de animales en pastoreo por componentes de la pradera, ya que los animales deben ingresar a un pasillo donde, necesariamente, tendrán que pasar por todos los componentes pratenses que se les exponen, teniendo éstos igual probabilidad de ser pastoreados (Griffiths *et al.*, 2003). Entonces esta metodología evalúa el comportamiento del animal en pastoreo sin distorsiones ambientales, como por ejemplo, es el generado por el cambio de pendiente del suelo (López *et al.*, 2003).

**5.1.4 Las variables del comportamiento en pastoreo.** Las variables del pastoreo, como son el tiempo de pastoreo, el número de bocados totales y la profundidad de bocado, están en función de la arquitectura (disponibilidad, densidad y altura) de la pradera (Hodgson, 1986; Gibb *et al.*, 1997). De estas variables, el número de bocados totales, es la que define con mayor claridad el comportamiento de los animales en pastoreo (Holmes *et al.*, 2002). Esta variable tiene directa relación con el residuo post pastoreo, así un incremento en el número de bocados totales trae consigo una menor altura residual sin disturbar y por lo tanto una mayor profundidad de bocado (Tharmaraj *et al.*, 2003).

En el presente estudio, el tiempo de pastoreo, el número de bocados totales y la profundidad de bocado, fueron las variables a través de las cuales se evaluó la preferencia en pastoreo. Los análisis canónicos realizados (Figuras 4, 6, 8, 10 y 12) revelaron una alta asociación positiva, entre el número de bocados totales y el tiempo de pastoreo. Sin embargo, la relación de estas variables con la profundidad de bocado no fue consistente (Figuras 6 y 8).

**5.1.5 El comportamiento animal en pastoreo.** Considerando las variables con las cuales se determinó la preferencia, como son el número de bocados totales, el tiempo de pastoreo y la profundidad de bocado, frente a distintas praderas ofrecidas, las vacas discriminaron entre praderas en distinta condición de fertilidad. Esta preferencia ejercida por las vacas en los cuatro cortes, ocurrió en el primero, a través de un mayor número de bocados totales (Cuadro 9) y tiempo de pastoreo, sin embargo este último se ejerció solo en la pradera naturalizada sembrada (Cuadro 10). En los cortes sucesivos, esta preferencia, además del número de bocados totales y tiempo de pastoreo, ocurrió a través de una mayor profundidad de bocado (Cuadros 14, 17, 20 y 21). Es importante destacar que en el tercer corte, las mayores alturas sin disturbar de la pradera mixta sembrada y de la pradera naturalizada sembrada (Cuadro 15), explicarían las mayores profundidades de bocado (Cuadro 17), ya que cuando los componentes de la pradera poseen diferentes alturas, la mayor profundidad de bocado no puede considerarse como una respuesta de selección, ya que reflejaría más que nada la accesibilidad de los

macollos por estar más expuestos (Betteridge *et al.*, 1994). Relacionado a lo anterior, Barrett *et al.* (2003), encontraron una relación directa entre el largo del macollo en pre pastoreo y la profundidad de bocado en cultivares de *Lolium* spp. en estado vegetativo, por lo tanto a mayor altura en pre pastoreo, mayor profundidad de bocado.

**5.1.6 Las variables que influyeron en la preferencia.** La preferencia de las vacas por las praderas fertilizadas, se debió a que el fertilizar, tuvo un efecto significativo sobre variables que afectan la preferencia en pastoreo, donde el grado de preferencia se incrementa al aumentar las diferencias entre los componentes de la pradera (Hodgson, 1986; Hodgson, 1990). Las variables que influyeron en la preferencia en pastoreo, considerando que no son independientes y que se relacionan entre si, se discuten a continuación.

5.1.6.1 La composición botánica. Las especies de crecimiento rápido, que crecen en ambientes ricos en recursos son altamente seleccionadas por los animales en pastoreo (Briske, 1996), lo que explicaría la preferencia de las vacas en este estudio, por las praderas fertilizadas. Los análisis canónicos sugieren que las vacas discriminaron por Grupos de especies, ya que solo en el segundo pastoreo se detectó preferencia por una especie en particular, donde las vacas discriminaron por *L. perenne* y lo opuesto con *B. valdivianus* y *H. lanatus* (Figura 6), al igual que en los efectos promedios (Figura 12). No obstante, especies del género *Bromus* y *H. lanatus*, son consideradas como especies que colonizan suelos fértiles y de crecimiento rápido, respectivamente (Grime *et al.*, 1989), por lo que se esperaría que las vacas ejercieran preferencia por estas especies.

La evitación observada de *B. valdivianus* y *H. lanatus* en pastoreo se podría deber a su rápido paso al estado reproductivo, estado de las plantas, que es evitado por los animales en pastoreo (Stuth, 1991).

La menor preferencia por los tipos de pradera sin fertilización, se debería a la mayor presencia de especies de crecimiento lento, que colonizan ambientes con baja disponibilidad de recursos y que invierten

en mecanismos para evitar ser consumidas (Briske, 1996). Este comportamiento se obtuvo en el cuarto pastoreo, donde se observa una relación inversa entre la preferencia en pastoreo y las especies de hoja ancha, *T. officinale*, *L. nudicaulis* e *H. radicata* (Figura 10), al igual que en los efectos promedios (Figura 12).

5.1.6.2 La disponibilidad de forraje y la altura sin disturbar. La preferencia en pastoreo se relacionó a una mayor disponibilidad de forraje y altura sin disturbar (Cuadros 8, 12, 15 y 18), resultados similares a los obtenidos por Griffiths *et al.* (2003), quienes evaluaron con vacas lecheras, preferencia entre praderas de distinta altura, constituidas por *L. perenne*. Este resultado sería consistente con el hecho de que la disponibilidad de forraje y la altura sin disturbar son variables que determinan la estructura de la pradera e influyen por lo tanto el pastoreo selectivo (Tharmaraj *et al.*, 2003; Smit *et al.*, 2005; Forbes, 1986).

5.1.6.3 El contenido de fibra. La preferencia en pastoreo por las praderas fertilizadas se relacionó, en la mayoría de los cortes, a un menor contenido de fibra detergente ácido (Cuadros 8, 15 y 18), ya que es importante para la aceptación de los animales un bajo contenido de fibra en el estrato de pastoreo (Griffiths *et al.*, 2003; Mayland y Shewmaker, 1999). El contenido de fibra fue importante además, en la discriminación, cuando existió, entre tipos de pradera independiente de los niveles de fertilidad, ya que los bajos contenidos de fibra, FDA y FDN (Cuadro 8 y 12), explicarían la preferencia por la pastura sembrada en el primer y segundo pastoreo, con un mayor número de bocados totales (Cuadro 9 y 14) y mayor tiempo de pastoreo (Cuadro 10). Sin embargo, los resultados son contradictorios en el cuarto pastoreo, ya que la preferencia en pastoreo por la pradera naturalizada sembrada, con un mayor tiempo de pastoreo (Cuadro 21), se relacionó con elevados contenidos de FDN (Cuadro 18). Esta discrepancia se podría explicar con un experimento realizado por Phillips *et al.* (1999), quienes obtuvieron un mayor tiempo de pastoreo en parcelas que contenían *D. glomerata*, en desmedro de parcelas que contenían *L. perenne* y señalan que el mayor tiempo de pastoreo se debió a un mayor tiempo de consumo, debido al

mayor contenido de fibra de *D. glomerata* y por lo tanto a una menor digestibilidad de la pradera.

5.1.6.4 El contenido de energía metabolizable. La preferencia en pastoreo se relacionó con mayores contenidos de energía metabolizable en los pastoreos 2 y 4 (Cuadro 12 y 19) y solo en la pradera mixta sembrada y la pradera naturalizada sembrada, en el tercer pastoreo (Cuadro 16). Esta respuesta es consistente con el hecho de que el contenido de energía de las plantas es un importante factor de selección por parte de los animales (Mayland y Shewmaker, 1999). Estos resultados, estarían justificados por un estudio de Hodgson y Brookes (1999), donde terneros en pastoreo, presentaron selectividad por plantas de mayor digestibilidad, considerando que la energía metabolizable en este estudio, se determinó a partir de la digestibilidad, según la ecuación de Garrido y Mann (1981), donde la relación entre ambas variables es lineal.

5.1.6.5 El contenido de cenizas totales y proteína bruta. En el primer y tercer pastoreo, la preferencia en pastoreo se relacionó a un mayor contenido de cenizas totales, variable que puede afectar el pastoreo selectivo (Mayland y Shewmaker, 1999), sin embargo, se ha obtenido que el aumento del contenido de cenizas en el forraje, tiene un efecto depresor del consumo (Provenza, 1995).

Los análisis canónicos realizados para el primer, tercer y cuarto pastoreo (Figuras 4, 8 y 10), revelaron que la preferencia en pastoreo se relacionó a un mayor contenido de proteína bruta. Relacionado con lo anterior, el déficit de aminoácidos puede producir una disminución en el consumo (Provenza, 1995) y es posible que el contenido de aminoácidos en el forraje, tenga un efecto en el olfato de los animales e influya por lo tanto en la preferencia en pastoreo (Mayland y Shewmaker, 1999).



## 5.2 Estudio II.

**5.2.1 La metodología para evaluar selectividad.** La metodología para evaluar selectividad de animales en pastoreo, determinando el tiempo de pastoreo por observación visual, fue desarrollada por Phillips *et al.* (1999) y la determinación del consumo aparente como criterio de selectividad, fue previamente utilizado por Shewmaker *et al.* (1997). Esta última metodología evalúa selectividad, ya que los animales al ingresar al ensayo tienen libertad para elegir algún cultivar y pastorearlo, por lo tanto, no serán forzados a pasar por todas las parcelas, cuya elección estará afectada por las características de sus componentes pratenses.

**5.2.2 Las variables del comportamiento en pastoreo.** Considerando que las vacas fueron expuestas a diferentes cultivares de *L. perenne*, se evaluó la selectividad en pastoreo en base al tiempo de pastoreo, a la altura residual sin disturbar y al consumo aparente. El tiempo de pastoreo y la altura residual sin disturbar, están en función de la arquitectura de la pradera (Hodgson, 1986; Gibb *et al.*, 1997), definida por la altura, la densidad de plantas y la disponibilidad de forraje, variables que modifican la selectividad en pastoreo (Betteridge *et al.*, 1994; Forbes, 1986; Griffiths *et al.*, 2003). El mayor consumo aparente por vacas lecheras en pastoreo, de algunos cultivares por sobre otros en la pradera, significaría que las vacas ejercen selectividad, así como fue definida por Hodgson (1979).

**5.2.3 Las diferencias entre los cultivares.** Solo en algunos cortes, hubo diferencias significativas entre cultivares, en la altura sin disturbar (Cuadros 24, 26, 27 y 30), la disponibilidad de forraje (Cuadro 24 y 30), la energía metabolizable (Cuadros 24 y 25), la densidad de macollos (Cuadro 28) y el ancho de lámina (Cuadro 29). Estas variables modifican la selectividad en pastoreo, por ejemplo Betteridge *et al.* (1994), determinaron que bovinos pastorearon selectivamente las especies pratenses *Anthoxanthum odoratum* L. (pasto oloroso), *H. lanatus* y *F. arundinacea*, de mayor altura sin disturbar; Griffiths *et al.* (2003), determinaron que bovinos ejercieron preferencia en pastoreo por *L. perenne* con una mayor altura y

disponibilidad de forraje; Mayland y Shewmaker (1999), señalan que la selectividad en pastoreo depende del mayor contenido de energía; Forbes (1986), señala que la densidad de macollos se relaciona directamente con la selección en pastoreo y Smit *et al.* (2005), señalan que atributos de los macollos de *L. perenne*, como el largo y ancho de lámina, afectan directamente la selectividad en pastoreo.

**5.2.4 El comportamiento animal en pastoreo.** Las vacas no ejercieron selectividad en pastoreo por los cultivares, debido a que no hubo diferencias significativas en el tiempo de pastoreo, la altura residual sin disturbar, la disponibilidad residual y el consumo aparente, este último salvo en un corte. Las diferencias significativas obtenidas en el consumo aparente del primer corte (Cuadro 22), se pueden deber a diferencias de disponibilidad de forraje dentro de las parcelas experimentales, ya que no hubo diferencias significativas en la disponibilidad en pre pastoreo, ni tampoco en la disponibilidad residual, variables con las cuales se determinó el consumo aparente. Algo similar ocurrió en el tercer corte (Cuadro 24), en donde hubo diferencias significativas en la disponibilidad de pre pastoreo, sin embargo no en el residuo, por lo tanto se esperaría que hubiese diferencias significativas en el consumo aparente, lo que no ocurrió. En algunos cortes (Cuadros 24, 26 y 27), las diferencias significativas en la altura sin disturbar y la ausencia de diferencias significativas en la altura residual sin disturbar, significaría diferencias en la profundidad de bocado para los cultivares: Bronsyn AR1, Nui, Matrix, LP 296, Bronsyn SE, Arrow, Impact AR1 e Impact. No obstante, esta mayor profundidad de bocado no se considera como un comportamiento de selectividad, ya que la mayor altura significaría solo una mayor accesibilidad de los macollos (Betteridge *et al.*, 1994). Barrett *et al.* (2003), encontraron una relación directa entre el largo del macollo en pre pastoreo y la profundidad de bocado, en cultivares de *Lolium spp.* en estado vegetativo, por lo tanto a mayor altura, mayor profundidad de bocado.

Esta falta de discriminación entre cultivares de *L. perenne* ocurrió a pesar de que en algunos cortes hubo diferencias

significativas en la altura sin disturbar y la disponibilidad de forraje, variables que determinan la estructura de la pradera e influyen por lo tanto la selectividad en pastoreo (Tharmaraj *et al.*, 2003; Smit *et al.*, 2005; Forbes, 1986). El mayor contenido de energía metabolizable o digestibilidad del forraje, afecta la selectividad en pastoreo (Hodgson y Brookes, 1999) y a pesar de que en algunos cortes hubo diferencias significativas para la energía metabolizable, las vacas no discriminaron entre cultivares. Las diferencias significativas detectadas en estas variables, en algunos cortes solamente, significaría que las vacas estuvieron expuestas a cultivares con diferencias no lo suficientemente grandes y por lo tanto, no respondieron en forma selectiva. La ausencia de diferencias significativas en el largo de lámina, el peso de vaina, el peso de lámina (Cuadro 29) y en las densidades de macollos de julio y diciembre (Cuadro 28), sería consistente con el hecho de que las vacas no ejercieron selectividad por ningún cultivar a lo largo del experimento, ya que confirma que las diferencias entre los cultivares fueron bajas.

Resultados similares obtuvo Isla (2001), evaluando en pastoreo los cultivares de *L. perenne*, Nui, Quartet, Anita, Aries, Jumbo, Gwendal, Napoleón, Pastoral y Yatsyn, donde no hubo diferencias significativas en el tiempo de pastoreo por cultivar, en los pastoreos realizados en la primera temporada de crecimiento, a pesar de que hubo diferencias significativas en el valor D (energía metabolizable) y la altura sin disturbar. Opitz (2002), en la tercera temporada de crecimiento, solo en un pastoreo, encontró diferencias significativas en el tiempo de pastoreo por cultivar, sin embargo esto no se relacionó con diferencias significativas en la altura sin disturbar, energía metabolizable, ni disponibilidad de forraje.

Shewmaker *et al.* (1997), obtuvieron que vaquillas discriminaron entre cultivares de *F. arundinacea* por consumo aparente, sin embargo esta discriminación no se relacionó con una mayor disponibilidad de forraje, sino que los animales consumieron en mayor medida los cultivares con menor disponibilidad. La discriminación de los animales en pastoreo por cultivares de *F. arundinacea*, se debió al contenido

nutricional de éstos. Ganskopp *et al.* (1997), en un experimento de preferencia en pastoreo de bovinos entre especies pratenses, tampoco encontraron una discriminación en el consumo de forraje según la disponibilidad de las especies pratenses.

Heitschmidt *et al.* (1990), al contrario de lo reportado por Griffiths *et al.* (2003), no obtuvieron que diferencias de altura dentro de una misma especie pratense influyeran en la selectividad de los bovinos en pastoreo y señalan que dentro de especies las diferencias son menores que entre especies, para influir en la selectividad, lo que podría explicar la ausencia de selectividad de vacas lecheras en pastoreo, entre cultivares de *L. perenne* de diferente altura sin disturbar.

De los antecedentes expuestos, se puede deducir que con bajas diferencias de altura, disponibilidad de forraje y energía metabolizable entre cultivares, no habría un efecto en la selectividad, ya que mientras menor sean las diferencias para estos atributos, entre los componentes de la pradera, menor será el grado de selectividad (Hodgson, 1986; Hodgson, 1990). Además, para el caso de la altura, los cultivares en todos los pastoreos estuvieron por sobre las alturas críticas en prepastoreo, de 8 a 10 cm, alturas bajo las cuales el consumo declinaría en bovinos (Hodgson y Brookes, 1999), por lo que con las alturas medidas en los cultivares, mayores a 15 cm, no serían limitantes para el consumo.

Los siguientes puntos corresponden a una discusión que engloba los resultados obtenidos en los Estudios I y II, junto con los antecedentes recopilados sobre la preferencia y selectividad de animales en pastoreo.

### **5.3 La preferencia y selectividad de animales en pastoreo.**

**5.3.1 Las metodologías para evaluar la preferencia y selectividad.** En los Estudios I y II, se utilizaron dos metodologías para evaluar la preferencia y selectividad de animales en pastoreo. En estos estudios

se demostró la diferencia entre preferencia y selectividad en pastoreo, términos que normalmente son confundidos por los autores, cuya diferencia fue expuesta originalmente por Hodgson (1979). Se utilizó la metodología de los pasillos, adaptada de Griffiths *et al.* (2003), la cual evalúa preferencia, ya que los animales deben ingresar a un pasillo donde necesariamente, tendrán que pasar por todos los componentes práticos que se les exponen, teniendo éstos igual probabilidad de ser pastoreados. Se utilizó una metodología que evalúa selectividad, en donde la determinación del tiempo de pastoreo fue adaptada de Phillips *et al.* (1999) y la evaluación del consumo aparente, como criterio para evaluar selectividad, fue adaptada de Shewmaker *et al.* (1997). En este caso, los animales al ingresar al ensayo tienen libertad para elegir alguna parcela y pastorearla, donde estos no tendrán necesariamente que pasar por todas las parcelas, cuya elección estará afectada por las características de sus componentes práticos.

**5.3.2 Las variables del comportamiento animal en pastoreo.** El número de bocados totales, el tiempo de pastoreo, la profundidad de bocado y el consumo aparente, son variables del pastoreo, con las cuales se puede cuantificar el pastoreo selectivo (Griffiths *et al.*, 2003; Shewmaker *et al.*, 1997), ya que estas variables están en función de características de la pradera, como la altura, el hábito de crecimiento, la disponibilidad de forraje y el contenido de nutrientes (Hodgson, 1986; Gibb *et al.*, 1997). Las variables del pastoreo, como el número de bocados totales, el tiempo de pastoreo, la profundidad de bocado y el consumo aparente tienen una relación directa entre sí, no obstante el número de bocados totales, es la variable que define con mayor claridad el comportamiento de los animales en pastoreo (Holmes *et al.*, 2002). Los resultados del Estudio I, revelaron una relación positiva y estrecha, entre el número de bocados totales y el tiempo de pastoreo, lo que confirma lo obtenido por Griffiths *et al.* (2003). El número de bocados totales tiene directa relación con el residuo post pastoreo, así un incremento en el número de bocados totales, trae consigo una menor altura residual sin disturbar y por lo tanto una mayor profundidad de bocado (Tharmaraj *et al.*, 2003). El consumo aparente es

una variable que permitiría determinar si un componente de la pradera fue más consumido que otro, comportamiento que fue definido por Hodgson (1979), como selectividad.

**5.3.3 Los componentes de la pradera.** Mientras mayor sea el contraste entre los componentes de la pradera, mayor será el grado de pastoreo selectivo (Hodgson, 1986; Hodgson, 1990), por lo tanto con altas diferencias, como por ejemplo, entre praderas en distinta condición de fertilidad (Estudio I), hubo discriminación en el consumo de animales en pastoreo, sin embargo con bajas diferencias, como las detectadas entre cultivares de *L. perenne* (Estudio II), no lo hubo. Heitschmidt *et al.* (1990), señala al respecto, que las diferencias dentro de especies son menores que entre especies, para influir en el pastoreo selectivo. Es necesario considerar, que la selectividad no es solo la remoción por animales en pastoreo de unas plantas por sobre otras, sino también es la remoción de partes de plantas por sobre otras (Hodgson, 1979), en donde los animales tienden a seleccionar a favor de las láminas por sobre los tallos (Hodgson y Brookes, 1999; Stuth, 1991; Shewmaker *et al.*, 1997; Holmes, 1980).

**5.3.4 Los factores que influyen en el pastoreo selectivo.** Los atributos de la pradera, que influyen en el pastoreo selectivo se pueden clasificar como siguen a continuación, considerando que no son independientes entre sí.

5.3.4.1 La composición botánica. Este atributo es válido para la selectividad entre especies, en donde los animales en pastoreo, seleccionan con mayor frecuencia las especies de crecimiento rápido, que crecen en ambientes ricos en recursos (Briske, 1996), lo que queda demostrado en el Estudio I, donde los animales prefirieron praderas compuestas por especies como *L. perenne*, frente a praderas compuestas por especies como *T. officinale*, *L. nudicaulis* e *H. radicata*, especies de crecimiento lento, que colonizan ambientes con baja disponibilidad de recursos y que invierten en mecanismos para evitar ser consumidas (Briske, 1996). La composición botánica es el factor más importante en determinar el consumo selectivo en pastoreo, ya que tiene directa

relación con el resto de los atributos que afectan la discriminación en pastoreo, como fue demostrado en el Estudio I.

5.3.4.2 La arquitectura de la pradera. La disponibilidad de forraje, la altura, el hábito de crecimiento y la densidad de plantas, son atributos de la pradera que determinan la estructura de la pradera e influyen por lo tanto el pastoreo selectivo (Tharmaraj *et al.*, 2003; Smit *et al.*, 2005; Forbes, 1986). La altura tiene directa relación con la selectividad en pastoreo (Griffiths *et al.*, 2003; Betteridge *et al.*, 1994), al igual que la disponibilidad de forraje (Griffiths *et al.*, 2003), lo que confirma los resultados del Estudio I, sin embargo, también ha sido demostrado que la disponibilidad de forraje no tiene un efecto en la discriminación en pastoreo (Ganskopp *et al.*, 1997) y que los animales en pastoreo seleccionan los componentes de la pradera con menor disponibilidad (Shewmaker *et al.*, 1997). Es importante destacar que estas comparaciones se han hecho con especies pratenses en estado vegetativo, ya que si bien especies forrajeras en estado reproductivo, muestran una mayor disponibilidad de materia seca, son seleccionadas con menor frecuencia (Stuth, 1991) o evitadas (Shewmaker *et al.*, 1997). El aumento en el porcentaje de materia seca junto con el avance de la madurez de las especies pratenses, pudiera explicar las discrepancias obtenidas en el efecto de la disponibilidad en el pastoreo selectivo, en los diferentes experimentos.

5.3.4.3 El contenido nutricional de la pradera. Los animales en pastoreo discriminan a favor de los componentes de la pradera con un menor contenido de fibra (Griffiths *et al.*, 2003; Mayland y Shewmaker, 1999), lo que también se evidenció con los resultados del Estudio I. Un bajo contenido de fibra se relaciona con una alta digestibilidad o contenido de energía metabolizable, atributo que se relaciona directamente con la selección de animales en pastoreo (Hodgson y Brookes, 1999). El contenido de proteína se relaciona directamente con el consumo en pastoreo, al contrario de lo que ocurre con el contenido de cenizas totales (Provenza, 1995; Mayland y Shewmaker, 1999). Los resultados del Estudio I, confirmaron un efecto del contenido de proteína en el pastoreo preferencial. Para el caso del contenido de

cenizas totales, los resultados son contradictorios, ya que los componentes de la pradera con mayores concentraciones, fueron preferidos por los animales en pastoreo. El efecto del contenido de cenizas totales en el pastoreo selectivo requiere ser más estudiado.



## 6 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que fue realizado el Estudio I: Efecto de la condición de pradera sobre la preferencia de vacas lecheras en pastoreo; se puede concluir lo siguiente:

- La pastura sembrada presentó los menores contenidos de fibra y en algunos cortes, los menores contenidos de energía metabolizable, siendo el resto de las diferencias entre los tipos de pradera, no consistentes a lo largo de los cuatro cortes.
- Las praderas fertilizadas presentaron un mayor contenido de especies pratenses con una mayor disponibilidad de forraje, altura sin disturbar, contenido de energía metabolizable, proteína bruta, cenizas totales y un menor contenido de fibra.
- Las praderas con una composición botánica relacionada a una mayor disponibilidad de forraje, altura sin disturbar, contenido de energía metabolizable y proteína bruta, y a un menor contenido de fibra, presentaron una mayor preferencia en pastoreo por vacas lecheras.

Bajo las condiciones en que fue realizado el Estudio II: Selectividad por cultivares de *Lolium perenne* L. de vacas lecheras en pastoreo; se puede concluir lo siguiente:

- Los cultivares de *L. perenne* presentaron pocas diferencias en las variables evaluadas a lo largo de los seis cortes, presentando solo en algunos, diferencias en la altura sin disturbar, disponibilidad de forraje, contenido de energía metabolizable, ancho de lámina y densidad de macollos.

- Las diferencias en la disponibilidad de forraje, altura sin disturbar y contenido de energía metabolizable de cultivares de *L. perenne*, no fueron suficientes para que vacas lecheras en pastoreo manifestaran un comportamiento selectivo.

En base a los resultados de ambos estudios, se puede concluir lo siguiente:

- Las vacas lecheras tienen la capacidad de discriminar entre diferentes tipos de praderas. Esta discriminación depende de atributos como la composición botánica, altura de la pradera, disponibilidad de forraje, contenido de energía metabolizable, proteína y fibra, no obstante la magnitud de las diferencias entre los atributos prateros, determinan la selección de los animales en pastoreo, por lo tanto con altas diferencias entre ellos, existirá discriminación de animales en pastoreo, al contrario de lo que ocurrirá si las diferencias son bajas.

## 7 RESUMEN

Durante el comportamiento animal en pastoreo, ocurren los fenómenos de preferencia y selectividad. Estudios realizados con animales pastoreando diferentes especies y ejemplares de una misma especie, indican que la composición botánica, la altura, la disponibilidad de forraje, el estado fenológico y la calidad nutritiva de la pradera, influyen en la selección de los animales en pastoreo. Sin embargo no se han realizado trabajos en pastoreo selectivo con praderas polifíticas en distinta condición y solo algunos con cultivares dentro de una misma especie. El presente trabajo consistió en la realización de dos estudios.

### **7.1 Estudio I: Efecto de la condición de pradera sobre la preferencia de vacas lecheras en pastoreo.**

La hipótesis consistió en que las vacas lecheras en pastoreo tienen la capacidad de discriminar entre distintos tipos de praderas y esta discriminación está determinada por las especies constituyentes, la disponibilidad de forraje y la calidad nutritiva de la pradera. El objetivo fue evaluar el efecto de las especies constituyentes de la pradera, la disponibilidad de forraje y la calidad nutritiva de la pradera sobre la preferencia de vacas lecheras en pastoreo, medida como el tiempo de pastoreo, el número de bocados totales y la profundidad de bocados. Este estudio se realizó en un ensayo, consistente en tres tipos de pradera en un arreglo lineal: pradera naturalizada sembrada (*Bromus valdivianus* Phil., *Holcus lanatus* L., *Agrostis capillaris* L., *Arrhenatherum elatius* spp bulbosus (Willd). Spencer y *Lotus uliginosus* Schkuhr), pastura sembrada (*Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L.) y pradera mixta sembrada (*L. perenne*, *T. repens* y *B. valdivianus*), bajo dos niveles de fertilización: con y sin. A los tratamientos con fertilización se les aplicó a la siembra 47 kg de N, 140 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 47 de K<sub>2</sub>O por ha y después de cada pastoreo, 30 de N. Los cortes se realizaron cuando cualquiera de los tipos de pradera alcanzó los 20 cm

de altura sin disturbar e inmediatamente después, se realizaron los pastoreos (21 de noviembre de 2003, 16 de diciembre de 2003, 15 de marzo de 2004 y 23 de abril de 2004). Se confeccionaron 3 pasillos de cerco eléctrico, de un ancho de 2 m cada uno, paralelos y perpendiculares al sentido de las parcelas. Cada pasillo fue pastoreado por una vaca en una dirección. Posterior al pastoreo se realizó un corte de homogenización para dejar una altura de residuo de 4 cm. En la pradera se evaluó la disponibilidad de forraje (kg MS/ha), la altura sin disturbar (cm) previa y posterior al pastoreo, la composición botánica (%), la proteína bruta (%), la fibra detergente neutro (%), la fibra detergente ácido (%), las cenizas totales (%) y la energía metabolizable (Mcal/kg MS). Para el comportamiento animal se evaluó el tiempo de pastoreo (min/parcela) y los bocados totales (nº/parcela). El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar con arreglo factorial de los tratamientos (3 tipos de pradera por 2 tipos de fertilización) y 3 bloques. Se realizó un análisis de varianza a los datos obtenidos en el experimento y se utilizó el test de Waller Duncan para comparar los promedios y el test de PDIFF para el análisis de las interacciones significativas. Se realizó un análisis Cluster, para agrupar según rendimiento las especies determinadas en la composición botánica y un análisis de variables canónicas para determinar la relación de la preferencia de pastoreo con las variables evaluadas en la pradera y los Grupos de especies. Las vacas solo en dos pastoreos prefirieron las pasturas sembradas. En todos los pastoreos en cambio, las vacas discriminaron a favor de los tipos de pradera fertilizados, con un mayor número de bocados totales, tiempo de pastoreo y profundidad de bocado, ya que la fertilización tuvo un efecto significativo sobre las variables de la pradera que determinan la preferencia en pastoreo, como son un aumento de las especies pratenses altamente seleccionadas por los animales, como *L. perenne*, un aumento de la altura sin disturbar, disponibilidad de forraje, contenido de energía metabolizable y proteína bruta y una disminución de los contenidos de fibra.

## **7.2 Estudio II: Selectividad por cultivares de *Lolium perenne* L. de vacas lecheras en pastoreo.**

La hipótesis fue que las vacas lecheras discriminan y pastorean selectivamente cultivares dentro de una misma especie pratense. El objetivo fue determinar el efecto de la disponibilidad de forraje y la energía metabolizable sobre la selectividad en pastoreo, medida como el tiempo de pastoreo y el consumo aparente de forraje. Este estudio se realizó en un ensayo consistente en diez cultivares de *L. perenne*: Bronsyn SE, Bronsyn AR1, Impact, Impact AR1, Aries, LP 296, Arrow, Meridian, Matrix y Nui. A la siembra se aplicó un equivalente de 35 kg de N, 228 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 123 de K<sub>2</sub>O por ha y después de cada pastoreo, 30 de N. Los cortes se realizaron cada vez que cualquier cultivar alcanzó los 20 cm de altura sin disturbar, con un máximo de 60 días transcurridos entre cortes, e inmediatamente después se realizaron los pastoreos (22 de diciembre 2003; 15 de enero 2004; 10 de marzo 2004; 15 de abril 2004; 28 de mayo 2004; 28 de julio 2004). Posterior al pastoreo se realizó un corte de homogenización para dejar una altura de residuo de 4 cm. Se midió la altura sin disturbar (cm) previa y posterior al pastoreo, la disponibilidad de forraje (kg MS/ha) previa y posterior al pastoreo, el consumo aparente (kg MS/ha), la energía metabolizable (Mcal/kg MS), la densidad de macollos (en 0,04 cm<sup>2</sup>), el largo de lámina (cm), el ancho de lámina (mm), el peso de vaina y el peso de lámina (mg MS). Para el comportamiento animal se evaluó el tiempo de pastoreo (min/parcela). El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar, con 10 tratamientos (10 cultivares de *L. perenne*) y 3 bloques. Las variables medidas fueron sometidas a un análisis de varianza y se utilizó el test de Waller Duncan para la comparación de promedios. Las vacas no ejercieron selectividad en pastoreo entre cultivares a lo largo del experimento, ya que las variables con las cuales se determinó la selectividad en pastoreo, tiempo de pastoreo y consumo aparente, no presentaron diferencias significativas. Esta falta de selectividad se debió a que en general, no hubo diferencias significativas entre cultivares en las variables disponibilidad de forraje, altura sin disturbar y energía metabolizable y en los pastoreos en donde hubo diferencias significativas, estas fueron bajas para influir en la selectividad en pastoreo.

## 8 SUMMARY

Significant phenomena affecting grazing behaviour include preference and selectivity. Studies with cattle grazing the same or different grass species, have concluded that the botanical composition, the sward surface height, the herbage mass, the stage of phenology and the nutritive value of the sward, affect selective grazing. However there are a limited number of studies with cattle grazing multi-species pastures in different conditions and only a few with grass cultivars from one species. The present trial includes two studies.

### 8.1 Study I: Effect of pasture condition on grazing preference by dairy cows.

The hypothesis was that grazing dairy cows discriminate among pastures types and that this discrimination is affected by the botanical composition, the herbage mass and the nutritive value of the sward. The objective was to determine the effect of botanical composition, herbage mass and nutritive value of the sward on grazing preference by dairy cows, evaluated by grazing time, total bite number and bite depth. This study was conducted in a trial with a linear arrangement of three pasture types: a naturalised sown pasture (*Bromus valdivianus* Phil., *Holcus lanatus* L., *Agrostis capillaris* L., *Arrhenatherum elatius* spp bulbosus (Willd). Spencer and *Lotus uliginosus* Schkuhr), a sown pasture (*Lolium perenne* L. and *Trifolium repens* L.) and a sown pasture mixture (*L. perenne*, *T. repens* and *B. valdivianus*), with and without fertilization. To the fertilized pastures, 47 kg of N, 140 of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 47 of K<sub>2</sub>O per ha, were applied to the soil during the establishment and 30 kg of N were applied after each grazing event. When any pasture type reached an average undisturbed sward surface height of 20 cm, all plots were harvested and immediately grazed (november 21, 2003; december 16, 2003; march 15, 2004 and april 23, 2004). Three passages, 2 m wide prepared with an electric fence, were set, parallel and perpendicular to the plots. Each

passage was grazed by one cow in one direction. After the grazing event, the trial was cut to a 4 cm stubble height. The herbage mass (kg DM/ha), undisturbed sward surface height (cm) pre and post grazing, botanical composition (%), crude protein (%), neutral fiber detergent (%), acid fiber detergent (%), total ash (%) and the metabolizable energy (Mcal/kg DM) contents were evaluated at pasture level. Grazing behaviour parameters evaluated, included grazing time (min/plot) and total bites (n/plot). The experimental design utilized was a randomized block with a factorial arrangement of treatments (3 pasture types by 2 fertilizations) and 3 blocks. The results were analysed through ANOVA. The Waller Duncan test was used for means comparison and the PDIFF test was used when a significant interaction was detected. A Cluster Analysis was also performed for grouping the grass species detected in the botanical composition according to the herbage yield and a Canonical Variates Analysis was performed to determine the relationship between grazing preference, pasture characteristics and Groups of grass species. Only in two grazing events the cows grazed preferentially the sown pastures. In all grazing events the cows grazed preferentially the fertilized pasture types, with a higher total number of bites, longer grazing time and more bite depth. This was attributed to the fact that the fertilization had a significant effect on sward variables that have been shown to have a positive influence on grazing preference. These include a higher content of grass species frequently selected by grazing animals, like *L. perenne*, a higher undisturbed sward surface height, herbage mass, metabolizable energy and crude protein content and lower fiber contents.

## **8.2 Study II: Grazing selectivity among *Lolium perenne* L. cultivars by dairy cows.**

The hypothesis was that dairy cows discriminate and show a selective behaviour when grazing cultivars of a grass species. The objective was to determine the effect of herbage mass and metabolizable energy content on grazing selectivity, measured by grazing time and estimated herbage intake. This study was conducted with ten *L. perenne* cultivars: Bronsyn SE, Bronsyn AR1, Impact, Impact AR1, Aries, LP 296, Arrow, Meridian, Matrix and Nui. During the establishment, 35 kg of N,

228 of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 123 of K<sub>2</sub>O per ha were applied and 30 additional kg of N were applied after each grazing event. When any *L. perenne* cultivar reached an average undisturbed sward surface height of 20 cm, all plots were harvested and then grazed, with no more than 60 days between harvests (december 22, 2003; january 15, 2004; march 10, 2004; april 15, 2004; may 28, 2004 and july 28, 2004). After each grazing event, the trial was cut to a 4 cm stubble height. The undisturbed sward surface height (cm) pre and post grazing, the herbage mass (kg DM/ha) pre and post grazing, the estimated herbage intake (kg DM/ha), the metabolizable energy content (Mcal/kg DM), the tiller density (in 0,04 cm<sup>2</sup>), the leaf length (cm), the leaf width (mm), the sheet weight and the leaf weight (mg DM), were evaluated at the pasture level. Grazing behaviour variables included only grazing time (min/plot). The experimental design was a randomized block with 10 treatments (10 *L. perenne* cultivars) and 3 blocks. The results were analysed through ANOVA and the Waller Duncan test was used to compare means. The cows did not discriminate among cultivars during the entire experiment, because there were not significant differences in grazing time and in estimated herbage intake. This lack of selectivity was explained because in general, there were not significant differences among cultivars in the variables: herbage mass, undisturbed sward surface height and metabolizable energy content and the significant differences in those variables at some grazing events were not large enough to influence grazing selectivity.



## 9 BIBLIOGRAFIA

- AGRISEEDS. 2004. 2005 Pasture manual. The comprehensive manual on pastures and pasture technology. New Zealand Agriseeds Limited. 150 p.
- ANASAC. 1999. Catálogo forrajeras. Serie ballicas. Santiago, Chile. 50 p.
- ANASAC. 1997. Catálogo de forrajeras. Programa de forrajeras. Santiago, Chile. 184 p.
- Archer, S. y Smeins, F. 1991. Ecosystem - level processes. **In:** R. Heitschmidt y J. Stuth (eds) Grazing management: an ecological perspective. Portland, Oregon, USA. Timber Press. pp. 109 - 139.
- 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.
- Balocchi, O. y López, I. 1996. Especies pratenses nativas y naturalizadas del sur de Chile. **In:** L. Latrille (ed) Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B - 20. Uniprint. pp. 65 - 81.
- Barrett, P.; McGiloway, D.; Laidlaw, A. y Mayne, C. 2003. The effect of sward structure as influenced by ryegrass genotype on bite dimensions and short - term intake rate by dairy cows. Grass and Forage Science 58: 2 - 11.

- Behrendt, S. y Hanf, M. 1979. Malezas gramíneas en los cultivos agrícolas. Su determinación en estado de no floración. BASF. Alemania. 159 p.
- Betteridge, K.; Fletcher, R.; Liu, Y.; Costall, D. y Devantier, B. 1994. Rate of removal of grass from mixed pastures bay cattle, sheep and goat grazing. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 56: 61 - 65.
- Briseño de la Hoz, V. y Wilman, D. 1981. Effects of cattle grazing, sheep grazing, cutting and sward height on a grass - white clover sward. Journal of Agricultural Science 97: 699 - 706.
- Briske, D. 1996. Strategies in plant survival in grazed systems: A functional interpretation. **In:** J. Hodgson y A. Illus (eds) The ecology and management of grazing systems. Wallingford, CAB International. pp. 37 - 67.
- Brown, J. y Stuth, J. 1993. How herbivory affects grazing tolerant and sensitive grasses in a central Texas grassland: integrating plant response across hierarchical levels. Oikos 67: 291 - 298.
- Cisternas, E. y Villagra, M. 2003. Gorgojo argentino de las ballicas *Listronotus bonariensis* (Kuschel). **In:** F. Lanuza, A. Torres, A. y E. Cisternas (eds) El gorgojo y el endófito de las ballicas en la producción bovina de leche y carne en el sur de Chile. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación INIA Remehue, Boletín INIA N°100. Osorno, Chile. pp. 17 - 52.
- Chile, Instituto Nacional de Estadísticas. 1997. VI Censo Nacional Agropecuario. <<http://www.ine.cl/censo/index.htm>> (16. abr. 2001).
- Díaz, J.; Espinoza, N. y Zapata, M. 1993. Biología, importancia económica y control del pasto cebolla. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca 12 (4):11 - 15.

- Easton, H.; Christensen, M.; Eerens, J.; Fletcher, L.; Hume, D.; Keogh, R.; Lane, G.; Latch, G.; Pennell, C.; Popay, A.; Rolston, M.; Sutherland, B. y Tapper, B. 2001. Ryegrass endophyte: a New Zealand Grassland success story. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 63: 37 - 46.
- Forbes, J. 1986. The voluntary food intake of farm animals. Londres, Reino Unido. Butterworths. 206 p.
- Ganskopp, D.; Myers, B.; Lambert, S. y Cruz, R. 1997. Preferences and behavior of cattle grazing 8 varieties of grasses. Journal of Range Management 50 (6): 578 - 586.
- Garrido, O. y Mann, E. 1981. Composición química, digestibilidad y valor energético de una pradera permanente de pastoreo a través del año. Tesis Lic. Agr. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 70 p.
- Gastó, J.; Cosio, F. y Panario, D. 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de sitio y condición. Red de Pastizales Andinos. Santiago, Chile. 254 p.
- Gibb, M.; Huckle, C.; Nuthall, R. y Rook, A. 1997. Effects of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein Friesian cows. Grass and Forage Science 52: 309 - 321.
- Gitay, H. y Noble, I. 1997. What are functional types and how should we seek them? **In:** T. Smith, H. Shugart y F. Woodward (eds) Plant functional types: Their relevance to ecosystem properties and global change. Cambridge University Press. 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.
- Griffiths, W.; Hodgson, J. y Arnold, G. 2003. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. I. Patch selection. *Grass and Forage Science* 58: 112 - 124.
- Grime, J.; Hodgson, J. y Hunt, R. 1989. Comparative plant ecology. A functional approach to common British species. Unit of Comparative Plant Ecology (NERC), Department of Plant Sciences, University of Sheffield. Londres, Inglaterra. 742 p.
- Heitschmidt, R.; Briske, D. y Price, D. 1990. Pattern of interspecific tiller defoliation in a mixed - grass prairie grazed by cattle. *Grass and Forage Science* 45: 215 - 222.
- Hodgson, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science* 34: 11 - 18.
- Hodgson, J. 1986. Grazing behaviour and herbage intake. **In:** J. Frame (ed) *Grazing*. British Grassland Society. Occasional Symposium No. 19. pp. 51 - 64.
- Hodgson, J. 1990. *Grazing management, science into practice*. Longman Scientific & Technical. Reino Unido. 203 p.
- Hodgson, J. y Brookes, I. 1999. Nutrition of grazing animals. **In:** J. White y J. Hodgson (eds) *New Zealand pasture and crop science*. Oxford University. pp. 117 - 132.
- Holmes, W. 1980. *Grazing Management*. **In:** W. Holmes (ed) *Grass its production and utilization*. The British Grassland Society. Blackwell Scientific Publications. Londres, Inglaterra. pp. 125 - 173.

- Holmes, W.; Brookes, I.; Garrick, D.; Mackenzie, D.; Parkinson, T. y Wilson, G. 2002. Milk production from pasture. Principles and practices. Massey University. Palmerston North, Nueva Zelanda. 602 p.
- Hubbard, C. 1984. Grasses. A guide to their structure, identification, uses and distribution in the British isles. Londres, Inglaterra. Penguin books. 476 p.
- Hutchings, M. y De Kroon, H. 1994. Foraging in plants: the role of morphological plasticity in resource acquisition. *Advances in Ecological Research* 25: 159 - 236.
- Isla, F. 2001. Evaluación de nueve cultivares de *Lolium perenne* L. bajo pastoreo con vacas lecheras. Tesis Lic. Agr. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 84 p.
- Keady, T. y O'Kiely, P. 1998. An evaluation of potassium and nitrogen fertilization of grassland, and date of harvest, on fermentation, effluent production, dry - matter recovery and predicted feeding value of silage. *Grass and Forage Science* 53 (4): 326 - 337.
- Langer, R. 1994. Pasture plants. **In:** R. Langer (ed) Pastures, their ecology and management. Auckland, New Zealand. Oxford University Press. pp. 39 - 74.
- Lanuza, F.; Torres, A. y Cisternas, E. 2003. Compendio y desafíos futuros. **In:** F. Lanuza, A. Torres y E. Cisternas (eds) El gorgojo y el endófito de las ballicas en la producción bovina de leche y carne en el sur de Chile. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación INIA Remehue, Boletín INIA N°100. Osorno, Chile. pp. 139 - 149.

- Launchbaugh, K. 1996. Biochemical aspects of grazing behaviour. **In:** J. Hodgson y A. Illus (eds) The ecology and management of grazing systems. Wallingford, Reino Unido. CAB International. pp. 159 - 184.
- López, H. 1996. Especies forrajeras mejoradas. **In:** I. Ruiz (ed) Praderas para Chile. 2<sup>a</sup> ed. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. pp. 41-108.
- 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 25 (1):62 - 80.
- López, I.; Hodgson, J.; Hedderley, D.; Valentine, I. y Lambert, M. 2003. Selective defoliation by sheep according to slope and plant species in the hill country of New Zealand. Grass and Forage Science 58: 339 - 349.
- López, I. 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 31: 60 - 76.
- Matthei, O. 1995. Manual de malezas que crecen en Chile. Ed. Alfabeta Impresores. Santiago, Chile. 545 p.
- Matthei, O. 1986. El género Bromus 1 (Poaceae) en Chile. Gayana Botánica 43 (1 - 4): 47 - 110.
- Matthew, C. y Hodgson, J. 1998. Grassview: form and function of grass. Massey University, Institute of Natural Resources. Nueva Zelanda. CD-ROM.

- Mayland, H. y Shewmaker, G. 1999. Plant attributes that affect livestock selection and intake. **In:** K. Launchbaugh, K. Sanders y J. Mosley (eds) Grazing behaviour of livestock and wildlife. Univ. Of Idaho, Moscow, ID. pp. 70 - 74.
- Muñoz, C. 1960. Las especies de plantas descritas por R. A. Philippi en el siglo XIX. Estudio crítico en la identificación de sus tipos nomenclaturales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 189 p.
- Navas, E. 1973. Flora de la cuenca de Santiago. Pteridophyta, Gimnospermae, monocotyledonae. Santiago, Chile vl. Andrés Bello. 301 p.
- Opitz, O. 2002. Tercera temporada de evaluación de nueve cultivares de *Lolium perenne* L. bajo pastoreo con vacas lecheras. Tesis Lic. Agr. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 91 p.
- Phillips, C.; Youssef, M. y Chiy, P. 1999. The effect of introducing timothy, cocksfoot and red fescue into a perennial ryegrass sward and the application of sodium fertilizer on the behavior of male and female cattle. *Applied Animal Behaviour Science* 61 (3): 215 - 226.
- Provenza, F. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Journal of Range Management* 48 (1): 2 - 17.
- Ramírez, C.; San Martín, C; Figueroa, H.; Mac Donald, R. y Ferrada, V. 1991. Estudios ecofisiológicos de los ñadis de la Décima Región de Chile. *Agro Sur* 19: 34 - 44.
- Rook, A. 2000. Principles of foraging and grazing behaviour. **In:** A. Hopkins (ed) Grass its production and utilization. The British Grassland Society. Blackwell Science. Londres, Inglaterra. pp. 229 - 246.

- Shewmaker, G.; Mayland, H. y Hansen, S. 1997. Cattle grazing preference among eight endophyte-free tall fescue cultivars. *Agronomy Journal* 89: 695 - 701.
- Siebold, E.; Matzner, M. y Becker, F. 1983. Mejoramiento de praderas naturales del Llano Central de la X Región. *Agricultura Técnica* 43 (4): 313 - 321.
- Smit, H.; Tas, B.; Taweel, H. y Elgersma, A. 2005. Sward characteristics important for intake in six *Lolium perenne* varieties. *Grass and Forage Science* 60: 128 - 135.
- Stewart, A. 1995. *Bromus* - new opportunities. Pyne Gould Guinness Ltd. New Zealand. 16 p.
- 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.
- Tainton, N.; Morris, C. y Hardy, M. 1996. Complexity and stability in grazing systems. **In:** J. Hodgson y A. Illus (eds) *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford, Reino Unido. CAB International. pp. 275 - 299.
- Teuber, N. 1996. La pradera en el llano longitudinal de la X Región (Valdivia - Chiloé). **In:** I. Ruiz (ed) *Praderas para Chile*. 2ª ed. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. pp. 535 - 544.
- Tharmaraj, J.; Wales, W.; Chapman, D. y Egan, A. 2003. Defoliation pattern, foraging behaviour and diet selection by lactating dairy cows in response to sward height and herbage allowance of a ryegrass-dominates pasture. *Grass and Forage Science* 58: 225 - 238.



Torres, A.; Lanuza, F.; Cisternas, E.; Moyano, S. y Villagra, M. 2003. Ballicas con endófitos, sus características, métodos de evaluación y comportamiento en la zona sur de Chile. **In:** F. Lanuza, A. Torres y E. Cisternas (eds) El gorgojo y el endófito de las ballicas en la producción bovina de leche y carne en el sur de Chile. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación INIA Remehue, Boletín INIA N°100. Osorno, Chile. pp. 53 - 78.

Walker, B. 1992. Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology* 6: 18-23.

Whyte, O.; Moir, G. y Cooper, P. 1959. Las gramíneas en la agricultura. Dirección de Fitotecnia y Protección Fitosanitaria. Roma, Italia. 464 p.

## CURRICULUM VITAE

### Antecedentes personales

**Nombre:** Vicente Rafael Anwandter Agüero

**R.U.T.:** 10.547.940-9

**Fecha de nacimiento:** 25 de mayo de 1977

**Edad:** 28 años

**Estado civil:** soltero

**Dirección:** Pedro Aguirre Cerda # 1680

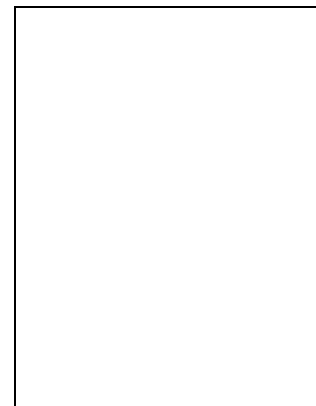
**Fono-Fax:** 63 - 216143

**Fono-Celular:** 95061232

**E-mail:** [vicenteanwandter@uach.cl](mailto:vicenteanwandter@uach.cl)

**Ciudad:** Valdivia

**País:** Chile



### Antecedentes académicos

**Enseñanza básica y media:** Instituto Alemán Carlos Anwandter, Valdivia, Chile (1981 a 1995).

**Enseñanza superior:** Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile (1996 a 2003).

**Grado:** Licenciado en Agronomía, Mención Producción Animal, 2 de enero de 2003.

**Título:** Ingeniero Agrónomo, 15 de enero de 2003.

**Ayudantías realizadas:** asignatura *Manejo de Praderas* (PRAN 121), primer semestre año 2001, 2002, 2003 y 2004, y asignatura *Forrajeras* (PRAN 120), segundo semestre año 2001, 2002, 2003 y 2004.

## Antecedentes laborales

### **Profesor instructor (Categoría IV):**

Cursos *Manejo de Praderas* (PRAN 121), *Forrajeras* (PRAN 120) y *Seminario* (PRAN 195). Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile (2004 al presente).

### **Proyectos de investigación:**

- *Programa de monitoreo de praderas*, correspondiente a FONDEF D03i - 1151, Universidad Austral de Chile (2005 al presente).
- *Definición, validación y divulgación de mejores prácticas de pastoreo para el sur de Chile*, correspondiente a FIA, Universidad Austral de Chile (2004 al presente).
- *Evaluación de cultivares de Lolium perenne L. (ballica inglesa) bajo pastoreo*, correspondiente a un convenio New Zealand Agriseeds Limited - Universidad Austral de Chile (2003 al presente).
- *Estudio de la relación de la diversidad de especies, estabilidad pratense y edafotopo en praderas permanentes del Dominio Húmedo de Chile*, correspondiente a la Dirección de Investigación y Desarrollo (DID), Universidad Austral de Chile (2003 al presente).
- *Estudio de la variabilidad y plasticidad de las gramíneas pratenses naturalizadas y nativas del sur de Chile; Bromus valdivianus Phil., Holcus lanatus L. y Agrostis capillaris L.*, correspondiente a FONDECYT 1000429, Universidad Austral de Chile (2001 al 2002).

### **Actividades laborales independientes:**

- Asesoría en manejo de pastoreo, FAT - COOPRINSEM (2005).
- Experiencia en plantación y comercialización del cultivo de la papa (2003 al 2005).
- Experiencia en plantación y comercialización del cultivo del tulipán (2002 al 2004).
- Ingeniero asesor en tasaciones agrícolas (2004).

## Publicaciones

Anwandter, V.; Balocchi, O.; López, I. y Pinochet, D. 2005.  
Plasticidad fenotípica de accesiones de *Holcus lanatus* L.  
colectadas en praderas con niveles contrastantes de fósforo  
disponible en el suelo. Agro Sur 32 (2): 13 - 25.