

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMIA

**Evaluación del pastoreo selectivo de ovinos sobre *Morus alba*  
L., con respecto a *Agrostis capillaris* L., *Lolium perenne* L. y  
*Eucalyptus nitens* Maiden**

Tesis presentada como parte de los  
requisitos para optar al grado de Licenciado  
en Agronomía.

**Victor Orlando Viveros Gunckel**

VALDIVIA – CHILE

2005

PROFESOR PATROCINANTE

FIRMA

Ignacio López  
Ing. Agr., Ph. D.

---

PROFESORES INFORMANTES

Oscar Balocchi  
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

---

Luis Latrille  
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

---

INSTITUTO DE PRODUCCION ANIMAL

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a todas la personas que me han enriquecido como persona y han sido base en mi formación profesional, en especial a:

A mis profesores colaboradores Adolfo Stay, Oscar Balocchi y Luis Latrille, que fueron un apoyo fundamental en la realización de mi tesis.

A mi profesor patrocinante Ignacio López, por su honestidad, paciencia, amistad y generosidad.

Al FONDEF, debido al financiamiento de la tesis que formo parte del proyecto: Adaptación y uso de la especie Morera (*Morus sp.*) en el sector agropecuario como fuente de forraje; número: D01I1010.

A mis amigos más cercanos Humberto, Carlos, Rodolfo, Karen y Jan, que han estado siempre conmigo en las buenas y en las malas.

A Pablo y Nicole, mis queridos hermanos.

A mis padres Orlando y Victoria, que sin duda, en este momento son lo más importante de mi vida.

**Gracias a todos**

**Dedicada a mis padres y amigos, quienes  
son parte importante de mi vida.**

## INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	El género <i>Morus</i>	3
2.1.1	Distribución geográfica de <i>Morus</i> spp	3
2.1.2	Requerimientos edafoclimáticos de <i>Morus</i> spp	3
2.1.3	Propagación, densidad de plantación, rendimiento y forma de utilización de <i>Morus</i> spp. en producción animal	4
2.1.4	Uso de <i>Morus</i> spp. en estudios de producción animal	5
2.1.4.1	Uso de <i>Morus</i> spp. en producción de leche	5
2.1.4.2	Uso de <i>Morus</i> spp. en producción de carne	5
2.1.4.3	Otros usos de <i>Morus</i> spp. en la alimentación animal	6
2.1.5	Características de <i>Morus alba</i>	6
2.1.5.1	Palatabilidad y valor nutritivo de <i>Morus alba</i>	6
2.2	El concepto de pastoreo	7
2.2.1	El pastoreo selectivo	8
2.2.2	El proceso de selección en animales en pastoreo	8
2.2.3	Factores que afectan la selectividad en pastoreo	8
2.2.3.1	Estructura	9
2.2.3.2	Estado fisiológico del animal	9
2.2.3.3	Experiencia y aprendizaje	9
2.2.3.4	Valor nutritivo	10
2.2.3.5	Especie animal	10
2.2.3.6	Especie pratense	10
2.2.3.7	Partes de la planta	11
2.2.3.8	Regulación metabólica	11
2.2.3.9	Abundancia y Accesibilidad	11
2.2.3.10	Palatabilidad	12
2.2.4	Medición del pastoreo selectivo	12

Capítulo		Página
3	MATERIAL Y MÉTODO	13
3.1	Ubicación del ensayo	13
3.2	Duración del ensayo	13
3.3	Manejo de los animales, previo a la evaluación	13
3.4	Medición de la selectividad en pastoreo	14
3.5	Las variables evaluadas en macollos de <i>Lolium perenne</i> y <i>Agrostis capillaris</i> , y en plantas de <i>Eucalyptus nitens</i> y <i>Morus alba</i>	15
3.6	Variables evaluadas en pastoreo	16
3.7	Diseño Experimental	19
4	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	20
4.1	Ecuaciones de regresión para determinar disponibilidad, consumo y residuo de las especies <i>L. perenne</i> , <i>A. capillaris</i> , <i>M. alba</i> y <i>E. nitens</i>	20
4.1.1	<i>Morus Alba</i>	20
4.1.2	<i>Eucaliptus nitens</i>	20
4.1.3	<i>Lolium perenne</i>	21
4.1.4	<i>Agrostis capillaris</i>	21
4.2	Valor nutritivo de <i>Eucalyptus nitens</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Morus alba</i> y <i>Agrostis capillaris</i>	21
4.3	Disponibilidad, consumo y residuo de <i>L. perenne</i> y <i>A. capillaris</i>	22
4.4	Disponibilidad, consumo y residuo de <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i>	26
4.5	Consumo y residuo relativos de <i>L. perenne</i> , <i>A. capillaris</i> , <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i>	30
4.6	Comportamiento del pastoreo a través del tiempo	35
5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	37
5.1	Valor nutritivo de las especies evaluadas	37
5.2	Pastoreo selectivo	37
5.2.1	Pastoreo selectivo entre las especies pratense	37
5.2.2	Pastoreo selectivo en arbustos	39
5.2.3	Pastoreo selectivo entre los recursos ofrecidos	41
6	CONCLUSIONES	44
7	RESUMEN	45

Capítulo		Página
	SUMMARY	47
8	BIBLIOGRAFÍA	49
	ANEXOS	59

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Valor nutritivo en base a la materia seca de la zona aérea consumible de <i>Eucalyptus nitens</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Morus alba</i> y <i>Agrostis capillaris</i> , en abril	22
2	Materia seca disponible (mg) en macollos marcados de <i>L. perenne</i> y <i>A. capillaris</i> , para diciembre, febrero y abril y para el promedio de los períodos evaluados	22
3	Consumo aparente de materia seca (mg) en macollos marcados de <i>L. perenne</i> y <i>A. capillaris</i> , para diciembre febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados	23
4	Materia seca residual (mg) en macollos marcados de <i>L. perenne</i> y <i>A. capillaris</i> , para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados	23
5	Área disponible (cm <sup>2</sup> ) en macollos marcados de <i>L. perenne</i> y <i>A. capillaris</i> , para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados	24
6	Consumo aparente evaluado en términos de área (cm <sup>2</sup> ) en macollos marcados de <i>L. perenne</i> y <i>A. capillaris</i> , para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados	24
7	Área residual (cm <sup>2</sup> ) en macollos marcados de <i>L. perenne</i> y <i>A. capillaris</i> , para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados	25
8	Altura disponible (cm) en macollos marcados de <i>L. perenne</i> y <i>A. capillaris</i> , para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados	25
9	Altura residual (cm) en macollos marcados de <i>L. perenne</i> y <i>A. capillaris</i> , para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados.	26



Cuadro		Página
10	Consumo aparente evaluado en términos de altura (cm) en macollos marcados de <i>L. perenne</i> y <i>A. capillaris</i> , para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados	26
11	Materia seca disponible (g) en plantas de <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas	27
12	Consumo aparente de materia seca (g) en plantas de <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas	27
13	Residuo de materia seca (g) en plantas de <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas	28
14	Área disponible prepastoreo (cm <sup>2</sup> ) en plantas de <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, para el promedio de las tres fechas	28
15	Consumo aparente evaluado en términos de área foliar (cm <sup>2</sup> ) en plantas de <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , ofrecidas para pastoreo en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas	29
16	Área residual (cm <sup>2</sup> ) en plantas de <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril y para el promedio de las tres fechas	29
17	Altura disponible (cm) en plantas de <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas	29
18	Altura residual (cm) en plantas de <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, y para el promedio del estudio.	30

Cuadro		Página
19	Consumo evaluado en términos de altura (cm) en plantas de <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas	30
20	Consumo de materia seca, evaluado como porcentaje del total ofrecido (%), medido en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas	31
21	Residuo de materia seca, evaluado como porcentaje del total ofrecido (%), medido en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas	32
22	Consumo de área foliar, evaluado como porcentaje del total ofrecido (%), medido en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas	32
23	Área foliar residuo, evaluada como porcentaje del total ofrecido (%), medido en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas	33
24	Altura pastoreada, evaluado como porcentaje de la altura inicial (%), medido en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas	34
25	Altura residuo, evaluada como porcentaje de la altura inicial (%), medido en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas	34

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Mediciones realizadas a nivel de macollo, en <i>L. perenne</i> y <i>A. capillaris</i> , pre y postpastoreo	18
2	Mediciones realizadas a nivel de planta, en <i>M. alba</i> y <i>E. nitens</i> pre y postpastoreo	19
3	Número de ovejas acumulado, pastoreando en un momento determinado a las especies <i>L. perenne</i> , <i>A. capillaris</i> , <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> en el pastoreo de diciembre	35
4	Número de ovejas acumulado, pastoreando en un momento determinado a las especies <i>L. perenne</i> , <i>A. capillaris</i> , <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> en el pastoreo de febrero	36
5	Número de ovejas acumulado, pastoreando en un momento determinado a las especies <i>L. perenne</i> , <i>A. capillaris</i> , <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> en el pastoreo de abril	36

## INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Largo de la lámina, ancho de la lámina, peso seco de la lámina y área de la lámina de <i>Morus Alba</i> .	60
2	Largo del pecíolo, peso seco del pecíolo, largo de hoja, ancho de hoja y peso seco de la hoja, de <i>M. alba</i>	61
3	Largo y ancho del tallo primario (tallos con más de un año de edad) de <i>M. alba</i>	62
4	Largo y ancho del tallo secundario (tallos con menos de un año de edad) de <i>M. alba</i>	63
5	Largo de la lámina, ancho de la lámina, peso seco de la hoja y área de la hoja de <i>E. nitens</i>	64
6	Largo y peso seco del tallo de <i>E. nitens</i>	65
7	Largo, ancho en dos extremos de la lámina, peso seco de la lámina y área de la lámina de <i>Lolium perenne</i>	66
8	Largo, ancho en dos extremos de la lámina, peso seco de la lámina y área de la lámina de <i>Agrostis capillaris</i>	67
9	Disponibilidad, consumo y residuo de las especies <i>Lolium perenne</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Morus alba</i> y <i>Eucalyptus nitens</i> , en términos de materia seca (g), área (cm <sup>2</sup> ) y altura de la planta (cm), en pastoreo de diciembre	68
10	Disponibilidad, consumo y residuo de las especies <i>Lolium perenne</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Morus alba</i> y <i>Eucalyptus nitens</i> , en términos de materia seca (g), área (cm <sup>2</sup> ) y altura de la planta (cm), en pastoreo de febrero	69
11	Disponibilidad, consumo y residuo de las especies <i>Lolium perenne</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Morus alba</i> y <i>Eucalyptus nitens</i> , en términos de materia seca (g), área (cm <sup>2</sup> ) y altura de la planta (cm), en pastoreo de abril	70
12	Valor nutritivo de Grano de cebada, <i>Medicago sativa</i> en estado vegetativo, <i>Lolium</i> spp. planta entera invierno, Pradera permanente fertilizada primavera	71

Anexo		Página
13	Pastoreo instantáneo de ovejas sobre las especies <i>L. perenne</i> , <i>A. capillaris</i> , <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , durante una hora en el mes de diciembre	72
14	Pastoreo selectivo de <i>L. perenne</i> , <i>A. capillaris</i> , <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , acumulado durante diciembre	73
15	Pastoreo instantáneo de ovejas sobre las especies <i>L. perenne</i> , <i>A. capillaris</i> , <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , durante una dos horas con cincuenta minutos, en el mes de febrero	74
16	Pastoreo selectivo de <i>L. perenne</i> , <i>A. capillaris</i> , <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , acumulado durante febrero	75
17	Pastoreo instantáneo de ovejas sobre las especies <i>L. perenne</i> , <i>A. capillaris</i> , <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , durante una dos horas con diez minutos, en el mes de abril	76
18	Pastoreo selectivo de <i>L. perenne</i> , <i>A. capillaris</i> , <i>E. nitens</i> y <i>M. alba</i> , acumulado durante abril	77

## 1 INTRODUCCION

El sector pecuario es una actividad económica relevante en la Décima Región, por esta razón su desarrollo y mejoramiento continuo, es imprescindible, más aún, cuando la economía de Chile está abierta a potencias como Estados Unidos, Corea del Sur y la Unión Europea.

La alimentación del ganado bovino y ovino, por medio del pastoreo de las praderas, constituye la forma más barata para alimentar a los animales rumiantes, por lo tanto el desarrollo de sistemas pastoriles es clave para el éxito económico de la actividad. Para esto es importante la búsqueda de nuevos recursos forrajeros, que permitan mejorar la productividad y calidad de los recursos forrajeros disponibles de manera que se aumente la rentabilidad del negocio.

*Morus alba*, árbol manejado como arbusto, podría ser una nueva alternativa forrajera, debido a que la literatura señala que tiene un alto rendimiento, con una excelente calidad, permitiendo suplir la baja productividad y baja calidad de las praderas en la época estival (SANCHEZ *et al.*, 1992; TALAMUCCI *et al.*, 2000; AZÓCAR *et al.*, 2001).

Las ovejas son conocidas por tener un comportamiento pastoril selectivo (GARCIA *et al.*, 2003a), es decir, ejercer la acción de escoger un forraje entre varios forrajes. Es por lo anterior que se evaluaron bajo pastoreo ovino dos especies arbóreas de características contrastantes como son *Morus alba* y *Eucalyptus nitens*, y a la vez se evaluaron las especies herbáceas, *Lolium perenne* y *Agrostis capillaris*, como especies que generan diferencias en el comportamiento de ovejas en pastoreo.

Se plantea como hipótesis que los ovinos pastorean en forma selectiva las especies *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris*, *Morus alba* y *Eucalyptus nitens*.

El objetivo general de la evaluación fue determinar, en tres épocas del año (diciembre, febrero y abril) el grado de selectividad que tienen los ovinos en pastoreo sobre *Morus alba* con respecto a *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris* y *Eucalyptus nitens*.

Los objetivos específicos fueron:

- a) Determinar la selectividad de ovinos en pastoreo entre las especies herbáceas, *Lolium perenne* y *Agrostis capillaris*, y entre las especies arbustivas, *Morus alba* y *Eucalyptus nitens*, por medio de la diferencias de disponibilidad, consumo y residuo, en términos de materia seca, área foliar y altura.
- b) Determinar la selectividad de ovinos en pastoreo entre *Morus alba*, *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris* y *Eucalyptus nitens*, por medio de la relación existente entre el consumo aparente de ellas con respecto a la disponibilidad de materia seca total, área foliar y altura.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 El género *Morus*

Árbol de origen asiático, proveniente del área comprendida entre China, Japón y la base del Himalaya (BOSCHINI, 2000b; LIU *et al.*, 2000). El género *Morus*, pertenece al orden Urticales, familia Moraceae (MACHII, 2000, MARTÍN *et al.*, 2000). Cuenta con 68 especies (LIU *et al.*, 2000), de las cuales las más comunes son: *Morus alba*, *Morus multicaulis* Loud., *Morus bombycis* Koidz. y *Morus atropurpurea* Roxb. (YONGKANG, 2000).

Se ha usado tradicionalmente para la alimentación del gusano de seda (*Bombyx mori* Linnaeus, 1758), para el consumo del fruto, uso medicinal, producción de papel, producción de hongos, madera para muebles, cercos vivos y alimentación animal (DATTA, 2000; MACHII *et al.*, 2000; SÁNCHEZ, 2000b; TALAMUCCI *et al.*, 2000; MANTEROLA, 2002). En ciertos lugares de India, Afganistán y China, *Morus* spp. ha sido usada tradicionalmente como alimento para rumiantes en sistemas extensivos (SÁNCHEZ, 2000a).

*Morus* spp, tiene diferentes nombres comunes; dependiendo de la ubicación geográfica, es conocida como Amoreira en Brasil, Maulbeerbaum en Alemania, Mulberry en países de habla inglesa, Kurva o Tut en África y Morera en países de habla castellana (BENAVIDES, 1995).

**2.1.1 Distribución geográfica de *Morus* spp.** *Morus* spp., tiene un amplio rango de distribución, tal como en el sur y sur-este de Asia, sur-este de Europa, sur-este de Norte América, noroeste de Sudamérica y partes de África (LIU *et al.*, 2000, SHAYO, 2000; SÁNCHEZ, 2000a).

**2.1.2 Requerimientos edafoclimáticos de *Morus* spp.** *Morus* spp. es considerada cosmopolita por su gran adaptabilidad a diferentes climas y alturas (MARTÍN *et al.*,



2000), prospera bajo un amplio rango de condiciones climáticas: dominio lluvioso selva tropical, dominio seco invernal sabana, dominio seco estival poco característico, dominio seco estacional monzónico, dominio seco estival mediterráneo, dominio húmedo selva templada, dominio seco invernal pradera y bosque méxico, dominio seco estacional poco característico (GASTO *et al.*, 1993; Wyman 1974, citado por DUKE, 1983; DATTA, 2000; BENAVIDES, 2000).

Características edáficas que favorecen el desarrollo de *Morus* spp. son: suelos profundos, fértiles, bien drenados y pH entre 6,2 a 6,8 (DATTA, 2000). No tolera suelos compactados, ni mal drenaje (ALMEIDA y FONSECA, 2000; MARTÍN *et al.*, 2000; TRUJILLO, 2000; XUAN y NGOAN, 2003;).

**2.1.3 Propagación, densidad de plantación, rendimiento y forma de utilización de *Morus* spp. en producción animal.** *Morus* spp. se propaga en forma sexual (semillas) donde 1 kg de semilla tiene entre 450.000 a 500.000 semillas y asexual, a través de acodo, injerto, esqueje y estaca que es el método más común (BENAVIDES, 2000; MACHI *et al.*, 2000; SÁNCHEZ, 2000a; YONGKANG, 2000).

La densidad de plantación varía de 2.250 a 30.000 plantas/ha. Alturas de corte menores a 70 cm ocupan densidades de 30.000 plantas/ha; alturas de corte de 70 a 170 cm usan 7.000 a 12.000 plantas/ha; y alturas de corte mayores a los 170 cm utilizan densidades de 2.250 a 6.000 plantas/ha (BOSCHINI, 2000a). El rendimiento de *Morus* spp. se relaciona a la edad de las plantas (BENAVIDES, 2000), el nivel de fertilización (SÁNCHEZ, 2000a), la densidad, frecuencia de corte y condiciones climáticas (BOSCHINI, 2000a; MARTÍN *et al.*, 2000). En Costa Rica, plantaciones con densidades de 25.000 planta/ha con una frecuencia de corte de 112 días tuvieron rendimientos de 35 ton (BENAVIDES, 2000; MARTÍN *et al.*, 2000). En tres lugares distintos de Costa Rica (Paquera, Puriscal y Coronado) y bajo diferentes fertilizaciones, trabajando con 3 variedades distintas de *Morus alba* (Criolla, Indonesia y Tigriada), con una distancia entre hileras de 1 m y 0,4 m sobre hilera, se obtuvieron rendimientos que fluctuaron entre 8,9 y 39,2 t MS/ha/año (ESPINOSA y BENAVIDES, 1996).

Para la alimentación de rumiantes y monogástricos, tradicionalmente el follaje de *Morus* spp. es cortado (ramas y hojas), cosechado y entregado a los animales como

soiling (SÁNCHEZ, 2000a; MANTEROLA, 2002). *Morus* spp. también ha sido cosechada por pastoreo directo con bovinos (TALAMUCCI *et al.*, 2000).

**2.1.4 Uso de *Morus* spp. en estudios de producción animal.** Se han realizado múltiples evaluaciones en producción animal midiendo los efectos de la suplementación con *Morus* spp. en bovinos, caprinos ovinos, aves, cerdos (BENAVIDES *et al.*, 2000; BENAVIDES, 2000; MACHII *et al.*, 2000a; SÁNCHEZ, 2000a).

2.1.4.1 Uso de *Morus* spp. en producción de leche. BENAVIDES (2000b), comparó la producción de leche de vacas alimentadas con concentrado, con la de vacas alimentadas con *Morus* spp. a razón del 1% (en base a materia seca) del peso vivo del animal, encontrando respuestas similares en producción, proteína y grasa. BENAVIDES *et al.* (2000) usando vacas Holstein en pastoreo, alimentadas con una dieta base de *Pennisetum clandestinum* Hoechst. y *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst., suplementadas con diferentes relaciones concentrado/follaje de *Morus* spp. obtuvo resultados en producción de leche similares para los tratamientos.

En caprinos, se midió un aumento de la producción de leche entre 2 y 2,5 kg/animal/día, cuando se elevó la suplementación con *Morus* spp. de 1 a 2,6% del peso vivo del animal (en base a materia seca), sobre una alimentación base de *Pennisetum purpureum* cv. king grass (ROJAS *et al.*, 1994).

2.1.4.2 Uso de *Morus* spp. en producción de carne. Oviedo 1995 citado por BENAVIDES (2000) obtuvo ganancias de peso similares en vaquillas Jersey x Criollo alimentadas con una dieta base de *Cynodon nlemfuensis* y suplementadas con concentrado o con *Morus* spp.

Toritos Romo-Sinuano alimentados con una dieta a base de *Pennisetum purpureum* y suplementados con niveles crecientes de *Morus* spp. (0; 0,9; 1,71 y 2,11% del peso vivo) (en base a materia seca), tuvieron ganancias de peso de 40, 690, 940 y 950 g/animal/día (GONZALEZ *et al.*, 1996).

En una evaluación realizada con corderos Black Belly, se obtuvieron diferencias significativas, en cuanto a la ganancia de peso, al alimentarlos con una dieta base de *Pennisetum purpureum* cv. king grass, suplementada con distintos niveles de

*Morus* spp. (0; 0,5; 1;1,5 % del peso vivo). Las ganancias de peso obtenidas fueron de 60, 75, 85, 101 g/animal/día (BENAVIDES, 1986).

2.1.4.3 Otros usos de *Morus* spp. en la alimentación animal. En producción de huevos, cuando se alimentó gallinas White Leghorn con alimento que contenían un 3, 6 y 9% de hoja de *Morus* spp. (en base a materia seca), se obtuvo similar número y peso de huevos, que gallinas alimentadas con un concentrado corriente. Sin embargo, 15% de inclusión de hoja de *Morus* spp. provocó una disminución en el peso y número de huevos producidos. Por otro lado, cuando las gallinas fueron alimentadas con hojas de *Morus* spp. el nivel de beta caroteno y de vitamina k<sub>1</sub> aumentó en la yema de huevo (MACHII, 2000).

En un ensayo con cerdos en crecimiento, el concentrado comercial fue substituido hasta por un 20% por harina de hojas de *Morus* spp (en base a materia seca).; se encontró que el mejor nivel de substitución fue de 15%, con ganancias de pesos de 680 a 740 g/día (Trigueros y Villalta 1997, citados por SÁNCHEZ, 2000a).

**2.1.5 Características de *Morus alba*.** *Morus alba* es la especie más extendida del genero *Morus* (SÁNCHEZ, 2000a) y la más resistente al frío (XUAN y NGOAN, 2003). El rango de temperatura anual tolerado es de 5,9 a 27,5 °C, con una tolerancia mínima de -23,3 °C a -28,9 °C (Wyman, 1974, citado por DUKE, 1983).

Puede llegar a medir 15 m de altura con 60 cm de diámetro de tronco (DUKE, 1983). Sus hojas miden de 8 a 14 cm de largo, con haz foliar glabra (HOFFMANN, 1983). Sus frutos son polidrupas carnosas generalmente blancas (DUKE, 1983). Es una especie anemófila, que en sistemas de producción animal está orientada a compensar el déficit de forraje de la época estival (TALAMUCCI *et al* 2000).

2.1.5.1 Palatabilidad y valor nutritivo de *Morus alba*. *Morus alba* es una especie altamente palatable, bien aceptada por el ganado rumiante (SÁNCHEZ, 2000a), con alta digestibilidad (SHAYO, 2000; TRUJILLO, 2000) y no han sido identificados compuestos antinutricionales o tóxicos (SHAYO, 2000). ROOTHAERT (1999) observó que el forraje de *M. alba* tiene una alta ingestión voluntaria en vaquillas.

En Brasil, con tres variedades de *Morus alba* (Miura, FM Shima Miura y FM 86), se midieron rangos energía de 3,5 a 3,6 Mcal/kg de MS, para las hojas (SCHMIDEK *et al.*, s. f.). Por otro lado en Costa Rica con las variedades Criolla, Indonesia y Tigriada, en tres localidades diferentes (Paquera, Puriscal y Coronado) y bajo 3 niveles de fertilización nitrogenada, se midieron rangos de digestibilidad in vitro de la materia seca (%): 71,2% a 78% en la hoja y de 59,4 a 70,5% en tallos jóvenes (BENAVIDES, 2000). Los valores de digestibilidad in vitro de la materia seca para las hojas entregados por BENAVIDES (2000) son inferiores a los reportados por SHAYO (1997) de 82,1 % para hojas. Esto indica que, entre los altos valores de digestibilidad in vitro de la materia seca de las hojas de *Morus alba*, existe una importante variabilidad. Los tallos jóvenes pueden llegar a tener una diferencia relevante en cuanto a la digestibilidad in vitro de la materia seca respecto de las hojas, lo que podría afectar los valores de consumo por los animales en pastoreo.

Los niveles de proteína cruda en *Morus alba*, son altos, se reportan valores de 13,7% a 26,3 % en hojas y de 8,7% a 14,3% en tallos (en base a materia seca) (ESPINOSA y BENAVIDES, 1996). Otras investigaciones reportan niveles de 24,3% a 27,6% de proteína cruda en hoja más tallos jóvenes en variedades de *Morus alba* (SÁNCHEZ, 2000a). Por otro lado SHAYO (1997) publica un nivel de proteína cruda promedio para la planta entera de 18,6%.

Los niveles de fibra cruda reportados son en general bajos, aunque también presentan variaciones entre autores: 13,2 a 16,9% (en base a materia seca) (SÁNCHEZ, 2000a) y de 8,8 a 10,9 % (en base a materia seca) (XUAN Y NGOAN, 2003). BENAVIDES (2000) reporta valores para minerales: Mg (hojas: 0,47 a 0,55%; tallos jóvenes: 0,39 a 0,49%), Ca (hojas: 1,9 a 2,87%; tallos jóvenes: 1,53 a 1,33%), K (hojas: 1,73 a 2,33%; tallos jóvenes: 2,24 a 2,99%) y P (hojas: 0,3 a 0,4 %; tallos jóvenes: 0,3 a 0,4 %) (en base a materia seca).

## **2.2 El concepto de pastoreo**

Pastoreo es un medio de alimentación para animales herbívoros, que consiste en alimentarse de especies forrajeras existentes en una pradera (HODGSON, 1979), con el fin de satisfacer sus necesidades nutricionales (STUTH, 1991).

El pastoreo se realiza principalmente durante las horas de luz, (FRASER y BROOM, 1997), durante 4,5 a 14,5 horas (ARNOLD, 1981), y en caso que se viera limitada la disponibilidad de forraje, el animal incrementa la alimentación durante la noche como forma de mantener el consumo de materia seca (PÉREZ, s. f.).

El pastoreo varía de intensidad durante el día, existiendo varios períodos de pastoreo durante el día, siendo el primero durante la mañana, el más intensivo (3 a 5 horas), seguido de pastoreos menos intensivos. Al terminar el día, el último período de pastoreo es generalmente de alta intensidad, el que dura alrededor de tres horas (FRASER y BROOM, 1997).

El tiempo de pastoreo depende de varios factores tales como: calidad de la pradera (POPP *et al.*, 1997), disponibilidad y accesibilidad del forraje en la estación de pastoreo (GARCIA *et al.*, 2003b), habilidad física del animal para cosechar el forraje y su capacidad digestiva (HOLMES, 1987).

**2.2.1 El pastoreo selectivo.** El pastoreo selectivo es la discriminación que realiza un herbívoro entre los componentes de la pradera, debido al grado de heterogeneidad en la distribución de sus componentes y la accesibilidad de estos para el animal en pastoreo. La selectividad se mide como el cociente entre, el porcentaje que representa la especie o partes de la planta en el total de la ingesta, y el porcentaje de la misma planta o de sus partes presente en la pradera (HODGSON, 1979).

**2.2.2 El proceso de selección en animales en pastoreo.** La selección realizada por un animal, tiene diferentes niveles de resolución. El primer nivel de resolución es macro, definido por los elementos del paisaje y geoforma, donde el animal selecciona un hábitat determinado para pastorear, de acuerdo a los límites, rutas de acceso, agua y comunidades de plantas. Dentro del hábitat seleccionado, el animal buscará un sector con comunidades de especies pratenses, en el cual se alimentará. En un lugar de este sector, el animal se detiene y seleccionará entre las especies y partes de la planta, lo que se denomina estación de pastoreo (STUTH, 1991).

**2.2.3 Factores que afectan la selectividad en pastoreo.** Los herbívoros son muy selectivos (EMMICK, 1993; FORBES y MAYES, 2002; GARCIA *et al.*, 2003a; STUTH,

1991), ya que tratan de satisfacer sus requerimientos nutricionales, evitando la ingestión de compuestos tóxicos (RAMOS *et al.*, 1998). La selectividad en pastoreo depende de una compleja interacción entre animal, planta y medio ambiente (HODGSON, 1986).

2.2.3.1 Estructura. En una pradera el forraje disponible no está distribuido uniformemente en el plano vertical y horizontal, lo que provoca un consumo diferenciado de las plantas y de sus partes, vía selección (CARRÈRE *et al.*, 2003; ROMNEY y GILL, 2000). Por ejemplo, cuando la calidad del forraje es constante, las ovejas seleccionan pastos más altos (DUMONT *et al.*, 1995). Por otro lado, la estructura (altura y densidad) de la planta determina la ingestión potencial durante el pastoreo (Hodgson, 1981, citado por GILLILAND *et al.*, 2002).

2.2.3.2 Estado fisiológico del animal. El estado fisiológico del animal, tiene un grado de influencia sobre la selección que el animal realiza al pastorear (COATES y PENNING, 2000). Por ejemplo, animales con un buen estado nutricional son más selectivos que animales de bajo estado nutricional (LAUNCHBAUGH *et al.*, 1999), o por otro lado, vacas lactantes realizan una menor selección al pastorear que vacas preñadas y secas, debido a que su ingestión total de forraje es mayor (Camping, 1966, citado por ROMNEY y GILL, 2000).

2.2.3.3 Experiencia y aprendizaje. El sabor es una variable de discriminación para los rumiantes entre diferentes forrajes. El sabor dulce o amargo genera preferencia o aversión a forrajes específicos, conducta que a nivel de campo puede ser modificada por la experiencia (FORBES y MAYES, 2002; PROVENZA, 1995). El sentido de la visión les permite identificar a distancia la fuente de alimento. Una vez que el alimento es identificado, el animal decide si lo pastorea o no, dependiendo de su experiencia. Si no conoce el forraje come cautelosamente (FORBES y MAYES, 2002).

En los herbívoros, la modificación de las conductas ingestivas para consumir un alimento, puede formar aversiones o preferencias por un alimento. Cuando el consumo es seguido por un malestar gastrointestinal, genera aversión (PROVENZA, 1995). Por el contrario, si el consumo trae consecuencias positivas desde el punto de vista energético y proteico, se reafirma la preferencia por dicho alimento (FORBES y MAYES, 2002). Por lo tanto, es a través de la experiencia que los herbívoros logran

reconocer especies pratenses y sus cualidades, por ejemplo plantas con toxinas, lo cual produce una conducta específica al seleccionar lo que consumen durante el pastoreo (ROMNEY y GILL, 2000).

2.2.3.4 Valor nutritivo. Los herbívoros generalmente comen una dieta de más alta calidad, que el promedio disponible en la pradera (EMMICK, 1993; FORBES y MAYES, 2002; GARCIA *et al.*, 2003b; STUTH, 1991). FRASER y BROOM (1997) evaluaron ovejas bajo dos situaciones de alimentación con forrajes: un tratamiento consideró una baja disponibilidad de forraje, pero de alta calidad; y el otro tratamiento fue la combinación de un forraje de baja calidad pero en una alta disponibilidad. En ambas situaciones las ovejas seleccionaron una dieta que fue de mejor calidad nutricional que el promedio del alimento disponible.

También se ha medido que, independiente de la carga animal aplicada, las ovejas maximizan la digestibilidad de la dieta, seleccionando plantas o partes de ellas (láminas verdes), seleccionando siempre a favor de los pastos de alta calidad (GARCIA *et al.*, 2003b; GRIFFITHS *et al.*, 2003).

El estado de madurez de las plantas afecta la selectividad al pastorear (NEWSOME *et al.*, 1995). El animal selecciona una leguminosa por sobre la gramínea cuando la última baja su calidad nutritiva en la estación seca (LISCANO *et al.*, 1982; PENNING *et al.*, 1995; ROMNEY y GILL, 2000).

2.2.3.5 Especie animal. La especie animal también tiene influencia sobre el pastoreo selectivo, debido a las diferencias en el tamaño y estructura de la boca entre las especies de animales (FORBES y MAYES; 2002; HODGSON, 1986). Por ejemplo, las ovejas generalmente seleccionan alimento de mejor calidad que el ganado bovino, debido a que los ovinos tienen el labio superior flexible y una mandíbula más angosta que los bovinos (FORBES y MAYES, 2002). La forma en que los animales toman el forraje también afecta la capacidad para seleccionar, como ocurre al comparar ovinos, que usan los labios con bovinos que utilizan la lengua (HODGSON, 1990).

2.2.3.6 Especie pratense. Las especies pratenses pueden afectar la homogeneidad de un pastoreo, y por ende la composición botánica de la pradera, al provocar selección (COATES y PENNING, 2000; KARSLI, 1995; LOPEZ *et al.*, 2003). Esto se debería a los

atributos morfológicos y a compuestos bioquímicos, que afectan tanto la accesibilidad del tejido, como a la palatabilidad de la planta (STUTH, 1991). Así, especies tóxicas son evitadas (STUTH, 1991), o especies más accesibles en la estructura vertical de la pradera (*L. perenne*), son seleccionadas por sobre las que crecen más cercanas a la superficie del suelo (*A. capillaris*) (LÓPEZ *et al.*, 2003).

2.2.3.7 Partes de la planta. Los herbívoros seleccionan partes de una planta (TAINTON *et al.*, 1996); teniendo preferencia por las hojas verdes, luego por los tallos verdes, seguidos de hojas secas y por último, por los tallos secos (KENNEY y BLACK, 1984; KARSLI, 1995; LYONS y MACHEN, s. f.).

2.2.3.8 Regulación metabólica. Los requerimientos de nutrientes influyen a los animales en la selección al pastorear (FRASER y BROOM, 1997; FORBES y MAYES, 2002). Por ejemplo ovejas son capaces de seleccionar grupos de alimentos que tienen un exceso o deficiencia de nutrientes, de acuerdo a sus requerimientos nutricionales, es decir, si la oveja ha consumido alimento deficitario en proteína, por un período prolongado, tenderá a seleccionar alimentos altos en proteína hasta satisfacer su requerimiento (FRASER y BROOM, 1997; ROMNEY y GILL, 2000).

2.2.3.9 Abundancia y accesibilidad. La selectividad también es influenciada por la abundancia y por la accesibilidad (STUTH, 1991; HODGSON *et al.*, 1994; DUMONT *et al.*, 1995). Se ha medido que los ovinos pastorean el forraje siempre que sea accesible (DUMONT *et al.*, 1995). LÓPEZ *et al.* (2003) evaluaron el pastoreo selectivo de ovinos en una pradera permanente naturalizada. Cuando la disponibilidad de forraje aumentó (primavera), no hubo pastoreo selectivo entre especies forrajeras, pero los sitios planos fueron más pastoreados que los con pendiente. Durante el invierno, cuando la disponibilidad anual de la pradera fue mínima, las ovejas pastorearon sin discriminar entre categorías de pendiente, pero pastorearon selectivamente las especies pratenses. Estos resultados muestran la interacción que existe entre pendiente, disponibilidad y calidad del forraje, en relación al pastoreo selectivo por ovinos.

2.2.3.10 Palatabilidad. La palatabilidad de un alimento se relaciona a su gusto, olfato, textura, viscosidad y temperatura, siendo el sabor la variable más importante (POPP *et al.*, 1997). La palatabilidad depende de factores inherentes de la planta (STUTH, 1991)



y a la historia nutricional del animal (FORBES y MAYES, 2002). Así los ovinos seleccionan plantas que poseen una mayor palatabilidad (Davies 1962 citado por BECENA, 1990).

**2.2.4 Medición del pastoreo selectivo.** El pastoreo selectivo puede medirse con la técnica de los macollos marcados (CHAPMAN *et al.*, 1984; CLARK *et al.*, 1984; BOOTSMA *et al.*, 1990; BETTERIDGE *et al.*, 1994, CARRÈRE *et al.*, 1997 y LÓPEZ *et al.*, 2003), la cual permite una evaluación precisa de la defoliación por la observación en dos momentos sucesivos de un macollo que ha sido marcado. Esta técnica fue aplicada por VIVAR (2003) para evaluar el pastoreo selectivo por vacas lecheras, manejadas en un sistema de pastoreo rotativo, entre *L. perenne* y *Bromus valdivianus* Phillipi. A pesar de la alta precisión de esta técnica al evaluar pastoreo selectivo, ésta no ha sido muy usada debido a requiere de una alta cantidad de tiempo para las mediciones (LÓPEZ *et al.*, 2003).

### 3 MATERIAL Y MÉTODO

#### 3.1 Ubicación del ensayo

La evaluación se llevó a cabo en una superficie cercada de 264 m<sup>2</sup> de la Estación Experimental Santa Rosa, propiedad de la Universidad Austral de Chile, ubicada a 6 km. al norte de la ciudad de Valdivia, específicamente entre los paralelos 39° 43' 30" a 39° 40' 30" latitud sur y los meridianos 73° 14' 55" a 73° 13' 30" longitud Oeste.

#### 3.2 Duración del ensayo

La evaluación se desarrolló entre los meses de diciembre, 2003, y abril, 2004. Incluyó 3 pastoreos: el primero, a inicios del verano (23 de diciembre, 2003); el segundo, en pleno verano (4 de febrero, 2004); y el tercero en pleno otoño (6 de abril, 2004). La duración de cada pastoreo fue hasta que las ovejas consumieran en forma completa uno de los recursos ofrecidos, vale decir, *Morus alba*, *Eucalyptus nitens*, *Lolium perenne* o *Agrostis capillaris*.

#### 3.3 Manejo de los animales, previo a la evaluación

Previo a cada evaluación, y buscando que las ovejas a utilizar estuvieran familiarizadas con los diferentes forrajes a evaluar, se les ofreció los diferentes forrajes durante 16 horas. Los forrajes fueron dispuestos de manera similar a como se presentaron en cada evaluación.

Terminado el período de reconocimiento de los forrajes, los ovinos se trasladaron al potrero de la evaluación.

### 3.4 Medición de la selectividad en pastoreo

Se evaluaron 4 tratamientos constituidos por las especies: *Morus alba*, *Eucalyptus nitens*, *Agrostis capillaris* y *Lolium perenne*. Todas las especies fueron mantenidas en condiciones de invernadero hasta el momento de la evaluación, cuando eran llevados al sitio del estudio en macetas. En el invernadero todas las macetas fueron fertilizadas y regadas. Las macetas de *M. alba*, *E. nitens* contenían plantas individuales. Las macetas de *L. perenne* correspondieron al cultivar Nui, el que fue sembrado y cortado sucesivas veces para que la gramínea al macollar ocupara toda el área de la maceta. Las macetas de *A. capillaris* fueron confeccionadas a partir de una pradera colectada de la unidad Ovina de la Estación Experimental Santa Rosa, pradera que era dominada por ésta especie y que fue cortada en sucesivas oportunidades para que la gramínea macollara y ocupara toda la maceta.

Los tratamientos fueron distribuidos dentro de 6 bloques; cada bloque correspondió a un transecto de 22 m de largo. En cada uno se colocó al azar y en secuencia maceteros con *M. alba*, *E. nitens*, *A. capillaris* o *L. perenne*. La distancia entre plantas sobre el transecto fue de 2 m. La distancia entre bloques fue de 1.5 m. Cada macetero fue enterrado, de manera que el cuello de las plantas quedó a nivel del suelo. La secuencia de las primeras 4 plantas fue repetida 3 veces dentro de cada transecto.

Macetas que no fueron sometidas al pastoreo y que contenían plantas de *L. perenne* y *A. capillaris* se usaron para relacionar el largo y ancho de láminas con el peso seco y área foliar, a través de ecuaciones de regresión. Estas regresiones fueron usadas posteriormente para el cálculo de materia seca y área foliar ofrecidas y consumidas por las ovejas.

Para evaluar el pastoreo sobre las macetas de *L. perenne* y *A. capillaris* fue necesario marcar macollos colocando un clip en la base de cada uno. Los clips fueron fijados al suelo con un clavo. A cada macollo marcado se le midió la longitud de lámina en pre y postpastoreo, y se aplicaron las ecuaciones de regresión predeterminadas según correspondiera (Figura 1).

Macetas que no fueron sometidas al pastoreo y que contenían plantas de *M. alba*, *E. nitens* se usaron para relacionar el largo y ancho de láminas con el peso seco y área foliar, para relacionar el largo del tallo y pecíolo con su peso seco. Las relaciones se hicieron a través de ecuaciones de regresión. Estas regresiones fueron usadas posteriormente para el cálculo de materia seca y área foliar ofrecidas y consumidas por las ovejas.

Para evaluar el pastoreo sobre las macetas de *M. alba* y *E. nitens*, a cada planta se le midió el largo y ancho de lámina de cada hoja, el largo del pecíolo, si éste estaba presente y el largo de las ramas y ramillas en pre y postpastoreo. De esta manera, por medio de las ecuaciones de regresión predefinidas, se determinó el peso seco y área foliar de la planta, en pre y postpastoreo. En el caso de *M. alba*, no se midió el tamaño del porta injerto tronco con el cual se propagó, debido a que no constituía material disponible para el consumo de los ovinos (Figura 2).

El área foliar de *M. alba*, *E. nitens*, *A. capillaris* o *L. perenne* se calculó en base a la relación superficie/peso. A láminas de las 4 especies se les extrajo una porción de lámina de superficie conocida, la que se relacionó por peso seco al área total de cada una de ellas. A la vez el área foliar fue relacionada con el largo y ancho de las láminas por medio de ecuaciones de regresión.

El pastoreo se realizó con 10 ovejas, y los animales fueron retirados cuando uno de los recursos disponibles estuvo completamente pastoreado.

### **3.5 Las variables evaluadas en macollos de *Lolium perenne* y *Agrostis capillaris*, y en plantas de *Eucalyptus nitens* y *Morus alba*.**

Las variables evaluadas en macollos de *L. perenne* y *A. capillaris* fueron:

- Altura extendida del macollo: Se midió la altura máxima de cada macollo, desde el suelo hasta la punta de la hoja más larga. Esta variable fue medida tanto en prepastoreo (AMP) y postpastoreo (AEMP).
- Largo de lámina extendida: Se midió el largo de cada lámina, tanto en prepastoreo (LL) y postpastoreo (LLP). Correspondió a la distancia entre la lígula y la

punta de la lámina, para láminas completamente expandidas y desde el pseudotallo hasta la punta de la lámina para láminas en expansión.

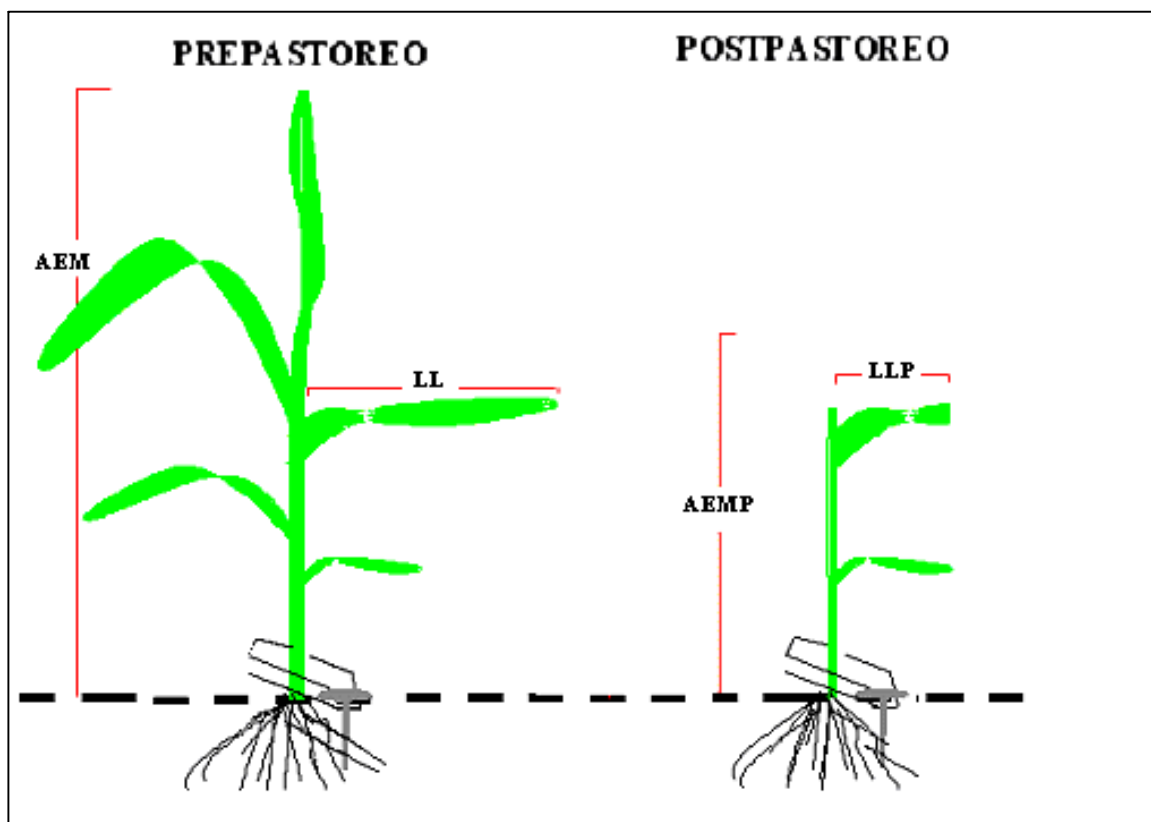
Las variables evaluadas a nivel de planta de *M. alba* y *E. nitens* fueron:

- Altura extendida de planta postpastoreo: se midió la altura de la planta desde la base al extremo de la hoja más alta, tanto en prepastoreo (AEP) como en postpastoreo (AEPP).
- Largo y ancho de la lámina extendida: el largo de una lámina fue la distancia desde su extremo distal de ella hasta la unión con el pecíolo. El ancho fue medido en la parte más ancha de la lámina. Ambas especies, *M. alba* y *E. nitens*, se midieron en prepastoreo (LL: Largo de la lámina extendida; AL: Ancho de la lámina extendida) y postpastoreo (LLP: largo de lámina postpastoreo; ALP: ancho de lámina postpastoreo).
- Largo extendido del tallo: se midió la longitud de todos los tallos de *M. alba* y *E. nitens* en prepastoreo (LT) y postpastoreo (LTP).
- Largo extendido del pecíolo: se midió la longitud de todos los pecíolos de *M. alba* en prepastoreo (LP) y postpastoreo (LPP).

### 3.6 Variables evaluadas en pastoreo

- Las variables disponibilidad, consumo y residuo, evaluado en términos de materia seca (g) y área foliar (cm<sup>2</sup>), de las especies *A. capillaris*, *L. perenne*, *M. alba* y en *E. nitens* fueron calculadas a través de ecuaciones de regresión obtenidas en la fase pre experimental, a partir de las variables medidas a nivel de planta o macollo. Las ecuaciones de regresión se especifican en el capítulo Presentación de Resultados.
- Altura de la planta o macollo disponible (cm); es la altura extendida del macollo (*L. perenne* y *A. capillaris*) o planta (*M. alba* y *E. nitens*), desde el suelo hasta la punta de la hoja más larga, antes del pastoreo.
- Altura residual de la planta o macollo en (cm); es la altura extendida del macollo o planta, desde el suelo hasta la punta de la hoja más larga, después del pastoreo.

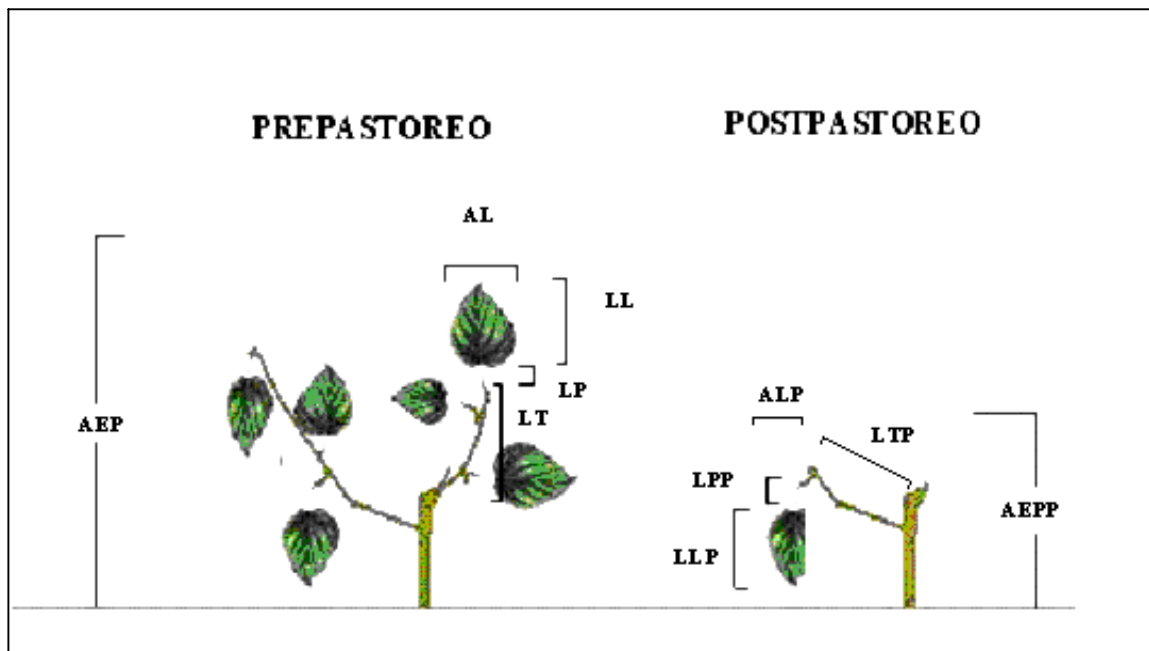
- Altura consumida de la planta o macollo (en cm); es la diferencia de altura, entre la altura disponible antes del pastoreo y la altura residual del macollo o planta postpastoreo.
- Consumo de materia seca evaluado como porcentaje del total ofrecido (%), es la relación porcentual entre el consumo de materia seca y la disponibilidad de materia seca, del macollo o planta.
- Residuo de materia seca evaluado como porcentaje del total ofrecido (%); es la relación porcentual entre el residuo medido en materia seca postpastoreo y la disponibilidad de forraje en base a materia seca prepastoreo, del macollo o planta.
- Consumo de área foliar evaluado como porcentaje del total ofrecido (%); es la relación entre el área foliar consumida y el área foliar disponible antes del pastoreo, tanto a nivel de macollo como de planta.
- Área foliar residual evaluado como porcentaje del total ofrecido (%); es la relación entre el área foliar residual postpastoreo y el área foliar disponible prepastoreo, del macollo o planta.
- Consumo de altura de la planta o macollo, evaluado como porcentaje del total ofrecido (%); es la relación entre la altura consumida y la altura máxima disponible, del macollo o planta.
- Altura residual de la planta o macollo evaluado como porcentaje del total ofrecido (%); es la relación entre la altura residual postpastoreo y la altura máxima disponible prepastoreo, del macollo o planta.



AEM: Altura extendida del macollo (cm); LL: Largo de lámina extendida (cm); AEMP: Altura extendida del macollo postpastoreo (cm); LLP: Largo de lámina extendida postpastoreo (cm).

**FIGURA 1** Mediciones realizadas a nivel de macollo, en *L. perenne* y *A. capillaris*, pre y postpastoreo.

FUENTE: Adaptado de VIVAR (2003).



AEP: Altura extendida de planta (cm); AL: Ancho de la lámina extendida (cm); LL: Largo de la lámina extendida (cm); LP: Largo extendido del pecíolo (cm) (sólo en *Morus alba*); LT: Largo extendido del tallo (cm); AEPP: Altura extendida de planta postpastoreo (cm); ALP: Ancho de la lámina extendida postpastoreo (cm); LLP: Largo de la lámina extendida postpastoreo (cm); LPP: Largo extendido de pecíolo postpastoreo (cm) (sólo en *Morus alba*); LTP: Largo extendido de tallo postpastoreo (cm).

**FIGURA 2** Mediciones realizadas a nivel de planta, en *M. alba* y *E. nitens* pre y postpastoreo.

FUENTE: Adaptado de VIVAR (2003).

### 3.7 Diseño Experimental

El diseño experimental usado, fue de bloques completos al azar con 4 tratamientos (las 4 especies) y 6 bloques (los transectos). Las macetas de cada especie dentro de cada transecto correspondieron a submuestras. Los datos se analizaron aplicando el análisis de varianza. Como test de separación de medias fue utilizado el test de Waller-Duncan. Todas las variables a las que se les aplicó el análisis de varianza tenían una distribución normal.



## 4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Ecuaciones de regresión para determinar disponibilidad, consumo y residuo de las especies *L. perenne*, *A. capillaris*, *M. alba* y *E. nitens*

Se crearon ecuaciones de regresión, para determinar la disponibilidad, consumo y residuo en términos de materia seca (g) y área foliar (cm<sup>2</sup>), a partir de las dimensiones de las distintas partes (lámina, pecíolo, tallos) que componían cada especie evaluada.

**4.1.1 *Morus alba*.** A partir de las variables medidas a nivel de planta de *M. alba*, se obtuvieron las siguientes ecuaciones de regresión:

- Peso seco lámina (g) =  $0.0234*A + 0.0953*B - 0.6218$ , donde A es el largo de la lámina (cm) y B es el ancho de la lámina (cm);  $R^2 = 96\%$ ,  $P \leq 0.001$  (Anexo 1).
- Área de la lámina (cm<sup>2</sup>) =  $4.0752*A + 14.4575*B - 98.197$ , donde A es el largo de la lámina (cm) y B es el ancho de la lámina (cm);  $R^2 = 88\%$ ,  $P \leq 0.001$  (Anexo 1).
- Peso de tallo primario (g) =  $0.0222*A + 0.3810$ , donde A es el largo del tallo primario (cm);  $R^2 = 91\%$ ,  $P \leq 0.001$  (Anexo 3).
- Peso de tallo secundario (g) =  $0.0242*A - 0.0459$ , donde A es el largo del tallo secundario (cm);  $R^2 = 92\%$ ,  $P \leq 0.001$  (Anexo 4).
- Peso seco pecíolo (g) =  $0.0042*A + 0.00003*B + 0.0012*C - 0.008$ ; en la cual A es el largo pecíolo (cm), B es largo de lamina (cm) y C es ancho de lamina (cm);  $R^2 = 81\%$ ,  $P \leq 0.0016$  (Anexo 2).

**4.1.2 *Eucalyptus nitens*.** A partir de las variables medidas a nivel de planta, se obtuvieron las siguientes ecuaciones de regresión:

- Peso seco lámina (g) =  $0.0016*A + 0.0036*B - 0.0901$ , donde A es el largo de la lámina (mm) y B es el ancho de la lámina (mm);  $R^2 = 91\%$ ,  $P \leq 0.001$  (Anexo 5).

- Área de lamina ( $\text{mm}^2$ ) =  $20.6191 *A + 34.3409 *B - 929.9146$ , donde A es el largo de la lámina (mm) y B es el ancho de la lámina (mm);  $R^2 = 91\%$ ,  $P \leq 0.001$  (Anexo5).

- Peso de tallo (g) =  $0.009*A - 1.4681$ , donde A es el largo del tallo primario (cm);  $R^2 = 84\%$ ,  $P \leq 0.001$  (Anexo 6).

**4.1.3 *Lolium perenne*.** A partir de las variables medidas a nivel de macollo de *L. perenne*, se obtuvieron las siguientes ecuaciones de regresión:

- Peso de lamina (g) =  $0.00004*A - 0.0004$ , donde A es el largo de la lámina (mm);  $R^2 = 88\%$ ,  $P \leq 0.378$  (Anexo 7).

- Área de lamina ( $\text{mm}^2$ ) =  $0.9268* A + 124.7253$ , donde A es el largo de la lámina (mm);  $R^2 = 83\%$ ,  $P \leq 0.001$  (Anexo 7).

**4.1.4 *Agrostis capillaris*.** A partir de las variables medidas a nivel de macollo de *A. capillaris*, se obtuvieron las siguientes ecuaciones de regresión:

- Peso de lamina (g) =  $0.00005*A - 0.0026$ , donde A es el largo de la lámina (mm);  $R^2 = 83\%$ ,  $P \leq 0.001$  (Anexo 8).

- Área de lamina ( $\text{mm}^2$ ) =  $2.8436* A - 139.6$ , donde A es el largo de la lámina (mm);  $R^2 = 87\%$ ,  $P \leq 0.001$  (Anexo 8).

## **4.2 Valor nutritivo de *Eucalyptus nitens*, *Lolium perenne*, *Morus alba* y *Agrostis capillaris***

En la evaluación realizada en el mes de abril se realizó el análisis químico de *E. nitens*, *L. perenne*, *M. alba* y *A. capillaris* (Cuadro 1), destacando el alto valor energético de *M. alba* y el alto nivel de proteína bruta de *L. perenne*. Por el contrario, como era de esperar *E. nitens* fue la especie con menor cantidad de energía y proteína.

**CUADRO 1** Valor nutritivo en base a la materia seca de la zona aérea consumible de *Eucalyptus nitens*, *Lolium perenne*, *Morus alba* y *Agrostis capillaris*, en abril.

Especie	MS (%)	PC (%)	EM (Mcal/Kg)	FDN (%)	FDA (%)
<i>E. nitens</i>	34.79	7.38	2.40	30.96	25.40
<i>M. alba</i>	35.36	14.72	3.01	25.27	14.38
<i>A. capillaris</i>	17.84	13.04	2.53	47.18	26.10
<i>L. perenne</i>	18.08	20.33	2.72	49.45	30.31

Laboratorio de Nutrición Animal, Universidad Austral de Chile, 2005.

#### 4.3 Disponibilidad, consumo y residuo de *L. perenne* y *A. capillaris*

La materia seca disponible en miligramos, en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, no tuvo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en ninguno de los periodos de evaluación, ni tampoco para el promedio de las tres fechas evaluadas (Cuadro 2).

**CUADRO 2** Materia seca disponible (mg) en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, para diciembre, febrero y abril y para el promedio de los períodos evaluados.

Especie	Materia seca disponible (mg)			
	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	7,21	14,92	12,78	11,64
<i>A. capillaris</i>	10,11	10,69	11,86	10,89
significancia	ns	ns	ns	ns

ns  $P > 0.05$

El consumo aparente de materia seca (mg), en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, no tuvo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en ninguno de los periodos de evaluación, ni tampoco para el promedio de las fechas evaluadas (Cuadro 3).

**CUADRO 3 Consumo aparente de materia seca (mg) en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados.**

Materia seca consumida (mg)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	2,10	6,20	9,58	5,96
<i>A. capillaris</i>	5,55	5,98	9,30	6,94
significancia	ns	ns	ns	ns

ns  $P > 0.05$

El residuo medido en materia seca (mg), en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, no tuvo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), en ninguno de los periodos de evaluación. Tampoco hubo diferencias significativas al analizar el promedio de las tres evaluaciones (Cuadro 4).

**CUADRO 4 Materia seca residual (mg) en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados.**

Materia seca residual (mg)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	5,11	8,72	3,20	5,68
<i>A. capillaris</i>	4,56	4,71	2,56	3,95
significancia	ns	ns	ns	ns

ns  $P > 0.05$

El área disponible en  $\text{cm}^2$ , en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, no tuvo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), en ninguno de los periodos de evaluación, ni tampoco se encontraron diferencias significativas al analizar los tres períodos en conjunto (Cuadro 5).

**CUADRO 5** Área disponible (cm<sup>2</sup>) en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados.

Área disponible (cm <sup>2</sup> )				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	4,30	7,08	5,97	5,79
<i>A. capillaris</i>	5,76	6,08	6,71	6,18
significancia	ns	ns	ns	ns

ns P>0.05

El consumo aparente evaluado en términos de área foliar, medido en cm<sup>2</sup>, en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, tuvo diferencias significativas (P≤0.05), en el mes de diciembre, siendo *A. capillaris* más consumida. Por otro lado, la evaluación realizada en los meses de febrero y abril no mostró diferencias significativas. El promedio de los tres periodos de evaluación no tuvo diferencias significativas (Cuadro 6).

**CUADRO 6** Consumo aparente evaluado en términos de área (cm<sup>2</sup>) en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados.

Área consumida (cm <sup>2</sup> )				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	0,87b	2,14	4,40	2,48
<i>A. capillaris</i>	2,76a	4,13	5,26	4,05
significancia	*	ns	ns	ns

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas: \* P≤0.05; ns P>0.05

El área residuo (cm<sup>2</sup>), en macollos marcados fue similar (P>0.05) entre *L. perenne* y *A. capillaris*, para todos los períodos de evaluación y para el promedio (Cuadro 7).

**CUADRO 7 Área residual (cm<sup>2</sup>) en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados.**

Área residual (cm <sup>2</sup> )				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	3,42	4,94	1,57	3,31
<i>A. capillaris</i>	2,99	1,95	1,45	2,13
significancia	ns	ns	ns	ns

ns P>0.05

La altura disponible (cm) fue significativamente diferente ( $P \leq 0.05$ ) entre ambas especies pratenses para las evaluaciones de diciembre y febrero. En ambas *A. capillaris* presentó una mayor altura disponible. En la evaluación realizada en el mes de abril no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). En el promedio de las tres evaluaciones, no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 8).

**CUADRO 8 Altura disponible (cm) en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados.**

Altura disponible (cm)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	12,96b	18,02b	20,25	17,08
<i>A. capillaris</i>	18,00a	21,51a	21,58	20,37
significancia	*	*	ns	ns

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas: \*  $P \leq 0.05$ ;  
ns P>0.05

La altura residual (cm) en macollos marcados de, fue estadísticamente similar ( $P > 0.05$ ), para *L. perenne* y *A. capillaris* durante los periodos de evaluación. Tampoco hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para esta variable al analizar el promedio general de la evaluación (Cuadro 9).

**CUADRO 9** Altura residual (cm) en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados.

Altura residual (cm)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	12,66	15,94	9,29	12,63
<i>A. capillaris</i>	10,73	13,83	21,00	15,19
significancia	ns	ns	ns	ns

ns  $P > 0.05$

El consumo aparente evaluado en términos de altura (cm), fue significativamente diferente sólo en la evaluación realizada en diciembre ( $P \leq 0.01$ ), siendo mayor en *A. capillaris* que para *L. perenne*. Para los pastoreos de febrero, abril y para el promedio de las tres épocas no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) (Cuadro 10).

**CUADRO 10** Consumo aparente evaluado en términos de altura (cm) en macollos marcados de *L. perenne* y *A. capillaris*, para diciembre, febrero y abril, y para el promedio de los períodos evaluados.

Altura consumida (cm)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	10,31b	2,09	10,96	20,67
<i>A. capillaris</i>	27,27a	7,69	0,58	18,85
significancia	**	ns	ns	ns

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas: \*\*  $P \leq 0.01$ ;  
ns  $P > 0.05$

#### 4.4 Disponibilidad, consumo y residuo de *E. nitens* y *M. alba*

*E. nitens* y *M. alba* presentaron valores estadísticamente similares ( $P > 0.05$ ), para la cantidad de materia seca (g) ofrecida en las tres fechas evaluadas, como también para el promedio general (Cuadro 11).

**CUADRO 11 Materia seca disponible (g) en plantas de *E. nitens* y *M. alba*, ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas.**

Materia seca disponible (g)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>E. nitens</i>	8,97	8,23	2,75	6,65
<i>M. alba</i>	5,33	6,04	4,56	5,31
significancia	ns	ns	ns	ns

ns  $P > 0.05$

El consumo aparente de materia seca (g) de *E. nitens* y *M. alba* por las ovejas fue estadísticamente diferente sólo en la evaluación de febrero ( $P \leq 0.05$ ), donde *M. alba* fue más consumida (Cuadro 12).

**CUADRO 12 Consumo aparente de materia seca (g) en plantas de *E. nitens* y *M. alba*, ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas.**

Materia seca consumida (g)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>E. nitens</i>	4,67	2,46b	2,48	3,21
<i>M. alba</i>	4,10	3,69a	2,81	3,54
significancia	ns	*	ns	ns

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas: \*  $P \leq 0.05$ ;  
ns  $P > 0.05$

El residuo de materia seca (g) postpastoreo fue estadísticamente diferente ( $P \leq 0.05$ ) entre *E. nitens* y *M. alba*, sólo en la evaluación de diciembre, donde *M. alba* fue la especie con menor cantidad de materia seca residual (Cuadro 13).



**CUADRO 13 Residuo de materia seca (g) en plantas de *E. nitens* y *M. alba*, ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas.**

Materia seca residual (g)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>E. nitens</i>	4,29a	5,77	0,27	3,45
<i>M. alba</i>	1,23b	2,39	1,75	1,77
significancia	*	ns	ns	ns

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas:\*  $P \leq 0.05$ ; ns  $P > 0.05$

Hubo diferencias significativas para el área disponible ( $\text{cm}^2$ ) en prepastoreo entre *E. nitens* y *M. alba* (Cuadro 14), para la evaluación de abril en la cual *M. alba* fue la especie con mayor área disponible, y para el promedio de las tres evaluaciones *M. alba* presentó una mayor área disponible ( $P \leq 0.01$ ) (Cuadro 14).

**CUADRO 14 Área disponible prepastoreo ( $\text{cm}^2$ ) en plantas de *E. nitens* y *M. alba*, ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, para el promedio de las tres fechas.**

Área disponible ( $\text{cm}^2$ )				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>E. nitens</i>	452,27	317,82	186,57b	318,88b
<i>M. alba</i>	628,81	553,93	533,86a	572,20a
significancia	ns	ns	*	**

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas:\*  $P \leq 0.05$ ;  
\*\*  $P \leq 0.01$ ; ns  $P > 0.05$

El consumo aparente de las ovejas evaluado en términos de área foliar ( $\text{cm}^2$ ) de *E. nitens* y *M. alba*, fue significativamente diferente, tanto para las tres evaluaciones ( $P \leq 0.05$ ), como para el promedio general de ellas ( $P \leq 0.01$ ), donde *M. alba* fue consistentemente más consumida que *E. nitens* (Cuadro 15).

**CUADRO 15 Consumo aparente evaluado en términos de área foliar (cm<sup>2</sup>) en plantas de *E. nitens* y *M. alba*, ofrecidas para pastoreo en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas.**

Especie	Área consumida (cm <sup>2</sup> )			Promedio
	dic.	feb.	abr.	
<i>E. nitens</i>	310,20b	224,77b	184,91b	239,96b
<i>M. alba</i>	603,45a	452,97a	523,24a	526,55a
significancia	*	*	*	**

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas: \*  $P \leq 0.05$ ;

\*\*  $P \leq 0.01$

El área foliar residual (cm<sup>2</sup>) de *E. nitens* y *M. alba*, se presentan en el (Cuadro 16). No hubo diferencias significativas, en los períodos de evaluación ni tampoco hubo para el promedio general del estudio (Cuadro 16).

**CUADRO 16 Área residual (cm<sup>2</sup>) en plantas de *E. nitens* y *M. alba* ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril y para el promedio de las tres fechas.**

Especie	Área residual (cm <sup>2</sup> )			Promedio
	dic.	feb.	abr.	
<i>E. nitens</i>	142,06	93,04	1,65	78,92
<i>M. alba</i>	25,35	100,96	10,61	45,64
significancia	ns	ns	ns	ns

ns  $P > 0.05$

Durante el estudio no hubo diferencias significativas entre las alturas disponibles prepastoreo (cm) para *E. nitens* y *M. alba* (Cuadro 17).

**CUADRO 17 Altura disponible (cm) en plantas de *E. nitens* y *M. alba*, ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas.**

Especie	Altura prepastoreo (cm)			Promedio
	dic.	feb.	abr.	
<i>E. nitens</i>	72,15	82,06	33,89	62,70
<i>M. alba</i>	40,16	49,68	41,47	43,77
significancia	ns	ns	ns	ns

ns  $P > 0.05$

La altura residual (cm) de las plantas de *E. nitens* y *M. alba* fueron significativamente diferentes en las evaluaciones de diciembre ( $P \leq 0.01$ ), donde *E. nitens* tuvo una mayor altura residual y de abril ( $P \leq 0.05$ ) fecha en la cual *M. alba* resultó con la mayor altura de residuo postpastoreo. En el promedio de las tres evaluaciones no se obtuvieron diferencias significativas (Cuadro 18).

**CUADRO 18** Altura residual (cm) en plantas de *E. nitens* y *M. alba*, ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, y para el promedio del estudio.

Altura residual (cm)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>E. nitens</i>	48,81a	73,45	9,12b	43,80
<i>M. alba</i>	23,29b	33,16	18,30a	24,92
significancia	**	ns	*	ns

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas: \*  $P \leq 0.05$ ;

\*  $P \leq 0.01$ ; ns  $P > 0.05$

Consumo evaluado en términos de altura (cm) de *E. nitens* y *M. alba*, no tuvo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), en ninguna época del año, ni tampoco para el promedio de los períodos evaluados (Cuadro 19).

**CUADRO 19** Consumo evaluado en términos de altura (cm) en plantas de *E. nitens* y *M. alba*, ofrecidas para pastoreo durante las evaluaciones de diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas.

Altura consumida (cm)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>E. nitens</i>	23,33	8,60	30,09	20,68
<i>M. alba</i>	16,86	16,52	23,17	18,85
significancia	ns	ns	ns	ns

ns  $P > 0.05$

#### 4.5 Consumo y residuo relativos de *L. perenne*, *A. capillaris*, *E. nitens* y *M. alba*

El consumo aparente de materia seca, evaluado como porcentaje respecto al total ofrecido, a nivel de macollo para *L. perenne* y *A. capillaris* y a nivel de planta entera

para *M. alba* y *E. nitens*, mostró diferencias significativas entre las especies ( $P \leq 0.05$ ) en la evaluación realizada en el mes de diciembre. *Morus alba* y *A. capillaris*, fueron las especies más consumidas y *L. perenne* la especie menos consumida. En la evaluación de febrero, el consumo aparente de materia seca porcentual fue similar para las cuatro especies evaluadas (Cuadro 20). La evaluación realizada en abril presentó diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), donde *E. nitens* fue la especie más consumida y *L. perenne* la especie menos consumida. Como promedio de las tres evaluaciones no se encontraron diferencias significativas entre las especies (Cuadro 20).

**CUADRO 20 Consumo de materia seca, evaluado como porcentaje del total ofrecido (%), medido en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas.**

Consumo aparente de materia seca (%)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	21,52c	39,37	76,35b	49,60
<i>A. capillaris</i>	55,18ab	43,68	76,95b	59,52
<i>E. nitens</i>	50,30b	31,24	90,26a	57,41
<i>M. alba</i>	77,16a	61,72	62,10b	66,88
Significancia	*	ns	*	ns

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas: \*  $P \leq 0.05$ ; ns  $P > 0.05$

El residuo de materia seca, evaluado como porcentaje respecto del total ofrecido, a nivel de macollo para *L. perenne* y *A. capillaris*, y a nivel de planta, en el caso de *E. nitens* y *M. Alba*, presentó diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre las especies, para las evaluaciones de diciembre, donde *L. perenne* tuvo el mayor porcentaje de residuo y *A. capillaris*, junto a *M. alba* fueron las especies con menor porcentaje de residuo postpastoreo y para la evaluación de abril ( $P \leq 0.05$ ), *E. nitens* tuvo el menor porcentaje de residuo de materia seca. Como promedio de las tres evaluaciones no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 21).

**CUADRO 21 Residuo de materia seca, evaluado como porcentaje del total ofrecido (%), medido en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas.**

Residuo aparente de materia seca (%)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	78,47a	60,63	23,64a	50,40
<i>A. capillaris</i>	44,81cb	56,32	23,04a	40,48
<i>E. nitens</i>	49,69b	68,76	9,73b	42,59
<i>M. alba</i>	22,83c	38,28	37,89a	33,12
Significancia	*	ns	*	ns

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas: \*  $P \leq 0.05$ ; ns  $P > 0.05$

El consumo aparente de área foliar, evaluado como porcentaje respecto del total de área foliar ofrecido, a nivel de macollo en *L. perenne* y *A. capillaris* y a nivel de planta, para *E. nitens* y *M. Alba*, tubo diferencias significativas entre las especies ( $P \leq 0.001$ ), en la evaluación realizada en diciembre, siendo *M. alba* la más consumida proporcionalmente y *L. perenne* la menos consumida. En la evaluación realizada en febrero, a nivel de área foliar, *L. perenne* fue la especie estadísticamente menos consumida ( $P \leq 0.05$ ) a nivel de área foliar. En abril las ovejas consumieron un mayor porcentaje del área foliar ( $P \leq 0.001$ ) de *E. nitens* y *M. alba*. En promedio *M. alba* fue porcentualmente más consumida ( $P \leq 0.001$ ) y *L. perenne* la menos consumida (Cuadro 22).

**CUADRO 22 Consumo de área foliar, evaluado como porcentaje del total ofrecido (%), medido en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas.**

Area consumida (%)				
Especie	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	11,81c	26,76b	75,17b	42,18d
<i>A. capillaris</i>	51,22b	62,00a	76,95b	63,18c
<i>E. nitens</i>	68,33b	72,29a	99,59a	79,77b
<i>M. alba</i>	97,40a	87,41a	99,18a	93,35a
Significancia	***	*	***	***

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas: \*  $P \leq 0.05$ ; \*\*\*  $P \leq 0.001$

El área foliar residual postpastoreo, evaluada como porcentaje respecto del total ofrecido, a nivel de macollo para *L. perenne* y *A. capillaris* y a nivel de planta para *E. nitens* y *M. Alba*, presentó diferencias significativas entre las especies tanto en las tres evaluaciones realizadas como en el promedio general del estudio. En forma consistente *L. perenne* presentó la mayor área foliar residual respecto de lo ofrecido. En la evaluación de abril esta fue estadísticamente similar a la de *A. capillaris*. *M. alba* fue la especie que tuvo porcentualmente una menor área foliar residual en las tres épocas evaluadas, siendo los valores estadísticamente similares a los de *A. capillaris* y *E. nitens* en febrero, y *E. nitens* en abril (Cuadro 23).

**CUADRO 23 Área foliar residuo, evaluada como porcentaje del total ofrecido (%), medido en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas.**

Especie	Area residual (%)			
	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	88,18a	73,22a	24,82a	57,81a
<i>A. capillaris</i>	48,78b	37,99b	23,04a	36,81b
<i>E. nitens</i>	31,66b	27,70b	0,40b	20,22c
<i>M. alba</i>	2,63c	12,58b	0,81b	6,64d
Significancia	***	*	***	***

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas: \*  $P \leq 0.05$ ;  
\*\*\*  $P \leq 0.001$

La altura pastoreada, evaluado como porcentaje de la altura inicial (%), tanto a nivel de macollo para *L. perenne* y *A. capillaris* y a nivel de planta para *E. nitens* y *M. Alba*, mostró diferencias significativas entre las especies en las evaluaciones de diciembre, abril y para el promedio general. En diciembre *L. perenne* fue la especie menos consumida ( $P \leq 0.001$ ) en términos de altura porcentual. En febrero, todas las especies presentaron porcentualmente la misma altura consumida. En abril *E. nitens*, *M. alba* y *L. perenne*, tuvieron un mayor consumo aparente (%) de la altura ( $P \leq 0.001$ ) que *A. capillaris* (Cuadro 24).

Como promedio de las tres evaluaciones se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.01$ ), donde *L. perenne* y *A. capillaris* tuvieron una altura porcentualmente consumida menor que *M. alba* y *E. nitens* (Cuadro 24).

**CUADRO 24** Altura pastoreada, evaluado como porcentaje de la altura inicial (%), medido en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas.

Especie	Altura consumida (%)			
	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	0,52b	6,01	48,31a	21,45b
<i>A. capillaris</i>	41,27a	29,19	0,56b	26,10b
<i>E. nitens</i>	26,13a	9,27	72,54a	37,45a
<i>M. alba</i>	41,98a	33,03	56,54a	43,79a
Significancia	***	ns	***	**

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas: \*\*  $P \leq 0.01$ ; \*\*\*  $P \leq 0.001$ ; ns  $P > 0.05$

La altura residual, expresada como porcentaje respecto del total ofrecido, a nivel de macollo para *L. perenne* y *A. capillaris*, y a nivel de planta para *E. nitens* y *M. alba*, presentó diferencias significativas entre las especies ( $P \leq 0.001$ ) en la evaluación realizada en diciembre, siendo *L. perenne* la especie que después del pastoreo tuvo mayor altura de residuo. En la evaluación realizada en el mes de febrero, todas las especies tuvieron la misma altura del residuo ( $P > 0.05$ ). En abril, se obtuvieron diferencias significativas ( $P \leq 0.001$ ), donde *A. capillaris* mostró una mayor altura de residuo que *L. perenne*, *E. nitens* y *M. alba* (Cuadro 25).

Como promedio de las tres evaluaciones se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ), donde *M. alba* y *E. nitens* tuvieron menor altura de residuo, que *A. capillaris* y *L. perenne* (Cuadro 25).

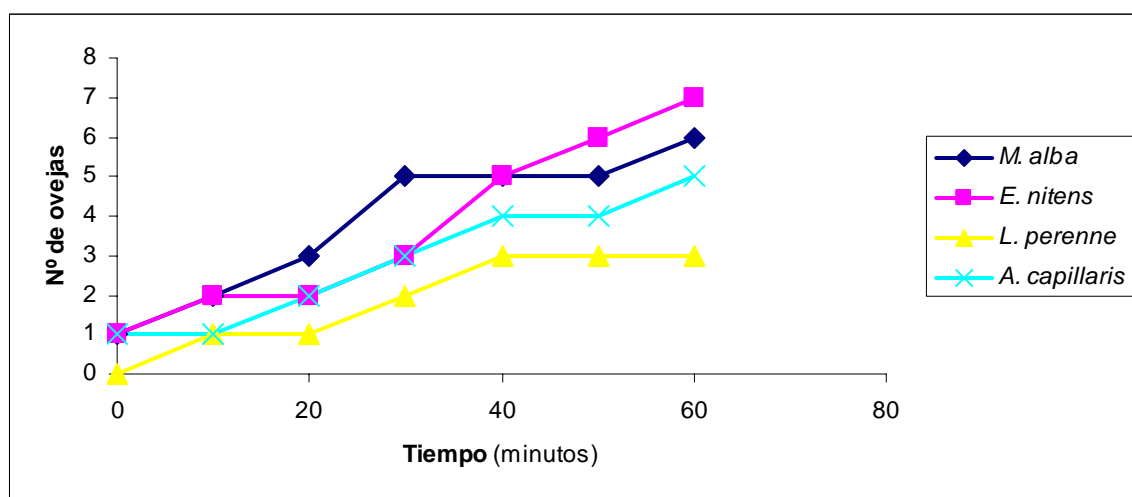
**CUADRO 25** Altura residuo, evaluada como porcentaje de la altura inicial (%), medido en diciembre, febrero y abril, y para el promedio de las tres fechas.

Especie	Altura residual (%)			
	dic.	feb.	abr.	Promedio
<i>L. perenne</i>	99,47a	93,99	51,68b	78,54a
<i>A. capillaris</i>	58,72b	70,81	99,43a	73,89a
<i>E. nitens</i>	73,86b	90,73	27,45b	62,54b
<i>M. alba</i>	58,01b	66,97	43,45b	56,20b
Significancia	***	ns	***	**

1 Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas: \*\*  $P \leq 0.01$ ; \*\*\*  $P \leq 0.001$ ; ns  $P > 0.05$

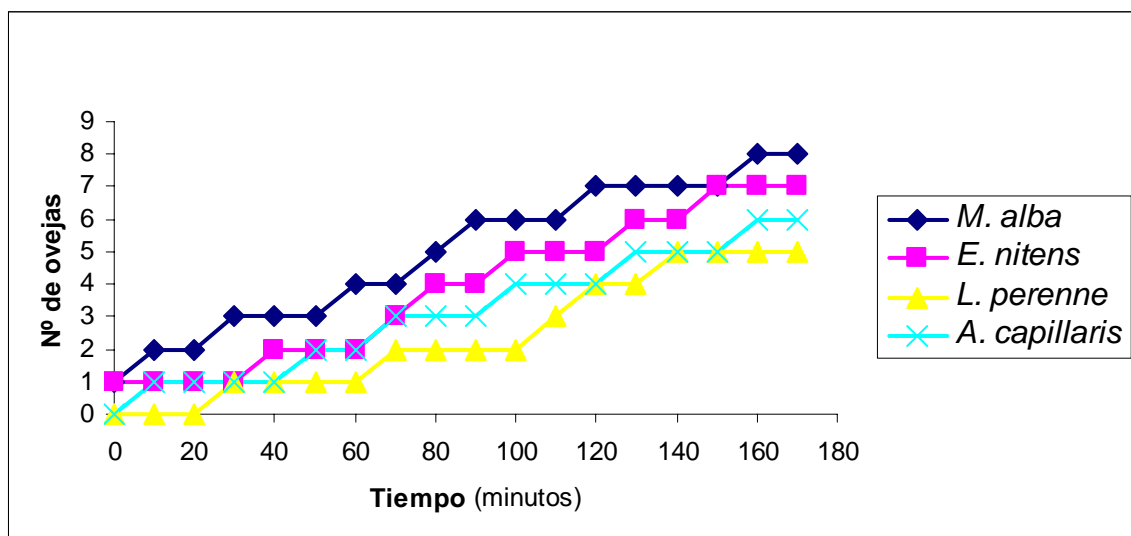
#### 4.6 Comportamiento del pastoreo a través del tiempo

Se observó el pastoreo en diciembre (Figura 3), febrero (Figura 4) y abril (Figura 5), determinando el número de ovinos que pastoreaba sobre *A. capillaris*, *L. perenne*, *E. nitens* y *M. alba* cada diez minutos. El pastoreo realizado en diciembre comenzó a las 9:40 y terminó a las 10:40, teniendo una duración de una hora (Figura 3). El pastoreo de febrero comenzó a las 9:30 y terminó a las 12:20, teniendo una duración de dos horas con cincuenta minutos (Figura 4). El pastoreo de febrero comenzó a las 9:10 y terminó a las 11:20, teniendo una duración de dos horas con diez minutos (Figura 5).

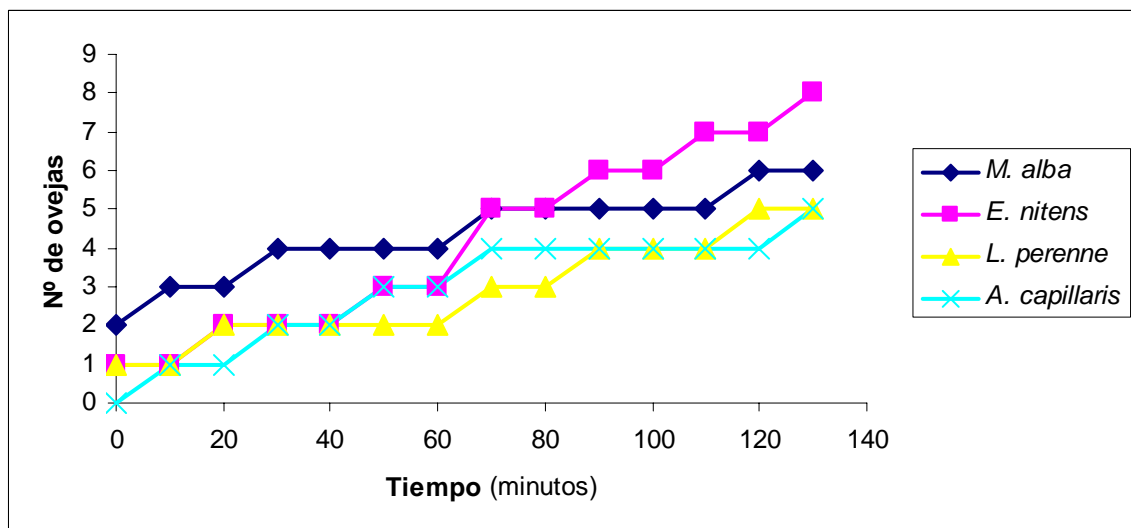


**FIGURA 3** Número de ovejas acumulado, pastoreando en un momento determinado a las especies *L. perenne*, *A. capillaris*, *E. nitens* y *M. alba* en el pastoreo de diciembre.





**FIGURA 4** Número de ovejas acumulado, pastoreando en un momento determinado a las especies *L. perenne*, *A. capillaris*, *E. nitens* y *M. alba* en el pastoreo de febrero.



**FIGURA 5** Número de ovejas acumulado, pastoreando en un momento determinado a las especies *L. perenne*, *A. capillaris*, *E. nitens* y *M. alba* en el pastoreo de abril.

## 5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 Valor nutritivo de las especies evaluadas

El análisis químico realizado en el mes de abril indicó que *M. alba* contiene un elevado contenido de energía metabolizable (EM) (Cuadro 1), superior a todos los demás forrajes disponibles en ésta evaluación. Estos resultados hacen comparable la concentración de energía metabolizable de *M. alba* con el grano de cebada (ANRIQUE *et al.*, 1995; Anexo 12). *Morus alba* también presentó un buen contenido de proteína cruda, el que fue, sin embargo, inferior a los que entrega *Medicago sativa* L. en estado vegetativo (ANRIQUE *et al.*, 1995; Anexo 12). Por otro lado, *E. nitens* es la especie evaluada, con menor valor energético y proteico (Cuadro 1).

Entre las especies herbáceas, *L. perenne* contiene un mayor contenido de energía y proteína que *Agrostis capillaris*, sin embargo, es inferior al contenido energético y proteico, citados por ANRIQUE *et al.* (1995) (Anexo 12). Ambas especies tuvieron un mayor valor energético y proteico que *E. nitens* y menor que *M. alba* (Cuadro 1).

### 5.2 Pastoreo selectivo de las especies evaluadas

A continuación se analizan los resultados del pastoreo selectivo sobre la especies *A. capillaris*, *L. perenne*, *M. alba* y *E. nitens*

**5.2.1 Pastoreo selectivo entre las especies pratenses.** En el pastoreo de diciembre, el consumo por los ovinos, evaluado en términos de altura, fue mayor en *A. capillaris* que en *L. perenne* (Cuadro 10), siendo por tanto, más intensamente pastoreada (Cuadro 24). Se entiende por intensidad de pastoreo, la relación entre la altura consumida y la altura disponible (LEMAIRE y CHAPMAN, 1996). En esa fecha ambas especies, *L. perenne* y *A. capillaris*, se encontraban en estado vegetativo. Se sugiere que la mayor altura disponible de *A. capillaris* al iniciar el pastoreo, fue determinante en obtener un mayor consumo aparente por ésta (Cuadro 8). Esto coincide con lo

reportado por DUMONT *et al.* (1995), quienes encontraron que las ovejas seleccionan gramíneas de mayor altura, cuando éstas tienen una calidad semejante. Sin embargo, durante el pastoreo de febrero, *A. capillaris*, a pesar de que tenía una altura mayor que *L. perenne*, presentó un consumo similar a esta última (Cuadro 8). Esto se puede atribuir al efecto de la heterogeneidad de los resultados para esta variable durante febrero, de manera que la alta desviación estándar obtenida no permitió obtener diferencias estadísticas entre las especies.

En el pastoreo de abril no hubo diferencias en el consumo aparente, evaluado en términos de altura (Cuadro 10), sin embargo, la situación encontrada en diciembre se invirtió, *L. perenne* fue más intensamente pastoreada que *A. capillaris* (Cuadro 24), probablemente por su mayor contenido de energía (Cuadro 1).

El promedio del consumo, evaluado en términos de altura, durante las tres fechas evaluadas no evidenció diferencias significativas entre las especies herbáceas, lo que reflejaría las diferencias inversas encontradas en las alturas consumidas entre diciembre y abril, más el efecto del pastoreo de febrero en el que la altura consumida entre *L. perenne* y *A. capillaris* fueron estadísticamente similares.

Los valores de la altura residual postpastoreo, entre *L. perenne* y *A. capillaris*, para todas las fechas evaluadas, no fueron estadísticamente diferentes (Cuadro 9), lo que indica que los ovinos pastorearon las plantas ofrecidas hasta una altura estadísticamente similar, a pesar de que las ofertas fueron homogéneas (Cuadro 8).

Respecto del área foliar, los resultados para la disponibilidad, el consumo y el residuo de ésta, fueron estadísticamente similares entre las especies *L. perenne* y *A. capillaris* en todas las épocas de evaluación, exceptuando para el consumo de área foliar de diciembre (Cuadro 6). En este último mes, los ovinos pastorearon en forma selectiva a *A. capillaris* por sobre *L. perenne* (Cuadro 6; Cuadro 22). Esto se pudo deber a la mayor altura que *A. capillaris* tenía con respecto a *L. perenne* (Cuadro 8). Se sugiere que plantas en estado vegetativo con láminas más largas y delgadas, teniendo similar área foliar y materia seca ofrecidas, que plantas de láminas más cortas y anchas, se destacarían en la pradera, siendo selectivamente pastoreadas por ovinos,

como lo reportan LÓPEZ *et al.* (2003), donde *L. perenne* al sobresalir por sobre la pradera fue selectivamente pastoreado.

Las discrepancias entre los resultados de los análisis estadísticos entregados a partir de la comparación de las especies herbáceas y la comparación porcentual entre las cuatro especies evaluadas estarían relacionadas a que en un caso se contrastaron pares de datos en términos absolutos, y en el otro se compararon los cuatro tratamientos en términos relativos. Es así como, al comparar el consumo de área respecto del área disponible inicial, *A. capillaris* fue selectivamente pastoreada por sobre *L. perenne* en la evaluación de febrero y para el promedio de las tres fechas (Cuadro 22). De esta forma, la discrepancia entre los resultados de los análisis absolutos en comparación con los relativos, se fundamentaría en la inclusión de las especies arbustivas y en el tipo de análisis realizado (en base a porcentajes). Es importante hacer notar que la familiaridad que los ovinos posean con un tipo de forraje induce a su selección (NOLTE *et al.*, 1990). Este comportamiento de los ovinos puede haber tenido un efecto en la selección de *A. capillaris* sobre *L. perenne*.

La materia seca disponible en prepastoreo y la residual (materia seca postpastoreo), fue estadísticamente similar en las especies *L. perenne* y *A. capillaris* en todas las épocas de evaluación y para el promedio del estudio (Cuadro 2). Sin embargo, al hacer la comparación en términos relativos, incluyendo los cuatro recursos forrajeros evaluados, se detectó una selección de *A. capillaris* por sobre *L. perenne* en diciembre. En términos absolutos en el consumo aparente de materia seca en la evaluación de diciembre, *A. capillaris* fue 2,7 veces más consumida que *L. perenne*, diferencia que fue significativa al realizar la comparación entre los cuatro recursos.

**5.2.2 Pastoreo selectivo en arbustos.** Las ovejas consumieron aparentemente una mayor proporción del área foliar de *M. alba* que de *E. nitens* en todas las épocas medidas (Cuadro 15). Esto ocurrió cuando la disponibilidad de área foliar de ambos recursos fue similar, evaluaciones de diciembre y febrero, o cuando la disponibilidad de área foliar fue mayor en *M. alba* que en *E. nitens* (Cuadro 14). Esto indica que *M. alba* fue seleccionada por sobre *E. nitens*, lo que se aprecia especialmente en las dos primeras evaluaciones cuando la oferta fue similar.

La selección de hojas de *M. alba* por sobre las de *E. nitens* respondería al excelente valor nutricional de las primeras. En este sentido en el Cuadro 1 se resaltan las diferencias entre ambos recursos.

La evaluación de la materia seca disponible, consumida y residual para *E. nitens* y *M. alba*, indica que *M. alba* fue pastoreada selectivamente en diciembre (Cuadro 20) y en febrero (Cuadro 12). Para ambos meses estos resultados están de acuerdo con los obtenidos al analizar el consumo aparente de área foliar (Cuadro 15).

En general se puede sugerir que el valor nutritivo de ambas especies arbustivas fue relevante en la selección de *M. alba* por las ovejas. Además de la información entregada por SCHMIDEK *et al.* (s. f.) sobre la calidad de las hojas de *M. alba*, SÁNCHEZ (2000a) al analizar la planta completa reporta que *M. alba* posee altos niveles de energía (digestibilidad in vitro de la materia seca (%): 58-79), y no identifica compuestos antinutricionales o tóxicos. Por el contrario, *E. nitens* no es reconocido como un árbol con valor forrajero, ya que posee compuestos antinutricionales, como por ejemplo el formilato de fluoroglucinol (LAWLER *et al.*, 1998).

Para interpretar correctamente los resultados obtenidos en términos relativos en la evaluación de abril y para el promedio general del estudio, en cuanto al consumo porcentual de materia seca (Cuadro 20), se tiene que considerar la disminución de la materia seca disponible de *M. alba* en el tiempo respecto del número de ovejas que ha pastoreado el recurso (Figura 5). *Morus alba* fue selectivamente pastoreada al inicio de cada evaluación. Se sugiere que en la medida que su disponibilidad de materia seca fue disminuyendo debido al consumo, *E. nitens* fue siendo cada vez más pastoreado (Figuras 3, 4 y 5). Las mediciones realizadas al final de cada pastoreo obedecen al resultado final de la evolución de cada uno de ellos, donde el tiempo de pastoreo, el número de animales y la materia seca disponible al término de cada evaluación son altamente relevantes en los resultados.

**5.2.3 Pastoreo selectivo entre los recursos ofrecidos.** Para comparar las cuatro especies evaluadas se calcularon el consumo y el residuo tanto de materia seca, área o

altura extendida, expresadas como porcentaje del total disponible para los cuatro recursos ofrecidos.

El consumo, medido como porcentaje del área pastoreada, en *L. perenne*, *A. capillaris*, *M. alba* y *E. nitens* fue diferenciado entre las especies (Cuadro 22). *Morus alba* fue selectivamente pastoreada en diciembre y en el promedio del estudio (Cuadro 22). En febrero *M. alba* fue más pastoreada que *L. perenne* y en abril fue pastoreada por sobre *A. capillaris* y *L. perenne* (Cuadro 22). Estos resultados unidos a los entregados por la literatura sugieren que, la selección de *M. alba* por sobre los otros recursos se debería a una combinación del alto valor nutricional de las hojas (BENAVIDES, 2000), como fue discutido con anterioridad, y a la abundancia y accesibilidad del follaje (STUTH, 1991; HODGSON *et al.*, 1994).

Los resultados obtenidos con *E. nitens* muestran que, a pesar de su bajo valor forrajero, fue selectivamente pastoreado, en todas las épocas con respecto a *L. perenne*, y en diciembre y abril en relación a *A. capillaris* (Cuadro 22). Abundancia y accesibilidad son variables relevantes en determinar la existencia de un pastoreo selectivo (STUTH, 1991; HODGSON *et al.*, 1994); esto explicaría las diferencias en selección en favor de *E. nitens*, al compararlo con las especies herbáceas. En promedio, el área foliar de *E. nitens* fue más consumida porcentualmente que *A. capillaris* y *L. perenne* (Cuadro 22), lo que se atribuye a que presentaba una mayor altura y una mayor disponibilidad de forraje.

*Lolium perenne* fue la especie selectivamente menos pastoreada, en diciembre, febrero y como promedio (cuadro 22). En abril junto a *A. capillaris* fueron selectivamente menos pastoreadas, probablemente debido a su menor altura disponible, respecto de las especies arbustivas (Cuadro 22).

El pastoreo de ovinos medido como porcentaje de la materia seca consumida, fue selectivo en diciembre y abril, no así en febrero (Cuadro 20). En la evaluación realizada en diciembre *M. alba* y *A. capillaris* fueron selectivamente pastoreadas, siendo *L. perenne* la especie menos seleccionada (Cuadro 20). El hecho de que *E. nitens* fue pastoreado selectivamente por sobre *L. perenne* (Cuadro 20), indicaría que la altura y la

abundancia de follaje en este caso tuvieron una mayor importancia en la decisión de pastoreo por sobre el valor forrajero.

En la evaluación realizada en abril, *E. nitens* fue selectivamente pastoreada (Cuadro 20), con respecto a las demás, expresado este consumo como porcentaje de la materia seca consumida. Los árboles del género *Eucalyptus* poseen una compleja mezcla de metabolitos secundarios (MOORE, *et al.*, 2004), entre los que se encuentran la familia de los compuestos formilato de fluoroglucinol (LAWLER *et al.*, 2000), que tienen consecuencias negativas postingestión en marsupiales (LAWLER *et al.*, 1998). Como se indicara con anterioridad, el pastoreo selectivo de *E. nitens*, por sobre *M. alba* en la evaluación de abril (Cuadro 20), puede ser explicado por el comportamiento de los animales en pastoreo a través del tiempo en relación a la disponibilidad instantánea de forraje (Figura 5). La comparación con las especies herbáceas debe ser tomada con cautela, debido a la diferencia inicial de disponibilidades entre las especies herbáceas y arbustivas, ya que la disponibilidad es relevante para determinar el consumo (STUTH, 1991).

La intensidad de pastoreo está referida al pastoreo medido como porcentaje de la altura parentemente consumida (LEMAIRE y CHAPMAN, 1996). Los arbustos siempre fueron intensamente pastoreados, al contrario de las especies herbáceas. *Lolium perenne* en diciembre fue la especie menos intensamente pastoreada, y en abril lo fue *A. capillaris* (Cuadro 24). De hecho en el promedio de los tres pastoreos, las especies arbustivas fueron pastoreadas con una mayor intensidad que las especies herbáceas (Cuadro 24). BETTERIDGE *et al.* (1994) indican que la altura, la abundancia y la disponibilidad son variables significativas en determinar diferencias en intensidad de pastoreo, aspecto que sería contrastante entre las especies herbáceas y las arbustivas.

A partir de los resultados de este estudio se puede afirmar que los ovinos pastorearon selectivamente *M. alba* por sobre los otros tres recursos forrajeros ofrecidos. Esto es relevante en el sentido que *M. alba* podría ser un recurso susceptible de ser incorporado a los sistemas ovinos como parte del desarrollo de un esquema de silvopastoreo. Así al disponer de material vegetal en el sentido vertical, los arbustos, se aumentaría la disponibilidad total de forraje por unidad de área. Los resultados del

estudio sugieren que habría una complementación entre los arbustos y la pradera en el consumo de los ovinos.

Está claro que aún hay aspectos relevantes que deben ser estudiados respecto de la posibilidad de desarrollar el silvopastoreo basado en un sistema pradera - *M. alba*, como por ejemplo, la capacidad de crecer y ser utilizados en forma asociada, donde son relevantes las tasas de crecimiento entre pastoreos y la disponibilidad instantánea de materia seca al momento de la utilización.



## 6 CONCLUSIONES

- Los ovinos pastorearon selectivamente las especies *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris*, *Morus alba* y *Eucalyptus nitens*.
- Las especies arbustivas fueron selectivamente pastoreadas por sobre las especies herbáceas.
- El área foliar fue la variable más clara para evidenciar el pastoreo selectivo entre *Morus alba* y las especies *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris* y *Eucalyptus nitens*.
- En términos relativos las ovejas seleccionaron *Agrostis capillaris* sobre *Lolium perenne*.
- Al inicio de cada evaluación *Morus alba* fue más pastoreada que los otros recursos forrajeros ofrecidos. Durante el pastoreo, la disminución de la disponibilidad de *Morus alba* implicó que las ovejas aumentarán la demanda por *Eucalyptus nitens*.
- Los resultados indican que *Morus alba* es un recurso que puede ser intensamente utilizado en pastoreo con ovinos.

## 7 Resumen

*Morus alba* es una especie arbórea de alta digestibilidad y palatabilidad. En regiones tropicales se planta en densidades altas, y se usa a través de corte, entregándose el material cosechado a los animales. Se desconoce el comportamiento de los animales al pastorear un sistema basado en pradera-*Morus alba*. Se planteó como hipótesis que los ovinos pastorean en forma selectiva una pradera compuesta por *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris*, *Morus alba* y *Eucalyptus nitens*. El objetivo del estudio fue determinar el grado de selectividad que tienen los ovinos en pastoreo sobre *Morus alba* con respecto a *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris* y *Eucalyptus nitens*.

La evaluación se efectuó en la Estación Experimental Santa Rosa, Universidad Austral de Chile. Se realizaron 3 pastoreos: en diciembre; febrero y abril. Previo a cada pastoreo los ovinos estuvieron en contacto durante 16 horas con las especies a evaluar. Las especies *Morus alba*, *Eucalyptus nitens*, *Agrostis capillaris* y *Lolium perenne*, fueron establecidas en macetas independientes. Prepastoreo, las macetas se ubicaron en 6 transectos (bloques), de 22 m de largo cada uno. En cada transecto, las plantas fueron ubicadas en forma consecutiva al azar, y la secuencia de las primeras 4 plantas fue repetida 3 veces dentro de cada transecto. La distancia entre plantas dentro de cada transecto fue de 2 m, y la distancia entre transectos fue de 1.5 m. Para las especies herbáceas, se marcaron macollos, a los que se les midieron el largo y ancho de todas sus láminas. A las especies leñosas se les midió el largo y ancho de las láminas de cada planta, el largo de pecíolo, si existía, y el largo de las ramas y ramillas. Todas las macetas fueron enterradas, de manera que el cuello de las plantas quedó a nivel del suelo.

El pastoreo se realizó con 10 ovejas, y los animales fueron retirados cuando uno de los recursos disponibles estuvo completamente pastoreado. Las variables evaluadas durante el pastoreo fueron: disponibilidad, consumo y residuo de materia seca; disponibilidad, consumo y residuo de área de la planta; disponibilidad, consumo y

residuo de altura de la planta. El Diseño Experimental usado fue bloques completos al azar con 4 tratamientos y 6 bloques completamente al azar.

*A. capillaris* tuvo una mayor altura que *Lolium perenne* en diciembre y febrero ( $P \leq 0.05$ ), siendo selectivamente pastoreada en estas fechas y en el promedio ( $P \leq 0.001$ ) de las tres evaluaciones en términos de área foliar. Por otro lado *Lolium perenne* fue intensamente más pastoreada en abril. Ambas especies fueron pastoreadas hasta una altura similar.

Las ovejas pastorearon selectivamente *Morus alba* por sobre *Eucalyptus nitens*, en todas las épocas medidas, en términos de área foliar. Estos resultados son semejantes a los obtenidos en base a materia seca, con excepción de abril, donde *Eucalyptus nitens* resultó ser la especie selectivamente pastoreada. Sin embargo, este último resultado debe interpretarse con cuidado, debido a que se observó que los ovinos pastorearon selectivamente *Morus alba* al inicio de cada evaluación. Ambas especie tuvieron similares alturas disponibles y similares alturas de residuo postpastoreo.

Al comparar las especies arbustivas y herbáceas, en términos de materia seca, las especies arbustivas fueron igual o más selectivamente pastoreadas que las especies herbáceas. Estos resultados son aún mas contrastantes cuando se les comparó en términos de área foliar, siendo *Morus alba*, en promedio, la especie más selectivamente pastoreada. Por lo tanto los ovinos pastorearon selectivamente las especies *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris*, *Morus alba* y *Eucalyptus nitens*.

Como promedio los resultados de la evaluación indican que *Morus alba* puede ser usado intensamente como forraje para ovinos.

## SUMMARY

*Morus alba* is a highly digestible and palatable plant species. Outside of Chile it is planted in high densities. After it is cut, the harvested material is given to animals. Animal behaviour from a *Morus alba* pasture system is as of yet unknown. It is thought that sheep will selectively defoliate in a pasture consisting of *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris*, *Morus alba* and *Eucalyptus nitens*. The aim of this investigation was to determine the level of selectivity of sheep amongst *Morus alba*, *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris* and *Eucalyptus nitens*.

The research was conducted at Santa Rosa research station, Universidad Austral de Chile. The evaluation was done during three periods: December, February and April. Before of each grazing event, sheep were exposed to the evaluated plant species. *Morus alba*, *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris* and *Eucalyptus nitens*, grown in individual pots. The pots were arranged in six blocks of 22 m long. In each block the plants were randomly distributed and sequence of the first 4 plants was repeated 3 times in each block. The distance between plants within each block was 2 m and the blocks were spaced 1,5 apart. All the pots were then buried so that the level of the soil of the pots of the plants was at ground level was at soil level.

The grazing experiment was conducted with 10 sheep. The grazing period ended when one of the available resources was completely consumed. In the herbaceous species, the length and width of tillers were measured and recorded. In the woody species, length and width of the leaves were also measured, as well as, the petiole, it present and the length of the branches. From these measurements available dry matter, apparent defoliation, residual dry matter and available, residual and apparent consumption of leaf area were calculated. Also derivated variables from plant height were calculated a randomized complete block design with 4 treatments and 6 blocks was applied.

*Agrostis capillaris* had a significantly rater height than *Lolium perenne* in December and February, Also during these periods it was significantly more selected than *Lolium perenne* as well for the average of the leaf area for the total research period. On the other hand, *Lolium perenne* was defoliated for more heavily in April. Both species were consumed up to the same proximity with the ground.

In terms of foliage area, the sheep consumed *Morus alba* rather than *Eucalyptus nitens* during all the grazing events. These results are similar to those obtained with dry matter, excepting April, during which *Eucalyptus nitens* was the selected plant. However, this last result should be interpreted with caution due to sheep were selectively eating *Morus alba* at the beginning of each evaluation

Upon comparing bushy and herbaceous species, bushy species were equally or more selectively consumed than herbaceous species in terms of dry matter.

Overall, the results of the trial indicated that *Morus alba* can be used intensively as forage by grazing sheep.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- ALMEIDA, J y FONSECA, T. 2000. Mulberry germplasm and cultivation in Brazil. *In*: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.
- ANRIQUE, R., VALDERRAMA, X. y FUCHSLOCHER, R. 1995. Composición de alimentos para el ganado en la zona sur. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. 58 p.
- ARNOLD, G. 1981. Grazing behaviour. *In*: Morley, F. (ed.). World Animal Science. New York, Estados Unidos. Elsevier Scientific Publishing Company. pp: 79-124.
- AZÓCAR P., PATÓN D., SANTIBÁNEZ F. y TORRES, C. 2001. Modelo para estimar fitomasa en repanda (*Atriplex repanda* Phil.) en función de parámetros métricos, precipitación y densidad. *In*: Avances en Producción Animal 26: 107-118.
- BECENA, R. 1990. Efectos de la intensidad de pastoreo sobre la calidad y producción de una pradera permanente de la Décima Región. Tesis Lic. en Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. 68 p.
- BENAVIDES, J. 1986. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus* sp.) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas. Proy. Sistemas de Producción Animal. Serie Técnica 67. pp: 40-42.
- BENAVIDES, I. 1995. Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. Agroforestería en las Américas 7: 27-30.

- BENAVIDES, J.; HERNÁNDEZ, I.; ÉSQUIVEL, J.; VASCONCELOS, J., GONZÁLEZ, J. y ESPINOSA, E. 2000. Supplementation of Grazing Dairy Cattle with Mulberry in the High Part of the Central Valley of Costa Rica. *In*: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.
- BENAVIDES, J. 2000. Utilization of Mulberry in Animal Production Systems. *In*: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.
- BETTERIDGE, K.; FLETCHER, R.; LIU, Y.; COSTALL, D. y DEVANTIER. 1994. Rate of removal of grass from mixed pastures by cattle, sheep and goat grazing. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 56: 61-65.
- BOOTSMA, A.; ATAJA, A. y HODGSON, J. 1990. Diet selection by young deer grazing mixed ryegrass/white clover pastures. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 51: 187-190.
- BOSCHINI, C. 2000a. Establishment and Management of Mulberry for Intensive Forage Production. *In*: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.
- BOSCHINI, C. 2000b. Nutritional quality of mulberry cultivated for ruminant feeding . *In*: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.
- CARRÈRE, P.; LOUAULT, F. y SOUSSANA, J. 1997. Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. *Journal of Applied Ecology* 34: 333-348.

- CARRÈRE, P.; LOUAULT, P.; DE FACCI, C; LAFARGE, M. y SOUSSANA, F. 2003. How does the vertical and horizontal structure of a perennial ryegrass and white clover sward influence grazing. *Grass and Forage Science* 56 (2): 118-130.
- CHAPMAN, D.; CLARK, D.; LAND, C. y DYMOCK, N. 1984. Leaf and tiller or stolon death of *Lolium perenne*, *Agrostis* spp., and *Trifolium repens* in set-stocked and rotationally grazed hill pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 27: 303-312.
- CLARK, D., CHAPMAN, D.; LAND, C. y DYMOCK, N. 1984. Defoliation of *Lolium perenne* and *Agrostis* spp. tillers, and *Trifolium repens* stolons in set-stocked and rotationally grazed hill pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 27: 289-301.
- COATES, D. y PENNING, P. 2000. Measuring Animal Performance. *In*: Marnette, L. (ed.). *Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research*. Wageningen Agricultural University, The Netherlands, and R M Jones, CSIRO Tropical Agriculture, Australia. 462 p.
- DATTA, R. 2000. Mulberry Cultivation and Utilization in India *In*: Sánchez, M. (ed.). *Mulberry for Animal Production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.
- DUKE, J. 1983. *Morus alba*, L. Handbook of Energy Crops. unpublished. <[http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Morus\\_alba.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Morus_alba.html)>15.jul.2004.
- DUMONT, B. ; PETIT, M. y D'HOOR, P. (1995). Choice of sheep and cattle between vegetative and reproductive cocksfoot patches. *Applied Animal Behaviour Science* 43: 1-15.
- EMMICK, D. 1993. Prescribed grazing management to improve pasture productivity in new york. united states department of agriculture soil conservation service and



cornell university department of animal science.  
<<http://www.css.cornell.edu/forage/pasture/>>28.jul.2004.

- ESPINOSA, E. y BENAVIDES, J. 1996. Efecto de sitio y fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de la Morera (*Morus alba* L.). Agroforestería en las Américas 3(11-12): 24-27.
- FORBES, J. y MAYES, R. 2002. Food Choice. *In*: Freer M. y Dove H. (ed.). Sheep Nutrition. Wallingford, Inglaterra. CAB internacional . pp. 51-69.
- FRASER, A. y BROOM, D. 1997. Farm animal behaviour and welfare. 3<sup>a</sup> ed. CAB International. Wallingford, Inglaterra. CAB internacional. Bookcraft. pp. 79-93.
- GARCIA, F.; CARRERE, P.; SOUSSANA, F. y BAUMONT R. 2003a. How do severity and frequency of grazing affect sward characteristics and the choices of sheep during the grazing season?. Grass and Forage Science 58: 138-150.
- GARCIA, F. ; CARRERE, P.; SOUSSANA, F. y BAUMONT, R. 2003b. The ability of sheep at different stocking rates to maintain the quality and quantity of their diet during the grazing season. Journal of Agricultural Science 140: 113-124.
- GASTO, J., COSIO, F. y PANARIO, D. 1993. Clasificación de eco regiones y determinación de sitio y condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. pp. 4-13.
- GILLILAND, T.; BARRETT, P.; MANN, R.; AGNEW, R. y FEARON, A. 2002. Canopy morphology and nutritional quality traits as potential grazing value indicators for *Lolium perenne* varieties. Journal of Agricultural Science 139: 257-273.
- GONZALEZ, J.; BENAVIDES, J.; KASS, M.; OLIVO, R. y ESPERANCE, M. 1996. Evaluación de la calidad nutricional de la Morera (*Morus alba* L.) fresca y ensilada, con bovinos de engorda. Agroforestería de las Américas 3: 20-23.

- 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.
- 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: Frame J. (ed.). Grazing. British grassland society, Occasional Symposium* 19: 51-64.
- HODGSON, J. 1990. *Grazing management. Science into Practice.* New York, Estados Unidos. Longman Scientific and technical. 200p.
- HODGSON J., CLARK, D. y MITCHELL, R. (1994) Foraging behaviour in grazing animals and its impact on plant communities. *In: Fahey G. (ed.). Forage Quality, Evaluation and Utilization.* pp. 796-827.
- HOFFMANN, A. 1983. *El árbol urbano en Chile.* Santiago, Chile. 255p.
- HOLMES, C. 1987. Pasture for dairy cattle. *In: New Zealand Society of Animal Production. Livestock Feeding on Pasture. Occasional Publication* 10: 133-142.
- KARSLI, A. 1995. *Grazing Behavior of Ruminant Livestock by M. Grazing: Forage and animal management.* Iowa state University. <<http://www.agron.iastate.edu/moore/434/title534.html>>27.may.2004.
- KENNEY, P. y BLACK, J. 1984. Factors affecting diet selection by sheep. I Potential intake rate and acceptability of feed. *Australian Journal Agricultural Research* 35: 551-563.
- LAUNCHBAUGH, K., WALKER, J. y TAYLOR C. 1999. Foraging Behavior: Experience or Inheritance?. *Grazing Behavior of Livestock and Wildlife.* pp. 28-35.

- LAWLER, I.; FOLEY, W.; ESCHLER, B.; PASS, D. y HANDASYDE, K. 1998. Intraspecific variation in Eucalyptus secondary metabolites determines food intake by folivorous marsupials. *Oecologia* 116:160-169.
- LAWLER, I.; FOLEY, W. y ESCHLER, B. 2000. Foliar concentration of a single toxin creates habitat patchiness for a marsupial folivore. *Ecology* 81:1327-1338.
- LEMAIRE, G. y CHAPMAN, D. 1996. Tissue Flows in Grazed Plant Communities. *In*: Hodgson, J. y Illius, A. (eds.). The ecology and management of grazing systems. Wallingford, Inglaterra. CAB Internacional. Biddles Ltd. pp: 3-33.
- LISCANO C.; HUAMÁN H. y VILLELA, E. 1982. Efecto de frecuencia e intensidad de pastoreo en una asociación gramínea + leguminosa sobre la selectividad animal. *Agronomía Tropical* 31(1-6): 171-188.
- LIU, J.; JUN, Y.; YAN, B.; YU, J.; SHI, Z. y WANG, X. 2000. Mulberry leaf supplement for sheep fed ammoniated rice straw. *In*: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.
- LÓPEZ, I.; HODGSON, J.; HEDDERLEY, D.; VALENTINE, I. y LAMBERT, G. 2003. Selective defoliation by sheep according to slope and plant in the hill country of New Zealand. *Grass and Forage Science* 58: 339-349.
- LYONS, R. y MACHEN R. s. f. Interpreting Grazing Behavior. Texas agricultural extensión service. The Texas A&M University System. <[http://rangeweb.tamu.edu/extension/rangedetect/l5385\\_grzbhv.pdf](http://rangeweb.tamu.edu/extension/rangedetect/l5385_grzbhv.pdf)>27.06.2004.
- MACHII, H. 2000 . Evaluation and utilization of mulberry for poultry production in Japan. *In*: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.

- MACHII, H.; KOYAMA, A. y YAMANOUCHI, H. 2000 . Mulberry Breeding, Cultivation and Utilization in Japan. *In*: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.
- MANTEROLA, H. 2002. La morera, una interesante alternativa forrajera para la ganadería mayor y menor en Chile. Circular de Extensión - Universidad de Chile. Fac. de Ciencias Agronómicas. Dept. de Producción Animal. 28. pp:1-11.
- MARTÍN G.; GARCÍA F.; REYES F.; HERNÁNDEZ I.; GONZÁLEZ T. y MILERA, M. 2000. Agronomic Studies with Mulberry in Cuba. *In*: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.
- MOORE, B.; WALLIS, I.; PALÁ-PAÚL, J.; BROPHY, J.; WILLIS, R. y FOLEY, W. 2004. Antiherbivore chemistry of eucalyptus—cues and deterrents for marsupial folivores. *Journal of Chemical Ecology* 9 (30): 1743-1769.
- NEWSOME, T.; WIKEEM, B. y SUTHERLAND, C. 1995. Sheep Grazing Guidelines for Managing Vegetation on Forest Plantations in British Columbia. Research Branch B.C. Ministry of Forests. 47p.
- NOLTE, D.; PROVENZA, F. y BALPH, D. 1990. The establishment and persistence of food preferences in lambs exposed to selected foods. *Journal Animal Science* 68: 998-1002.
- PENNING, P.; PARSONS, A.; ORR, R.; HARVEY, A. y CHAMPION, R. 1995. Intake and behaviour responses by sheep, in different physiological states, when grazing monocultures of grass or white clover. *Applied Animal Behaviour Science* 45: 63-78.

- PÉREZ L. sf. Comportamiento alimentario y actividades de cabras en pastoreo sobre campo natural. <<http://capra.iespana.es/capra/pastoreou/resumen.htm>> 27.jun.2004.
- POPP, J.; McCAUGHEY, W. y COHEN, D. 1997. Effect of grazing system, stocking rate and season of use on herbage intake and grazing behaviour of stocker cattle grazing alfalfa-grass pastures. *Canadian Journal of Animal Science* 77: 677-683.
- PROVENZA. 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. *Journal Animal Science* 74: 2010-2020.
- PROVENZA. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Journal of Range Management* 48(1): 2-17.
- RAMOS, G.; FRUTOS P.; GIRÁLDEZ F. y MANTECÓN, A. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros 47: 597-620.
- ROJAS, H.; BENAVIDES, J. y FUENTES, M. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de Morera. *In: Benavides J. (ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central* 236 (2): 305-320.
- ROMNEY, D. y GILL, M. 2000. Intake of Forages. *In: Givens D. (ed.). Forage Evaluation in Ruminant Nutrition.*, ADAS, Stratford upon Avon, UK, E Owen, Department of Agriculture, University of Reading, UK, H M Omed and R F E Axford, University of Wales, Bangor, UK. Pp: 43-62.
- ROOTHAERT, R. 1999. Feed intake and selection of tree fodder by dairy heifers. *Animal Feed Science Technology* 79 : 113p.
- SANCHEZ, M., GÓMEZ, A., PEINADO, E., MATA, C. Y DOMENECH, V. 1992. Ramoneo de algunas especies arbustivas por la cabra en pastoreo. *Terra Arida* 11: 21-25.

- SÁNCHEZ, M. 2000a. Mulberry: an exceptional forage available almost worldwide!. *In*: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.
- SÁNCHEZ, M. 2000b. World distribution and utilization of Mulberry, potential for Animal Feeding. *In*: Sánchez, M. (ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.
- SCHMIDEK, A.; NUNES, A. y DE RESENDE, K. s. f. Composição bromatológica e taxa de degradação da amoreira (*Morus alba* L.), em caprinos. 3 p.
- SHAYO, C. 1997. Uses, yield and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) trees for ruminants in the semi-arid areas of central Tanzania. *Tropical Grasslands* 31:599-604.
- SHAYO, C. 2000. The Potential of Mulberry as Feed for Ruminants in Central Tanzania. *In*: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.
- STUTH, J. 1991. Foraging Behavior. *In*: Heitschmidt, R. y Stuth, J. (eds.). Grazing management. An Ecological perspective. Timber Press, Portland, Oregon, USA. pp 65-84.
- TAINTON, N., MORRIS, C. y HARDY M. 1996. Complexity and stability in grazing systems. *In*: Hodgson. J. y Illius A. (eds.) The Ecology and Management of Grazing Systems. Wallingford, Inglaterra. CAB International. pp. 275-300.
- TALAMUCCI, P.; PARDINI, A. y ARGENTI, G. 2000. Effects of the Grazing Animals and the Cutting on the Production and the Intake of a *Morus alba*-Subterranean Clover Association. *In*: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and

Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.

TRUJILLO, F. 2000. Mulberry for rearing dairy heifers. In: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.

VIVAR, E. 2003. Selectividad de *Lolium* spp. y *Bromus Valdivianus* Phil. por vacas lecheras en pastoreo. Tesis Lic. en Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. 64 p.

XUAN, B. Y NGOAN, L. 2003. Evaluation of some unconventional trees/plants as ruminant feeds in Central Vietnam. Hue University of Agriculture and Forestry. <<http://www.mekarn.org/sarec03/bahue.htm>>27.may.2004.

YONGKANG, H. 2000. Mulberry Cultivation and Utilization in China. In: Sánchez, M. (ed.). Mulberry for Animal Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Animal Production And Health, Paper 147.

## **ANEXOS**



**ANEXO 1 Largo de la lámina, ancho de la lámina, peso seco de la lámina y área de la lámina de *Morus alba*.**

Hojas	Largo lámina (cm)	Ancho lámina (cm)	Peso seco lamina (g)	Área de la hoja (cm <sup>2</sup> )
1	10,6	7,5	0,26	49,07
2	9,9	8,7	0,41	54,89
3	10,8	10,0	0,52	84,83
4	10,2	9,8	0,47	66,81
5	8,6	8,2	0,42	46,69
6	7,4	6,3	0,19	31,45
7	19,0	15,4	1,19	136,16
8	18,0	15,1	1,29	173,36
9	16,1	13,5	0,81	132,35
10	23,2	20,6	2,01	311,63
11	25,5	20,7	1,92	265,21
12	8,6	7,1	0,21	38,39
13	5,4	5,2	0,10	20,27
14	7,0	6,6	0,19	32,91
15	13,7	12,0	0,86	118,19
16	21,0	17,2	1,52	339,01
17	20,4	17,6	1,72	268,03
18	18,2	13,9	0,92	140,29
19	15,0	14,0	0,89	120,03
20	16,9	14,1	1,14	144,98
21	19,7	17,0	1,54	291,86
22	9,6	7,8	0,28	52,15
23	16,0	14,4	1,28	191,96
24	18,4	16,2	1,34	233,75
25	20,4	16,5	1,52	190,73
26	14,8	10,6	0,67	110,83
27	11,5	9,5	0,61	103,31
28	8,9	5,4	0,19	31,12
29	8,0	7,2	0,29	39,92
30	11,0	9,8	0,45	59,98
31	5,6	5,7	0,12	24,03
32	11,3	7,9	0,36	58,51
33	17,2	13,0	1,28	221,70
34	8,6	7,4	0,23	42,04
35	10,0	8,4	0,35	57,32
36	17,3	16,7	1,24	211,85
37	12,8	12,0	0,77	121,80
38	6,3	6,1	0,30	31,76

**ANEXO 2 Largo del pecíolo, peso seco del pecíolo, largo de hoja, ancho de hoja y peso seco de la hoja de *M. alba*.**

Nº Peciolos	Largo del peciolo (cm)	Peso seco peciolo (g)	Largo hoja (cm)	Ancho hoja (cm)	Peso seco de la hoja (g)
1	2,20	0,016	11,4	10,9	0,706
2	2,12	0,015	13,3	10,5	0,793
3	2,65	0,018	15,9	12,0	0,679
4	2,70	0,020	15,5	12,2	0,823
5	2,80	0,020	18,0	14,5	1,097
6	1,20	0,007	7,8	5,8	0,220
7	3,10	0,014	9,4	7,6	0,333
8	2,15	0,009	13,1	9,1	0,399
9	2,20	0,011	8,1	6,3	0,232
10	3,20	0,030	16,4	13,4	0,982
11	2,45	0,019	17,4	13,3	0,829
12	2,20	0,012	9,9	9,0	0,351
13	1,35	0,008	9,6	7,4	0,357
14	2,25	0,012	8,9	7,2	0,230
15	2,05	0,013	14,1	10,1	0,524
16	2,05	0,007	9,8	7,3	0,198
17	2,00	0,013	8,7	6,3	0,296
18	1,80	0,007	7,8	5,6	0,158
19	2,00	0,012	8,5	6,5	0,195
20	2,10	0,008	10,0	5,5	0,212
21	1,90	0,008	9,0	8,5	0,243
22	2,05	0,009	8,6	7,7	0,284
23	2,15	0,009	10,3	7,3	0,287
24	2,20	0,009	9,7	7,1	0,204
25	2,60	0,010	8,2	6,3	0,152
26	2,60	0,013	10,5	8,5	0,283
27	1,60	0,008	8,6	6,1	0,263
28	1,55	0,004	5,4	5,0	0,078
29	2,10	0,006	6,3	5,4	0,141

**ANEXO 3 Largo y ancho del tallo primario (tallos con más de un año de edad) de *M. alba*.**

primario		primario	
largo (cm)	peso (g)	largo (cm)	peso (g)
38,62	1,211	24,90	0,946
44,62	1,481	17,60	0,789
39,81	1,356	28,96	1,032
22,90	0,709	15,48	0,744
21,25	0,825	39,60	1,259
36,11	0,954	27,30	0,998
34,81	1,208	22,48	0,894
44,91	1,320	31,24	1,086
45,31	1,504	23,57	0,915
35,11	0,990	14,64	0,726
25,30	0,956	26,89	0,988
21,60	0,879	29,46	1,043
9,90	0,625	13,64	0,705
26,00	1,016	18,75	0,814
26,30	0,985	19,46	0,829
11,10	0,589	27,64	1,015
36,45	1,193	15,46	0,744
40,28	1,275	19,49	0,805
22,64	0,897	23,15	0,908
37,85	1,222	21,45	0,875

**ANEXO 4 Largo y ancho del tallo secundario (tallos con menos de un año de edad de *M. alba*.)**

tallo secundario		tallo secundario	
largo (cm)	peso (g)	largo (cm)	peso (g)
2,9	0,033	2,5	0,040
6,9	0,144	8,7	0,132
1,6	0,015	9,4	0,146
20,1	0,497	6,4	0,069
2,8	0,102	15,0	0,363
18,7	0,408	15,0	0,286
8,8	0,187	18,9	0,487
6,8	0,082	1,4	0,013
11,0	0,229	1,3	0,033
15,4	0,174	1,4	0,013
6,1	0,062	1,5	0,015
2,6	0,041	4,0	0,048
2,5	0,031	1,2	0,028
8,7	0,115	3,5	0,052
8,9	0,137	5,8	0,083
9,8	0,155	4,4	0,063
10,2	0,163	4,6	0,066
2,6	0,041	6,8	0,099
3,1	0,047	7,9	0,117
5,7	0,081	17,3	0,350
7,8	0,116	2,9	0,045
9,9	0,157	3,5	0,035
10,1	0,162	16,4	0,329
5,8	0,083	3,1	0,041
4,3	0,061	2,8	0,044
8,3	0,126	1,9	0,015
13,3	0,236	2,5	0,023
7,3	0,108	29,1	0,805

**ANEXO 5 Largo de la lámina, ancho de la lámina, peso seco de la hoja y área de la hoja de *E. nitens*.**

Largo de lamina (mm)	Ancho de la hoja (mm)	peso seco hoja (g)	Area de la hoja (mm <sup>2</sup> )
82	28,0	0,13	1403,83
78	28,0	0,13	1571,66
73	27,5	0,14	1403,12
88	30,0	0,16	1797,63
90	32,5	0,17	2033,22
72	26,0	0,14	1699,06
81	28,5	0,13	1594,66
81	27,5	0,12	1699,15
77	30,0	0,12	1665,27
74	27,0	0,13	1366,95
50	14,0	0,05	517,81
52	18,0	0,06	701,87
43	16,0	0,07	389,65
64	19,0	0,05	1364,37
72	34,0	0,15	1740,38
93	33,0	0,18	2030,81
99	42,0	0,24	2774,41
98	40,0	0,23	2443,08
79	32,0	0,15	1812,54
70	32,5	0,13	1667,92
58	30,0	0,12	1266,61
93	34,0	0,22	2059,92
65	32,5	0,12	1665,67
63	22,0	0,09	883,12
63	20,0	0,10	961,66
50	16,5	0,07	1332,59
46	16,0	0,05	533,99
55	21,0	0,09	811,61
94	31,0	0,20	2338,47
69	26,0	0,10	1174,41
88	31,0	0,14	1915,30
86	33,0	0,18	2118,36
99	35,0	0,20	2367,18
102	42,0	0,24	2422,38
91	34,0	0,17	2343,02
95	33,0	0,18	2255,39
55	19,0	0,06	763,63
56	18,5	0,06	828,23
58	21,0	0,10	1060,99
66	25,0	0,09	1204,36

**ANEXO 6 Largo y peso seco del tallo de *E. nitens*.**

Largo (cm)	peso seco (g)	Largo (cm)	peso seco (g)
26,5	0,65	27,2	1,15
23,9	0,54	24,5	0,71
24,0	0,50	23,3	0,83
22,8	0,79	24,6	0,81
21,0	0,33	20,0	0,42
29,3	1,16	28,6	1,19
26,3	0,82	19,8	0,39
25,0	0,55	22,9	0,48
26,5	0,86	25,9	0,95
21,5	0,41	21,3	0,48
20,5	0,41	24,6	0,73
21,3	0,43	22,2	0,57
24,6	0,73	22,3	0,57
27,8	0,95	21,2	0,49
22,9	0,51	33,5	1,88
19,1	0,41	23,4	0,65
19,2	0,33	21,0	0,48
18,2	0,28	26,0	1,01
22,6	0,53	21,2	0,43
23,4	0,62	27,8	0,81

**ANEXO 7 Largo, ancho en dos extremos de la lámina, peso seco de la lámina y área de la lámina de *Lolium perenne*.**

largo mm	Ancho 1 mm	Ancho 2 mm	peso seco hoja g	Area hoja (mm <sup>2</sup> )
200	1,48	1,68	0,010	301,08
99	2,55	2,58	0,005	240,98
144	1,53	1,51	0,006	261,57
164	1,30	1,47	0,007	262,57
227	1,28	1,50	0,009	316,23
106	2,99	3,42	0,005	201,92
111	1,14	1,53	0,006	237,52
146	1,25	1,61	0,005	250,25
306	1,47	1,84	0,014	435,96
185	1,37	1,47	0,008	314,77
75	2,62	2,66	0,003	190,58
108	1,33	1,58	0,004	175,92
90	1,81	2,06	0,005	217,69
182	1,42	1,39	0,008	287,48
96	1,48	1,72	0,004	212,80
84	2,35	2,40	0,005	220,04
83	2,10	2,30	0,004	231,00
149	1,23	1,33	0,004	256,00
291	2,34	2,49	0,014	397,27
142	1,50	1,58	0,006	284,20
213	1,24	1,46	0,010	289,41
161	1,72	1,89	0,005	279,02
213	2,51	2,54	0,010	307,79
223	2,14	2,42	0,010	325,85
95	2,70	2,83	0,004	177,42
205	1,55	1,70	0,008	303,33
192	1,43	1,58	0,007	252,09
295	1,79	1,90	0,013	384,38
92	3,24	3,35	0,004	259,48
144	2,18	2,27	0,005	281,55
242	2,02	2,05	0,012	401,45
108	2,55	2,64	0,005	245,76
108	1,63	1,85	0,004	226,99
210	1,70	1,78	0,009	369,46
185,1	1,46	1,49	0,006	250,18
123	2,34	2,36	0,004	265,73
234	1,59	1,76	0,009	355,66
85	1,48	1,72	0,003	162,91
98	1,40	1,65	0,005	213,50
156,5	1,58	1,58	0,005	244,24

**ANEXO 8 Largo, ancho en dos extremos de la lámina, peso seco de la lámina y área de la lámina de *Agrostis capillaris*.**

largo (mm)	Ancho 1 (mm)	Ancho 2 (mm)	peso seco hoja (g)	Area hoja (mm <sup>2</sup> )
120	1,36	1,54	0,003	157,00
169	2,33	2,74	0,007	323,90
158	1,28	1,33	0,005	296,52
167	3,00	3,02	0,007	380,33
121	1,56	1,82	0,003	190,62
162	2,59	2,87	0,007	360,63
187	2,25	2,30	0,006	462,70
169	2,25	2,33	0,005	354,32
151	2,77	3,25	0,005	252,77
114	1,66	1,74	0,002	130,05
114	2,23	2,30	0,004	140,63
140	2,69	2,71	0,006	234,36
223	3,18	3,28	0,010	503,10
158	2,13	2,38	0,007	341,81
115	1,49	1,82	0,003	167,02
173	2,43	2,56	0,008	297,93
75	1,64	2,54	0,003	152,19
69	1,05	1,33	0,002	97,25
97	1,84	2,15	0,003	108,37
146	1,64	1,66	0,004	305,59
158	2,41	2,41	0,006	375,92
193	2,61	2,66	0,008	389,81
143	2,05	2,38	0,005	287,98
158	2,23	2,30	0,006	351,31
143	2,25	2,59	0,006	234,86
194	2,25	2,36	0,007	409,56
115	1,46	1,61	0,003	168,07
146	1,23	1,23	0,004	198,99
132	1,23	1,38	0,003	222,04
140	1,61	1,64	0,004	240,32
97	1,08	1,20	0,002	79,78
81	1,08	1,18	0,002	63,10
161	1,10	1,38	0,005	329,15
116	0,82	1,18	0,002	201,01
135	1,59	1,56	0,004	299,25
151	1,02	1,15	0,004	266,66
99	1,10	1,00	0,002	165,38
81	1,64	1,66	0,002	109,21
64	1,43	1,43	0,001	92,03
153	0,77	0,77	0,005	274,28









**ANEXO 12 Valor nutritivo de Grano de cebada, *Medicago sativa* en estado vegetativo, *Lolium* spp. planta entera invierno, Pradera permanente fertilizada primavera.**

Alimentos	MS (%)	PC (%)	EM (Mcal/Kg)
Grano de cebada	86,5	12,1	3,13
<i>Medicago sativa</i> en estado vegetativo	0	21,2	2,36
<i>Lolium</i> spp. planta entera invierno	13,6	24,1	2,85
Pradera permanente fertilizada primavera	15,2	17,8	2,55

FUENTE: ANRIQUE et al., (1995)

**ANEXO 13 Pastoreo instantáneo de ovejas sobre las especies *L. perenne*, *A. capillaris*, *E. nitens* y *M. alba*, durante una hora en el mes de diciembre.**

Hora	Tiempo (minutos)	Nº de ovejas pastoreando			
		<i>M. alba</i>	<i>E. nitens</i>	<i>L. perenne</i>	<i>A. capillaris</i>
9:40	0,00	1	1	0	1
9:50	10,00	1	1	1	0
10:00	20,00	1	0	0	1
10:10	30,00	2	1	1	1
10:20	40,00	0	2	1	1
10:30	50,00	0	1	0	0
10:40	60,00	1	1	0	1

**ANEXO 14 Pastoreo selectivo de *L. perenne*, *A. capillaris*, *E. nitens* y *M. alba*,  
acumulado durante diciembre.**

Tiempo (min)	N° de ovejas acumuladas			
	<i>M. alba</i>	<i>E. nitens</i>	<i>L. perenne</i>	<i>A. capillaris</i>
0,00	1	1	0	1
10,00	2	2	1	1
20,00	3	2	1	2
30,00	5	3	2	3
40,00	5	5	3	4
50,00	5	6	3	4
60,00	6	7	3	5

**ANEXO 15 Pastoreo instantáneo de ovejas sobre las especies *L. perenne*, *A. capillaris*, *E. nitens* y *M. alba*, durante una dos horas con cincuenta minutos, en el mes de febrero.**

Hora	Tiempo (min)	Nº de ovejas pastoreando			
		<i>M. alba</i>	<i>E. nitens</i>	<i>L. perenne</i>	<i>A. capillaris</i>
9:30	0,00	1	1	0	0
9:40	10,00	1	0	0	1
9:50	20,00	0	0	0	0
10:00	30,00	1	0	1	0
10:10	40,00	0	1	0	0
10:20	50,00	0	0	0	1
10:30	60,00	1	0	0	0
10:40	70,00	0	1	1	1
10:50	80,00	1	1	0	0
11:00	90,00	1	0	0	0
11:10	100,00	0	1	0	1
11:20	110,00	0	0	1	0
11:30	120,00	1	0	1	0
11:40	130,00	0	1	0	1
11:50	140,00	0	0	1	0
12:00	150,00	0	1	0	0
12:10	160,00	1	0	0	1
12:20	170,00	0	0	0	0

**ANEXO 16 Pastoreo selectivo de *L. perenne*, *A. capillaris*, *E. nitens* y *M. alba*,  
acumulado durante febrero.**

Nº de ovejas acumuladas				
Tiempo (min)	<i>M. alba</i>	<i>E. nitens</i>	<i>L. perenne</i>	<i>A. capillaris</i>
0,00	1	1	0	0
10,00	2	1	0	1
20,00	2	1	0	1
30,00	3	1	1	1
40,00	3	2	1	1
50,00	3	2	1	2
60,00	4	2	1	2
70,00	4	3	2	3
80,00	5	4	2	3
90,00	6	4	2	3
100,00	6	5	2	4
110,00	6	5	3	4
120,00	7	5	4	4
130,00	7	6	4	5
140,00	7	6	5	5
150,00	7	7	5	5
160,00	8	7	5	6
170,00	8	7	5	6



**ANEXO 17 Pastoreo instantáneo de ovejas sobre las especies *L. perenne*, *A. capillaris*, *E. nitens* y *M. alba*, durante una dos horas con diez minutos, en el mes de abril.**

Hora	Tiempo (minutos)	Nº de ovejas acumulada			
		<i>M. alba</i>	<i>E. nitens</i>	<i>L. perenne</i>	<i>A. capillaris</i>
9:10	0,00	2	1	1	0
9:20	10,00	1	0	0	1
9:30	20,00	0	1	1	0
9:40	30,00	1	0	0	1
9:50	40,00	0	0	0	0
10:00	50,00	0	1	0	1
10:10	60,00	0	0	0	0
10:20	70,00	1	2	1	1
10:30	80,00	0	0	0	0
10:40	90,00	0	1	1	0
10:50	100,00	0	0	0	0
11:00	110,00	0	1	0	0
11:10	120,00	1	0	1	0
11:20	130,00	0	1	0	1

**ANEXO 18 Pastoreo selectivo de *L. perenne*, *A. capillaris*, *E. nitens* y *M. alba*,  
acumulado durante abril.**

Hora	Tiempo (min)	Nº de ovejas pastoreando (acumulado)			
		<i>M. alba</i>	<i>E. nitens</i>	<i>L. perenne</i>	<i>A. capillaris</i>
9:10	0,00	2	1	1	0
9:20	10,00	3	1	1	1
9:30	20,00	3	2	2	1
9:40	30,00	4	2	2	2
9:50	40,00	4	2	2	2
10:00	50,00	4	3	2	3
10:10	60,00	4	3	2	3
10:20	70,00	5	5	3	4
10:30	80,00	5	5	3	4
10:40	90,00	5	6	4	4
10:50	100,00	5	6	4	4
11:00	110,00	5	7	4	4
11:10	120,00	6	7	5	4
11:20	130,00	6	8	5	5