

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**ENGORDE DE CORDEROS PESADOS SOBRE  
MEJORAMIENTOS DE CAMPO CON *Trifolium repens* cv. ZAPICÁN Y  
*Lotus pedunculatus* cv. MAKU: EFECTO DE LA CARGA ANIMAL Y  
EL SISTEMA DE PASTOREO**

por

Fiorella Carla CAZZULI ALBA  
María Selva CEDREZ GUILLÉN  
María Noel ECHEVARRÍA TABÁREZ

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo  
(Orientación Agrícola-Ganadera)

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2004

**PÁGINA DE APROBACIÓN**

Tesis aprobada por:

Directores:

---

Ing. Agr. PhD. Walter Ayala

---

Ing. Agr. Gianni Bianchi

---

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Fecha:

---

Autores:

---

Fiorella Carla Cazzuli Alba

---

María Selva Cedrez Guillén

---

María Noel Echevarría Tabárez

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PÁGINA DE APROBACIÓN.....</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>III</b>
<b>TABLA DE CUADROS.....</b>	<b>IX</b>
<b>TABLA DE FIGURAS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>1. <u>INTRODUCCIÓN</u>.....</b>	<b>1</b>
<b>2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. <u>INTRODUCCIÓN</u>.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. <u>MEJORAMIENTOS DE CAMPO</u>.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2.1. <u>Potencial de producción</u>.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2.2. <u>Puntos de crecimiento</u>.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2.3. <u>Tasa de crecimiento</u>.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.4. <u>Diferimiento de forraje en pie</u>.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.5. <u>Calidad del mejoramiento</u>.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.6. <u>Manejo estacional</u>.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.6.1. <u>Otoño</u>.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.6.2. <u>Invierno</u>.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.6.3. <u>Primavera</u>.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.6.4. <u>Verano</u>.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3. <u>MÉTODOS DE PASTOREO</u>.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.1. <u>Pastoreo continuo</u>.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3.2. <u>Pastoreo intermitente</u>.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.3. <u>Pastoreo continuo vs. pastoreo intermitente</u>.....</b>	<b>13</b>
<b>2.4. <u>CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LAS LEGUMINOSAS</u></b>	
<b>EVALUADAS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.1. <u>Lotus Maku</u>.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4.1.1. <u>Características generales</u>.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4.1.2. <u>Producción y distribución estacional</u>.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4.1.3. <u>Colonización y persistencia</u>.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4.1.4. <u>Manejo del pastoreo</u>.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.1.4.1. <u>Manejo primavero-estival</u>.....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.1.4.2. <u>Manejo otoñal</u>.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4.1.4.3. <u>Manejo invernal</u>.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.1.5. <u>Valor nutritivo y contenido de taninos</u>.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.1.6. <u>Potencial para producción ovina</u>.....</b>	<b>24</b>

<b>2.4.2. Trébol blanco</b> .....	25
2.4.2.1 Características generales.....	26
2.4.2.2. Producción y distribución estacional.....	28
2.4.2.3. Colonización y persistencia.....	29
2.4.2.4. Manejo del pastoreo.....	31
2.4.2.4.1. <u>Manejo primavero-estivo-otoñal</u> .....	32
2.4.2.4.2. <u>Manejo invernal</u> .....	33
2.4.2.5. Valor nutritivo.....	33
2.4.2.6. Potencial para producción ovina.....	34
<b>2.5. EFECTOS DE LA PASTURA EN EL COMPORTAMIENTO ANIMAL</b> .....	35
2.5.1. <u>Consumo</u> .....	35
2.5.1.1. Factores que afectan el consumo.....	36
2.5.1.2. Asociación entre disponibilidad y altura del forraje.....	40
2.5.2. <u>Selectividad animal</u> .....	40
2.5.3. <u>Carga animal</u> .....	42
2.5.4. <u>Asignación de forraje</u> .....	44
2.5.5. <u>Utilización del forraje</u> .....	45
<b>2.6. EFECTOS DEL ANIMAL EN LA PASTURA</b> .....	46
2.6.1. <u>Selectividad animal</u> .....	46
2.6.2. <u>Carga animal</u> .....	47
<b>2.7. PERFORMANCE ANIMAL</b> .....	49
2.7.1. <u>Requerimientos</u> .....	50
2.7.2. <u>Crecimiento ovino</u> .....	51
2.7.2.1. Eficiencia.....	51
2.7.2.2. Ganancia media diaria.....	52
2.7.2.3. Condición corporal.....	53
2.7.2.4. Crecimiento de lana.....	54
2.7.3. <u>Requisitos del Operativo Cordero Pesado</u> .....	55
<b>2.8. CALIDAD DE CARNE</b> .....	55
2.8.1. <u>Evaluación de calidad de la canal</u> .....	55
2.8.1.1. Sistema de Clasificación y Tipificación.....	56
2.8.1.2. Estimación de la cobertura de grasa (GR).....	57
2.8.1.3. Valorización del producto final.....	58
2.8.2. <u>Evaluación de calidad de la carne</u> .....	58
2.8.2.1. pH.....	58
2.8.2.2. Color.....	59
2.8.2.3. Terneza.....	59
2.8.2.4. Composición de ácidos grasos de la carne y grasa.....	61
2.8.3. <u>Factores que afectan el rendimiento y la calidad de las canales</u> .....	61
2.8.3.1. Factores genéticos.....	61
2.8.3.2. Factores nutricionales.....	62
2.8.3.3. Factores de manejo previos a la faena.....	62

2.8.3.4. Factores de manejo durante y después de la faena.....	63
2.9. PARASITOSIS GASTROINTESTINALES.....	64
2.9.1. <u>Especies más prevalentes</u> .....	65
2.9.2. <u>Estrategias de control</u> .....	66
2.10. SÍNTESIS.....	69
2.11.	
HIPÓTESIS.....	70
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	71
3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL.....	71
3.2. INFORMACIÓN CLIMÁTICA.....	71
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS.....	72
3.4. DETERMINACIONES EN LA PASTURA.....	73
3.4.1. <u>Materia seca disponible y remanente</u> .....	73
3.4.2. <u>Altura</u> .....	74
3.4.3. <u>Composición botánica</u> .....	74
3.4.4. <u>Tasa de crecimiento</u> .....	75
3.4.5. <u>Forraje desaparecido</u> .....	75
3.4.6. <u>Calidad de forraje</u> .....	75
3.4.7. <u>Rizomas y estolones</u> .....	76
3.5. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES.....	77
3.5.1. <u>Peso vivo</u> .....	77
3.5.2. <u>Condición corporal</u> .....	77
3.5.3. <u>Asignación de forraje y eficiencia de conversión</u> .....	77
3.5.4. <u>Manejo sanitario</u> .....	77
3.5.5. <u>Crecimiento y calidad de lana</u> .....	78
3.5.6. <u>Esquila</u> .....	79
3.5.7. <u>Calidad de canal <i>postmortem</i></u> .....	79
3.5.8. <u>Calidad de carne</u> .....	79
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	80
4. <u>RESULTADOS</u> .....	81
4.1. EXPERIMENTO 1: LOTUS MAKU.....	81
4.1.1. <u>Pastura</u> .....	81
4.1.1.1. Evolución y composición botánica del forraje disponible.....	81
4.1.1.2. Evolución y composición botánica del forraje remanente.....	84
4.1.1.3. Tasa de crecimiento.....	86
4.1.1.4. Forraje desaparecido.....	87
4.1.1.5. Asociación entre disponibilidad y altura del forraje.....	88

4.1.1.6. Asociación entre contenido de leguminosa en el remanente y en el rebrote.....	91
4.1.1.7. Calidad de forraje.....	91
4.1.1.8. Biomasa de rizomas.....	92
4.1.2. <b>Producción animal</b> .....	95
4.1.2.1. Evolución de peso vivo y condición corporal.....	95
4.1.2.2. Asociación entre peso vivo y condición corporal.....	97
4.1.2.3. Ganancia media diaria.....	97
4.1.2.4. Producción de carne y lana.....	99
4.1.2.5. Crecimiento y calidad de lana.....	99
4.1.2.6. Calidad de la canal.....	100
4.1.2.7. Calidad de carne.....	102
4.1.2.8. Monitoreo coproparasitario.....	103
4.1.3. <b>Interacción pastura – animal</b> .....	104
4.1.3.1. Asignación forrajera.....	104
4.1.3.2. Eficiencia de conversión.....	105
4.2. <b>EXPERIMENTO 2: TRÉBOL BLANCO</b> .....	106
4.2.1. <b>Pastura</b> .....	106
4.2.1.1. Evolución y composición botánica del forraje disponible.....	106
4.2.1.2. Evolución y composición botánica del forraje remanente.....	109
4.2.1.3. Tasa de crecimiento.....	111
4.2.1.4. Forraje desaparecido.....	112
4.2.1.5. Asociación entre disponibilidad y altura del forraje.....	113
4.2.1.6. Asociación entre contenido de leguminosa en el remanente y en el rebrote.....	115
4.2.1.7. Calidad de forraje.....	116
4.2.1.8. Biomasa de estolones.....	117
4.2.2. <b>Producción animal</b> .....	118
4.2.2.1. Evolución de peso vivo y condición corporal.....	119
4.2.2.2. Asociación entre peso vivo y condición corporal.....	120
4.2.2.3. Ganancia media diaria.....	121
4.2.2.4. Producción de carne y lana.....	122
4.2.2.5. Crecimiento y calidad de lana.....	122
4.2.2.6. Calidad de la canal.....	123
4.2.2.7. Calidad de carne.....	125
4.2.2.8. Monitoreo coproparasitario.....	125
4.2.3. <b>Interacción pastura – animal</b> .....	126
4.2.3.1. Asignación forrajera.....	126
4.2.3.2. Eficiencia de conversión.....	126
5. <b>DISCUSIÓN</b> .....	128

<b>5.1. EXPERIMENTO 1: LOTUS MAKU</b> .....	128
<b>5.2. EXPERIMENTO 2: TRÉBOL BLANCO</b> .....	129
<b>5.3. DISCUSIÓN CONJUNTA</b> .....	130
<b>6. <u>CONCLUSIONES</u></b> .....	134
<b>6.1. EXPERIMENTO 1: LOTUS MAKU</b> .....	134
<b>6.2. EXPERIMENTO 2: TRÉBOL BLANCO</b> .....	134
<b>6.3. CONCLUSIONES CONJUNTAS</b> .....	134
<b>7. <u>RESUMEN</u></b> .....	136
<b>8. <u>SUMMARY</u></b> .....	138
<b>9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u></b> .....	140
<b>10. <u>ANEXOS</u></b> .....	158

## 1. INTRODUCCIÓN

A partir de los descensos ocurridos durante la última década en los precios internacionales de la lana y de la cada vez menor competitividad del rubro lanar, se verificó en Uruguay la caída sostenida del stock ovino nacional. Surge entonces la necesidad de complementar la tradicional producción de lana con otro tipo de producción que le permita al productor llevar a cabo un negocio rentable y a la vez mantener su majada.

En la búsqueda de una alternativa productiva que contemplara las necesidades del sector, se comenzó a implementar a mediados de la década de los '90 el denominado Operativo Cordero Pesado S.U.L. Dicho operativo tiene como objetivo lograr un producto de calidad en volúmenes ajustados a la demanda.

En un contexto de pasturas naturales y sistemas extensivos en donde se desarrolla mayoritariamente la producción ganadera, la inclusión de mejoramientos de campo contribuye a mejorar la cantidad y calidad del forraje ofrecido a los animales, sin la necesidad de incurrir en elevados costos productivos. Dentro de las especies que se pueden introducir en los tapices naturales las leguminosas son, sin lugar a dudas, las más utilizadas y difundidas.

Tanto *Lotus pedunculatus* cv. Grasslands Maku (lotus Maku) así como *Trifolium repens* cv. Zapicán (trébol blanco) son especies que han demostrado su capacidad de adaptación a la zona de lomadas de la Región Este, tanto en producción de forraje como en su potencial para la producción animal.

El manejo de este tipo de pasturas en combinación con la producción de corderos pesados ya ha sido estudiado (Parma, 1999; Ayala *et al.*, 2003a) pero se pretende hacer un aporte a los conocimientos ya existentes acerca de la producción desde el punto de vista animal y vegetal. A su vez, se apunta a profundizar en el estudio del sistema de pastoreo que mejor se adapte a dichas pasturas en esta zona y aportar datos nuevos de engorde ovino sobre mejoramientos con trébol blanco.

Los objetivos de este trabajo apuntan a determinar el potencial forrajero del lotus Maku y trébol blanco para el engorde de corderos pesados en lomadas del Este, así como evaluar distintos sistemas de pastoreo y cargas para realizar un engorde eficiente y sustentable en el tiempo. Para esto se deben conocer los efectos de los manejos aplicados sobre la pastura así como sobre la performance animal y calidad de las canales producidas.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. INTRODUCCIÓN**

Esta sección comienza con una caracterización general de los mejoramientos de campo y los métodos de pastoreo, para luego describir en forma más detallada las características agronómicas de las especies en evaluación. A continuación se hará referencia a la interacción entre el animal y la pastura y sus implicancias, para después profundizar en aspectos relacionados a la performance animal y calidad de canal y carne. Por último, se presentará información general sobre los efectos que tiene la parasitosis gastrointestinal en los ovinos y sus estrategias de control.

### **2.2. MEJORAMIENTOS DE CAMPO**

Cada sistema de producción animal necesita una determinada base alimenticia, siendo la más difundida en nuestro país, sin duda, la alimentación en base a pasto y bajo condiciones de cielo abierto. Existen variantes basadas en el grado de intensividad; en un extremo se encuentra el campo natural y en el otro los cultivos forrajeros y praderas artificiales. Los mejoramientos de campo podrían considerarse como un grado intermedio entre estas dos bases forrajeras, ya que éstos intentan atenuar las deficiencias del campo natural, disminuir el costo de instalación y simplificar el manejo con respecto a las praderas (Mas, 1992). Es así que este tipo de tecnología aparece como una herramienta de mucha utilidad en situaciones de ganadería extensiva en donde se busca aumentar la performance animal, realizando inversiones moderadas de capital.

Según Carámbula (1992), una de las funciones principales de cualquier mejoramiento extensivo en un sistema productivo es cubrir los requerimientos de los animales durante los meses de mayor déficit. Esto es posible si se maneja estratégicamente la actividad de pastoreo, lográndose así entregas de forraje en determinadas épocas del año que se ajusten mejor al sistema de producción.

#### **2.2.1. Potencial de producción**

Varios son los factores que influyen en el potencial de producción de los mejoramientos. Dentro de los más importantes se encuentra el ambiente, ya sea a través del tipo de suelo o el clima. Por otro lado se encuentra el factor manejo, por ejemplo efectos de fertilización, especie introducida y manejo de pastoreo.

La producción de materia seca está determinada por el balance entre la tasa de renovación o tasa de crecimiento y la tasa de desaparición, envejecimiento, muerte y descomposición del forraje.

A continuación se resumen una serie de datos obtenidos en varias regiones del país, de manera de poder caracterizar la producción de forraje de distintos mejoramientos de campo (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Producción anual de forraje para mejoramientos de campo con distintas especies en distintas regiones.

Especie	Zona	Producción anual (MS tt/ha/año)	Fuente
Lotus El Rincón	Cristalino	8.0	Formoso <i>et al.</i> , 2001
Lotus común y trébol blanco	Cristalino	8.9	Formoso <i>et al.</i> , 2001
<i>Lotus tenuis</i>	Cristalino	5.2	Risso y Berreta, 1996
Trébol blanco cv. Bayucúa	Este	7.9	Bermúdez <i>et al.</i> , 2003a
Lotus San Gabriel	Este	10.6	Bermúdez <i>et al.</i> , 2003a
Lotus común y trébol blanco	Basalto	5.1	Bemhaja, 1998a

La producción de materia seca de los mejoramientos de campo con leguminosas en varias regiones del país, supera en todos los casos los 5000 kg/ha de MS. Específicamente, los mejoramientos ubicados en la zona Este presentan en general productividades mayores que el resto.

### **2.2.2. Puntos de crecimiento**

De los puntos de crecimiento de una planta dependen los órganos producidos, tanto en su número como en su tamaño final (Carámbula, 2002). En definitiva, los puntos de crecimiento o yemas son los responsables de la formación de tallos, estolones, rizomas y hojas, todos estos componentes del rendimiento en materia seca por hectárea.

En una gramínea los puntos de crecimiento quedan definidos por los macollos, ya que son éstos los responsables de la emisión de nuevos órganos (ya sean vegetativos o reproductivos). Es a partir de la axila de las hojas que nacen nuevos macollos. El macollaje entonces permite la instalación y posterior renovación de las gramíneas del mejoramiento.

Típicamente, los macollos producen tres hojas cada uno. Si las láminas no son cosechadas, senescen y mueren. Así el canopeo vegetal puede cambiar todos sus tejidos viejos por nuevos en un período de tres a cuatro semanas (Robson *et al.*, 1989).

Para el componente leguminosa, cada especie tiene distinto tipo de crecimiento. En el trébol blanco por ejemplo, los puntos de crecimiento quedan ubicados en las axilas de las hojas. Éstos emiten nuevos estolones si son promovidos por buenas condiciones lumínicas (Robson *et al.*, 1989; Frame, 1992; Carámbula, 1996; Carámbula, 1998). Por el contrario, condiciones de bajas temperaturas, poca luminosidad o iniciación floral, deprimen la producción de estolones (Frame, 1992). Por otro lado, una especie como el lotus Maku emite tallos aéreos y rizomas a partir de los nudos de otros rizomas y a su vez, a partir de estos últimos puede darse un nuevo crecimiento axilar (Howell, 1948, citado por Sheath, 1978).

### **2.2.3. Tasa de crecimiento**

La tasa de crecimiento de una pastura se define como la cantidad de materia seca producida por la comunidad vegetal en un período determinado de tiempo. Según Ayala y Carámbula (1996a) se alcanzan muy altas tasas de crecimiento antes de que lleguen los días cortos y fríos, es decir, en otoño.

Ayala y Carámbula (1996a) obtuvieron tasas de crecimiento otoñales de mejoramientos con trébol blanco y lotus de 25-30 kg/ha/día de materia seca. Estos mismos autores registraron tasas de crecimiento de dicha pastura para la primavera del orden de los 70 kg/ha/día de materia seca.

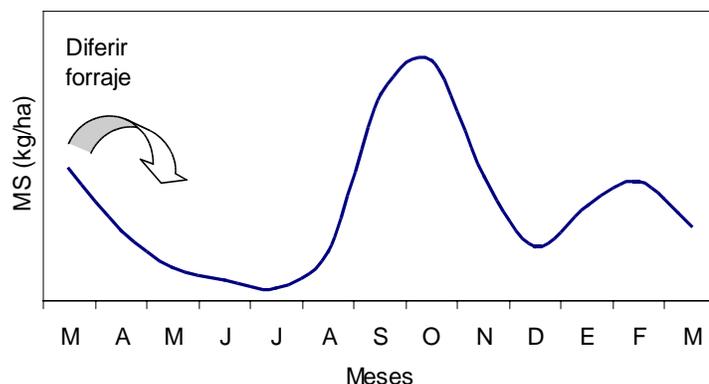
Formoso *et al.* (2001) publicaron tasas de crecimiento de un mejoramiento extensivo con lotus El Rincón de 16 y 36 kg/ha/día de materia seca para los meses otoño-invernales y primaverales, respectivamente. También disponen de datos para un mejoramiento con lotus y trébol blanco de 15 kg/ha/día para otoño-invierno y 41 kg/ha/día para los meses de primavera.

Se determinaron tasas de crecimiento de un mejoramiento extensivo con lotus Maku entre su 3<sup>er</sup> y 5<sup>to</sup> año en la región Este, de 25 y 26 kg/ha/día de materia seca, promediando tres años entre los meses de mayo y noviembre (Guerrina e Invernizzi, 2002).

### **2.2.4. Diferimiento de forraje en pie**

Diferir forraje se refiere al no pastoreo ni corte de una pastura por un determinado período de tiempo con el objetivo de acumular forraje en pie y transferirlo de una estación de buena producción de materia seca como la primavera y el otoño a una

deficitaria, como puede ser el verano y el invierno. Según Nabinger (1980), el diferimiento de forraje puede servir como herramienta para adecuar la dotación en función de la fluctuación estacional esperable de producción de materia seca. De esta manera, los posibles excesos provenientes de los meses otoñales pueden trasladarse hacia el invierno (Figura 1).



**Figura 1.** Esquema de la oferta forrajera de un mejoramiento de campo y momento de diferimiento otoñal (adaptado de Ayala *et al.*, 1993).

Al respecto, Vallentine (1990) indica que el diferimiento implica la exclusión del pastoreo desde el rompimiento de la dormancia hasta la semillazón o reproducción vegetativa.

Al implementar un diferimiento, previamente se deberían determinar las necesidades en forma precisa y los beneficios y desventajas de llevar a cabo esta práctica. Las ventajas del diferimiento otoñal serán mayores cuanto más alta sea la población de plantas adultas que sobrevivan el verano, ya que de lo contrario la recuperación del mejoramiento será sobre la base del reclutamiento de nuevas plántulas, por lo cual la acumulación de forraje será pobre. Previo al cierre del potrero durante el otoño, deberían realizarse pastoreos o cortes de limpieza con el fin de eliminar los restos secos de mala calidad acumulados del verano y favorecer la entrada de luz al tapiz, así como las correspondientes refertilizaciones (Carámbula, 1996).

A la hora de decidir el momento de cierre del potrero, deben evaluarse las necesidades en términos de cantidad y calidad requeridos. En otras palabras, aquel forraje acumulado por un menor período de tiempo será aquel de mayor calidad pero menor cantidad de materia seca, y viceversa. No son necesarios períodos de acumulación mayores a 60 días en cierres tardíos de otoño, mientras que si el cierre fue realizado a principios de otoño, períodos de tiempo mayores al mencionado pueden traducirse en mayores producciones de materia seca. Con referencia a la permanencia del forraje en

pie sin deteriorarse, si bien el campo natural pierde valor nutritivo, las especies introducidas lo mantienen por más tiempo (Carámbula, 1992).

La eficiencia del diferimiento depende de las condiciones climáticas durante el otoño, por lo cual la cantidad de forraje acumulado será mayor cuanto más favorables sean las lluvias y temperaturas. Mc Meekan (1973) señala que un crecimiento excesivo produciría pérdidas de forraje por senescencia en el horizonte inferior de la pastura.

En la zona Este se realizó la acumulación de forraje de un mejoramiento de campo con trébol blanco y lotus común en el período otoñal (15/3-15/5). De esta forma, en promedio se logró acumular más de 2300 kg/ha de MS de forraje, en el cual un 12% correspondió a la fracción trébol blanco y un 8% al lotus común (Arbeleche e Ithursarry, 1996).

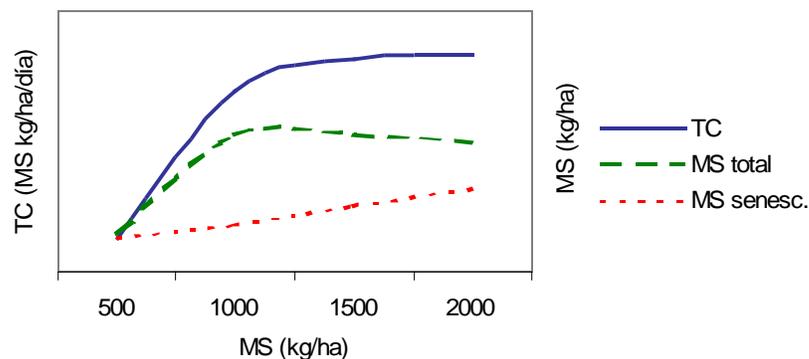
### **2.2.5. Calidad del mejoramiento**

Los factores que afectan la calidad del forraje pueden dividirse en dos: intrínsecos de la pastura (morfología, fisiología, composición química, estado fenológico y composición botánica, entre otros) y extrínsecos (factores ambientales). Dentro de los factores ambientales, la temperatura se destaca como el más importante (Korte *et al.*, 1987; Pearson y Ison, 1987).

Spedding (1970) y Munro y Walters (1986) afirman que los principales parámetros que confieren valor nutritivo a la pastura son su digestibilidad y su capacidad para que sea consumida voluntariamente. Por otro lado, para Smetham (1981), en primera instancia se encuentra la digestibilidad y en segundo lugar la concentración de energía bruta. Robards (1993), también destaca a la concentración de proteína como otro de los factores que definen el valor nutritivo. Coop (1986) y Gill *et al.* (1989) resumen el valor nutritivo de un alimento en su capacidad para promover la producción animal.

De acuerdo con Cherney y Allen (1995) citados por Clark y Kanneganti (1998), un forraje de calidad debe contar con plantas jóvenes y hojosas, con un 18-24% de materia seca y 18-25 % de proteína cruda.

La morfología, fisiología y composición química de cada especie son las responsables de un mayor o menor valor nutritivo de las plantas. Mc Clymont (1974), Blaser (1986), Gill *et al.* (1989) y Mc Donald *et al.* (1992) atribuyen parte de las diferencias de digestibilidad entre especies a la relación hoja:tallo. Las leguminosas en todos los estadios de desarrollo y sus rebrotes, cuentan con una alta relación hoja:tallo, siendo las hojas el componente de mayor valor nutritivo (Gill *et al.*, 1989; Carámbula, 1996).



**Figura 2.** Tasa de crecimiento (TC), materia seca total (MS total) y senescente (MS senesc.) a medida que se acumula el forraje (adaptado de Bircham y Hodgson, 1983 citados por Smetham, 1994).

Un buen manejo del pastoreo resulta en una digestibilidad del alimento disponible elevada, del orden de 65-75% (Munro y Walters, 1986), ya que los animales ingieren hojas verdes por procesos de selección (Carámbula, 1996). La digestibilidad va disminuyendo a medida que la disponibilidad se hace menor, ya que se acumulan tejidos muertos en los horizontes más profundos.

A lo largo del año, la digestibilidad del forraje varía de forma tal que al principio de la primavera alcanza valores elevados, luego gradualmente desciende hacia el verano para aumentar nuevamente hacia el invierno (Smetham, 1994; Carámbula, 1996).

Bemhaja (1998a) sobre suelos de Basalto en base a una mezcla de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, *Trifolium repens* cv. Zapicán y *Trifolium pratense* cv. Estanzuela 116, determinó los máximos valores de digestibilidad y proteína cruda y los mínimos de fibra en primavera (70%, 17.5% y 32% respectivamente).

La máxima digestibilidad se alcanza antes que el máximo de producción de forraje y además a mayor cantidad de forraje acumulado, la proporción de materia seca senescente va en aumento (Figura 2). Por lo tanto se debe balancear, según los objetivos de producción, la calidad con la cantidad (Frame, 1992; Mc Donald *et al.*, 1992; Smetham, 1994; Carámbula, 1996).

Independientemente del método de pastoreo, un manejo que apunte a la calidad debe asegurar rebrotes digestibles y hojosos (Frame, 1992). Los distintos manejos, según el mismo autor, incluyen variación de carga animal y remoción de excesos de forraje.

Frame y Dickinson (1985) afirman que al aumentar la dotación se produce un incremento en la digestibilidad, a la vez que disminuye el aporte del material viejo en la pastura que rebrota.

### **2.2.6. Manejo estacional**

El manejo de los mejoramientos debe apuntar a la cantidad y calidad del forraje producido sin descuidar su persistencia y composición botánica. Para llevar a cabo estos objetivos, hay que considerar que cada momento del año tiene condiciones climáticas diferentes y que por tanto deben tomarse medidas diferentes, adecuadas a cada situación. No debe olvidarse que la producción de forraje de calidad de cada estación dependerá a su vez del manejo que se haya realizado en las estaciones anteriores (Frame, 1992).

Smetham (1994) resume que el manejo estacional de una pastura debería contar con altos niveles de utilización asociado con niveles de producción animal aceptables.

#### **2.2.6.1. Otoño**

Durante los meses otoñales, según Frame (1992), Smetham (1994) y Carámbula (1996), todo forraje excedente del verano debería retirarse de manera tal que la luz pueda penetrar en los estratos inferiores del tapiz. Robson *et al.* (1989) indican que la capacidad fotosintética de las hojas va en descenso durante el otoño, asociado a condiciones fotoperiódicas cada vez más desfavorables.

Carámbula (1996) indica que se deben realizar pastoreos no muy intensos, para permitir la acumulación de reservas en estolones y rizomas de especies como lotus Maku y trébol blanco. Además, es durante el otoño cuando deben refertilizarse los mejoramientos.

#### **2.2.6.2. Invierno**

Carámbula (1996) recomienda una altura de la pastura no mayor a 10-15 cm, para permitir así la entrada de luz.

El pastoreo durante los meses de invierno debe ser cuidadoso, de manera de no sobrepastorear y debilitar aún más las plantas ni llegar a subpastorear y así perder hojas por senescencia que se acumulan en los estratos inferiores (Carámbula, 1996).

### **2.2.6.3. Primavera**

Es a principios de la primavera que las reservas comienzan a ser utilizadas (Robson *et al.*, 1989). Según Smetham (1994) y Carámbula (1998), si el objetivo es pastorear, durante la primavera el animal debe remover aquellos ápices reproductivos. Sin embargo, Robson *et al.* (1989) afirman que esta remoción de los ápices en primavera tardía es la responsable de una menor producción de forraje en el verano.

Carámbula (1996) afirma que la primavera es la época del año en que deben evitarse acumulaciones excesivas de forraje, acortando los períodos de descanso, aumentando la carga, aumentando la utilización o confeccionando reservas forrajeras. Además, así se estaría impidiendo el alargamiento de los entrenudos y la floración, favoreciendo el crecimiento vegetativo. A fines de la primavera, aquellas especies cuya propagación sea por semilla, deben dejarse semillar.

### **2.2.6.4. Verano**

Durante el verano temprano debe permitirse el macollaje a los efectos de poder reemplazar aquellos macollos perdidos durante el crecimiento reproductivo primaveral (Korte *et al.*, 1987).

Smetham (1981), Korte *et al.* (1987) y Morton (1992) recomiendan un pastoreo uniforme, de alto porcentaje de utilización y dejando poco período de descanso. Si existieran condiciones de sequía, Smetham (1994) recomienda dejar que la pastura se recupere de este stress antes de volver a ser pastoreada.

Carámbula (1996) hace énfasis en no dejar suelo descubierto y evitar el sobrepastoreo que pueda causar más stress en las plantas, además de restringir lo más posible la selectividad de los lanares en busca de leguminosas.

## **2.3. MÉTODOS DE PASTOREO**

Uno de los criterios utilizados en la clasificación de los distintos manejos del pastoreo es el tiempo de permanencia de los animales sobre la pastura. En primera instancia se pueden establecer dos grandes sistemas: pastoreo continuo y pastoreo controlado o intermitente (Frame, 1992; Smetham, 1994).

### **2.3.1. Pastoreo continuo**

El pastoreo continuo consiste en la permanencia de los animales sobre el mejoramiento durante largos períodos de tiempo que pueden extenderse desde una estación hasta un año. Implica una carga que puede ser fija, pero la frecuencia de defoliación varía para una misma planta, dada la capacidad de los animales de seleccionar las plantas más apetecibles en dicha situación (Smetham, 1994).

Al respecto Smetham (1994) señala que cuando el forraje es excedente y la carga animal demasiado baja, el animal puede seleccionar tanto que las especies palatables tienden a desaparecer y en su lugar aparecen malezas enanas. A esto se le suma que los espacios subpastoreados se vuelven aún menos palatables. De esta forma se obtiene una producción total disminuida.

Frame (1992) afirma que esta técnica de pastoreo redundante en una pastura más estable, con menor compactación por los animales, menor invasión de malezas y mayor tolerancia a la sequía.

Sin embargo, Smetham (1994) sugiere que durante el invierno y primavera temprana este método tiende al sobrepastoreo, al contrario de lo que sucede en primavera tardía, verano temprano y otoño, en donde la tendencia es hacia el subpastoreo.

De acuerdo con Frame (1992), la principal desventaja del pastoreo continuo es la dificultad de definir correctas presiones de pastoreo. Esta afirmación se ve apoyada por Smetham (1994), quien indica que bajo este régimen no se tiene control sobre los intervalos entre defoliaciones, siendo éste totalmente dependiente de la dotación animal. Sin embargo, para Holechek *et al.* (1995) la principal desventaja de este método es la selectividad de los animales por áreas determinadas de pastoreo, lo cual está asociado a proximidad de agua y abrigo y zonas de mayor producción de forraje.

El punto óptimo para Robson *et al.* (1989) en cuanto a la utilización de la pastura bajo pastoreo continuo es el equilibrio entre la cantidad de forraje cosechado y el remanente fotosintéticamente activo.

La masa de forraje recomendable durante un pastoreo continuo, según Thomson y Poppi (1994) es 1200-1600 kg/ha de materia seca; menos de 1000 kg/ha de forraje no son recomendables (Smetham, 1994) ya que la tasa de crecimiento de la pastura se vería seriamente disminuida. Estos mismos autores argumentan que este método de pastoreo ayuda al crecimiento de estolones en trébol blanco, dado que la luz llegaría más fácilmente a los horizontes inferiores, situación que no sucede bajo pastoreos intermitentes al trabajar con forrajes de mayor altura.

Según Sheath *et al.* (1987), la clave del éxito del pastoreo continuo radica en la restricción de la selectividad animal y el mantenimiento de la calidad de la pastura.

Holmes (1989) sostiene que la principal ventaja del pastoreo continuo es la sencillez de aplicación y manejo. Spedding (1970) argumenta que si los animales son perturbados continuamente (como en un pastoreo rotativo), el tiempo de pastoreo puede verse reducido y la performance disminuida.

Suponiendo que la carga es la adecuada para un pastoreo continuo, las variaciones en digestibilidad de la dieta consumida con varias alturas del forraje, se espera que sean mínimas dado que el animal estaría consumiendo mayoritariamente hojas jóvenes (Bircham, 1981 citado por Hodgson, 1986).

Este método sería especialmente aplicable a situaciones en donde hacen falta altos consumos individuales, altas performances y donde la producción forrajera excede la demanda (Sheath *et al.*, 1987).

### **2.3.2. Pastoreo intermitente**

El pastoreo intermitente se caracteriza por tener una determinada secuencia de pastoreo y descanso sobre distintas parcelas, siendo los tiempos de permanencia y de descanso definidos según los objetivos de producción. El ciclo de pastoreo queda definido por la suma del tiempo de ocupación y descanso (Spedding, 1970; Garnock, 1993; Smetham, 1994).

Uno de los objetivos del pastoreo intermitente es dejarle a la pastura un tiempo de recuperación luego de cada defoliación para reconstruir área foliar fotosintéticamente activa, acumular reservas y mantener los órganos subterráneos en forma vigorosa (Sheath *et al.* 1987; Frame, 1992; Thompson y Poppi, 1994).

Dentro del pastoreo intermitente se encuentran variantes, como rotativo (el más común), en franjas (más intensivo), alternado y cabeza y cola, entre otros.

Como desventajas de este método, pueden citarse la mayor demanda de decisiones a corto plazo, la mayor inversión en divisiones, aguadas, mano de obra e infraestructura en general. Smetham (1994) destaca que sólo incluyendo especies de rápido crecimiento (que reaccionen favorablemente a pastoreos intensos) y de buena calidad (que compensen la baja capacidad de selección por parte de los animales) es posible el éxito de la implementación de este método de pastoreo. Garnock (1993) afirma que no es posible sustentar una alta dotación animal sin implementarse adecuados descansos en la pastura.

A su vez, Spedding (1970) destaca que, al realizarse un pastoreo rotativo, durante la época de baja tasa de crecimiento de las pasturas (invierno), el tiempo de permanencia de los animales en cada franja es muy corto, dado que cada franja tiene una capacidad de carga menor.

Una de las ventajas que destacan Cunningham (1983), Sheath *et al.* (1987) y (Frame, 1992) es la mayor facilidad de la presupuestación forrajera, al verse claramente en las franjas nuevas y ya utilizadas, el crecimiento de cada una. Otra de las ventajas que estos autores presentan es la capacidad de combinar el pastoreo directo con técnicas de conservación de forraje. Smetham (1994) afirma que no sólo el rebrote es homogéneo, de alta calidad y palatabilidad, sino que además el enmalezamiento tiende a disminuir.

Según Vallentine (1990) y Thompson y Poppi (1994), el pastoreo rotativo puede ser utilizado a su vez como una herramienta para aplicar sistemáticamente el diferimiento de forraje en pie. De acuerdo con Morley (1974), otra ventaja radica en obligar al animal a consumir material poco palatable, al estar restringida su capacidad de selección (aumentando así la utilización del forraje).

Holechek *et al.* (1995) sostienen que el pastoreo rotativo se adapta mejor a aquellas situaciones de alta heterogeneidad vegetal y terrenos muy desparejos.

El forraje remanente de las parcelas bajo pastoreo intermitente debe estar entre 1900 kg/ha de MS y 2800 kg/ha de MS (Smetham, 1994).

Este autor recomienda que no se le obligue a los animales a consumir forraje que haya sido rechazado, ya que probablemente esté contaminado con heces y orina, de esta forma, se podría estar disminuyendo la performance animal. Finalmente sugiere en estas situaciones, reemplazar animales con altos requerimientos por animales no tan exigentes.

Otro factor a considerar es la mayor concentración y mejor distribución de las heces en la parcela ocupada por los animales en pastoreo (Voisin, 1963). Las plantas se benefician más del aporte conjunto de heces y orina (Hilder, 1974), siendo más factible esta coincidencia bajo régimen de pastoreo rotativo.

Mediante pastoreos rotativos se podría facilitar el control de ciertas enfermedades (por ejemplo parasitosis gastrointestinales) planificando la duración de la rotación según el largo del ciclo de la enfermedad (Salles, 2002).

Por último, el pastoreo intermitente es recomendado por Thompson y Poppi (1994) en aquellas situaciones donde se necesita restringir el consumo o cuando hace falta un elevado consumo durante un corto tiempo (por ejemplo, durante un flushing).

### **2.3.3. Pastoreo continuo vs. pastoreo intermitente**

Hodge (sin fecha) y Mc Meekan (1973) sostenían que el pastoreo rotativo en relación al continuo sería superior en términos de performance animal, debido al mayor control de la defoliación y rebrote, lo cual traería como consecuencia mayores producciones de materia seca por hectárea. Sin embargo, otros resultados de investigaciones realizadas al respecto indican que no existe una base científica sólida para afirmar esto (Baker, 1986; Robson *et al.*, 1989; Hodgson, 1990; Vallentine, 1990; Frame, 1992; Smetham, 1994).

Según estudios llevados a cabo por Morley (1974), Holmes (1989) y Camesasca *et al.* (2002), es más importante el ajuste de carga al sistema que el método de pastoreo seleccionado, pasando a segundo plano la elección a favor de una u otra técnica.

La calidad de forraje que se obtiene con el método intermitente es notoriamente superior con respecto al continuo debido a una alta carga animal instantánea. Sin embargo, en términos de la calidad del forraje, la proteína cruda no difirió significativamente entre pastoreo continuo, rotativo con cambios de franja diarios o rotativo con cambios semanales (Smetham, 1994 e INIA, 2003a).

Adicionalmente Spedding (1970) señala, en contra del pastoreo rotativo, que es incompatible con un pastoreo mixto lanar-vacuno, ya que se tornaría muy difícil ajustar las demandas de las dos especies animales.

En condiciones de baja tasa de crecimiento y disponibilidad inicial de la pastura y carga animal elevada, se espera que el pastoreo rotativo tenga mejores resultados en términos de performance animal que un pastoreo continuo (Milligan, 1983; Ganzábal, 1997).

En un ensayo en campo natural, Carrera *et al.* (1996) encontraron que la calidad del forraje (medida como digestibilidad y proteína cruda) era levemente superior en sistemas de pastoreo rotativos en comparación a los continuos. Por otra parte, la producción de lana individual de capones bajo pastoreo rotativo fue menor que bajo pastoreo continuo.

Camesasca *et al.* (2002) encontraron que la disponibilidad y la altura del forraje ofrecido en pastoreos rotativos superaron a las del continuo. Estas diferencias fueron aún mayores en pastoreos rotativos con cambios diarios de franja (27 días de descanso) que con cambios semanales (21 días de descanso), para corderos machos y hembras pastoreando una pradera de segundo año con trébol blanco, lotus común y raigrás, durante un período de evaluación de 121 días. En contraste, para los remanentes se encontró que los manejos rotativos presentaban los menores niveles de forraje y alturas, a pesar de no existir diferencias entre métodos en cuanto a composición botánica y valor nutritivo del forraje disponible y remanente. Estos autores concluyeron que cambios diarios de franja no se justifican para ovinos, ya que no se obtuvieron ventajas productivas. Sin embargo

sostienen que un sistema de pastoreo con 21 días de descanso y ocupaciones semanales podría presentar ventajas en cuanto a más seguridad frente a condiciones climáticas adversas.

En ensayos realizados por Norbis *et al.* (2001), dotaciones de 17 y 21 corderos/ha resultaron superiores en términos de ganancias individuales en 9% y 5% respectivamente para pastoreo rotativo en comparación con el continuo. El pastoreo rotativo constaba de 4 subdivisiones de un mejoramiento con lotus Maku, con cambios de franja cada 15 días, según la franja que se encontrara con mayor disponibilidad. Sobre mejoramientos con trébol blanco y lotus común, se encontró que cargas de 12 corderos/ha permitían ganancias superiores en pastoreo continuo que en diferido, mientras que para 16 corderos/ha los resultados fueron opuestos.

Ambos métodos deberían apuntar a obtener el índice de área foliar óptimo de cada pastura (Myers, 1974) para poder así alcanzar un balance entre producción, cosecha y senescencia de los tejidos vegetales (Robson *et al.*, 1989). Cada sistema de producción debe seleccionar el sistema de pastoreo que mejor se adapte a sus condiciones de producción.

## **2.4. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LAS LEGUMINOSAS EVALUADAS**

### **2.4.1. Lotus Maku**

El *Lotus pedunculatus* cv. Grasslands Maku, fue introducido al país durante los primeros años de la década del `80. Es un cultivar tetraploide originario de Nueva Zelanda; se logró mediante cruzamientos entre materiales seleccionados en ese país y una línea portuguesa de buen crecimiento invernal.

A partir de su introducción en el Uruguay ha sido incluida en múltiples ensayos de evaluación y caracterización. Carámbula *et al.* (1994) la describen como material promisorio para el país por su alta capacidad productiva y su importante contribución invernal.

En 1996, INIA comienza la evaluación de mejoramientos con lotus Maku a escala comercial en 13 predios de la Región Este. Sobre la base de los resultados alcanzados en estos predios, Bermúdez *et al.* (2001) señalan su alto potencial de producción y persistencia en distintos tipos de suelo y condiciones de manejo.

#### **2.4.1.1. Características generales**

Las principales características del *Lotus pedunculatus* se resumen en la ficha técnica “Lotus rizomatoso” (Ayala y Carámbula s/p).

#### **FICHA TÉCNICA: Lotus rizomatoso**

*Lotus pedunculatus* = *Lotus uliginosus* = *Lotus major*

- Perenne estival
- Prospera en suelos ácidos muy variados, con humedad excesiva pero no es muy tolerante a la sequía.
- Utiliza eficientemente el fósforo, condición satisfactoria para situaciones de producción extensivas.
- Ofrece un elevado potencial de producción primavera-estivo-otoñal, y es el lotus perenne que produce más en invierno.
- Requiere manejo cuidadoso mediante pastoreos rotativos, pero admite pastoreos intensos que dejen rastros bajos.
- Posee elevado valor nutritivo similar a otras leguminosas de reconocida capacidad para mejorar el comportamiento animal.
- Contiene niveles relativamente altos de taninos condensados que le otorgan ventajas adicionales importantes.
- Muestra habilidad especial para propagarse vegetativamente.
- Densidad de siembra pura: 2-3 kg/ha.
- Cultivares disponibles en el país: cv. Grasslands Maku (tetraploide)  
cv. Grasslands Sunrise (diploide)

Las plantas del cultivar Maku poseen un complejo sistema de tallos y raíces. A partir de una corona surge una raíz principal o pivotante y una densa red de rizomas que se extiende horizontalmente por debajo de la superficie del suelo. También existe crecimiento horizontal sobre la superficie por parte de estolones. El entramado que origina este sistema otorga a la especie buena habilidad colonizadora del tapiz y estabilizadora de suelos (Carámbula *et al.*, 1994).

Los tallos aéreos pueden crecer desde los nudos de los rizomas o a partir de la corona y presentarse como erectos o postrados según la densidad y altura del tapiz acompañante (Carámbula *et al.*, 1994).

Si bien es una especie que puede utilizarse en distintos tipos de suelo, se adapta muy bien a suelos ácidos y/o húmedos. Soporta inundaciones durante los meses de invierno y es capaz de producir satisfactoriamente con pH entre 4 y 5.5, estando el rango óptimo para su nodulación entre 5 y 5.5 (Langer, 1973). El éxito en la fijación en suelos de pH tan bajos estaría dado por la tolerancia de las cepas (Norris, 1965 citado por Sheath 1981).

Esta especie es capaz de fijar nitrógeno a tasas similares a las del trébol blanco (Nordmayer y Davis, 1977 citados por Sheath 1981) e incluso superar las tasas de dicha

especie si ambas son sometidas a condiciones de baja fertilidad, elevada acidez y/o alta concentración de aluminio (Carámbula *et al.*, 1994).

Carámbula *et al.* (1994) señalan que esta especie es más eficiente que el trébol blanco para utilizar el fósforo disponible en el suelo. Brock (1973) y Nordmeyer y Davis, (1977) citados por Sheath (1981) señalan que la mayor eficiencia se presenta al tomar el fósforo del suelo, más que al momento de utilizar el nutriente asimilado.

No obstante y a pesar de esta eficiencia, también es conocida la notoria respuesta en incrementos de productividad a las fertilizaciones fosfatadas. Para un mejoramiento de campo de segundo año Ferrés *et al.* (2003) encontraron incrementos de 38,9 kg/ha de materia seca de lotus Maku por cada kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha agregado.

Su tolerancia a la sequía es sobrepasada por el *Lotus corniculatus*, que de los lotus perennes es el más tolerante a los déficit hídricos; sin embargo es muy satisfactoria su recuperación una vez ocurridos los mismos (Carámbula *et al.*, 1994).

#### 2.4.1.2. Producción y distribución estacional

En el cuadro 2 se presenta información sobre la capacidad productiva de la especie para un amplio rango de tipos de suelos y distintas regiones del país.

**Cuadro 2.** Resumen de información sobre producción de mejoramientos de campo en base a lotus Maku en diferentes regiones del país.

Región	MS kg/ha/año	Año/s	Autores
Sierras del Este	2341	1992 – 1994	Ayala y Carámbula, 1996a
	6969	1991 – 1994	Bermúdez <i>et al.</i> , 2003a
	7594	1 año (3º año)	Bermúdez <i>et al.</i> , 2003a
	5064	1991 – 2001	Bermúdez <i>et al.</i> , 2003b
Lomadas del Este	3701	1992 – 1994	Ayala y Carámbula, 1996a
	8065	2001 (2º año)	Ferrés <i>et al.</i> , 2003
Basamento cristalino	6000	6 años	Risso y Berretta, 1996
	13434	1998 (3º año)	Formoso <i>et al.</i> , 2001
Areniscas	6400	-----	Bemhaja, 2001
Basalto profundo	3974	1992 – 1994	Bemhaja, 1996
	7700	-----	Bemhaja, 2001

La adaptación de la especie queda demostrada por los destacados rendimientos obtenidos (Cuadro 2). Para todas las Regiones se obtuvieron buenos rendimientos y si bien existe variabilidad entre experimentos de una misma Región, ésta puede deberse

además de las características edáficas de cada sitio experimental, a la edad de la pastura, al “efecto año” y a los niveles de fertilización y refertilización fosfatada aplicada.

Un aspecto a destacar es la precocidad con la que esta especie comienza a aportar significativamente en los mejoramientos. En trabajos realizados por Ayala *et al.* (2003b) en mejoramientos sobre suelos de las Sierras del Este (Cuadro 3) los aportes por parte de la leguminosa durante el primer año superan a una especie anual como lo es el lotus El Rincón; y aún considerando solamente la época fría de este primer año su comportamiento se destaca sobrepasando el aporte de una especie invernal como el trébol blanco. Carriquiry (1992) resalta el buen crecimiento inicial del lotus Maku, coincidiendo con estos resultados.

**Cuadro 3.** Parámetros evaluados para las distintas leguminosas entre mayo de 2002 y julio de 2003, sobre un suelo de Sierra.

	Lotus Draco	Lotus El Rincón	Lotus Maku	Trébol Blanco
Aporte de leg. en otoño-inv. (1º año) (kg/ha de MS)	55	1387	150	59
Aporte de leg. en el total del 1º año (kg/ha de MS)	1762	3714	4376	794

Fuente: adaptado de Ayala *et al.* (2003b)

Varios autores han encontrado que la productividad del mejoramiento aumenta con la edad. Bemhaja (1996) encontró para mejoramientos de segundo y tercer año, incrementos en la producción de materia seca del primer año de 114% y 165% respectivamente. Esto concuerda con lo hallado por Castaño y Menéndez (1998) citados por Carámbula (2001).

La distribución estacional de la entrega de forraje se presenta en el cuadro 4. Esta distribución surge del análisis de datos procedentes de varios experimentos realizados entre los años 1991 y 2001 en las lomadas de la zona Este. Es notoria la concentración de la producción de materia seca durante los meses primaverales y estivales.

Como sucede en la generalidad de los mejoramientos, el mayor aporte de materia seca ocurre en primavera y verano. Arrillaga y Coduri (1997) demostraron para una evaluación de dos años (promedio de distintos tratamientos de defoliación) que el 58% de la producción total correspondía a los meses de primavera y el 67% de esta producción era atribuible a la fracción lotus Maku. Sin embargo el valor nutritivo de la oferta primavero-estival puede sufrir un leve descenso, producto del aumento en la producción que sufre el campo natural en esta época (Ayala y Carámbula, 1996 b).

**Cuadro 4.** Producción anual de materia seca a partir del primer año de la pastura y distribución estacional de la misma.

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total anual
	%	%	%	%	MS kg/ha/año
Lotus Maku	16	17	25	42	5064 ± 979

Fuente: adaptado de Bermúdez *et al.* (2003b)

En cuanto a la producción en los momentos más fríos del año (otoño-invierno), Risso y Berretta (1996) encontraron para mejoramientos con lotus Maku en un promedio de 6 años, que ésta correspondía al 39% del total producido en el año. Al hablar exclusivamente de la producción invernal estos porcentajes varían. Formoso *et al.* (2001) encontraron que la producción invernal representó el 16% del total anual; mientras que en los trabajos realizados por Arrillaga y Coduri (1997) la misma sólo representó el 5%.

Risso y Berretta (1996) y Ayala *et al.* (2003b) encontraron que la leguminosa contribuyó con el 72% y 74% respectivamente de la materia seca producida durante otoño e invierno. Asimismo, Carriquiry (1992) destaca el comportamiento de esta especie durante el otoño temprano con una contribución del 60% al total de materia seca. Mientras que en los trabajos de Arrillaga y Coduri (1997) y Formoso *et al.* (2001) la contribución a la producción invernal fue del 51% y 36% respectivamente.

#### 2.4.1.3. Colonización y persistencia

El lotus Maku tiene una gran capacidad colonizadora y ha sido reconocida por múltiples autores a lo largo de los años. Ayala *et al.* (2003b) encontraron, en un mejoramiento durante el otoño del segundo año, una densidad de rizomas de 137m/m<sup>2</sup>, 1.2 mm de diámetro y un peso seco de 95 g/m<sup>2</sup>. Según Bermúdez *et al.* (2001), el lotus Maku es capaz de dominar el mejoramiento, aún cuando se haya partido de un bajo número de plantas por metro cuadrado.

La colonización se da principalmente por la emisión horizontal de rizomas y estolones y en segundo lugar puede cobrar mayor importancia en determinadas situaciones la producción de semilla (Carámbula *et al.*, 1994).

Como se mencionó anteriormente los rizomas y estolones constituyen el mecanismo básico de persistencia de la especie, por lo tanto se debe prestar atención a la etapa de implantación, hasta que se logre una buena fijación de nitrógeno y buen desarrollo de la raíz pivotante. Esto ocurriría aproximadamente transcurrido un año y medio a dos luego de la siembra (Carámbula, 2001).

Las condiciones que promueven este crecimiento de los rizomas son el acortamiento del fotoperíodo y la disminución de la temperatura (Sheath, 1980). Por lo tanto la expansión comienza a fines de verano y continúa durante el otoño. Luego, durante el invierno y la primavera los rizomas se fraccionan y las plantas con muchas coronas se fragmentan originando nuevas unidades (Carámbula *et al.*, 1994).

Para favorecer esta expansión, se debe proporcionar a los mejoramientos un manejo adecuado que incluya un período libre de pastoreo durante fines de verano y otoño. Este descanso otoñal es clave para la emisión de rizomas y estolones. Estos órganos además de permitir la expansión de la leguminosa, le otorgan buena capacidad de recuperación luego de la ocurrencia de déficit hídricos, mejoran la resistencia al efecto del pisoteo y constituyen el mecanismo básico de persistencia de la pastura (Carámbula, 2001). Sheath (1980) registró un aumento de la biomasa subterránea de 3 a 4 ton/ha de MS bajo defoliación aliviada durante el otoño.

Según Carámbula (2001) el período libre de pastoreo debe durar como mínimo 60 días y ser menor a tres meses. Descansos muy prolongados pasan a ser negativos desde el punto de vista productivo ya que se desaprovecha la capacidad del mejoramiento. Trabajos realizados por Arrillaga y Coduri (1997) durante dos años demostraron que en ambos años las mayores producciones de materia seca se obtuvieron con los tratamientos sin descanso otoñal y pastoreos cada 60 días, para la estación primaveral. Debido a que dichos estudios no fueron lo suficientemente prolongados en el tiempo, no se puede concluir sobre el efecto de distintos tratamientos sobre la persistencia de los mejoramientos.

#### **2.4.1.4. Manejo del pastoreo**

El adecuado manejo del pastoreo debe considerar los cambios fisiológicos de la planta que se van sucediendo en los distintos momentos del año. Las frecuencias y alturas de corte que maximizan la producción del lotus Maku varían con la estación del año (Cuadro 5), quedando así demostrada la importancia de la planificación de un manejo estacional diferencial.

Un aspecto fundamental, que siempre se debe tener presente, es que la especie *Lotus pedunculatus* posee la característica de un lento rebrote. Esto se debe a que la mayor proporción de rebrotes corresponde a tallos aéreos que crecen desde las yemas de la corona y de los nudos de los rizomas. Estas estructuras tardan más en crecer y formar hojas que los tallos que crecen en las yemas presentes en tallos del rastrojo (Carámbula, 2001).

De esta manera, la velocidad de rebrote dependerá de las condiciones en las que se encuentre la población de tallos del material remanente. La clave del manejo para lograr un rebrote bastante inmediato es mantener las plantas con un buen nivel de

reservas. Carámbula *et al.* (1994) sugieren pastoreos rotativos o aliviados e intensos alternados a modo de lograr un equilibrio entre la utilización eficiente de la masa de forraje producida y la búsqueda de un rebrote rápido para recuperarla.

**Cuadro 5.** Frecuencias y alturas de corte a las que se obtuvieron los máximos rendimientos en las distintas estaciones, para dos años consecutivos.

	Año	Frec. de corte (días)	Altura de corte (cm)	Descanso (estación)
Invierno	95	30	2.5	Otoño
	96	30	2.5	Otoño
Primavera	95	60	2.5	s/descanso
	96	60	2.5	s/descanso
Verano	96	30	2.5	Otoño-Primavera
	97	30	2.5	Primavera
Otoño	96	30	2.5	Otoño-Primavera

Fuente: adaptado de Arrillaga y Coduri (1997).

#### 2.4.1.4.1. Manejo primavero-estival

Cuando se registran días largos y elevadas temperaturas, el crecimiento del lotus Maku está dominado por la producción de tallos aéreos. Estas condiciones se dan durante la primavera y principios del verano. En esta época de activo crecimiento los pastoreos deben ser aliviados y poco frecuentes; Carámbula (2001) sugiere rastrojos de 3 a 5 cm. Esto asegura una población de tallos remanentes abundantes y en buenas condiciones, permitiendo un rápido rebrote.

Los manejos inadecuados tienen varios aspectos negativos. Pastoreos muy aliviados dan como resultado un bajo aprovechamiento de la producción de materia seca. Además se permite que los animales expresen su selectividad sobre la leguminosa perjudicándola y promoviendo un endurecimiento de las gramíneas nativas.

Cuando se realizan pastoreos demasiado intensos y frecuentes durante períodos prolongados de tiempo, también se registran efectos negativos. Ayala y Carámbula (1996a) citan como ejemplos de ello la progresiva desaparición de la leguminosa, acompañada de un cambio en la estructura vertical del tapiz que lleva a una menor utilización del forraje producido y se ve reducida la producción total anual y otoñal.

Otro aspecto negativo de un manejo abusivo durante la estación estival fue estudiado por Arrillaga y Coduri (1997) quienes encontraron que frente a este tipo de manejo las plantas no pueden expresar su capacidad de rápida respuesta a la lluvia, efecto que se ve acentuado en veranos secos.

En los veranos secos se debe recurrir a un manejo más conservador tanto en los descansos como en las intensidades de defoliación (Ayala *et al.*, 2003c).

En cuanto a la producción de semilla Arrillaga y Coduri (1997) demostraron que con pastoreos rotativos se puede cumplir correctamente el proceso de floración-semillazón, evitando las posibles pérdidas por descomposición de la materia seca que existen con períodos de descanso muy prolongados (4 meses).

A fines de verano o principios de otoño, se debe realizar un pastoreo intenso con los objetivos de limpiar el mejoramiento de los restos del forraje producido en verano y acondicionar el tapiz para realizar la refertilización (Ayala *et al.*, 2003b).

#### 2.4.1.4.2. Manejo otoñal

Este es el momento crítico de la especie ya que es el período de mayor actividad en la formación de estolones y rizomas y la formación de estos órganos es la base de la persistencia del mejoramiento.

De acuerdo a esto el buen manejo debe combinar pastoreos no muy severos ni frecuentes, permitiendo a fines del período verano-otoño un descanso para incentivar la formación de dichos rizomas y estolones.

El forraje producido durante el descanso, puede utilizarse para cubrir el déficit invernal, el cual es posible gracias a la uniformidad en la entrega de forraje durante el período otoño-invernal (Carriquiry, 1992).

Para que sea viable este diferimiento de forraje en pie, la acumulación debe ser de por lo menos 60 días y comenzar temprano en el otoño de manera de aprovechar las elevadas tasas de crecimiento antes de que las mismas comiencen a disminuir por el acortamiento del fotoperíodo y descenso de las temperaturas (Ayala y Carámbula, 1996 b).

Al respecto, Arrillaga y Coduri (1997) encontraron que para un mejoramiento de lotus Maku de 3er año, el descanso otoñal debería ser menor a 4 meses, dado que un período superior llevaría a pérdidas por descomposición de materia seca.

#### 2.4.1.4.3. Manejo invernal

Según Arrillaga y Coduri (1997) la altura de corte es la principal variable determinante de los rendimientos que se obtienen en esta época, debido a la escasa producción y al

hábito de crecimiento del lotus Maku que localiza la mayor parte del forraje en los estratos inferiores.

Si bien en invierno se registran las menores tasas de crecimiento, con un manejo adecuado se pueden lograr rendimientos destacados frente a otras especies. A partir de experimentos realizados sobre distintos mejoramientos, Carriquiry (1992) describe al lotus Maku como una especie promisoriosa por su excelente contribución invernal.

Para la generalidad de los mejoramientos extensivos, las mayores tasas de crecimiento invernales se consiguen manteniendo áreas foliares remanentes adecuadas mediante pastoreos aliviados y poco intensos. Sin embargo para mejoramientos con lotus Maku, Arrillaga y Coduri (1997) demostraron que debido a que el forraje ofrecido se encuentra principalmente en los estratos inferiores, el mayor aprovechamiento del mismo se logra mediante una mayor intensidad de corte.

Si bien la cantidad de forraje seguirá siendo una limitante, este manejo permite aprovechar la calidad del material que será satisfactoria en este momento del año.

El manejo abusivo de los mejoramientos extensivos durante la época fría del año, impide que los mismos puedan expresar su potencial de rendimiento (Carámbula, 1992).

#### **2.4.1.5. Valor nutritivo y contenido de taninos**

Según Waghorn *et al.* (1998) la especie cuenta con un contenido de proteína cruda de 17-24% y una concentración de taninos condensados de 5-9%, concentrándose la mayor parte de estos últimos en la hoja (12%). Estos autores citan además digestibilidades de 68-70%.

En pruebas de preferencia con vacunos y ovinos Ayala y Carriquiry s/p citados por Ayala *et al.* (2001a) encontraron que las variedades de *Lotus pedunculatus* cv. Maku y Sunrise fueron las menos apetecidas frente a otras leguminosas de los géneros *Trifolium*, *Lotus* y *Medicago*. Este comportamiento puede atribuirse a la presencia de taninos condensados en dicha especie que disminuyen la palatabilidad y ocasionalmente el consumo.

El cuadro 6 muestra los principales parámetros de calidad de forraje publicados por Carámbula *et al.* (1994) para un mejoramiento de campo con lotus Maku. Frente a otras especies de leguminosas sembradas comúnmente en el país ésta cuenta con elevado contenido de proteína cruda, pero bajo porcentaje de digestibilidad ruminal que numerosos autores atribuyen a su elevado contenido de taninos condensados.

**Cuadro 6.** Valor nutritivo de un mejoramiento en cobertura con lotus Maku según análisis realizados sobre muestras de forraje acumulado de abril a setiembre.

	DMO (%)	PC (%)	FDA (%)	Cont. leg. (%)
<i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku	48.9	22.6	32.2	94.9

Fuente: adaptado de Carámbula *et al.* (1994)

Al igual que en otras especies con elevado contenido de taninos condensados la digestión post ruminal adquiere gran importancia. Los taninos ejercen un efecto protector sobre las proteínas en el rumen, aumentando el flujo de proteínas hacia el intestino (Carámbula *et al.*, 1994).

Según Carámbula *et al.* (1994) y Waghorn *et al.* (1998), bajas temperaturas ambientales y bajos contenidos de fósforo en el suelo, podrían aumentar el contenido de dichas sustancias.

Evaluaciones realizadas en la región Este, muestran variaciones en el contenido de taninos en un rango entre 41-53 g/kg para mejoramientos fertilizados anualmente con 80 unidades/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, hasta un rango entre 88-94 g/kg cuando la especie crecía sin aplicación de fosfatos (Mieres com. pers. citado por Ayala *et al.*, 2001a).

Según Montossi (1996), los taninos pueden traer efectos perjudiciales o beneficiosos, dependiendo de cuál sea su concentración en el forraje y qué reactividad tengan. Contenidos de taninos lo suficientemente elevados (5-10%) provocan una reducción en la digestibilidad de la fibra, ganancia de peso y crecimiento de lana. Sin embargo, contenidos bajos a intermedios de taninos en el forraje traerían efectos beneficiosos como una mayor eficiencia de uso del nitrógeno consumido por el animal; además estos compuestos han demostrado tener propiedades ovicidas.

De acuerdo con Waghorn *et al.* (1998), si los animales tienen acceso a lotus Maku como único alimento, pueden darse reducciones pequeñas pero significativas en el consumo voluntario. Sin embargo, Ayala *et al.* (2001a) afirman que cuando los animales pastorean áreas puras de *Lotus pedunculatus*, existe una adecuada aceptación y consumo.

No obstante, los efectos negativos que pudieran tener en el consumo voluntario las altas concentraciones de taninos condensados, son solucionables si se ofrecen buenas condiciones de fertilidad para su crecimiento (Montossi, 1996).

Purchas y Keogh (1984) citados por Ayala *et al.* (2001a) encontraron que corderos pastoreando lotus Maku presentaban menor grado de engrasamiento a un mismo peso que corderos pastoreando trébol blanco, lo cual fue adjudicado a la protección que ejercían los taninos sobre la proteína.

Waghorn *et al.* (1998) afirman que la presencia de estos compuestos en el forraje puede aumentar significativamente la performance productiva del ganado vacuno y ovino. Wang *et al.* (1996), Min *et al.* (1998) y Luque *et al.* (2000) atribuyeron mayores crecimientos de lana al consumo de forraje con elevado contenido de taninos condensados sin que aumentara el consumo voluntario de los animales. En contraste, Douglas *et al.* (1999) no encontraron efectos en el crecimiento de lana, la ganancia de peso ni las características de la carcasa.

#### 2.4.1.6. Potencial para producción ovina

La producción de forraje de un mejoramiento es una de sus características más importantes, pero a la hora de analizar en conjunto la producción del sistema planta-animal, un aspecto fundamental a conocer es qué proporción de ese forraje producido puede ser realmente utilizado por los animales. Guerrina e Invernizzi (2002) obtuvieron porcentajes de utilización para la fracción lotus Maku de 36% y 50% para cargas de 10 y 20 borregos/ha respectivamente, pastoreando un mejoramiento con lotus Maku con cambios de parcela cada 14 días.

Resultados experimentales sugieren que la utilización no sólo se ve afectada por la carga del sistema sino también por la forma en que se realice el pastoreo. Al respecto Norbis *et al.* (2001) encontraron porcentajes de utilización de 55% para corderos pastoreando de forma continua un mejoramiento con lotus Maku a una carga de 16 cord/ha, mientras que con pastoreo diferido y manteniendo la carga constante este porcentaje ascendió al 71%.

La calidad del forraje, el sistema de pastoreo, la carga y aspectos de la fisiología animal junto con otros factores, son determinantes de la eficiencia de conversión del forraje consumido en producto final. Sobre un mejoramiento con lotus Maku, Norbis *et al.* (2001) obtuvieron eficiencias de conversión (kg/ha de forraje desaparecido sobre kg/ha de peso vivo ganado) de 8.2 y 7.2 trabajando con una carga de 16 corderos/ha en pastoreo continuo y diferido respectivamente.

El cuadro 7 contiene datos de producción ovina sobre mejoramientos con lotus Maku, obtenidos por diferentes autores en diferentes regiones del país. En todos los casos las ganancias individuales se ven disminuidas con el aumento de carga, pero hablando de sistemas extensivos como son los mejoramientos de campo, las ganancias que se obtienen con las cargas más altas evaluadas aún se consideran aceptables.

**Cuadro 7.** Ganancias diarias y producción de peso vivo por hectárea para corderos pastoreando sobre mejoramientos de campo con lotus Maku.

Región	Carga (cord/ha)	Año	Largo (días)	Momento	GMD (gr/an/día)	Prod/ha (kg/ha PV)	Autores
Lomadas del Este	10-20	1998	142	Inv. y prim.	165-121	214-315	Ayala <i>et al.</i> , 2001a
Lomadas del Este	10-20	1999	183	Inv. y prim.	145-119	270-480	Ayala <i>et al.</i> , 2001a
Cerro Colorado, Florida	12	2000	148	Mayo-Oct	210*	324*	Norbis <i>et al.</i> , 2001
Cerro Colorado, Florida	17-21	2000	185	Mayo-Oct	113-105	347-400	Norbis <i>et al.</i> , 2001

\* se invernaron dos lotes de corderos

Según Ayala *et al.* (2001a) manejando cargas entre 10 y 20 corderos/ha, se pueden lograr ganancias de 165-120 g/an/día. De esta forma, dependiendo del peso de entrada se pueden realizar ciclos de invernada de corderos de 100-120 días, lo cual permite realizar más de un ciclo de engorde en el año.

El sistema de pastoreo también es un factor decisivo en las ganancias, para cargas de 17 y 21 corderos/ha, el pastoreo diferido con cambios de franja cada 15 días dio mejores resultados que el pastoreo continuo (Norbis *et al.*, 2001).

#### **2.4.2. Trébol blanco**

A pesar de que la especie tiene una amplia distribución mundial, es especialmente sembrada en zonas templadas, en donde se encuentra muy bien adaptada para sobrevivir y producir buenos rendimientos, incluso cuando es pastoreada en forma continua. La razón de esto radica en su hábito de crecimiento estolonífero que le permite una rápida recuperación, siendo removidas por el animal fundamentalmente hojas y pecíolos (Carámbula, 1996; Carámbula, 1998).

Según Carámbula (1998), esta especie es utilizada en lugares donde las temperaturas del verano son moderadas y la humedad del suelo no es limitante, ya que sufre enormemente la falta de agua, pudiendo ocurrir la muerte de muchas plantas durante el verano, comportándose en estos casos como una especie anual.

Es una de las leguminosas que aporta mayores cantidades de nitrógeno al suelo a través de la fijación simbiótica (Carámbula, 1998). Sin embargo esta contribución se hace menor en suelos con alta disponibilidad de nitrógeno (Smetham, 1993).

### 2.4.2.1 Características generales

A modo de resumen, se presentan a continuación una serie de características de la especie (adaptado de Carámbula 1996, 1998, 2002).

#### **FICHA TÉCNICA: Trébol blanco**

- Leguminosa perenne de ciclo invernal, con una producción de forraje de excelente calidad.
- Presenta hábito postrado con gran cantidad de estolones con raíces en sus nudos.
- Prospera en suelos fértiles, con buena humedad y adecuadas cantidades de fósforo, no así en suelos pobres, muy ácidos o arenosos.
- Vigor inicial bajo y establecimiento lento.
- Elevado valor nutritivo a lo largo de toda la estación de crecimiento.
- Gran potencial de fijación de nitrógeno.
- Es imprescindible la inoculación con la cepa correspondiente para lograr una nodulación eficiente.
- Admite pastoreos relativamente intensos y frecuentes.
- No tolera la sombra.
- Muy buena semillazón y resiembra natural.
- Puede producir meteorismo a los animales.
- Densidad de siembra: 4 kg/ha en siembras puras; 2-4 kg/ha en mezclas.
- Cultivares disponibles en Uruguay: E. Zapicán, Bayucúa, El Lucero, Regal, INIA Kanopus, California Ladino.

El anclaje de la planta y absorción de agua y nutrientes es llevado a cabo por un extenso sistema de raíces adventicias. La disponibilidad de nutrientes en el suelo debe ser buena, ya que esta especie no es muy competitiva frente a otras (gramíneas), al tener pocos puntos aptos para la absorción de nutrientes (Carámbula, 1998).

La gran adaptación de esta especie a manejos intensos y los altos rendimientos de materia seca que produce pueden ser explicados por varios factores: el porte rastrero que presenta, la ubicación de sus meristemas contra el suelo, su índice de área foliar bajo y el hecho de que las hojas más jóvenes están en el estrato inferior mientras que las maduras se encuentran en el estrato superior (Carámbula, 2002).

Es una especie muy exigente en los niveles de fertilizante fosfatado a la siembra si se quiere lograr una implantación exitosa, además de alcanzar una alta producción del mejoramiento y de la leguminosa durante el primer año de vida. Asimismo, no deben descuidarse las refertilizaciones en los años siguientes, de manera de no comprometer la persistencia productiva del mejoramiento (Langer, 1973; Woodfield y Caradus, 1996).

En una serie de trabajos realizados sobre mejoramientos de campo en suelos de Basalto profundo, Bemhaja (1998c) encontró que el agregar 60 unidades de  $P_2O_5$  a la siembra permitió un buen establecimiento del trébol blanco y que refertilizaciones anuales de 30-40 unidades de  $P_2O_5$  permitieron mantener una buena presencia y producción de la especie. Estos valores concuerdan con lo encontrado por Risso y Berretta (1996) para suelos sobre Cristalino. |

En los últimos años se han venido desarrollando numerosos trabajos en la Región Este sobre estrategias de fertilización fosfatada de pasturas. Para la zona de Colinas y Lomadas, Bermúdez *et al.* (2004) encontraron para un mejoramiento de trébol blanco y lotus respuestas a la fertilización inicial para el primer año hasta niveles de 120 kg/ha de  $P_2O_5$ , tanto en producción total como de la fracción leguminosa. A su vez, las respuestas en producción de forraje total y de la leguminosa a las refertilizaciones (60 unidades de  $P_2O_5$ ) fueron importantes incluso cuando las fertilizaciones iniciales fueron altas.

Los cultivares de trébol blanco pueden agruparse en distintos tipos según el tamaño de las hojas. El cultivar Estanzuela Zapicán se ubica dentro de los que presentan tamaño de hoja intermedio. Según Águila Castro (1979) citado por Carámbula (2002), los tréboles de este grupo presentan una mayor rusticidad que los cultivares de hoja grande al ser menos exigentes en humedad y fertilidad y más tolerantes al pastoreo.

Coincidiendo con lo anterior, Williams y Caradus (1979) citados por Kang y Brink (1995) y Lawson *et al.* (2000) sostienen la mayor persistencia de los cultivares de hoja chica o intermedia respecto a los de hoja grande, cuando éstos son comparados en ambientes con altas frecuencias de pastoreo. Bajo defoliaciones frecuentes se reduce la tasa de aparición de hojas, la tasa de elongación de los estolones y el tamaño de la planta en general, mientras que aumenta la muerte de estolones, siendo todos estos efectos menos acentuados en cultivares de hoja intermedia. La mayor movilización de reservas que realizan los cultivares de hoja intermedia respecto a los de hoja grande bajo defoliaciones frecuentes, probablemente contribuye a su mayor tasa de crecimiento y reduce la muerte de estolones (Lawson *et al.*, 2000).

#### **2.4.2.2. Producción y distribución estacional**

Según Collins *et al.* (1991) citados por Arbeleche e Ithursarry (1996), la producción anual del trébol blanco está positivamente correlacionada con la cantidad de estolones presentes en primavera y de la posterior sobrevivencia de éstos.

Resultados obtenidos por Ayala *et al.* (2001b) sitúan al trébol blanco como una especie que presenta un muy buen comportamiento en las zonas de Lomadas y Llanuras de la región Este siendo un hábitat indicado para su utilización. Además ofrece un buen comportamiento para las Sierras del Este, aunque con ciertas limitantes que impiden que alcance su máxima productividad y/o persistencia (riesgo de sequía y presencia de aluminio en el suelo).

En un estudio realizado sobre la productividad y persistencia de un mejoramiento de campo en la zona de las Sierras del Este, Ayala *et al.* (2003b) encontraron diferencias en la producción total anual según distintos momentos de cierre del mejoramiento, incrementándose la misma con cierres de octubre y noviembre (7709 kg/ha) respecto a diciembre (6054 kg/ha). En cuanto a la intensidad de corte (intenso vs. aliviado), no se registraron diferencias en la producción total de forraje pero sí se encontraron para la fracción trébol blanco, incrementándose su producción un 46% al realizar cortes aliviados (10 cm).

A continuación se presentan una serie de datos sobre la producción anual de mejoramientos de campo con trébol blanco en distintas regiones del país (Cuadro 8). En general los valores no difieren mucho entre sí, mostrando la capacidad de adaptación de esta especie a distintas condiciones de suelo. Según Carámbula (2002), produce buenos rendimientos en la mayoría de los suelos siempre que tengan suficiente humedad y cantidades adecuadas de fósforo, si bien no crece en forma adecuada en suelos pobres, muy ácidos o arenosos.

Las bajas producciones de forraje obtenidas por Bemhaja (1998a) para el primer y segundo año son atribuidas a la siembra muy tardía del mejoramiento y al déficit hídrico ocurrido a la salida del invierno y primavera del año 1993.

Risso y Berretta (1996) obtuvieron valores de producción de forraje total anual (promedio de seis años) de 5000 kg/ha para mejoramientos con trébol blanco sobre Cristalino, con un aporte otoño invernal de 39% y con una contribución del trébol blanco para esta época del año de 61%.

**Cuadro 8.** Resumen de información sobre producción anual de forraje total de mejoramientos extensivos con trébol blanco en diferentes regiones del país.

Región	kg/ha/año de MS	Años	Autores
--------	-----------------	------	---------

Sierras del Este	7158	1er. año	Ayala <i>et al.</i> , 2003b
	7100	2do. año	Bermúdez <i>et al.</i> , 2003a
	3045	3er. año	Bermúdez <i>et al.</i> , 2003a
	5427	Promedio 3 años	Bermúdez <i>et al.</i> , 2003a
Cristalino	6300	Promedio 7 años	Risso y Berretta, 1996
	5000	Promedio 6 años	
Basalto profundo	2300	1er. año	Bemhaja, 1998 a
	2600	2do. año	
	8000	3er. año	

Una medida de manejo muy utilizada es el diferimiento de forraje en pie del otoño hacia el invierno, para cubrir el déficit de forraje invernal. En estudios realizados sobre mejoramientos extensivos con trébol blanco y lotus, Arbeleche e Ithursarry (1996) encontraron que las mayores producciones de forraje se obtuvieron cuando la pastura fue cerrada en marzo respecto a cierres de abril, mayo y junio, entre los cuales no hubieron diferencias significativas. A su vez, los mismos mejoramientos rindieron un 47% más cuando los períodos de acumulación de forraje eran de por lo menos 60 días frente a períodos de 30 días. Períodos mayores de acumulación sólo tendrían efecto positivo en aquellas situaciones de cierres tempranos en el otoño. No obstante, según los mismos autores, el trébol blanco no sería tan sensible a la variable fecha de inicio de alivio dado que su ciclo invernal permite la acumulación de forraje en invierno.

#### 2.4.2.3. Colonización y persistencia

La habilidad del trébol blanco de persistir en el tiempo es altamente dependiente de la producción de raíces adventicias de los estolones y de su continua renovación (Frame *et al.*, 1998). En la inserción de las hojas en los estolones existen yemas axilares que son las responsables de originar estolones hijos o inflorescencias, dependiendo de la época del año (diferencias de fotoperíodo y temperatura).

De acuerdo con Smetham (1993), en muchas pasturas ocurre un considerable entierro de estolones durante el otoño, por lo que al inicio de la primavera un 80% del total de estolones pueden encontrarse por debajo del suelo y es posiblemente esta fracción la responsable de su posterior crecimiento y persistencia. Sin embargo, según Frame *et al.* (1998), si las hojas del trébol son pastoreadas o destruidas por pisoteo animal, el desarrollo de esos estolones enterrados se reduce y se incrementa así la muerte de estolones secundarios.

Una vez que el sistema radicular se encuentra bien arraigado al suelo, el nudo formado por una hoja y una yema axilar puede vivir en forma independiente. Aunque un 99% de los nudos hayan sido destruidos por ataques de insectos, la planta puede sobrevivir y recolonizar el área a través de la producción de nuevos estolones (Smetham, 1993), responsables de la perennidad de la especie.

Según Forde *et al.* (1989) citados por Brock y Hay (2001) el trébol blanco es particularmente vulnerable a las estaciones secas. El manejo del pastoreo durante el verano y las lluvias ocurridas durante esta época son probablemente los factores más importantes que afectan la performance y persistencia del trébol blanco.

Estudios llevados a cabo por Knowles *et al.* (2003) en distintas regiones de Nueva Zelanda, muestran al trébol blanco como una especie no tolerante a condiciones de sequía, viéndose reducida su presencia en dichas condiciones, y siendo su recuperación posterior pobre (dependiendo de la severidad de la sequía). Estos autores sugieren que es muy importante en determinar su persistencia el momento en el ciclo de vida de la planta que ocurre el período de seca. Alrededor del segundo año de establecida la pastura, ocurre la fragmentación de la planta madre desarrollándose estolones hijos y desaparece la raíz pivotante, quedando en desventaja para enfrentar dicha restricción.

De acuerdo con lo anterior, Woodfield y Caradus (1996) mencionan que si la tasa de muerte de estolones es mayor a la tasa de formación y renovación de los mismos, el tamaño de las plantas y estolones disminuye, pocas plantas logran persistir y por lo tanto baja el contenido de trébol blanco de la pastura. Manejar en forma correcta el pastoreo y la nutrición de la planta puede incrementar la tasa de formación de estolones. En cambio estrés hídricos, enfermedades y ataque de insectos pueden acelerar la tasa de muerte de los mismos.

Suelos que presentan drenaje imperfecto pueden disminuir la persistencia del trébol blanco, al incrementar las enfermedades de raíz y el daño por pisoteo de los animales (Hopkins y Green, 1979 citados por Woodfield y Caradus, 1996).

Esta especie posee cierta proporción de semillas duras que germinan cuando ocurren grandes fluctuaciones de temperatura (aunque también pueden hacerlo con la aplicación de determinados estímulos externos), pudiendo contribuir al stand de plantas. Por lo tanto, el trébol blanco tiene la capacidad de persistir tanto en forma vegetativa a través de la emisión de estolones, como por semillas duras (Carámbula, 1998).

Ninguna de las enfermedades causadas por hongos que afectan al trébol blanco tales como roya del trébol (*Uromyces trifolii*) y podredumbre por Sclerotinia (*Sclerotinia trifoliorum*) han demostrado tener efectos significativos sobre la persistencia del mismo en Nueva Zelanda, aunque *Sclerotinia* adquiere mayor importancia en Europa (Skipp y Hampton, 1995 citados por Woodfield y Caradus, 1996).

#### **2.4.2.4. Manejo del pastoreo**

Dado su hábito de crecimiento postrado, el forraje removido por el animal está constituido básicamente por hojas y pecíolos, quedando los puntos de crecimiento fuera del alcance del animal (Carámbula, 1977).

Según King *et al.* (1978) citados por Frame *et al.* (1998), el trébol blanco responde a las defoliaciones produciendo pecíolos más cortos, láminas más chicas y acortando sus entrenudos, aunque los intervalos de corte no afectan la tasa de aparición de hojas (a menos que sean demasiado cortos o demasiado largos). En contraste con esto último, Kang y Brink (1995) encontraron una respuesta lineal positiva en producción de hojas al pasar de intervalos de defoliación semanales a mensuales.

Reafirmando lo anteriormente mencionado, Carlson (1966) citado por Brock y Hay (2001) señala que si la frecuencia de pastoreo se ve aumentada, se producirán menor cantidad de hojas y además serán de menor tamaño, debido a que el período de tiempo dejado para recomponer el área foliar no es suficiente. Simultáneamente, se produce una reducción en el diámetro de los estolones.

De acuerdo con Brereton *et al.* (1985) citados por Brock y Hay (2001), la performance del trébol blanco en pasturas mezcla conteniendo raigrás perenne está relacionada con la densidad del componente gramínea de la pastura. Densidades por debajo de 5000 macollos/m<sup>2</sup> no estarían restringiendo el potencial de crecimiento del trébol blanco. Sin embargo, a medida que la densidad de las gramíneas aumenta por mayores períodos de descanso entre defoliaciones, la proporción de trébol blanco disminuye debido a la competencia ejercida por el forraje presente, pudiendo reducirse incluso su persistencia (Woodfield y Caradus, 1996).

Manejos que permitan mantener plantas vigorosas, con mayor longitud por unidad de superficie y diámetro de estolones, mayor peso individual de las hojas, así como mayor proporción de hojas cosechables, serían los más adecuados para esta especie (Carámbula, 2002). Según este mismo autor, bajo pastoreos muy intensos y frecuentes el trébol blanco pierde su habilidad competitiva.

Esto concuerda con lo mencionado por Harris (1987) y Hay *et al.* (1988) citados por Caradus *et al.* (1996), quienes sugieren que al incrementar los intervalos entre sucesivas defoliaciones, existe un mayor desarrollo en cuanto a tamaño de los órganos de la planta, aunque no se ve afectada su estructura en términos de número de hojas, estolones y raíces. A su vez, Frame y Newbould (1984); Curll y Wilkins (1985); Newton *et al.* (1985), citados por Frame y Paterson (1987) destacan el beneficio que se obtiene, en el crecimiento y persistencia del trébol blanco, al dejar períodos de descanso entre pastoreos (manejos rotativos).

Existe información diversa acerca del comportamiento del trébol blanco frente a distintas frecuencias de corte. Según Harris (1987), el hábito estolonífero y postrado de

esta especie hace que sólo una proporción del forraje sea removido en cada defoliación, siendo ésta una ventaja frente a otras especies de hábito erecto. Por esto, cuando se encuentra en desventaja competitiva, cortes más frecuentes pueden incrementar el contenido de trébol blanco en la mezcla.

#### 2.4.2.4.1. Manejo primavero-estivo-otoñal

De acuerdo a una serie de investigaciones realizadas por Smetham (1993) en Nueva Zelanda, independientemente del nivel de nitrógeno del suelo, la contribución del trébol blanco a la pastura se ve incrementada al pastorearlo en forma continua desde la primavera hasta mediados de verano y luego de ahí en adelante por pastoreos rotativos. Con este manejo se obtienen rendimientos superiores que pastoreándolo en forma continua o haciendo únicamente pastoreos rotativos a lo largo del año. Pastoreos continuos entre primavera y mediados de verano estimulan el crecimiento de los estolones, incrementándose así el potencial de producción de hojas, mientras que los pastoreos rotativos siguientes permiten el desarrollo de esas hojas.

Brougham (1960) y Bryant (1991) citados por Caradus *et al.* (1996) sostienen que pastoreos frecuentes durante la primavera tanto con ovinos como con bovinos, favorecen el crecimiento del trébol blanco.

Durante una primavera seca, Brock (1988) citado por Woodfield y Caradus (1996) señala que bajo pastoreos continuos se produce una pequeña reducción tanto en el peso de los estolones como en el contenido de trébol blanco de la pastura. En contraste, realizando pastoreos rotativos ocurre una reducción del 75-95% en el peso de los estolones y el contenido de trébol de la pastura pasa de 15% a 2%. Esto está explicado por la mayor densidad de macollos de las gramíneas bajo pastoreos continuos, protegiendo al trébol de la radiación solar directa y reduciendo las temperaturas a nivel del suelo.

Durante el verano, defoliaciones menos frecuentes se recomiendan cuando se pastorean con ovinos dada la gran selección practicada por estos animales. Sobrepastoreos durante el verano son detrimentales debido a la excesiva pérdida de estolones que ocurre en esta época, poniendo en peligro la persistencia de la especie (Brougham, 1960 y Bryant, 1991 citados por Caradus *et al.*, 1996).

De todas formas, pastoreos muy intensos (dejando rastrojos de 2-4 cm) pueden disminuir el rendimiento del trébol, ya que se va a producir una importante remoción de hojas, pudiendo incluso reducirse la persistencia de aquellos cultivares con tamaño de hoja más grande (Smetham, 1993).

#### 2.4.2.4.2. Manejo invernal

Diversos autores (Laidlaw y Stewart, 1987; Laidlaw *et al.*, 1992 citados por Frame *et al.*, 1998) señalan que pastoreos severos con ovinos por cortos períodos de tiempo en invierno o a inicios de primavera, incrementan el aporte de trébol blanco al total de la pastura, debido a mejores condiciones de luz recibidas por los puntos de crecimiento que estimulan un mayor desarrollo.

#### 2.4.2.5. **Valor nutritivo**

Estudios realizados sobre selectividad, mostraron que teniendo la oportunidad de hacerlo, el ovino incluye en su consumo un 70% de trébol blanco y un 30 % de gramíneas (Parsons *et al.* 1994, citados por Brock y Hay, 2001).

Según Smetham (1993) el trébol blanco es una especie de alto valor nutritivo, con una digestibilidad de 70-83%, la cual no disminuye tanto al avanzar el estado de madurez, como sí sucede en otras especies forrajeras. Presenta una alta proporción de componentes de la pared celular que son rápidamente digestibles y de menor resistencia a la tracción, provocando esto un aumento en la tasa de pasaje del alimento y por lo tanto en el consumo del animal. Este es un hecho a tener en cuenta cuando es utilizado en mejoramientos de campo, al mejorar la calidad y valor nutritivo del forraje ofrecido. Thomson y Raymond (1969) señalan que la digestibilidad de una pastura mezcla conteniendo trébol blanco, es directamente proporcional a la cantidad presente de esta especie en la pastura. Risso y Berretta (1996) señalan valores de 62% de digestibilidad “in vitro” de la materia orgánica y un contenido de 14% de proteína cruda para una cobertura de campo natural con trébol blanco cv. Zapicán, en suelos sobre Cristalino.

Un aspecto negativo relacionado con la composición química del trébol blanco, es el hecho que puede causar meteorismo en vacunos y ocasionalmente en ovinos (Montossi, 1996), debido a la presencia de grandes cantidades de proteínas en rumen que son solubles en agua, generándose formas estables espumosas, pudiendo llegar a ocasionar la muerte del animal. La forma más efectiva de prevenirlo es utilizar pasturas mixtas con gramíneas y/o especies del género *Lotus*, como puede ser un mejoramiento de campo.

#### 2.4.2.6. **Potencial para producción ovina**

Según Smetham (1993), el trébol blanco puede ser utilizado en sistemas de engorde ovino, obteniéndose mayores ganancias diarias con relación a otras pasturas. Dada la forma de crecimiento del trébol blanco, la porción cosechada por el animal está compuesta principalmente por hojas y pecíolos pero no por tallos, siendo las hojas el

componente de mejor calidad de una pastura (a diferencia de los tallos que se engrosan y lignifican a medida que avanza el estado de madurez).

Ivins (1955) citado por Harris (1987), sostiene que la presencia del trébol blanco en una pastura realza la palatabilidad de la misma. Estudios realizados sobre el consumo voluntario de animales revelan que cuando es ofrecido como único alimento de la dieta, es consumido en mayores cantidades que forrajes de similar digestibilidad. Además, según Thomson y Raymond (1970) y Thomson (1977) citados por Harris (1987), la energía metabolizable aportada por el trébol blanco es utilizada en forma más eficiente para los procesos de crecimiento y engorde, en comparación con otras especies forrajeras.

El trébol blanco permite obtener altas ganancias de peso con ovinos (Cuadro 9) según datos obtenidos por Ulyatt *et al.* (1977) citados por Smetham (1993).

**Cuadro 9.** Ganancia de peso relativa de ovinos jóvenes pastoreando pasturas puras de distintas especies forrajeras.

	Ganancia de peso relativa
Raigrás perenne	100
Trébol blanco	186
<i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku	150

Fuente: adaptado de Ulyatt *et al.* (1977) citados por Smetham (1993)

El cuadro 10 contiene información nacional de internadas de corderos sobre distintos tipos de pasturas conteniendo trébol blanco.

A una misma carga (20 corderos/ha) Norbis *et al.* (2001) obtuvieron mayores ganancias diarias con pastoreo rotativo en relación al continuo sobre un mejoramiento con trébol blanco y lotus común. Parma (1999) registró ganancias individuales a una carga de 14 corderos/ha pastoreando una pradera con trébol blanco, que resultaron menores que las registradas por Norbis *et al.* (2001) con 16 corderos/ha sobre un mejoramiento de campo.

**Cuadro 10.** Ganancias diarias y producción de peso vivo por hectárea para corderos pastoreando sobre distintas bases forrajeras con trébol blanco.

Región	Carga (cord/ha)	Sistema de pastoreo	Largo (días)	Momento	GMD (gr/an/día)	Prod/ha (kg/ha PV)	Autores
--------	-----------------	---------------------	--------------	---------	-----------------	--------------------	---------

Colonia	14	Rotativo	101	Mar-Jul	135	190	Parma, 1999 <sup>1</sup>
Cerro Colorado, Florida	12-20	Continuo	187	Mayo-Nov	255-92	342*-330	Norbis <i>et al.</i> , 2001 <sup>2</sup>
Cerro Colorado, Florida	16-20	Rotativo	187	Mayo-Nov	154-109	406*-392	Norbis <i>et al.</i> , 2001 <sup>2</sup>
Glencoe, Tacuarembó	8-12	Rotativo	110	Mayo-Set	226	208	Iglesias y Ramos, 2003 <sup>3</sup>

\* se invernaron dos lotes de corderos.

<sup>1</sup> Trabajo realizado sobre pradera con trébol blanco.

<sup>2</sup> Trabajo realizado sobre mejoramientos de campo con trébol blanco y lotus común.

<sup>3</sup> Trabajo realizado sobre un mejoramiento de campo con trébol blanco.

## 2.5. EFECTOS DE LA PASTURA EN EL COMPORTAMIENTO ANIMAL

La productividad animal dependerá de la cantidad y calidad del alimento que el animal consuma. De ahí la importancia de conocer los mecanismos que explican el consumo voluntario y la habilidad del animal para ingerir forraje de calidad.

Los rumiantes dividen su tiempo entre períodos alternados de pastoreo, rumia y descanso. Además de los factores intrínsecos del animal, uno de los principales determinantes de su comportamiento en pastoreo es la longitud del día. Según Van Soest (1982), Holmes (1989) y Hodgson (1990), existen de 3 a 5 sesiones de pastoreo durante el día, siendo las más largas y más intensas después del amanecer y antes del atardecer. Estos patrones de comportamiento en pastoreo pueden verse alterados bajo condiciones climáticas extremas.

### 2.5.1. Consumo

El nivel de consumo es el principal determinante de la performance animal; la cantidad y calidad de forraje también influyen sobre la misma aunque en menor grado (Spedding, 1970; Van Soest, 1982; Minson, 1990; Robards, 1993; Thompson y Poppi, 1994).

Las principales causas de niveles de consumo distintos en animales similares son diferencias genotípicas o diferencias entre estados fisiológicos (Pryor *et al.*, 1990; Hodgson y Brookes, 1999). Otro de los factores que pueden alterar el consumo es la esquila, ya que para aclimatarse y hacer frente al cambio brusco de temperatura, el animal incrementa su consumo (Bigham, 1986).

Los factores que regulan el consumo pueden dividirse en dos tipos: factores nutricionales y no nutricionales (Poppi *et al.*, 1987). Para Hodgson (1990) los

requerimientos del animal serían el tercer factor explicando un determinado nivel de consumo.

Una vez que los factores no nutricionales dejan de ser limitantes, comienzan a regular el consumo los factores nutricionales. Éstos últimos incluyen digestibilidad, contenido de humedad de la pastura, contenido de proteína y otros. Al respecto, Forbes (1995) afirma que la concentración de energía en el alimento es el factor nutricional que más afecta el consumo. Como factores no nutricionales se hace referencia a la capacidad del animal para cosechar el forraje (selectividad, tiempo de pastoreo, tamaño de bocado, tasa de bocado) a partir de condiciones dadas de la pastura (estructura vertical, disponibilidad, altura, composición botánica); en otras palabras, al efecto que la pastura ejerce sobre el animal en pastoreo.

#### **2.5.1.1. Factores que afectan el consumo**

El consumo voluntario está fuertemente asociado a la digestibilidad del alimento y Poppi *et al.* (1987) sostienen que es el factor nutricional de más relevancia. Según Carámbula (1992), la información general indica que pasturas con digestibilidades menores al 50% difícilmente alcanzan a cubrir los requerimientos energéticos de los animales, aunque éstos intenten compensarlo con aumentos en el consumo. En el otro extremo, Robards (1993) afirma que una pastura con más de 70% de digestibilidad, sólo alcanzable con pasturas de muy buena calidad, habilitaría un consumo tres veces más grande que lo necesario para el mantenimiento.

Por otra parte, Van Soest (1982) y Poppi *et al.* (1987) afirman que la capacidad ruminal (regulación física) y la tasa de pasaje son otros de los factores nutricionales importantes que intervienen en la regulación del consumo. Los mismos autores señalan a su vez que el llenado del rumen es menor consumiendo leguminosas que gramíneas, con lo cual a mayor contenido de leguminosas en la composición botánica de la pastura mayor será el consumo voluntario.

El consumo puede verse afectado además por la deficiencia de determinados componentes químicos, sobre todo aquellos que son esenciales para la población microbiana del rumen. Particularmente, si el contenido de proteína degradable es insuficiente, el consumo se verá disminuido (Van Soest, 1982; Forbes, 1986; Pryor *et al.*, 1990). Sin embargo, el exceso de dicho nutriente también limitaría el consumo (Forbes, 1995).

Para ovinos, la reducción del consumo por falta de proteína se da cuando el alimento tiene un nivel de proteína cruda menor a un 7-8 % (Milford y Minson, 1965 citado por Forbes, 1995; Van Soest, 1982). No obstante, bajo situaciones de pastoreo no

existen problemas de limitación de la ingesta por deficiencia de proteína (Geenty y Rattray, 1987).

Niveles insuficientes o excesivos de determinados minerales y vitaminas también conducen a una reducción en el consumo de alimento. La falta de agua puede también resultar en una disminución del consumo voluntario (Forbes, 1986, 1995).

Existe una interacción entre el animal y la pastura que éste consume. Dentro de los factores no nutricionales que regulan el consumo, ciertas características de la pastura juegan un rol fundamental en términos de comportamiento ingestivo.

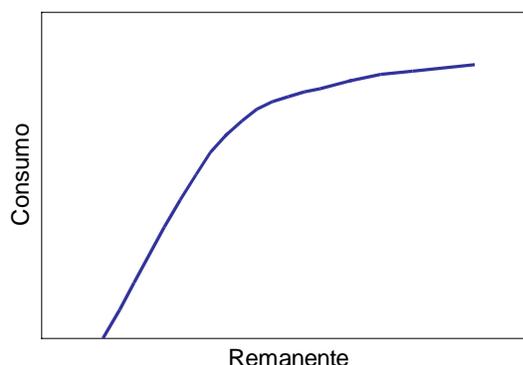
Los cambios en disponibilidad, altura y asignación de forraje determinan variaciones en el consumo, siendo la principal respuesta animal, alteraciones en el tamaño de bocado (Thomson y Poppi, 1994).

De las características mencionadas anteriormente, Forbes (1995) señala que la altura del forraje disponible es la mayor determinante en el consumo, aunque también influyen pero en menor medida la carga animal, el contenido de humedad y la composición del forraje.

Rattray *et al.* (1987) definen el consumo animal como la diferencia entre el forraje disponible y el remanente. Al respecto, Sheath *et al.* (1987) señalan que cuanto mayor sea la asignación por animal, mayor será el forraje remanente, provocando un descenso en la eficiencia de uso de la pastura (menor consumo de forraje por unidad de área).

La altura del forraje remanente también estaría influyendo en la performance animal, reflejado en el nivel de consumo (Figura 3), dado que, para una performance determinada, el forraje remanente es mayor a mayor disponibilidad inicial (Rattray *et al.*, 1987).

Cuando el forraje disponible es limitante, los animales consumen hasta dejar un remanente menor, con lo cual ingieren proporcionalmente más tallos y material muerto, lográndose una dieta con menor concentración de nutrientes (Milligan *et al.*, 1987).



**Figura 3.** Consumo teórico de forraje en función del remanente dejado por los animales (adaptado de Thompson y Poppi, 1994).

Frente a una misma asignación forrajera, a mayor disponibilidad inicial la performance animal se ve aumentada (Ayala *et al.*, 2003a), a raíz de un aumento en el consumo. Esto estaría explicado por una mejor accesibilidad para los animales (Mc Call *et al.*, 1986; Forbes y Coleman, 1987; Sheath *et al.*, 1987; Thompson y Poppi, 1994).

De acuerdo con Rattray *et al.* (1987) y Minson (1990) disponibilidades menores a 2000 kg/ha de MS resultan en una disminución del consumo total al reducirse el tamaño de bocado, ya que el aumento en el tiempo de pastoreo no es suficiente para compensar dicha reducción.

Ayala y Rovira (2002) recomiendan que para obtener adecuadas performances en los sistemas de engorde de corderos, se debería trabajar con disponibilidades de 1500-1700 kg/ha MS, debiéndose retirar el pastoreo una vez que el remanente sea de 1000 kg/ha de MS (Azzarini, 1999).

Datos obtenidos por San Julián *et al.* (1998) determinaron ganancias crecientes para corderos, asociadas las mismas en forma lineal con la altura y el remanente de la pastura. Las mayores performances estarían asociadas a un mayor consumo de forraje.

Para una misma disponibilidad de forraje, la performance ovina será mayor frente a una pastura con más altura que frente a una de menor altura (Sheath *et al.* 1987; Frame, 1992), dado que los bocados se concentran por lo general en los horizontes más superficiales de la pastura (Minson, 1990). No obstante, Appleton (1986) obtuvo resultados que contradicen lo citado anteriormente, al constatar que ovejas pastoreando un campo mejorado tuvieron mejores performances en pasturas de poca altura que en pasturas más altas.

Frame (1992) menciona que las ganancias individuales de corderos son máximas cuando estos animales disponen de una pastura cuya altura oscila entre 5 y 6 cm, siendo

el raigrás y el trébol blanco sus principales componentes. Con alturas mayores, la capacidad de carga del sistema disminuye dado el aumento de la senescencia vegetal.

Por otra parte, Ayala y Rovira (2002) sostienen que para el engorde de corderos pesados sobre mejoramientos extensivos con lotus Maku o El Rincón, se necesitan alturas de 8-12 cm. Hay que considerar que en determinados procesos productivos, como lo es el engorde animal, se necesita una performance individual mínima para poder cumplir los objetivos.

Si se busca maximizar la producción por hectárea deben manejarse alturas del forraje de 3 a 4 cm tanto para pastoreo continuo (Robson *et al.*, 1989) como rotativo (Frame, 1992), aunque a expensas de una menor performance individual.

Otra de las características de la pastura que afecta el consumo es el contenido de material muerto del forraje, dada la baja digestibilidad del mismo (Sheath *et al.*, 1987).

Un alto contenido de hojas verdes en la pastura aumenta el consumo voluntario (Sheath *et al.*, 1987) mientras que una alta proporción de tallos lo deprimen (Minson, 1990; Holechek *et al.*, 1995). Estos autores argumentan además, que el contenido de leguminosas puede resultar en un aumento del consumo, especialmente frente a bajas disponibilidades.

Las leguminosas no sólo cuentan con una alta digestibilidad, sino que también la arquitectura de la planta hace que sean más fácilmente aprehensibles, características que redundan en un mayor consumo voluntario (Sheath *et al.*, 1987; Minson, 1990).

Ayala y Rovira (2002) recomiendan contenidos de leguminosas superiores a 30% y proporciones de material verde de más de 70% para desarrollar invernadas de corderos altamente eficientes.

El forraje contaminado por heces y orina hace que el tamaño de bocado disminuya para evitar parches contaminados (Minson, 1990).

La palatabilidad influye también en el consumo voluntario. Sin embargo, cuando la disponibilidad de alimento se vuelve limitante, el animal acepta especies menos palatables (Mc Clymont, 1974).

#### **2.5.1.2. Asociación entre disponibilidad y altura del forraje**

Ayala *et al.* (2003a) obtuvieron una asociación significativa, lineal y positiva entre la altura y la disponibilidad de un mejoramiento de campo con lotus Maku, con coeficientes de determinación de 0.51 y 0.57 para disponible y remanente respectivamente. Por cada cm que aumentó la altura, la cantidad de forraje se incrementó en 157 y 226 kg/ha de materia seca en el forraje disponible y remanente respectivamente. El sistema de pastoreo utilizado fue alterno con cambios de franja cada 14 días.

Soca *et al.* (2002) también encontraron una asociación significativa, lineal y positiva entre la altura y la disponibilidad de un mejoramiento en cobertura con lotus Maku, durante los meses de invierno y primavera, al ser pastoreados por vacunos. Los resultados obtenidos establecieron que por cada cm de aumento en el forraje, la disponibilidad se incrementaba en 328 kg/ha de MS, con un ajuste de 0.69.

Para un mejoramiento en cobertura con *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens* Montossi *et al.* (1998a) encontraron coeficientes de determinación entre altura y disponibilidad de forraje de 0.79 y 0.87 para las estaciones de invierno y primavera respectivamente. El aumento por cada cm de altura en el forraje se correspondió con 232 kg/ha de MS para el invierno y 413 kg/ha de MS para la primavera.

Por otro lado, en un mejoramiento de campo de tercer año con las mismas especies que las utilizadas por los autores recién mencionados, Carrera *et al.* (1996) encontraron asociación lineal entre la altura y la disponibilidad del forraje ( $r^2=0.71$ ), en donde pastoreaban ovinos y vacunos. Por encima de los 7-8 cm de altura, los datos comenzaban a dispersarse, no ajustándose una relación determinada.

### **2.5.2. Selectividad animal**

Hodgson y Brookes (1999) distinguen *preferencia* de *selectividad* señalando que la primera se refiere a la discriminación hipotética que se observaría entre ingestas de distintos componentes de una pastura, sin restricciones, mientras que la segunda se refiere a la medida en la práctica de la ingesta de distintos componentes. La selectividad está más asociada a la oportunidad de consumir una u otra fracción del forraje.

A través del proceso de selección, el animal es capaz de ingerir una dieta más concentrada en nutrientes que el forraje que tiene disponible (Hodgson, 1986; Milligan *et al.*, 1987; San Julián *et al.*, 1998; Montossi *et al.*, 2000). Sin embargo, el animal que ejerce una selección más intensa consume bocados más pequeños y a una tasa menor, debiendo compensar esto con aumentos en el tiempo de pastoreo. Por lo tanto, para que el beneficio de seleccionar una dieta más rica en nutrientes se exprese efectivamente, el animal debe compensarlo con aumentos en el tiempo de pastoreo. En resumen, no siempre que el animal selecciona logra mayor cantidad de nutrientes en su dieta, ya que

la posible disminución en el total de materia seca consumida puede o no ser compensada por la mayor concentración de nutrientes digeribles ingeridos (Hodgson, 1986).

La ventaja relativa que tiene el animal en consumir una dieta de más valor nutritivo que el de la pastura, se reduce a partir de que la disponibilidad alcanza valores tales que el material muerto se empieza a acumular y de esta forma se reduce el valor nutritivo de la oferta y de la dieta (Montossi *et al.*, 1998a).

Las posibilidades de seleccionar la dieta se reducen cuando la carga animal aumenta (Van Soest, 1982) y así podría verse disminuida la eficiencia en la producción animal (Allworth, 1993). En contraste, la selectividad se hace máxima cuando los animales son introducidos a una pastura nueva (equivalente a un cambio de franja) (Pearson e Ison, 1987). De hecho, Guerrina e Invernizzi (2002) evaluando la performance de borregos sobre un mejoramiento con lotus Maku, encontraron que la proporción de esta especie era menor en el remanente en relación al disponible, atribuyendo dicho fenómeno a la selectividad del ovino.

Bines (1986) y Thompson y Poppi (1994) sugieren que los rumiantes prefieren leguminosas frente a gramíneas y no sólo seleccionan componentes botánicos de la pastura sino que dentro de éstos seleccionan partes de plantas.

Las hojas son seleccionadas sobre los tallos y el tejido vivo sobre el senescente (Milligan *et al.*, 1987; Holmes, 1989; Frame, 1992; Thompson y Poppi, 1994; Hodgson y Brookes, 1999; Lambert y Litherland, 2000).

Dado que los animales pastorean en un plano vertical, las capas superiores del tapiz son consumidas primero y éstas, a su vez, son las que generalmente tienen mayor contenido de hojas (Poppi *et al.*, 1987; Frame, 1992).

De acuerdo con Hodgkinson y Mott (1987), la intensidad de la selección se ejerce mayoritariamente sobre componentes individuales, más que sobre la totalidad de la base forrajera.

Según Vallentine (1990), a mayor heterogeneidad en la composición botánica, menos uniforme es el uso de la pastura, expresándose así la selectividad animal. Este podría ser el caso de un mejoramiento extensivo, en donde se encuentra una fracción de campo natural muy heterogénea sumado a la fracción especie introducida.

Según Frame (1992), aquellas plantas creciendo en parches de orina pueden ser preferidas ya que el nitrógeno urinario absorbido resulta en más hojas y más succulentas. Sin embargo, Van Soest (1982) argumenta que el consumo de éstas puede verse limitado por su palatabilidad.

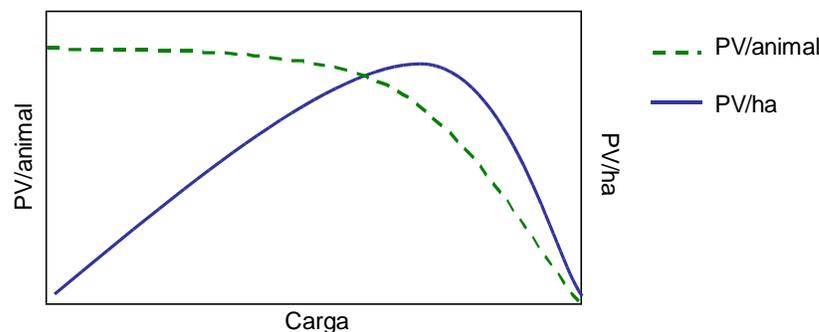
### 2.5.3. Carga animal

La carga animal se define como número de animales o kilogramos de animal por unidad de superficie (Holmes, 1989) y la asignación de forraje se define como la cantidad de materia seca de forraje por animal o kilogramos de animal (Poppi *et al.*, 1987).

Un manejo eficiente de un sistema pastoril implica ajustar, antes que nada, la dotación animal anual (Coop, 1986; Lucas y Thompson, 1994; Holechek *et al.*, 1995). Para ello, se debe conocer la capacidad de producción de las pasturas del predio (Spedding, 1970; Garnock, 1993; Thompson y Poppi, 1994) y su estacionalidad.

La producción por unidad de superficie se incrementa con la carga animal aún en detrimento de la producción individual, hasta cierto punto en el que la disminución de ésta deja de ser compensada por el aumento de carga, comenzando a descender la producción total (Mott, 1960; Spedding, 1970; Van Soest, 1982) (Figura 4). Dicho punto se conoce como *capacidad de carga* del sistema. La máxima producción total se encuentra a una carga mayor que aquella que permite una máxima producción individual (Van Soest, 1982).

Mc Meekan (1973) afirma que la razón del aumento de producción por unidad de superficie al aumentar la carga se debe a un mayor porcentaje de pastura consumido por cada animal, es decir, un aumento de utilización del forraje.



**Figura 4.** Relación entre producción por animal de peso vivo (PV) y producción por hectárea (adaptado de Mott, 1960).

Según Mott (1960), la carga óptima es más bien un *rango* óptimo de animales por hectárea que se sitúa próximo a la máxima producción total.

La carga óptima maximiza el ingreso neto del establecimiento dado que aumenta la productividad por unidad de superficie y se diluyen los costos en mayor número de animales (Garnock, 1993).

Al aumentarse la carga se registra un descenso en producción individual, tanto de peso vivo como de lana, si bien esta última disminuye en forma menos pronunciada (Formoso *et al.*, 2001).

De la misma manera que la producción individual es una medida de la calidad de la pastura y la tasa a la cual ésta es consumida, la producción total por hectárea debería ser un buen indicador de la productividad de la misma, siempre y cuando se esté a capacidad de carga o carga óptima (Mott, 1960).

La máxima producción de forraje no coincide con la máxima producción animal, dado que un rendimiento un poco menor de la pastura pero de mayor calidad determina, por lo general, respuestas animales mayores. Esto es explicado por el pastoreo, que mantiene el valor nutritivo del forraje evitando los procesos de senescencia (Van Soest, 1982).

Al aumentar la carga, la competencia por alimento entre animales aumenta y la oportunidad de selección se reduce (Holmes, 1989). Además, a más animales por unidad de área, la superficie contaminada por deyecciones también aumenta. Esta contaminación redundante en un rechazo del forraje por parte de los animales, si bien bajo condiciones de alta dotación la posibilidad de rechazar forraje disminuye (Frame, 1992).

Stuth *et al.* (1987) encontraron que el comportamiento en pastoreo (especialmente el tiempo dedicado a seleccionar el alimento) se alteraba según variaba la dotación. Con pocos animales por hectárea, las producciones individuales son elevadas, dada la posibilidad mayor de selección por parte de los animales, a favor de una dieta más rica en nutrientes (Mott, 1960).

Ayala y Rovira (2002) evaluando distintas cargas de corderos sobre lotus Maku, arrojaron los resultados que se presentan en el cuadro 11. Se determinó que la dotación de 14 corderos por hectárea fue la más adecuada en términos de combinación de producción individual, producción por hectárea y margen bruto, dado que para la producción total no se detectaron diferencias significativas. La producción de lana individual no difirió significativamente entre tratamientos, mientras que la total se relacionó positivamente con la dotación.

**Cuadro 11.** Producción animal individual y por hectárea de corderos en lotus Maku.

Parámetros productivos	8 cord/ha	14 cord/ha	20 cord/ha
------------------------	-----------	------------	------------

GMD (kg/an/día)	0,172 a	0,137 b	0,092 c
Producción total (PV kg/ha)	147	211	200
Animales terminados (%) *	100	100	71

a, b y c = medias con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ );

\*= animales con PV > 34 kg, CC > 3,5 a la faena, esquilados.

Fuente: adaptado de Ayala y Rovira (2002).

Guerrina e Invernizzi (2002) determinaron que una dotación de 20 borregas de recría por hectárea sobre lotus Maku no sería excesiva, desde el punto de vista de la persistencia y la productividad de la pastura.

Gaggero (com. pers. citado por Formoso *et al.*, 2001) encontró que la carga óptima para producción de carne era de 6-9 y 12-15 corderos/ha para mejoramientos con lotus “El Rincón” y mejoramientos con lotus común y trébol blanco, respectivamente.

En ensayos realizados por Norbis *et al.* (2001) sobre lotus Maku, se determinó que las performances individuales de corderos disminuían en 33% al aumentarse la carga de 12 a 17 corderos/ha y 7% al pasar de 17 a 21 corderos/ha. Los autores encontraron que la carga óptima para este sistema coincidió con las cargas más altas evaluadas (17 y 21 corderos/ha).

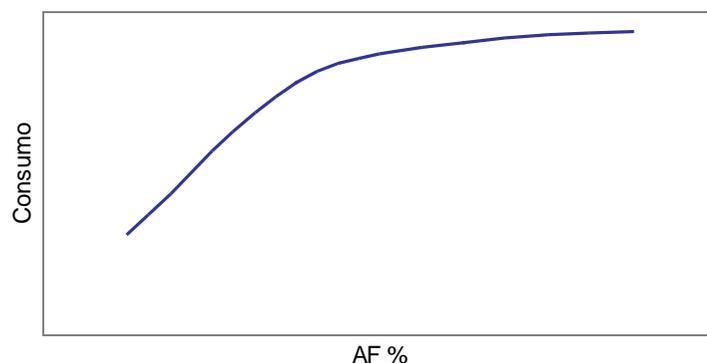
A partir de estos mismos ensayos, se concluyó que una carga baja (12 corderos/ha) puede permitir la invernada de dos lotes de animales para el mismo período, con respecto a cargas más altas (17-21 corderos/ha). Así, para el mismo período se terminan más animales en total (24 corderos/ha) con una carga baja (12 corderos/ha).

#### **2.5.4. Asignación de forraje**

La asignación de forraje está relacionada con el consumo animal de manera asintótica (Gibb y Treacher, 1976 citados por Minson, 1990) (Figura 5).

Guerrina e Invernizzi (2002) trabajando con pastoreo rotativo con cambios de franja cada 14 días, calcularon la asignación de forraje de borregas sobre mejoramiento de campo con lotus Maku, cuyos datos se presentan en el cuadro 12. Las mayores ganancias individuales se correspondieron con las mayores asignaciones de forraje.

**Figura 5.** Consumo en función de la asignación forrajera (AF%) (Gibb y Treacher, 1976 citados por Minson, 1990).



Ayala *et al.* (2003a) al asociar la asignación de forraje (kg/an/día de MS) con las ganancias diarias de corderos pastoreando un mejoramiento con lotus Maku, encontraron un coeficiente de determinación de 0.6 ( $y = 47.9x + 37.9$ ).

**Cuadro 12.** Asignación de forraje como porcentaje de peso vivo (%PV) y kg de materia seca por animal por día, para borregas pastoreando un mejoramiento de campo con lotus Maku de 3° a 5° año (promedio de tres años).

	Asignación forrajera		Ganancia (g/an/día)
	% PV	MS kg / an/día	
10 borregas /ha	17.4	6.4	156
20 borregas/ha	7.9	2.7	118

Fuente: adaptado de Guerrina e Invernizzi (2002).

Asimismo, Ayala *et al.* (2003c) asociaron asintóticamente la asignación de forraje (kg/an/día de MS) con las ganancias diarias de borregas sobre la misma base forrajera referida anteriormente ( $y = -4.4x^2 + 50.2x + 15.4$ ;  $r^2 = 0.9$ ). Con la asignación como kg/100 kg PV/día también se encontró asociación ( $y = -0.5x^2 + 16.7x + 20.5$ ;  $r^2 = 0.9$ ).

### **2.5.5. Utilización del forraje**

El porcentaje de utilización de un mejoramiento con lotus Maku se incrementa notoriamente al utilizar una carga más elevada, coincidiendo con lo esperado por Carámbula (1996) (Cuadro 13).

**Cuadro 13.** Utilización del forraje total para borregas pastoreando un mejoramiento de campo con lotus Maku de 3° a 5° año (promedio de tres años).

Carga (borregas/ha)	Utilización (%)
10	30
20	42

Fuente: adaptado de Guerrina e Invernizzi (2002).

Por otra parte, Norbis *et al.* (2001) también registraron mayores utilizaciones de un mejoramiento con trébol blanco y lotus común a medida que se incrementaba la carga animal, al obtener utilizaciones de 47, 57 y 81 % para cargas de 12, 16 y 20 corderos por hectárea, respectivamente.

## 2.6. EFECTOS DEL ANIMAL EN LA PASTURA

La pastura repercute sobre el animal desde el momento que ésta es la base de su consumo y por ende su performance; de la misma manera, el animal tiene un efecto sobre la pastura, dada la interacción existente entre ambos.

Holmes (1989) separa estos últimos efectos en cambios en la composición botánica de la pastura a través de selectividad, la compactación del suelo por pisoteo y la distribución de la fertilidad a través de heces y orina.

La compactación depende de la carga animal, del tipo de suelo y de las precipitaciones. La composición botánica varía principalmente en función de la frecuencia e intensidad del pastoreo. La frecuencia de pastoreo ya fue discutida en la sección de métodos de pastoreo, al igual que la distribución de las deyecciones.

### 2.6.1. Selectividad animal

Si bien ya se discutieron los efectos de la selectividad sobre el animal, en términos de la pastura este fenómeno implica cambios en su composición botánica y hasta en la estacionalidad de su crecimiento. Sin embargo, estos cambios en la composición botánica de la pastura no necesariamente van a ser evitados al aumentar la presión de pastoreo (que lleva a la reducción de la selectividad) si la pastura cuenta con un amplio rango de especies en su comunidad (Pearson e Ison, 1987).

### **2.6.2. Carga animal**

La intensidad de defoliación queda definida por la altura de la pastura luego de retirados los animales o de realizado un corte, condicionando su posterior rebrote y por lo tanto su persistencia. Cuanto más alto sea el nivel de reservas y más numerosos y activos los puntos de crecimiento más eficiente será el área foliar remanente, por lo tanto más rápidamente se alcanzará una buena disponibilidad de forraje (Robson *et al.*, 1989; Smetham, 1994). Cuanto más intensa sea la defoliación, mayor cantidad de forraje habrá sido ingerida por los animales, pero la siguiente cosecha de forraje será menor.

El tiempo de crecimiento de una pastura está dado por el período entre sucesivas defoliaciones. Por esto, a mayor frecuencia de defoliación, menor será la producción de materia seca entre cortes (Smetham, 1994).

Según Harris y Clark (1987) si se manejan disponibilidades menores a 1000 kg/ha de MS durante el invierno, la tasa de crecimiento de la pastura no es suficiente para compensar el menor consumo animal. Smetham (1994) indica que intensidades de defoliación que dejen rastrojos de menos de 800 kg/ha de MS ponen en riesgo la producción de forraje, ya que los macollos son incapaces de sobrevivir con tan poca área foliar remanente. En el otro extremo, Montossi *et al.* (2000) determinaron que un mejoramiento que acumule más de 2000 kg/ha de MS resulta en una estructura de tapiz tal que la proporción de forraje senescente se torna excesiva.

Si se realizan pastoreos poco frecuentes e intensos, se obtiene una mayor producción de forraje, mientras que los pastoreos frecuentes y poco intensos permiten lograr una mayor calidad (Carámbula, 1996). Resultados obtenidos por Bemhaja (1998b) en lotus común, trébol blanco y trébol rojo, establecieron que pasturas manejadas mediante pastoreos poco frecuentes y poco intensos produjeron más forraje que con manejos intensos y frecuentes.

A medida que aumenta la dotación animal, la frecuencia y severidad de defoliación aumentan, siendo pastoreadas más frecuentemente aquellas hojas jóvenes frente a las más viejas (Hutchinson, 1993). Con altas cargas la calidad de la pastura puede verse aumentada (Coop, 1986; Allworth, 1993), aunque en determinado momento la productividad de la misma comienza a disminuir (Milligan *et al.*, 1987; Rattray *et al.*, 1987; Allworth, 1993).

Se determinó que la carga está inversamente relacionada con la altura (Holland *et al.*, 1997) y Montossi *et al.* (2000) agregan que además la carga está relacionada inversamente con la disponibilidad de la pastura en ensayos realizados en mejoramientos de campo, sobre todo en primavera.

Las plantas son capaces de tolerar defoliaciones frecuentes, mediante ajustes en su morfología, por ejemplo volviéndose más postradas, o mediante traslocaciones sucesivas de reservas (Hodgkinson y Mott, 1987; Stuth *et al.*, 1987; Kemp, 1993; Holechek *et al.*, 1995). Estos cambios en las especies pueden resultar en un cambio en la pastura tal que la proporción cosechable en sucesivos pastoreos se vea notoriamente disminuida (Spedding, 1970). Específicamente pastoreos muy frecuentes tienden a hacer más densas a las pasturas, lo cual limita el horizonte cosechable por el animal (Holmes, 1989). En contraste, pastoreos laxos o infrecuentes vuelven a la pastura más erecta y menos entramada (Mc Meekan, 1973).

Pastoreos intensos y frecuentes en forma ininterrumpida resultan en una tendencia a la desaparición de la fracción leguminosa y además a un mayor entramado del estrato inferior de la vegetación, reduciéndose el porcentaje de utilización debido a una menor accesibilidad. Estas razones justifican la planificación de descansos a lo largo del año (Ayala y Carámbula, 1996a).

Ayala y Rovira (2002) realizando engorde de corderos sobre lotus Maku, establecieron que la dotación está inversamente relacionada a la proporción de leguminosas. Este efecto se hace más evidente cuando se evalúa el contenido de leguminosa del forraje remanente (Ayala *et al.*, 2003a) (Cuadro 14).

**Cuadro 14.** Relación entre carga y contenido de leguminosa, para corderos en engorde sobre mejoramientos con lotus Maku.

Proporción de leguminosa (%)			Autores
8 cord/ha	14 cord/ha	20 cord/ha	
34	19	14	Ayala y Rovira, 2002
26	27	13	Ayala <i>et al.</i> , 2003a

En otro ensayo, la proporción de lotus Maku en mejoramientos de campo no varió sustancialmente bajo una carga de 10 borregas/ha, mientras que con una carga de 20 borregas/ha se observó una disminución de la importancia relativa de la especie luego de los pastoreos (Guerrina e Invernizzi, 2002).

Por otro lado, Robinson (1993) afirma que ante la disminución de la frecuencia de las especies sembradas se facilita la invasión de malezas a la pastura.

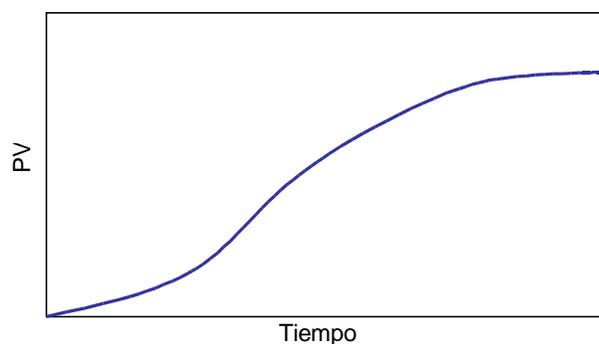
Referente a la intensidad de defoliación óptima, varios autores coinciden en que se pueden utilizar con cierta precaución medidas de manejo preestablecidas, a partir de herramientas tan simples como la altura del forraje (Baker, 1986; Hogdson, 1986; Robson *et al.*, 1989; Smetham, 1994 y Camesasca *et al.*, 2002).

## 2.7. PERFORMANCE ANIMAL

El crecimiento se define como un aumento en el tamaño y peso vivo de un animal. Este fenómeno involucra una serie de procesos biológicos que explican la tasa de crecimiento y la composición tisular del mismo (Purchas, 1986).

El cordero es una categoría en crecimiento, por lo tanto es fundamental que este animal consuma alimento balanceado en la relación energía/proteína, si se desea obtener un cordero pesado de acuerdo a las exigencias del mercado (Ayala y Rovira, 2002).

La forma de la curva del crecimiento ovino es sigmoide, con una fase de crecimiento acelerado (la mayor parte del cual tiene lugar previo al nacimiento), una fase de crecimiento esencialmente lineal y una fase final de crecimiento desacelerado al acercarse el animal a su peso maduro final (Purchas, 1986) (Figura 6).



**Figura 6.** Curva de crecimiento de un ovino (adaptado de Purchas, 1986).

Algunos tejidos como el tejido nervioso alcanzan una alta proporción de su peso final tempranamente en la vida del animal, mientras que otros como la grasa corporal alcanzan más lentamente su peso final. En contraste, el aumento en el peso del tejido muscular acompaña el crecimiento del ovino (Purchas, 1986).

La forma que tienen los rumiantes de tolerar eventuales períodos de subalimentación es la movilización del tejido adiposo, que funciona como reservorio de energía que el animal moviliza y utiliza según sus necesidades (Coop, 1986). El tejido adiposo es el último en depositarse, siendo éste de baja prioridad en la partición de nutrientes (Purchas, 1986).

### **2.7.1. Requerimientos**

La energía que el animal requiere puede dividirse en energía de mantenimiento y energía de producción. La primera no incluye cambios en el peso vivo, mientras que la segunda se refiere a producción de leche, preñez o ganancia de peso (N.R.C., 1985; Geenty y Rattray, 1987; Robards, 1993).

Si bien es la energía el principal nutriente que determina la performance animal, otros nutrientes pueden llegar a ser limitantes. La proteína en una dieta a base de forraje puede llegar a ser limitante, sobre todo en aquellas categorías jóvenes. Los minerales presentes en la pastura rara vez limitan el normal desarrollo del animal (Robards, 1993).

Los factores que afectan los requerimientos de mantenimiento son principalmente el peso vivo del animal, su edad, tipo de dieta, clima y nivel de actividad o ejercicio. Un animal con mayor peso vivo tiene más requerimientos de mantenimiento que uno de menor peso, debido a su mayor peso metabólico. En cuanto a la dieta, una mayor digestibilidad está asociada a menores requerimientos de energía metabolizable. Un clima de bajas temperaturas, viento y precipitaciones hace que el animal pierda calor y de esta forma vea sus requerimientos de energía aumentados. Además, la energía requerida para mantenimiento crece con la actividad física (Rattray, 1986; Geenty y Rattray, 1987).

Un cordero con alta proporción de grasa corporal requiere menor energía de mantenimiento por unidad de peso metabólico, ya que el tejido adiposo tiene una actividad metabólica relativamente baja (Rattray, 1986).

La variación individual en cuanto a energía de mantenimiento puede llegar hasta 10% entre distintos animales, lo cual significa que dos animales similares consumiendo la misma dieta no tienen por qué tener igual performance (Rattray, 1986).

Dependiendo de la performance animal deseada, los requerimientos para ganancia de peso varían de acuerdo a la composición de dicha ganancia (proteína vs. grasa) y a la calidad de la pastura (Geenty y Rattray, 1987). Si los requerimientos no son satisfechos, el animal detiene su crecimiento (Rattray, 1986) y por lo tanto cesa su ganancia.

Si bien la deposición de grasa es más eficiente que la deposición de proteína, el tejido muscular contiene un muy alto contenido de agua, sin costo energético para depositarla. En balance, la deposición de tejido muscular es más eficiente que la deposición de tejido adiposo (Rattray, 1986).

### **2.7.2. Crecimiento ovino**

### 2.7.2.1. Eficiencia

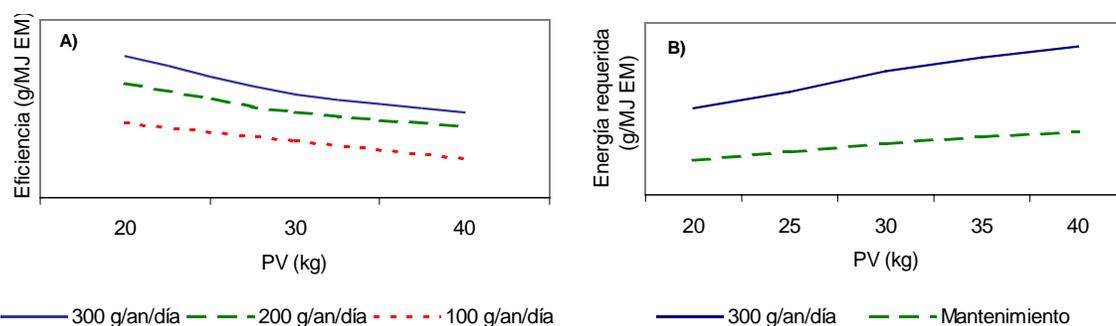
La eficiencia animal se define como el balance entre lo que se consume y lo que se produce (carne, lana, leche) (Van Soest, 1982; Purchas, 1986).

Un ambiente estresante y gastos de energía por actividad de pastoreo son factores que elevan los costos energéticos de mantenimiento (Van Soest, 1982).

Por lo general, un mayor tiempo a terminación, implica que el animal deberá consumir más alimento para lograr el peso objetivo, de lo cual se deduce que el proceso será menos eficiente (Purchas, 1986). No obstante, una tasa de ganancia mayor no siempre implica un mayor beneficio económico, si el alimento para aumentar la ganancia resulta más caro (Spedding, 1970).

A una misma ganancia un animal más liviano es más eficiente que uno más pesado, debido a necesidades de mantenimiento más bajas del primero. A igualdad de peso vivo, la eficiencia de un animal que crece más rápidamente será mayor debido a que los costos de energía de mantenimiento se “diluyen” por una mayor ganancia.

A medida que la proporción de grasa corporal aumenta, el animal se torna más ineficiente (Rattray, 1986), ya que la energía necesaria para aumentar un gramo de peso vivo se incrementa (Purchas, 1986) (Figura 7).



**Figura 7.** a) Efecto del peso vivo (PV) y ganancia media diaria sobre la eficiencia del crecimiento (g/MJ EM); b) Efecto del peso vivo (PV) sobre los requerimientos de mantenimiento y producción (300 g/día) (g/MJ EM). Adaptado de Purchas (1986).

Investigaciones a nivel nacional indican eficiencias brutas de conversión del forraje en peso vivo sustancialmente más favorables para mejoramientos con lotus Maku que para mejoramientos con lotus común y trébol blanco. A su vez, se observan mejores

eficiencias a medida que la carga animal disminuye, para ambas bases forrajeras (Cuadro 15).

**Cuadro 15.** Eficiencias brutas de conversión (kg MS/kg PV) para corderos sobre dos bases forrajeras distintas.

Mejoramiento extensivo	Eficiencia de conversión		
	12 cord/ha	16 cord/ha	20 cord/ha
Lotus común + Trébol blanco	10.8	11.5	18.0
Lotus Maku	7.0	7.7	8.0

Promedios entre sistemas de pastoreo continuo y alterno para dotaciones de 16 y 20 cord/ha  
Fuente: adaptado de Norbis *et al.*, (2001)

En cuanto a la producción de lana, en general, a mayor tamaño corporal más lana producirá el animal y a mayor relación superficie de piel: peso vivo, más eficiente será el proceso. Aquel ovino que produce más lana también tiene un mayor consumo de alimento, pero el aumento en la producción se debe tanto al aumento en consumo como a una mayor eficiencia de conversión (Spedding, 1970).

#### 2.7.2.2. Ganancia media diaria

Los factores que influyen en la ganancia media diaria (GMD) son varios, entre los cuales el plano nutricional es uno de los más importantes (Spedding, 1970).

Purchas (1986) propone la siguiente ecuación para estimar la tasa de ganancia de animales en engorde:

$$\text{GMD absoluta (kg/día)} = (\text{PV final (kg)} - \text{PV inicial (kg)}) / \text{Días transcurridos}$$

La ganancia recomendada para el engorde de corderos pesados se encuentra en el rango de 120 a 200 g/animal/día (Azzarini, 1999). Montossi *et al.* (2002a) afirman que ganancias menores a 100 g/an/día serían inadecuadas para cumplir los objetivos del Operativo Cordero Pesado, dependiendo de condiciones específicas de producción como por ejemplo el largo del período de engorde o PV inicial.

A continuación se presentan en el cuadro 16 resultados experimentales con corderos pesados, llevados a cabo en nuestro país en los últimos años.

**Cuadro 16.** Resultados experimentales de ganancias medias diarias (GMD en g/an/día) para corderos pesados.

GMD (g/an/día)	Carga (cord/ha)	Base forrajera	Autores
140-183	24-12	Pradera 2° año	Azzarini y Gaggero (1996) citados por Azzarini (1999)
215	26	Pradera 3° año (TB+Lotus+Fest)	Azzarini (1999)

Montossi *et al.* (2002a) evaluaron el comportamiento productivo de corderos para el Operativo Cordero Pesado durante tres años, manejando una carga animal promedio de 1.3 UG/ha y una relación ovino/bovino promedio de entre 2.3 y 5. A partir de estos experimentos obtuvieron ganancias medias de 115 y 101 g/an/día para mejoramientos con lotus común más trébol blanco y lotus El Rincón, respectivamente.

Por otro lado, Guerrina e Invernizzi (2002) encontraron ganancias de borregas pastoreando un mejoramiento de campo con lotus Maku de 145-165 y 114-121 g/an/día para 10 y 20 animales/ha, respectivamente.

### 2.7.2.3. Condición corporal

La condición corporal es una medida subjetiva pero es buena estimadora del grado de engrasamiento del animal, a través de la palpación de la columna vertebral y los procesos lumbares detrás de la última costilla y por encima de los riñones (Jefferies, 1961; Lowman *et al.*, 1976 y Scott *et al.*, 1980, citados por Geenty y Rattray, 1987; Montossi *et al.*, 1998b).

El método tiene una elevada repetibilidad en el mismo observador (más de 80%) y entre ellos (más de 70%). Además, la escala de condición corporal resultó ser mejor que el peso vivo para estimar la grasa corporal de los animales (Russel *et al.*, 1969).

Camasca *et al.* (2002) y Guerrina e Invernizzi (2002) encontraron asociación positiva y lineal entre peso vivo y condición corporal en corderos y borregas respectivamente (Cuadro 17).

**Cuadro 17.** Resumen de las asociaciones entre peso vivo y condición corporal para corderos pesados y borregas.

Pendiente (“b”)	Coefficiente de determinación (r <sup>2</sup> )	Categoría ovina	Autores
7.2	0.80	Corderos	Camesasca <i>et al.</i> (2002)
7.1	0.55	Borregas	Guerrina e Invernizzi (2002)*

\*Promedio de tres años de evaluación

#### 2.7.2.4. Crecimiento de lana

La unidad de crecimiento de la lana es el folículo, siendo su número total determinado más que nada por factores genéticos, mayoritariamente previo al nacimiento (Bigham, 1986).

Los factores que afectan la producción de lana son principalmente el plano nutricional, el estado fisiológico del ovino y la sanidad.

Existen cambios estacionales en la tasa de crecimiento de la lana causados por los cambios fotoperiódicos, siendo mínimo el crecimiento en invierno y máximo en el verano (Ratray *et al.*, 1987).

El crecimiento de la lana continúa aún con niveles de consumo por debajo del mantenimiento o en ayuno, pero esto no quiere decir que un aumento del nivel de consumo no se refleje en un aumento de su tasa de crecimiento (Ferguson, 1972; Bigham, 1986; Geenty y Ratray, 1987; Ratray *et al.*, 1987).

La tasa de crecimiento de lana está asociada, por lo general, al nivel de consumo del animal (Ratray *et al.*, 1987; Thompson y Poppi, 1994). La producción de lana también está positivamente correlacionada con el tamaño del cuerpo, específicamente con el área de piel (Spedding, 1970).

La proteína es el principal componente de la fibra de lana (Robards, 1993). El crecimiento de la fibra está influenciado por los aminoácidos que alcancen el folículo, especialmente los aminoácidos azufrados como cistina y metionina (Ratray, 1986).

Durante los meses invernales, en donde la tasa de crecimiento de lana es mínima y es factible un déficit de alimento, el diámetro de fibra y la resistencia de la mecha pueden verse disminuidos (Thompson y Poppi, 1994).

En un ensayo llevado a cabo por el S.U.L. con corderos pastoreando pradera, se obtuvo un rango de producción de lana por animal de 1,95-3,06 kg/animal (Azzarini, 1999). En otro ensayo realizado sobre un mejoramiento de campo con lotus “El Rincón” por

Gaggero (com. pers., citado por Formoso *et al.*, 2001), se registró una producción de lana en borregos de 4,0-5,7 kg/animal.

Ayala y Rovira (2002) encontraron que la producción de lana individual oscilaba entre 2,1 y 1,9 kg/cordero, cuando éstos pastoreaban un mejoramiento de campo con lotus Maku y lotus “El Rincón”, respectivamente. Del mismo modo, Ayala *et al.* (2003a) midieron pesos de vellones de 2,2 kg/animal para corderos pesados en un rango de cargas de 8 a 14 animales por hectárea, cuando éstos pastoreaban un mejoramiento con lotus Maku.

La producción de lana individual en borregas pastoreando un mejoramiento con lotus Maku osciló entre 4 y 3.7 kg/animal bajo cargas de 10 y 20 borregas/ha respectivamente, en promedio para dos años (Guerrina e Invernizzi, 2002).

### **2.7.3. Requisitos del Operativo Cordero Pesado**

Las características para cumplir con el Operativo Cordero Pesado, consideradas también como requisitos en los presentes experimentos, se detallan a continuación (SUL, 1999):

- \* Edad: diente de leche y menos de 13 meses de edad.
- \* Sexo: macho castrado, entero hasta 7 meses o hembra libre de preñez.
- \* Peso: entre 34 y 45 kg.
- \* Condición corporal: mínimo 3.5 (escala de 1-5).
- \* Lana: en el momento del embarque 1-3 cm de lana.
- \* Razas: todas las razas y sus cruzas.

## **2.8. CALIDAD DE CARNE**

### **2.8.1. Evaluación de calidad de la canal**

La canal es el cuerpo del animal desollado, sangrado, eviscerado y sin cabeza ni extremidades, en otras palabras, es el producto cárnico primario (Robaina, 2002). La evaluación de las canales se lleva a cabo con un objetivo económico y lo ideal es lograr la mayor cantidad posible de músculo (con las características de calidad deseadas), con la menor cantidad posible de hueso y con un nivel óptimo de grasa según el destino final. Para el Operativo Cordero Pesado sería deseable que el peso de la canal caliente fuera mayor o igual a 16.4 kg, valor a partir del cual el productor recibe un sobreprecio por su producto.

En resumen, las tres características que determinan la calidad de la canal son: el peso, la composición tisular y la composición regional de la misma.

Ensayos realizados en la región de Cristalino por Montossi *et al.* (2002a) evaluando la performance y calidad de carne de corderos pesados sobre dos mejoramientos de campo (uno con trébol blanco y lotus común y el otro con lotus El Rincón), obtuvieron valores del orden de 20 kg de peso de canal caliente, bajo una carga de 1.3 UG/ha en promedio. Resultados similares obtuvieron Ayala *et al.* (2003a) para el promedio de dos años (2000-2001), en donde corderos Corriedale pastoreando un mejoramiento con lotus Maku llegaron a pesos de canal caliente de 20.2 kg, 18.3 kg y 16.1 kg con cargas de 8, 14 y 20 corderos/ha respectivamente.

De acuerdo con Sainz (1996) citado por Motta *et al.* (2001), el peso de la carcasa está influenciado por la velocidad de crecimiento, la edad de faena y el régimen nutricional de los animales.

En canales del mismo peso, la composición porcentual de cada tejido varía con la raza y la velocidad de crecimiento, siendo el músculo el principal componente del rendimiento carnicero y de mayor valor comercial. Se debe tener en cuenta además que en animales en crecimiento, la composición de la ganancia de peso varía con el estado de madurez del animal y éste a su vez determinará la composición final de la canal. Esto es lo que sucede con el crecimiento del tejido muscular, el cual declina con la edad del animal (Brito, 2002).

A partir del peso en pie y del peso de la canal caliente, se calcula el rendimiento en segunda balanza que expresa la cantidad de canal con relación al peso vivo del animal, sin importar la cantidad de carne en relación a otros tejidos y como se distribuye. Los factores que afectan las mermas en rendimiento son la alimentación previa (pasturas vs. granos) y el tiempo de ayuno previo y la distancia recorrida desde el establecimiento.

Una vez pasado el tiempo de enfriado entre la faena y el pre desosado (entre 18 y 24 horas), se vuelven a pesar las canales obteniéndose el peso frío. La diferencia entre el peso caliente y el peso frío es la merma por enfriado.

#### **2.8.1.1. Sistema de Clasificación y Tipificación**

A partir del Sistema de Clasificación y Tipificación de Canales de INAC (1998), la Dirección de Control de Calidad estableció un sistema de clasificación para carnes ovinas con determinadas características. En cuanto a la clasificación de las canales, la misma se realiza en función de la edad y sexo y se definen categorías en función de la dentición (Robaina, 2002).

De acuerdo a lo determinado por INAC, para la tipificación se consideran por un lado las características de conformación (desarrollo de masa muscular) y por otro lado las de terminación (cantidad y distribución de la grasa). Se identifican las distintas conformaciones con las letras S (sobresaliente), P (buena), M (mediana) e I (deficiente). Para la terminación, se utilizan tres grados dependiendo de la grasa de cobertura: 0 (insuficiente), 1 (moderada) y 2 (excesiva). Además, se agrega una letra según la categoría de que se trate (por ejemplo, C para corderos).

La tipificación de las canales tiene como objetivo identificar la preferencia de los consumidores, transmitir señales hacia el sector productivo y contribuir al proceso de comercialización.

### **2.8.1.2. Estimación de la cobertura de grasa (GR)**

Según Robaina (2002), la estimación de la cobertura de grasa (espesor de grasa subcutánea) consiste en medir la profundidad en mm de tejido subcutáneo, en una posición denominada punto GR, el cual se ubica sobre la 12<sup>a</sup> costilla a 11 cm de la línea media de la canal. El mismo es un buen indicador del grado de terminación de la canal (Robaina, 2002), teniendo una relación media a alta con el peso de los corderos, su condición corporal y la ganancia de peso (Azzarini *et al.*, 2001).

En el mercado neocelandés, generalmente los estándares de exportación óptimos que reciben un sobreprecio ubican al GR entre 6 y 12 mm (de los Campos *et al.*, 2002). En Australia han sido sugeridos rangos óptimos en función del peso de la canal, cuyos extremos van de 5-7 mm para pesos de canal entre 10-14 kg y hasta 8-14 mm para pesos de canal entre 20-30 kg (Hopkins y Adair, 1990 citados por Bianchi, 2001).

En una serie de ensayos realizados con corderos pesados sobre verdeos anuales invernales, Montossi *et al.* (2002b) encontraron valores de GR que oscilan entre 7 y 11 mm. Sumado al peso final obtenido (>35 kg), estarían asegurando el logro de los niveles de exigencias requeridos para el mercado de corderos pesados de la Unión Europea (Montossi *et al.*, 1998c). Similares resultados obtuvieron Ayala *et al.* (2003a) para el promedio de dos años (2000-2001) en donde corderos pesados Corriedale pastoreando un mejoramiento con lotus Maku llegaron a valores de GR de 10.1 y 7.8 mm con cargas de 8 y 14 corderos/ha respectivamente.

### **2.8.1.3. Valorización del producto final**

Una vez que las canales están frías se procesan, obteniéndose así varios cortes (con o sin hueso) según criterios comerciales e industriales. El peso de los distintos cortes y el porcentaje que cada uno de ellos representa en el total de la canal, son importantes a la hora de evaluar eficiencia carnicera (Robaina, 2002). A continuación se detallan algunos cortes importantes de acuerdo a su valor comercial:

- Pierna con cuadril sin hueso: es un corte preparado de la porción más caudal de la media canal, mediante un corte a nivel de la 6ª vértebra lumbar y posterior extracción de su base ósea. El rango establecido como óptimo para acceder a mercados de alto valor adquisitivo varía entre 1.6 a 2.2 kg. Al respecto, Ayala *et al.* (2003a) obtuvieron en corderos pesados Corriedale pastoreando un mejoramiento con lotus Maku valores que oscilan entre 1.6-2.1 kg, para el promedio de dos años (2000-2001).

- Bife: corte sin hueso que se obtiene de la región dorsal de la media canal, que incluye el bife angosto y el bife ancho.

- Lomo: corte ubicado en la región sublumbar de la media canal.

- Frenched rack: corte con hueso que se obtiene de la parte dorsal de la media canal. A la porción de costillas (8) que permanecen se le remueven los músculos en sus últimos 5 cm libres. El rango establecido como óptimo para acceder a mercados de alto valor adquisitivo varía entre 0.40 a 0.65 kg. Es el corte de mayor valor unitario, su precio cuadruplica al del promedio de la canal (de los Campos *et al.*, 2002).

## **2.8.2. Evaluación de calidad de la carne**

### **2.8.2.1. pH**

Desde el momento que el animal es faenado, se desencadenan mecanismos de transformación del músculo en carne que implica el desarrollo de fenómenos bioquímicos y biofísicos. Aunque la naturaleza química y estructural se asemeja a la del músculo, este conjunto de fenómenos definen al proceso denominado "evolución *post mortem*" de la carne (Castro, 2002).

Según este mismo autor, ocurre un descenso del pH asociado a las reservas energéticas del animal al momento de faena o a su nivel inicial de glucógeno, ya que éste se transformará a través de la glucólisis anaeróbica en ácido láctico. Este es el compuesto responsable del descenso del pH requerido para un proceso correcto de transformación del músculo en carne. Algunos factores propios del animal como su temperatura y susceptibilidad al estrés afectan las reservas de glucógeno, como cuando se lo somete a un ayuno prolongado o a temperaturas extremas.

### 2.8.2.2. Color

Este carácter sensorial juega un papel importante en el criterio de aceptación o rechazo por parte del consumidor. Según Castro (2002), el color del músculo varía según la concentración de mioglobina, el pH, la edad del animal (a mayor edad, mayor concentración de mioglobina), el sexo, el proceso industrial y el tipo de envasado.

De acuerdo con Brito *et al.* (2002a), el color de la carne es determinado por factores de manejo previos a la faena (raza, condiciones de stress, sexo, estado nutricional, edad del animal) y por factores posteriores a la faena (condiciones de enfriado, la tasa de descenso de pH y temperatura). Desde el punto de vista de la calidad de la carne, los parámetros más afectados por los distintos sistemas de alimentación son el color de la grasa y la carne (Brito, 2002).

Purchas (1990) y Watanabe *et al.* (1995) citados por Wulf y Wise (1999) han demostrado la existencia de cierta relación entre el color del músculo y el pH final y la terneza de la carne (Jeremiah *et al.*, 1991; Cannell *et al.*, 1997; Wulf *et al.*, 1997 citados por Wulf y Wise, 1999).

Se mide por la refractancia de la luz desde la superficie de la carne, lo cual contribuye con el brillo de la misma ( $L^*$ ) y por el color determinado por la longitud de onda refractada que mide los valores de rojo ( $a^*$ ) y la escala de amarillo ( $b^*$ ). Los valores de apariencia deseable radican en niveles bajos de  $L^*$ , ya que los altos están asociados a colores pálidos. A su vez, niveles altos de  $a^*$  determinan una mayor intensidad de rojo y valores altos de  $b^*$  se asocian a una tonalidad más amarillenta de la carne. Los rangos normales de color del músculo en carnes ovinas producidas bajo régimen de pastoreo que se aceptan internacionalmente son:  $L^* < 40$ ;  $a^*$  entre 14 y 22;  $b^* < 10$  (De Barbieri *et al.*, 2003).

En el caso de que la determinación se realice sobre la grasa, se buscan altos valores de  $L^*$  y bajos de  $a^*$  y  $b^*$ , lo que indica un color blanco de la misma (De Barbieri *et al.*, 2003).

### 2.8.2.3. Terneza

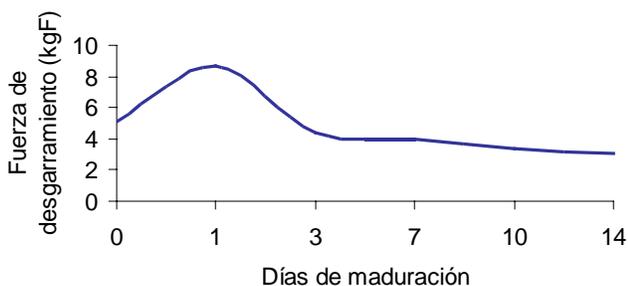
Los factores que influyen directa o indirectamente en la terneza de la carne son: las proteínas del músculo, raza, edad, sexo, animal entero o castrado, porcentaje de grasa, diámetro de las fibras musculares, porcentaje de tejido conectivo y aplicación de procesos tecnológicos adecuados como estimulación eléctrica o madurado (Castro, 2002).

La terneza puede ser medida objetivamente por métodos mecánicos a través de la fuerza necesaria para desgarrar la fibra muscular o subjetivamente en paneles de degustación. La terneza es definida por los consumidores como el atributo más importante en calidad de carne (Brito *et al.*, 2002b).

Los valores de terneza estandarizados por la industria cárnica tanto de Estados Unidos como de Nueva Zelanda, para retener o acceder a distintos mercados deberán ser menores a una fuerza de desgarramiento de 5 kgF (Bickerstaffe, 1996, citado por Brito *et al.*, 2002a).

Varias publicaciones demuestran que la terneza es afectada en un 40% por factores controlables por el productor. El restante 60% es afectado por variables ocurridas luego de la faena como son descenso del pH, tasa de enfriado, estimulación eléctrica, período de maduración, envasado, manejo y preparación de los cortes y su cocción. Existe una relación inversa entre el descenso del pH y la terneza de la carne, aumentando ésta cuando el descenso ocurre lentamente. Además, el acortamiento por frío incide fuertemente sobre la terneza, produciéndose éste a temperaturas  $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $\text{pH} > 6.2$ , o con temperaturas altas de  $30\text{-}35\text{ }^{\circ}\text{C}$  ocurridas al final del *rigor mortis* (Brito *et al.*, 2002b).

Según Brito (2002), la mejora en este parámetro de calidad que se obtiene al almacenar y madurar la carne por determinado período de tiempo a una temperatura de  $2\text{-}4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , es explicada por la degradación de las proteínas musculares detallada más adelante. Al respecto, Koohmaraie (1992) citado por Brito *et al.* (2002a), reporta valores de fuerza de desgarramiento de 3.34 kgF en el músculo *longissimus dorsi* de corderos con un período de 7 días de maduración y de 3 kgF para un período de 10 días (Figura 8).



**Figura 8.** Tasa de ablandamiento *post mortem* del músculo *longissimus dorsi* de corderos (adaptado de Wheeler y Koohmaraie, 1994 citados por Koohmaraie *et al.*, 1996).

En un ensayo realizado por Brito *et al.* (2002a) en donde se evaluaron 246 canales de corderos (machos y hembras) de diferentes genotipos y con una edad menor a

12 meses alimentados en base a pasturas mejoradas, se encontraron valores promedio de terneza de 2.55 kgF para un período de maduración de 10 días.

Existen determinadas técnicas para mejorar la terneza de la carne. Entre ellas pueden mencionarse la suplementación de los animales con vitamina D, la inyección de cloruro de calcio a los cortes luego del desosado y la estimulación eléctrica.

#### **2.8.2.4. Composición de ácidos grasos de la carne y grasa**

En este sentido, estudios realizados por Solomon *et al.* (1990), citados por Bianchi y Garibotto (2002), encontraron en la carne de corderos alimentados en base a pasturas valores cercanos al 50% en ácidos grasos mono y poli-insaturados y un 20% de ácido esteárico que no contribuye a elevar los niveles de “colesterol malo”. Según estos autores, puede decirse que a partir de dichos resultados la composición de dicha grasa no parece constituir un problema mayor en la dieta y salud humanas.

Estudios realizados por estos mismos autores sugieren que independientemente del genotipo considerado, la carne de corderos uruguayos alimentados en base a pasturas es aceptable como parte de una dieta saludable.

#### **2.8.3. Factores que afectan el rendimiento y la calidad de las canales**

La calidad final de la carne es afectada por los siguientes factores: el genotipo, la nutrición, el manejo del animal previo a su muerte (en el establecimiento rural, pre-embarque, durante el transporte y el manejo dentro del frigorífico), el manejo de la canal durante la faena e industrialización pos faena (desosado), así como el mantenimiento de la cadena de frío en todo el proceso.

##### **2.8.3.1. Factores genéticos**

De acuerdo con Brito (2002), numerosos ensayos realizados en ovinos muestran que las razas de mayor tamaño (carniceras) producen corderos con menor contenido de grasa a cualquier peso de la canal que las razas de menor tamaño (laneras o doble propósito).

Estudios realizados por Lord *et al.* (1988) comparando el efecto de factores nutricionales y genéticos sobre la composición de la canal de corderos en sistemas pastoriles, encontraron que distintas asignaciones de forraje tuvieron relativamente menor efecto sobre características de la carcasa en relación a los distintos genotipos evaluados, comparados a igual peso de carcasa.

### 2.8.3.2. Factores nutricionales

De acuerdo con Orskov *et al.* (1976) citados por Lord *et al.* (1988), corderos alimentados con dietas en las cuales la absorción de proteína está por debajo de los requerimientos, crecen en forma más lenta y su engrasamiento es mayor que aquellos que reciben adecuados niveles de proteína en la dieta. A medida que la absorción de proteína desde el alimento llega a niveles adecuados, la deposición de proteína aumenta en relación a la de grasa (Black, 1983 citado por Lord *et al.*, 1988).

Estudios realizados al respecto sugieren que corderos alimentados en base a *Lotus pedunculatus* son más magros que aquellos mantenidos sobre *Trifolium repens*, faenados a iguales pesos de carcasa (Purchas y Keogh, 1984 citados por Lord *et al.*, 1988). De acuerdo con Ulyatt *et al.* (1977) citados por Lord *et al.* (1988), esto puede ser explicado porque forrajes como el lotus pueden mejorar la disponibilidad de proteína para el animal ya que los taninos condensados presentes en esta especie forman complejos con las proteínas (quedando como proteína sobrepasante o by-pass), reduciendo así las pérdidas de nitrógeno bajo forma de amoníaco.

En cuanto al tipo de alimento suministrado, se sabe que el rendimiento carnicero de animales alimentados con granos (de alta concentración energética) es mayor que el de aquellos animales alimentados en base a pasturas, debido principalmente al menor contenido gastrointestinal de los primeros. Por el contrario, cuando se incrementa la relación proteína/energía en la dieta, se favorece el crecimiento del animal, pudiéndose obtener un animal más magro (Brito, 2002).

### 2.8.3.3. Factores de manejo previos a la faena

Los animales previo a la faena se ven sometidos a factores que afectan negativamente la calidad de la canal, como ser condiciones de estrés, deshidratación y agotamiento como consecuencia del manejo previo al embarque (carencia de alimentos y agua, manejo sin considerar el bienestar animal), de la carga y descarga del medio de transporte, de la espera en los corrales del frigorífico y de la pesada, entre otros (Brito, 2002).

Según este mismo autor, algunas de esas consecuencias negativas son el descenso de las reservas de glucógeno y por lo tanto valores de pH mayores al normal (5.7-5.8), cortes oscuros, decomisos por lesiones (machucamientos), pérdidas de calidad organoléptica (color, jugosidad, terneza y flavor), probabilidad de aumento de contaminación bacteriana y lo que es más importante, la pérdida de los principales mercados por baja calidad del producto final.

#### 2.8.3.4. Factores de manejo durante y después de la faena

Aspectos relacionados a la calidad de la carne pueden ser influenciados por los cambios que se dan durante el proceso de transformación del músculo a carne. Algunos de estos cambios ocurridos se detallan a continuación.

El *rigor mortis* es el endurecimiento de los músculos después de la muerte del animal. Este proceso se desencadena entre 1-20 horas de faenado el animal, dependiendo de las reservas de glucógeno y la temperatura. Una mayor contracción de las fibras musculares produce un deterioro de la calidad de la carne (menor terneza, menor jugosidad, colores más pálidos).

En cuanto a la disminución del pH dada por la acumulación de ácido láctico durante la glicólisis, descensos bruscos determinan una rápida culminación del *rigor mortis*. Tecnologías como la estimulación eléctrica, que provoca un rápido consumo de las reservas de glucógeno, actúan mejorando la calidad de la carne (mejor terneza, color y sabor). Según Valin *et al.* (1993); Monin y Ouali (1991), citados por Jiang (1998), la tasa de disminución del pH y la duración del proceso dependen del nivel de glucógeno y de componentes energéticos ricos en fosfatos al momento de la muerte, así como de la capacidad buffer del tejido muscular.

Estudios realizados por Wheeler *et al.* (1994) y Koohmaraie *et al.* (1996) citados por Brito *et al.* (2002a), reportan valores de pH de 6.3 y 5.8 para 3 y 24 hrs *post mortem*, respectivamente. Estos concuerdan con los obtenidos por Brito *et al.* (2002a) de 6.27 y 5.76 para 3 y 24 hrs respectivamente.

Músculos con altos niveles de glucógeno permitirán a las células su metabolización después de la muerte produciendo ácido láctico y reduciendo el pH del músculo a un valor cercano a 5.5. El tipo de carne generada a partir de este proceso será tierna, con buen color rojo y aceptable para el consumo humano. En caso contrario, con valores de pH entre 5.8-6.2, la tendencia será a obtener carnes duras, oscuras y de baja aceptación por el consumidor. A su vez, carnes con pH entre 6.2-7.0 serán muy oscuras, duras y secas y van a ser sólo útiles para manufactura (Montossi *et al.*, 2003).

Una vez faenado el animal, se busca reducir la temperatura del músculo para minimizar la pérdida de proteínas e inhibir el crecimiento bacteriano; pero a la vez, rápidas reducciones pueden causar el acortamiento por frío (cold-shortening), afectando la calidad de la carne y disminuyendo así su terneza (Brito, 2002). Este proceso se desencadena cuando la carne es expuesta a bajas temperaturas durante las primeras 16 horas *post mortem*, y se produce cuando aun existen reservas de ATP en el músculo. Es un proceso irreversible.

La tasa de descenso de la temperatura depende del grado de engrasamiento. La presencia de determinados niveles de grasa evitan un descenso rápido de la temperatura interna del músculo, reduciendo así la presencia de condiciones favorables para el desarrollo del acortamiento de las fibras por frío (San Julián *et al.*, 2003). Hertzman *et al.* (1993) citados por los autores precedentes consideran que el acortamiento de las fibras durante el desarrollo del *rigor mortis* depende principalmente de la temperatura.

Es recomendable lograr temperaturas entre 2 y 4 °C en las canales a las 24hrs *post mortem* (De Barbieri *et al.*, 2003). En este sentido, Brito *et al.* (2002a) obtuvieron valores de 12.5 °C a las 3 hrs de faenado el animal y 4 °C a las 24 hrs, aunque con algunas variaciones debido a las diferencias existentes en los procesos de faena y enfriamiento de las canales de los frigoríficos utilizados.

El proceso de degradación proteica se refiere a la proteólisis de ciertas proteínas del músculo a través de un complejo de enzimas dependientes del calcio (calpaínas y calpastatinas). De acuerdo con Brito *et al.* (2002a), la actividad de estas enzimas también depende de las condiciones de pH y temperatura, viéndose favorecida la desnaturalización de las proteínas por pH ácidos y temperaturas elevadas. Este proceso es altamente dependiente de la tasa de descenso del pH y de la temperatura. Estudios neocelandeses encontraron que el proceso de maduración disminuía cuando el pH se encontraba entre 5.8-6.2 (Purchas, 1990; Watanabe *et al.*, 1996 citados por Brito *et al.*, 2002a).

El proceso de ablandamiento de la carne se estima que comienza enseguida de faenado el animal, aproximadamente a las 3 horas, pero existe alta variabilidad entre animales (Veiseth *et al.* 2001, Koohmaraie, s/p, citados por Koohmaraie *et al.*, 2002).

## **2.9. PARASITOSIS GASTROINTESTINALES**

Las parasitosis gastrointestinales constituyen junto con las afecciones podales los principales problemas sanitarios que enfrenta hoy en día la producción ovina en el país.

En los sistemas productivos se refleja la incidencia económica de las parasitosis, primero directamente a través del aumento en los costos (debido al mayor uso de insumos como productos químicos y mano de obra) e indirectamente por la mortandad de animales y la disminución en los parámetros productivos.

Castells *et al.* (1991) realizaron un experimento con 90 corderos Corriedale, a una carga de 0.72 UG/ha a campo natural entre enero y octubre, para evaluar el impacto de los nemátodos gastrointestinales. En los animales dosificados, se realizó un tratamiento supresivo no registrándose muertes, mientras que en el tratamiento sin

dosificar, se obtuvo una mortandad del 50 % y los parámetros productivos más afectados fueron el peso vivo, el peso de vellón sucio y el largo de mecha. En todos los casos las diferencias fueron a favor del tratamiento supresivo (dosificaciones cada 14 días) vs. el tratamiento sin dosificar. La magnitud de estas diferencias entre grupos asciende al 23 % en peso vivo, 29 % en peso de vellón sucio y 10 % en largo de mecha.

### **2.9.1. Especies más prevalentes**

Las dos especies de parásitos que presentan mayor importancia en nuestro medio son *Haemonchus contortus* (lombriz del cuajo) y *Trichostrongylus* spp. (lombriz pelito rojo). La primera es propia de climas cálidos y húmedos, mientras que la segunda tolera temperaturas más bajas (Nari, 1977; Franchi, 1984 citados por Mederos, 1998).

Otras especies que también pueden cobrar importancia económica en nuestro país son *Ostertagia circumcincta*, *Nematodirus* spp., *Cooperia* spp., *Oesophagostomum* spp. y *Trichuris* spp. (Bonino y Mederos, 2003a).

La reducción en la producción causada por estos parásitos proviene de una disminución en el consumo y en la eficiencia de utilización del alimento (Mederos *et al.*, 2002). *Ostertagia circumcincta* puede llegar a reducir hasta un 20% el consumo de alimento en corderos (Symons *et al.*, 1981 citados por Castells *et al.*, 1991). La reducción en la eficiencia de la digestión ocurre por los daños en la pared del abomaso e intestinos que causan estas especies, alterando la absorción de nutrientes y minerales y pudiendo convertirse incluso en causa de muerte (Charleston, 1986; Mederos, 1998).

La anteriormente mencionada disminución del consumo voluntario puede ser de un 25 % o mayor. Charleston (1986) encontró disminuciones del 50% en las ganancias diarias de peso vivo explicadas por una disminución en el consumo de forraje.

Los síntomas más característicos de *Trichostrongylus* spp. son la diarrea y pérdida de estado, mientras que *H. contortus* provoca anemia, debilidad extrema, pudiendo llegar a episodios de mortandad masiva. En experimentos de campo con corderos Corriedale, Castells *et al.* (1991) encontraron que la especie parasitaria más asociada a los casos de muerte por parasitosis fue *Haemonchus contortus*.

El ciclo de vida de estos nemátodos comienza con una primera etapa de vida larval libre sobre la pastura que abarca los estadios de LI, LII y LIII llamada también larva infestante. Esta última ingresa finalmente al ovino para cumplir la etapa parasitaria del ciclo.

Los estadios preinfectivos son muy sensibles a la radiación ultravioleta, bajas temperaturas, o temperaturas altas asociadas a falta de humedad. Por lo tanto el

microclima generado por la estructura de la canopia y las condiciones ambientales determinan la duración de la etapa libre, la supervivencia de las larvas, y qué proporción de las mismas llegará al estado de larva infectante. Temperaturas moderadamente elevadas combinadas con estructuras del tapiz que impidan la llegada de los rayos ultravioletas al suelo y humedad adecuada, son las condiciones que aceleran el proceso y maximizan la supervivencia de larvas en el campo. Según Charleston (1986) la mayoría de las especies de nemátodos alcanzan su máxima velocidad de desarrollo con temperaturas próximas a los 25-27 °C; pero otra condición esencial es la humedad.

Las temperaturas adecuadas para el desarrollo de *Trichostrongylus* spp. son inferiores a las de *H. contortus*, por provenir este último de climas tropicales como se dijo anteriormente. Esto explica que durante los fríos invernales sea mayor la incidencia de *Trichostrongylus* y durante el verano ocurra lo contrario, sobre todo si es lluvioso. De esta manera en investigaciones realizadas entre los años 1974-1976 y 1982-1984 las especies de *Haemonchus* predominaron durante la primavera y el verano y las especies de *Trichostrongylus* predominaron durante el otoño e invierno (Nari, 1977; Franchi, 1984 citados por Mederos, 1998). Estos resultados concuerdan con los encontrados por Pinheiro *et al.*, (1987) citados por Echevarría (2002). No obstante las temperaturas mínimas que permiten el desarrollo de la larva infectante estarían entre los 8-10 °C (Charleston, 1986) y la presencia de heladas invernales puede provocar la muerte de éstas (Pereira, 2003).

### **2.9.2. Estrategias de control**

De la población total de nemátodos, la gran mayoría se encuentra en el campo en su estado larval; se ha estimado que el 90 % de la parasitosis se encuentra en el pasto (Mc Ewan, 1994 citado por Mederos, 1998). Sin embargo tradicionalmente el método más utilizado es el **control químico** que apunta exclusivamente a la fase parasitaria. Bonino (2002) y Romero (2002) coinciden en que el uso incorrecto y continuo de las drogas antihelmínticas es lo que ha llevado al desarrollo de cepas parasitarias resistentes. Bonino (2002) define la resistencia antihelmíntica como la habilidad de una población de nemátodos para resistir dosis de antihelmínticos significativamente mayores a las necesarias para matar una población normal.

El problema de la resistencia a drogas antiparasitarias ha ido en aumento, encontrándose para el 2003 resistencia de *Haemonchus* y *Trichostrongylus* a Benzimidazoles, Levamizoles e Ivermectinas, en el 96, 80 y 85 % de los casos respectivamente (Bonino y Mederos, 2003b). Es destacable la resistencia que ha adquirido *Haemonchus contortus* a las Ivermectinas que en 1994 era de solo 1.2 %. (Nari *et al.*, 1996; citado por Mederos, 1998). En diagnósticos realizados por Castells *et al.* (2002) existe resistencia a las Ivermectinas en el 65% de los establecimientos chequeados, siendo *Haemonchus* spp. el principal género involucrado.

Debido a la pérdida de efectividad en el control químico y a la baja probabilidad de que surja en el corto plazo un nuevo principio activo, es que los trabajos de investigación apuntan al estudio del **control integrado de parásitos** combinando el tradicional control químico con otras herramientas tales como manejo del pastoreo, uso de animales genéticamente resistentes y control biológico. Nari y Eddi (2002) definen el control integrado de parásitos como la combinación y utilización adecuada de los métodos de control parasitarios disponibles, con la finalidad de mantener niveles aceptables de producción sin la eliminación total del agente causal.

Bonino (2002) cita como ejemplos de **control biológico** el uso de escarabajos estercoleros y pasturas con contenidos importantes de taninos condensados como el *Lotus pedunculatus*. Para Castells (2002a) el método más promisorio de control con organismos vivos es el uso de hongos nematófagos.

En cuanto al uso de **animales genéticamente resistentes**, se entiende por resistencia la habilidad del animal para mantener niveles bajos de infección parasitaria; mientras que resiliencia es la habilidad para mantener niveles productivos aceptables a pesar de la infección parasitaria (Castells, 2002b). El método indirecto mayormente usado en la determinación de la resistencia genética es la estimación de la carga parasitaria a través del recuento de huevos de nemátodos en las heces (H.P.G.). Esta sería una herramienta muy útil ya que se conoce que más del 90% de los parásitos están en menos del 10% de los animales de una población (Castells, 2002b).

La nutrición tiene efecto en la resistencia o resiliencia de los ovinos a los nemátodos gastrointestinales. El aumento de los niveles de **proteína digestible** en la dieta favorece la respuesta inmune en las etapas tardías de desarrollo de resistencia (Bonino y Mederos, 2003a) y parecería tener poco efecto en las primeras etapas de las infecciones por nemátodos (Mederos *et al.*, 2002).

Otro aspecto estudiado es el efecto sobre la resistencia a los parásitos internos que otorgan los **taninos condensados** presentes en algunas especies forrajeras como el *Lotus pedunculatus*. El consumo de estos metabolitos por parte de los rumiantes tendría incidencia directa a través de la reducción en la viabilidad parasitaria, e indirecta favoreciendo la resistencia y resiliencia por aumentar el aporte de aminoácidos y proteínas al intestino (Bonino y Mederos, 2003a; Castells, 2003). Corderos con niveles iniciales intermedios de parasitosis mantenidos durante 18 semanas sobre pasturas puras de lotus Maku y trébol blanco fueron capaces de eliminar dichas parasitosis sin tratamiento antihelmíntico (INIA Tacuarembó, 2003b).

En el mismo experimento se concluyó que no hubieron diferencias en conteo de H.P.G. entre las dos bases forrajeras. En cuanto a los parámetros productivos, para el caso de lotus Maku no serían significativas las diferencias en peso vivo y ganancia diaria

entre animales dosificados y sin dosificar; a diferencia de lo encontrado para trébol blanco.

Esto lleva a pensar en la existencia de un nivel crítico de H.P.G., por debajo del cual no se verían afectados los parámetros productivos. Esta teoría concuerda con los resultados encontrados por Mederos (1998) para un experimento con corderos Corriedale, donde se manejaba como nivel crítico para dosificar 900 H.P.G. y no se encontraron diferencias en la evolución del peso vivo con animales que se mantuvieron todo el experimento en niveles bajos de conteo. En cambio Quintana *et al.* (1986) manejando como nivel crítico 700 H.P.G. encuentran diferencias en ganancias diarias de peso de corderos recién destetados.

La alternativa de **manejo del pastoreo** con la consideración de criterios parasitarios es sumamente amplia, incluyendo sistemas de pastoreo que alternan distintas especies o distintas categorías de una misma especie; sistemas de pastoreos mixtos y sistemas de pastoreos rotativos manejando períodos de ocupación y de descanso. Aquí se contemplan aspectos diversos como la historia del potrero (como indicador de nivel inicial de infestación) y la susceptibilidad de cada categoría animal, los corderos destetados son los más sensibles; normalmente los corderos se infectan cuando son separados de sus madres (Echevarría, 2002).

El manejo del pastoreo tiene efecto determinante en el control parasitario. Mederos (1998) cita varios trabajos que hablan de pasturas “limpias” y “seguras” determinadas por la historia del potrero. En estos trabajos se encontró que cuando el pastoreo previo fue realizado por novillos, los corderos requirieron menor número de dosificaciones y se registraron menores conteos de H.P.G. que cuando capones pastorearon previamente el potrero. Estos resultados concuerdan con los de Nari *et al.* (1987) y Castells y Nari (1993) citados por Castells (2002a). Quintana *et al.* (1986) encuentran que el mayor mérito del pastoreo alterno, son las menores tasas de infección iniciales, pero no encuentran efectos cualitativos en la composición porcentual de la infección.

El impacto de prácticas como diferimiento y/o pastoreo alterno con bovinos, es muy variable según el clima, carga animal, susceptibilidad de la categoría ovina, etc. (Romero, 2002). Si bien permiten disminuir los niveles de infestación en las pasturas, éstos pueden recomponerse más o menos rápidamente según los factores antes mencionados.

La carga animal también tiene influencia sobre el nivel de contaminación de las pasturas. Echevarría (2002) afirma que con dotaciones elevadas existe predisposición a la aparición de verminosis. Sin embargo en un trabajo realizado durante el período junio-setiembre de 1999 los animales manejados en cargas altas tuvieron menor recuento final de H.P.G. (Mederos *et al.*, 2002).

El pastoreo rotativo busca favorecer el control parasitario planificando los tiempos de permanencia y de descanso. Predecir la efectividad de estas técnicas es muy difícil en nuestro país debido a la gran variabilidad climática que existe entre años. Según Salles (2002) en los años o momentos del año en los cuales nuestras condiciones se asemejan a climas tropicales, serían efectivos los tiempos de permanencia cortos (menores a 7 días), que evitan la reinfección porque cuando las larvas se vuelven infectivas los animales ya abandonaron el potrero. Sin embargo en los años o momentos del año similares a los climas fríos o secos, el tiempo de descanso muestra más importancia que el de permanencia; habiéndose obtenido resultados satisfactorios en Uruguay con 28 días de permanencia y 90 a 120 días de descanso.

Mederos *et al.* (2002) concluyen que para bajar el número de dosificaciones en los sistemas de engorde de cordero pesado, se deben manejar rotacionalmente pasturas limpias y de alto contenido proteico. Bonino (2002) propone un control racional e integrado, con la utilización del lombritest, y la asociación del uso de drogas antihelmínticas con medidas de manejo parasitario e inclusión de resistencia genética.

## **2.10. SÍNTESIS**

Los mejoramientos de campo son una herramienta útil y de bajo costo, que permiten además obtener forraje en cantidad y calidad adecuadas para un sistema de engorde de corderos. El uso de esta tecnología se ha extendido por todo el país y es especialmente aplicable a la región Este. Las especies en estudio, lotus Maku y trébol blanco, son capaces de adaptarse en términos de producción y persistencia si se respetan ciertas normas de manejo básicas. Dichas leguminosas, al ser incluidas en este tipo de bases forrajeras, han demostrado ser adecuadas para cumplir los objetivos planteados por el Operativo Cordero Pesado del S.U.L.

El ajuste de la dotación animal es un aspecto clave para llevar a cabo una invernada exitosa y sustentable. Otro aspecto importante es la elección de un sistema de pastoreo que permita optimizar la producción animal y vegetal. No existe una única recomendación en cuanto a la utilización de un sistema de pastoreo continuo o rotativo; uno u otro método puede ajustarse en forma diferente según los objetivos y las condiciones de producción.

La calidad final obtenida luego de terminado el proceso de engorde adquiere cada vez más importancia, ya que los beneficios que la industria obtiene por este tipo de producto en el mercado exterior resultan en mayores ingresos económicos que pueden trasladarse al productor. Así, la calidad de la carne y la canal ovinas adquieren mayor relevancia.

Es bien conocida la actual incidencia de la parasitosis gastrointestinal en los sistemas de producción ovina del país. Existen distintas estrategias de control, siendo una de ellas el uso de especies con elevado contenido de taninos condensados como lo es el *Lotus pedunculatus*.

Si bien existen varios aspectos de manejo que ya son conocidos, es necesario profundizar aun más en otros. El presente trabajo intentará aportar información de interés práctico para manejar en forma más eficiente los recursos disponibles en un esquema de invernada ovina.

### **2.11. HIPÓTESIS**

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

- \* Los períodos de descanso en la pastura posibilitarían potencializar la producción de forraje de ambas especies (lotus Maku y trébol blanco), permitiendo un aumento en la carga animal.
- \* El pastoreo continuo y cargas excesivas causarían un debilitamiento en la pastura comprometiendo su productividad y biomasa subterránea.
- \* Aún en engordes de corta duración (100-120 días) podrían esperarse efectos en la pastura y producción animal que justifiquen el desarrollo de sistemas de pastoreo más controlados, aunque éstos requieran un mayor uso de recursos.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se llevó a cabo en la Unidad Experimental “Palo a Pique” (UEPP) del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, ubicada en el departamento de Treinta y Tres (Latitud 33° 54’ Sur, Longitud 54° 38’ Oeste). La duración del ensayo fue de 98 días, entre el 9 de julio y el 14 de octubre del 2003.

Los suelos en dónde se realizó el experimento pertenecen a la Unidad Alférez, predominando planosoles subéutricos melánicos/ótricos (Grupo CONEAT 10.7). Las características de dicho suelo son:

pH (H2O)	MO (%)	P ácido cítrico (µg/g)	K (µeq/100g)
5.3	5	4.5	0.47

#### 3.2. INFORMACIÓN CLIMÁTICA

En el cuadro 18 se presentan los promedios de los registros de precipitaciones mensuales para la serie histórica (1992-2003) y para el año 2003, correspondiente al desarrollo del experimento.

**Cuadro 18.** Precipitaciones mensuales (mm) de la serie histórica (S.H.) 1992-2003 y del año 2003 registradas en la UEPP.

Mes	S. H.	Año 2003
Enero	113	129
Febrero	128	203
Marzo	140	39
Abril	142	72
Mayo	130	319
Junio	136	138
Julio	93	37
Agosto	95	98
Setiembre	99	195
Octubre	106	46
Noviembre	79	148
Diciembre	104	39
<b>Total</b>	<b>1365</b>	<b>1465</b>

Fuente: adaptado de registros de la UEPP.

El año en estudio tuvo un promedio similar en cuanto a precipitaciones totales con respecto a la serie histórica. Sin embargo, en el 2003 las precipitaciones de marzo y abril fueron un 72% y 49% menores a los promedios históricos, lo cual sugiere que la disponibilidad de agua en el suelo fue limitante para la producción de forraje durante este período.

### 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Los experimentos corresponden a diseños en bloques completos al azar con dos bloques, realizados según criterio de disponibilidad inicial de forraje.

Cada experimento se realizó sobre un área de 3 has, que fue dividida en 8 potreros de 0.375 has. Los potreros que correspondían a pastoreo rotativo se subdividieron en 4 (937.5 m<sup>2</sup>) y 7 (535.7 m<sup>2</sup>) subparcelas para los tratamientos con cambios de franja cada 14 y 7 días respectivamente.

Los mejoramientos utilizados fueron sembrados el 22 de mayo de 2002, realizándose la siembra en cobertura al voleo sobre el tapiz. La densidad de siembra utilizada fue de 4.5 y 3 kg/ha para *Trifolium repens* cv. Zapicán y *Lotus pedunculatus* cv. Grasslands Maku respectivamente. Se fertilizaron a la siembra con 60 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, utilizando Fosforita natural (0-10/28-0). Ambos mejoramientos se refertilizaron el 5 de mayo de 2003, utilizando la misma fuente y dosis.

Durante el verano fueron pastoreados en primera instancia con corderos manejados a distintas cargas y luego con vacunos hasta el 5 abril, fecha en la cual se pasó una rotativa para terminar la limpieza y a partir de allí se cerraron los potreros hasta el inicio del experimento (94 días de cierre).

En ambos mejoramientos se aplicaron los mismos cuatro tratamientos, cada uno de ellos con dos repeticiones. Los tratamientos consistieron en tres sistemas de pastoreo (continuo y rotativo con cambio de franja cada 14 y 7 días) con una carga de 14 corderos/ha y por último se agregó un tratamiento con cambio cada 7 días a una carga de 17 corderos/ha. Los tratamientos se describen en la figura 9 y los mismos se realizaron sobre trébol blanco y lotus Maku.

Los animales utilizados fueron 84 corderos Corriedale, machos castrados de 10 meses de edad con un peso inicial promedio de 24.3 +/- 2.2 kg.

**Figura 9.** Esquema representativo de la división de parcelas, descripción básica de los tratamientos y nomenclatura para cada experimento.

							<b>Carga:</b> 14 corderos/ha <b>Ocupación:</b> continuo <b>Ciclo de pastoreo:</b> 98 días	<b>Descanso:</b> --- <b>Tratamiento:</b> LM C y TB C
1	2	3	4				<b>Carga:</b> 14 corderos/ha <b>Ocupación:</b> 14 días <b>Ciclo de pastoreo:</b> 56 días	<b>Descanso:</b> 42 días <b>Tratamiento:</b> LM 14 y TB 14
1	2	3	4	5	6	7	<b>Carga:</b> 14 corderos/ha <b>Ocupación:</b> 7 días <b>Ciclo de pastoreo:</b> 49 días	<b>Descanso:</b> 42 días <b>Tratamiento:</b> LM 7 y TB 7
1	2	3	4	5	6	7	<b>Carga:</b> 17 corderos/ha <b>Ocupación:</b> 7 días <b>Ciclo de pastoreo:</b> 49 días	<b>Descanso:</b> 42 días <b>Tratamiento:</b> LM 7A y TB 7A

Las cargas de 14 y 17 corderos por hectárea, llevadas al área experimental se correspondían con 5 y 6 corderos respectivamente.

### 3.4. DETERMINACIONES EN LA PASTURA

#### 3.4.1. Materia seca disponible y remanente

En este caso, forraje disponible se refiere a la cantidad de materia seca presente al momento de ingresar los animales en la franja, en el caso de los tratamientos con pastoreo rotativo. En el pastoreo continuo este dato corresponde a la cantidad de materia seca a la que tienen acceso los animales, que en este caso fue medida arbitrariamente cada 21 días.

El forraje remanente es la cantidad de materia seca que se encuentra en la parcela que acaba de ser abandonada por los animales en los sistemas con pastoreo rotativo. Para el caso del pastoreo continuo, no se maneja este concepto al permanecer los animales siempre en una misma parcela.

Para la determinación del forraje disponible en los tratamientos con pastoreo continuo se utilizaron tres jaulas de exclusión de 0,4 m<sup>2</sup> por repetición dentro de las cuales se realizaban cortes de 0,1 m<sup>2</sup> (Figura 10) y en los de pastoreo rotativo se utilizó un cuadro de 0,1 m<sup>2</sup>. Los cortes de forrajes se hacían con tijera eléctrica, al ras del suelo.

Las jaulas de exclusión fueron utilizadas siguiendo una modificación de la técnica de Lynch (1947). En cada jaula se cortaban cuatro rectángulos de 0,2 x 0,5 m, dos de los cuales habían tenido un corte 21 días antes y los otros dos se mantenían sin

cortar. Las jaulas eran movidas a una nueva posición representativa del área en cada fecha de corte (cada 21 días).

Para los tratamientos con pastoreo rotativo las determinaciones de forraje disponible se realizaron al ingresar los corderos en las franjas nuevas (cada 7 y 14 días), tirando el cuadro 6 veces al azar dentro de la franja. Al momento de salir de la franja se realizaba el mismo procedimiento de forma de poder calcular el forraje remanente.

Al finalizar el experimento, se tomaron muestras de forraje de cada una de las franjas de los tratamientos con pastoreo rotativo, además de los tratamientos con pastoreo continuo, para poder analizar la disponibilidad final total de cada tratamiento.

El porcentaje de materia seca se determinaba dejando las muestras en estufa a 60°C por 48 horas.

### **3.4.2. Altura**

Tanto para los tratamientos con pastoreo continuo como rotativo, se realizaron cuatro determinaciones de altura con regla graduada dentro del cuadro de 0,2 x 0,5 m (correspondientes al punto más alto donde se concentra la mayor parte del forraje), que luego se promediaban.

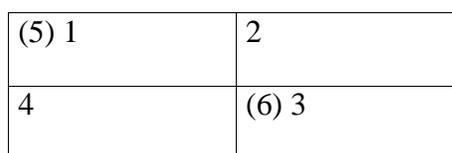
Se buscó asociar la altura del forraje con la materia seca total y de la fracción leguminosa, tanto en el forraje disponible como en el remanente. De manera de obtener un ajuste más específico se determinó arbitrariamente distintas clases según el contenido de leguminosa en la pastura: 0-25%, 25-50% y 50-75%, a los cuales se les asignaron las correspondientes muestras. La justificación de esta metodología de análisis radica en que las leguminosas tienen por lo general un menor porcentaje de materia seca que el resto de los componentes de la pastura y por lo tanto el contenido de leguminosa en cada medida va a afectar el contenido de materia seca de la misma. Los resultados de esta metodología se presentan en el cuadro 26 de la sección 4.1.1.5 y en el cuadro 44 de la sección 4.2.1.5.

### **3.4.3. Composición botánica**

Se realizó análisis botánicos de las muestras separando las fracciones principales: gramíneas, especie sembrada y malezas. Se determinaba el contenido de materia seca de cada fracción con idéntico procedimiento que para materia seca total, para determinar así los kilos de materia seca por hectárea de cada componente de la pastura.

#### **3.4.4. Tasa de crecimiento**

Para los tratamientos con pastoreo continuo la determinación de la tasa de crecimiento se realizaba mediante el uso de jaulas de exclusión a partir de la técnica de Lynch (1947) modificada. Los rectángulos 5 y 6 cortados el día cero, correspondían al forraje disponible; transcurridos 21 días cuando se cortaban los 4 rectángulos, el 1 y 3 representaban el rebrote y los rectángulos 2 y 4 correspondían a crecimiento del período (Figura 10). Promediando las tasas de crecimiento a partir del rebrote y de lo que no fue cortado se obtuvo un valor de tasa de crecimiento cada 21 días.



Los rectángulos 5 y 6 se cortaban al momento de colocar la jaula y los rectángulos 1, 2, 3 y 4 se cortaban luego de 21 días.

**Figura 10.** Diagrama de jaula de exclusión.

Para los tratamientos con pastoreo rotativo el cálculo de tasa de crecimiento se realizaba a partir de la técnica de Anslow y Green (1967).

La tasa de crecimiento relativa se determinó a partir del cociente entre la tasa de crecimiento de cada fecha y su correspondiente forraje remanente.

#### **3.4.5. Forraje desaparecido**

Para realizar este cálculo, se le resta a la cantidad de materia seca presente inicialmente el forraje presente el último día del período experimental, incluyendo la tasa de crecimiento en dicho período.

#### **3.4.6. Calidad de forraje**

Las determinaciones de calidad se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela. Los parámetros evaluados fueron: Proteína cruda (PC) por el método Kjeldhal (1984), digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DMO) por el método de Tilley y Terry (1963) y Fibra Detergente Ácido (FDA) por el método Goering y Van Soest (1970).

Al inicio del experimento se evaluó la calidad del forraje disponible para cada uno de los mejoramientos bajo el supuesto de que todos los tratamientos iniciaban el período experimental en igualdad de condiciones de calidad.

Posteriormente las determinaciones se hicieron según tratamiento tanto para forraje disponible como para remanente, en los días 7 y 30 de julio, 6, 20 y 27 de agosto, 3, 10 y 17 de setiembre y 1 y 8 de octubre.

#### **3.4.7. Rizomas y estolones**

Para detectar posibles efectos de los tratamientos en los órganos subterráneos de las leguminosas sembradas, se muestrearon cilindros de suelo de 8 cm de diámetro y 5 cm de profundidad que abarcaba la zona explorada por los rizomas y estolones.

Se realizaron dos muestreos, uno antes de iniciar el experimento (21/5) y otro luego de finalizado el mismo (12/11). En el muestreo inicial se tomaron 18 muestras en cada mejoramiento, bajo el supuesto de que la totalidad del área de cada experimento se encontraba en las mismas condiciones.

Al final del experimento, se tomaron 12 muestras por tratamiento y por repetición para los tratamientos con pastoreo rotativo y 6 muestras por repetición para los tratamientos con pastoreo continuo.

Las medidas realizadas en el laboratorio luego de limpiar cada muestra fueron: densidad ( $m/m^2$ ), diámetro (mm) y peso seco ( $g/m^2$ ) de rizomas y estolones. El diámetro de dichos órganos fue determinado a través de cuatro mediciones con un calibre por cada muestra de suelo extraída.

En el análisis del muestreo final, para el caso del lotus Maku se realizó por separado el estudio de los órganos nuevos y los viejos, asumiendo que los viejos eran los más leñosos y los jóvenes eran más tiernos y finos.

### **3.5. DETERMINACIONES EN LOS ANIMALES**

### **3.5.1. Peso vivo**

El peso vivo individual se determinó previo al inicio del experimento para luego sortear los animales dentro de los tratamientos, de manera que todos tuvieran el mismo peso promedio. Durante el experimento las determinaciones se realizaron cada 14 días con una balanza electrónica cuya precisión es de 0.5 kg.

Para el cálculo de la ganancia media diaria se ajustó un modelo de regresión lineal en el tiempo en forma individual con las ganancias diarias registradas. Se realizó un análisis de varianza tomándose cada animal como una repetición dentro del bloque para luego obtener las medias por tratamiento de dicha variable. Para determinar las ganancias diarias por ciclo de pastoreo, para el primero se ajustó un modelo de regresión lineal en el tiempo en forma individual. Para el segundo ciclo, las ganancias se calcularon por diferencia de peso en relación a los días transcurridos.

### **3.5.2. Condición corporal**

La condición corporal se tomó al inicio de los experimentos y luego cada 28 días aproximadamente, tomándose la última medida el día de embarque de los corderos. Para la evaluación de la condición corporal se utilizó una escala que va del 0 al 5 (Jefferies 1961, adaptado por Russel *et al.* 1969) (Anexo 1).

### **3.5.3. Asignación de forraje y eficiencia de conversión**

Se entiende por asignación de forraje a la cantidad de materia seca que se le ofrece a los animales en forma diaria, tomando en cuenta la franja que está siendo utilizada o la totalidad del área de pastoreo. Puede ser calculada tanto en MS kg/animal/día como en MS en kg/100 kg PV/día.

Para calcular la eficiencia de conversión se tiene en cuenta la cantidad de forraje desaparecido en relación a los kg de peso vivo ganado.

### **3.5.4. Manejo sanitario**

Los animales utilizados en el experimento eran pertenecientes a la majada de Palo a Pique, la cual presenta resistencia a casi todas las drogas antiparasitarias disponibles en el mercado, por lo que se implementó un plan de dosificaciones estratégico acorde a esta situación (incluso se llegó a usar principios activos de la familia de los fosforados).

El objetivo del seguimiento coproparasitario fue *supresivo* de manera que la carga parasitaria no interfiriera en la producción, lo que podría enmascarar efectos de los tratamientos. El plan de dosificaciones de los corderos se realizó sobre la base de las recomendaciones hechas por el Dr. Norberto Paiva perteneciente a la Dirección de Laboratorios Veterinarios (DILAVE). En el cuadro 19 se detallan las dosificaciones llevadas a cabo durante el período experimental.

**Cuadro 19.** Fechas de dosificaciones antes y durante el período experimental.

Fecha	Producto comercial
2/5/03	Neguvon
27/5/03	Vitazole
17/6/03	Neguvon
27/6/03	Neguvon
7/7/03	Cydectin
10/9/03	Cydectin

Cada 15 días aproximadamente se tomaban muestras de las heces de todos los corderos del ensayo, para luego realizar el conteo coproparasitario. El conteo de huevos por gramo de heces (HPG) se realizó en el DILAVE, según la técnica desarrollada por McMaster y modificada por Williamson *et al.* (1994). A su vez se realizaron cultivos para la identificación de larvas siguiendo la técnica propuesta por Roberts y O'Sullivan (1949).

Asimismo, los animales fueron desojados y bañados en forma preventiva contra piojo y sarna, antes de comenzar el experimento.

### **3.5.5. Crecimiento y calidad de lana**

Para el cálculo del crecimiento de lana durante el período experimental (nanogramos/cm<sup>2</sup>/día) se utilizó el método de parches (Coop, 1953, citado por Bigham, 1974), el que se realiza esquilando al ras un área determinada (aproximadamente 100 cm<sup>2</sup>) a la altura de la tercera costilla del lado derecho del animal. Se realizó un parche al inicio y otro hacia el final del experimento (1/10/03) para determinar el crecimiento.

Las muestras de lana tomadas al final del experimento fueron llevadas al Laboratorio de Lanas del SUL, en donde se determinó en forma individual el largo de la mecha y el diámetro promedio de la fibra. La medición de este último se realizó utilizando el método del Air Flow.

### **3.5.6. Esquila**

La esquila de los animales se realizó el día 17/9, 27 días antes del embarque, evitando esquila el área del parche. El método de esquila utilizada fue *Tally-Hi*, determinándose el peso de vellón sucio y la lana no vellón en forma individual.

### **3.5.7. Calidad de canal *postmortem***

El día 14 de octubre se embarcaron los animales, realizándose la faena de los mismos al día siguiente en las instalaciones del Frigorífico San Jacinto, NIREA S.A. Se registraron medidas de peso de canal caliente y se tipificaron las canales según la conformación y la terminación de las canales (INAC, 1998).

Luego de 24 horas de frío a una temperatura de 2-4° C, se registró el peso de la canal fría para obtener la merma por frío. Además, se tomaron medidas del punto GR (Kirton *et al.*, 1985) en las reses frías a nivel de la 12<sup>a</sup> costilla del lado izquierdo, a 110 mm de la línea media.

A las 48 horas de haber faenado los animales, se realizó el desosado de las canales, separando el músculo *longissimus dorsi*, la pierna sin hueso y sin garrón de la media res izquierda y el Frenched Rack. El primero fue llevado al Laboratorio de Tecnología para la Carne de INIA Tacuarembó para realizar análisis posteriores de calidad de carne. La pierna sin hueso se obtuvo mediante un corte a nivel de la 6<sup>a</sup> vértebra lumbar y la posterior extracción de la base ósea y el Frenched Rack se obtuvo mediante un corte entre la 6<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costillas, (“a 8 costillas”) y la posterior remoción de los músculos en los últimos 5 cm libres de esas costillas.

### **3.5.8. Calidad de carne**

Para evaluar los distintos parámetros que determinan la calidad de la carne, se seleccionaron 32 animales del total del ensayo. En las canales de dichos animales se hicieron mediciones de pH y temperatura, transcurridas 1, 3 y 24 horas *post mortem*, en la media res izquierda entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla. Para las mediciones de pH, se utilizó un equipo manual Orion 210A, estandarizado a dos pH buffer (4 y 7). Las mediciones de temperatura del músculo *longissimus dorsi* se hicieron sobre el músculo entero, con un termómetro Barnnant y una termocupla tipo E, en el centro geométrico del músculo (10 cm posterior a la 13<sup>er</sup> costilla).

En las muestras tomadas del músculo *longissimus dorsi* se analizó el color de la carne y de la grasa, utilizando un colorímetro Minolta, registrando los valores de los parámetros L\*, a\* y b\* según el sistema Hunter.

Realizadas estas mediciones, dichas muestras fueron envasadas al vacío y llevadas a la cámara del Laboratorio de Tecnología para la Carne de INIA Tacuarembó, en dónde se dejaron madurar a una temperatura entre 1 y 3° C por un período de 10 días, para la posterior evaluación de la terneza. Para dicho análisis, se obtuvieron dos bifés de 2.54 cm de espesor de los cortes de *longissimus dorsi* que fueron cocidos a baño María a una temperatura de 70 °C por un lapso de 90 minutos. Las muestras se dejaron enfriar para luego trozar la carne en tamaños de 1cm x 1cm, de manera de seguir la orientación longitudinal de la fibra muscular. Las determinaciones de terneza se hicieron con un equipo Warner-Braztler, realizando 6 mediciones por animal y utilizando el promedio como valor final.

### 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El modelo estadístico general utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

<b>Y</b> = Variable en estudio	<b><math>\alpha</math></b> = Efecto de tratamiento
<b><math>\mu</math></b> = Media del experimento	<b><math>\beta</math></b> = Efecto de bloque
<b><math>\varepsilon</math></b> = Error experimental	<b><math>\gamma</math></b> = Efecto de ciclo de pastoreo
<b>j</b> = Bloque (1, 2)	<b>i</b> = Tratamiento (Cont, Rot14, Rot7 y Rot7A)
<b>k</b> = Ciclo de pastoreo (1,2)	<b><math>\alpha\gamma</math></b> = Efecto de la interacción entre tratamiento y ciclo de pastoreo

El análisis de toda la información se realizó utilizando el paquete estadístico SAS (2003). Los análisis y separación de medias se llevaron a cabo según el test de diferencias mínimas significativas (DMS al 5%).

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. EXPERIMENTO 1: LOTUS MAKU**

#### **4.1.1. Pastura**

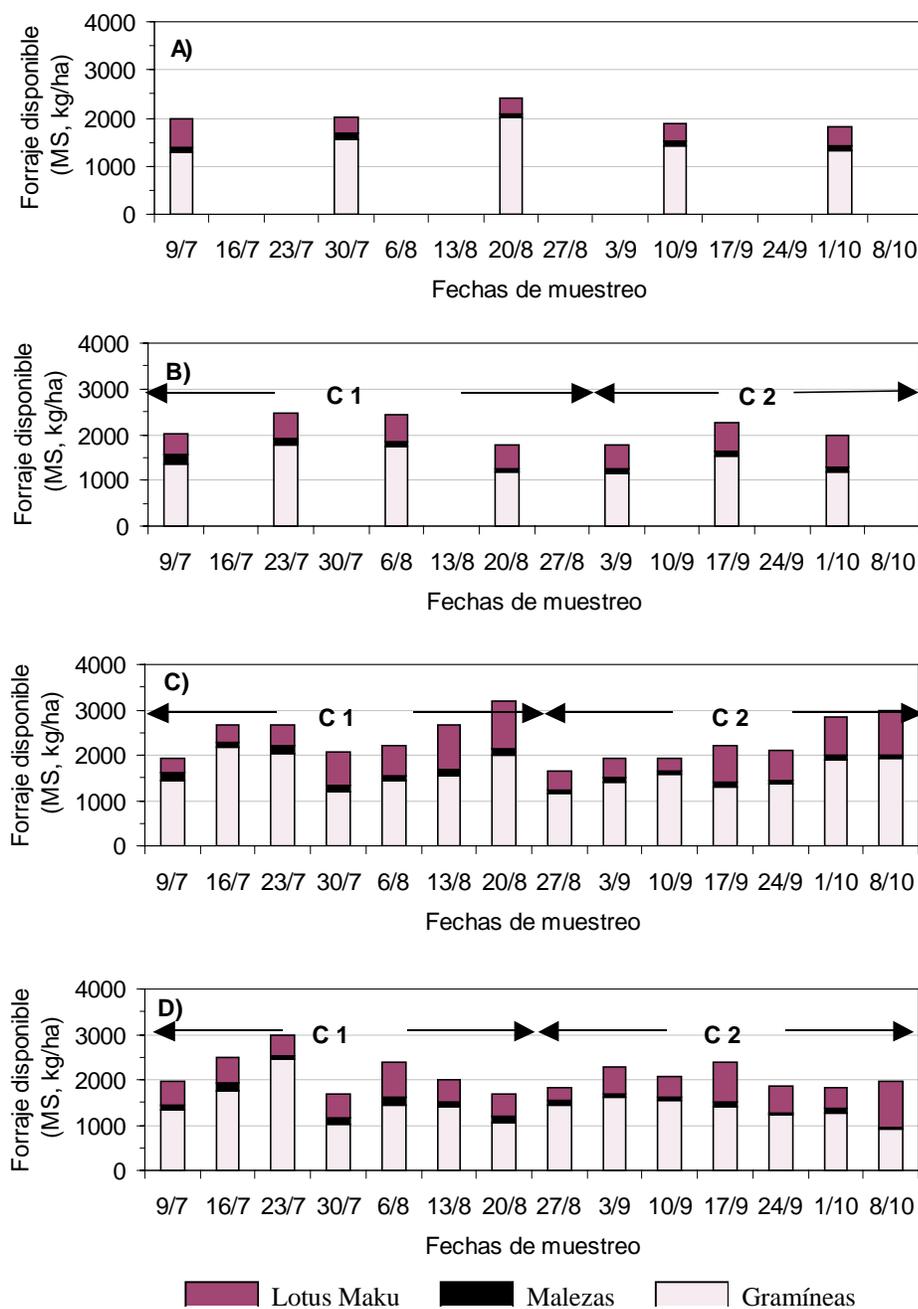
##### **4.1.1.1. Evolución y composición botánica del forraje disponible**

El 9 de julio la masa inicial de forraje promedio del área experimental fue de 1976 kg/ha de MS, con un porcentaje de leguminosa de 24%, correspondiendo al forraje acumulado desde el 5 de abril. Cabe mencionar que las condiciones climáticas del año no fueron favorables para el crecimiento de la pastura, debido a los déficits hídricos ocurridos durante los meses de marzo y abril (ver Cuadro 18 de la sección 3.2).

En la figura 11 se muestra la evolución del forraje disponible a lo largo del período experimental para los distintos tratamientos. Para el tratamiento con pastoreo continuo la disponibilidad de forraje no presentó mayores variaciones, manteniéndose en un rango de entre 1824 y 2426 kg/ha de MS. Para los tratamientos con pastoreo rotativo, se registraron mayores diferencias de disponibilidades dentro de cada ciclo de pastoreo que entre ciclos, siendo estas últimas en todos los casos, menores a 250 kg/ha de MS. No se registraron valores por debajo de 1500 kg/ha de MS, con lo cual las disponibilidades manejadas no serían limitantes para la adecuada performance de los corderos, según Azzarini (1999) y Ayala y Rovira (2002).

No existieron efectos significativos ni de los sistemas de pastoreo ni de las cargas sobre la disponibilidad media de forraje a lo largo de los dos ciclos de pastoreo, si bien se evidenció una tendencia a lograr una mayor disponibilidad del tratamiento LM7 en relación a los demás tratamientos. También se constata la tendencia a la superioridad del mismo tratamiento en la fracción gramínea (Cuadro 20).

El contenido de leguminosa recomendado por Ayala y Rovira (2002) para la producción de corderos pesados es de 30%. En este caso, el contenido medio se situó siempre por debajo del mismo. No obstante, hay que considerar que se partió de un nivel más bajo que el recomendado y en todos los casos el manejo rotativo permitió incrementar el contenido de leguminosa en la pastura a lo largo del período. En cambio, el pastoreo continuo provocó una disminución de dicha variable con respecto a los valores iniciales.



**Figura 11.** Evolución de forraje disponible total y de sus distintas fracciones (lotus Maku, gramíneas y malezas) de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado durante dos ciclos (C1 y C2) por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas (A: LMC; B: LM14; C: LM7; D: LM7A).

El sistema de pastoreo tuvo un efecto significativo en la altura media de la pastura ( $p < 0.05$ ), siendo en el pastoreo continuo donde se registraron los menores valores (Cuadro 20). A su vez en los sistemas rotativos el mayor tiempo de ocupación (LM14) determinó una menor altura media del forraje disponible. El aumento de carga también tuvo efecto significativo sobre esta variable, provocando una menor altura del tapiz.

Los sistemas de pastoreo y las cargas evaluadas no afectaron significativamente ni el total de materia seca ni sus fracciones.

**Cuadro 20.** Disponibilidad media de forraje total y sus fracciones (MS kg/ha) y altura media (cm) de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

Tratamiento	Disponibilidad media (MS kg/ha)				Altura media (cm)
	Total	LM	Mz	Gram	Total
LM C	2029	405	99	1525	4 c
LM 14	2097	558	126	1413	5 b
LM 7	2353	641	112	1603	6 a
LM 7A	2080	571	101	1420	5 b
CV (%)	3.4	18.1	12.3	3.0	3.2
Significancia	ns ( $p=0.06$ )	ns	ns	ns ( $p=0.06$ )	*

LM=lotus Maku; Mz= malezas; Gram= gramíneas nativas; ns = diferencia estadísticamente no significativa; \* =  $p < 0.05$ ; CV (%) = coeficiente de variación; Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (LSD 0.05).

Al finalizar el experimento, se muestreó la totalidad del área experimental a los efectos de evaluar la disponibilidad de forraje final. El único tratamiento que finalizó con un contenido de leguminosa menor al inicial fue el continuo, sin embargo, para todos los tratamientos con pastoreo rotativo existió una tendencia opuesta (Cuadro 21).

Desde el inicio del experimento el enmalezamiento fue de escasa importancia (7%) y se mantuvo en estos niveles en todos los tratamientos salvo en el LM7 que se redujo en un 50%. Las especies de malezas predominantes fueron *Juncus* ssp., *Oxalis* ssp. y *Eryngium horridum*.

**Cuadro 21.** Disponibilidad final de forraje y sus fracciones (MS kg/ha) de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

Tratamiento	Disponibilidad final (MS kg/ha)			
	Total	LM	Mz	Gram
LM C	1995	343	95	1557
LM 14	2017	550	88	1379
LM 7	2382	676	83	1622
LM 7A	2413	682	91	1294
CV (%)	17.1	32.5	22.0	12.8
Significancia	ns	ns	ns	ns

LM=lotus Maku; Mz= malezas; Gram= gramíneas nativas;  
 ns = diferencia estadísticamente no significativa;  
 CV (%) = coeficiente de variación.

En ninguno de los tratamientos hubieron grandes diferencias entre la disponibilidad inicial y final de materia seca, es decir, que durante el período de evaluación los animales consumieron aproximadamente el equivalente a la tasa de crecimiento.

#### 4.1.1.2. Evolución y composición botánica del forraje remanente

No se registraron grandes variaciones en el forraje remanente entre las cargas y sistemas de pastoreo evaluados y tampoco hubieron grandes diferencias entre ciclos de pastoreo (Figura 12).

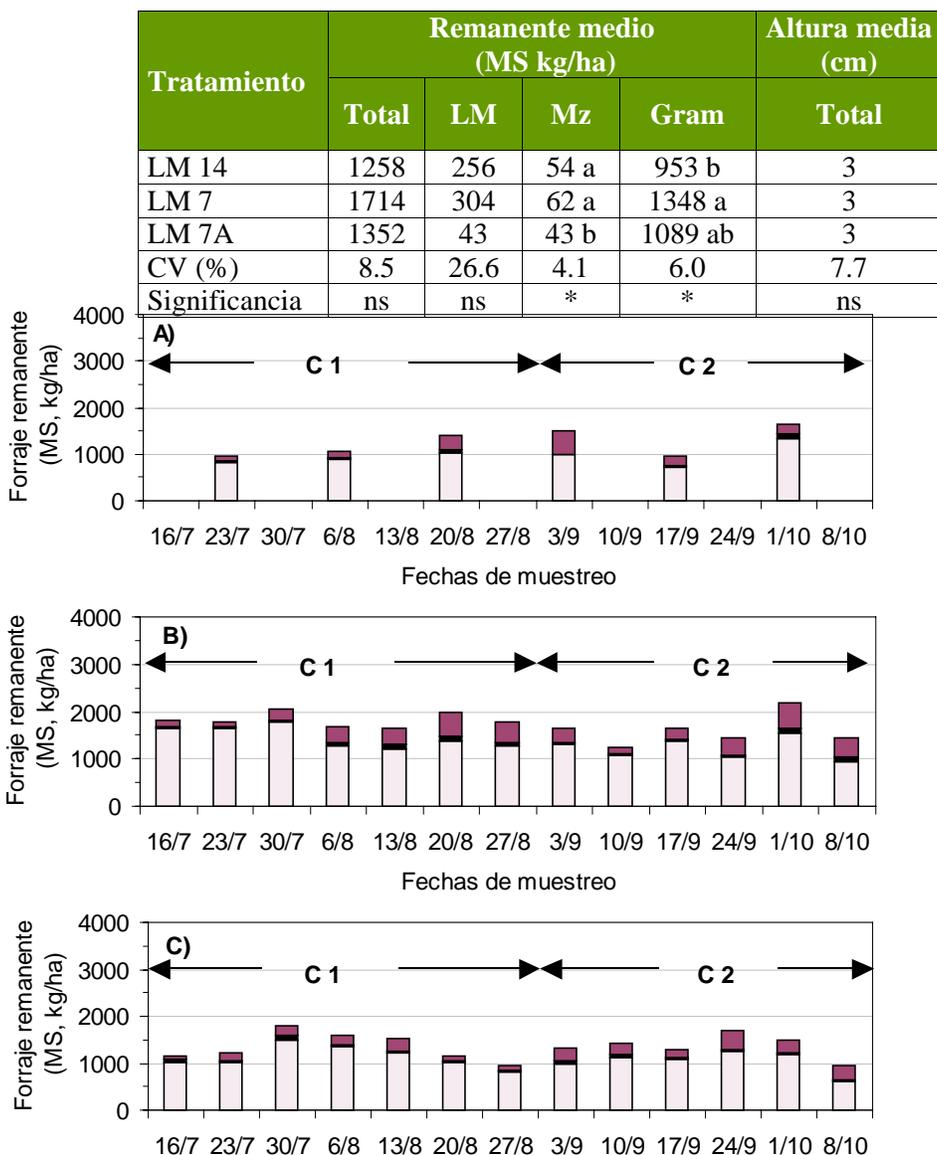
El forraje remanente medio para MS total no difirió en forma significativa entre tratamientos. Para la fracción leguminosa, si bien la importante variación no permitió encontrar diferencias significativas, es claro el menor aporte de la misma en el tratamiento de carga alta. El enmalezamiento medio del forraje remanente resultó significativamente menor ( $p < 0.05$ ) para el mismo tratamiento. Para la fracción gramínea también se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, siendo el LM14 el que registró el menor valor y el LM7 el de mayor aporte de esta fracción al forraje remanente (Cuadro 22).

El menor registro del forraje remanente fue de 950 kg/ha de MS, valor que puede considerarse crítico según Azzarini (1999) para pastoreos rotativos para la obtención del producto cordero pesado.

**Figura 12.** Evolución de forraje remanente total y de sus distintas fracciones (lotus Maku, gramíneas y malezas) de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado durante dos ciclos (C1 y C2) por corderos bajo distintos sistemas de manejo y carga (A: LM14; B: LM7; C: LM7A).

En todos los tratamientos la proporción de leguminosa fue menor en el remanente con relación al disponible, evidenciando la existencia de selección a favor del lotus Maku (Cuadro 20 y 22). Este efecto se acentúa con el aumento de carga, ya que existió una tendencia a un menor contenido de leguminosa para el tratamiento de carga alta. Para la altura del forraje remanente no se registraron diferencias significativas entre los distintos sistemas de pastoreo y cargas (Cuadro 22).

**Cuadro 22.** Forraje remanente medio y sus fracciones (MS kg/ha) y altura media (cm) de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.



LM= lotus Maku; Mz= malezas; Gram= gramíneas nativas; ns = diferencia estadísticamente no significativa; \* = p<0.05; CV (%) = coeficiente de variación; Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (LSD 0.05).

#### 4.1.1.3. Tasa de crecimiento

Los tratamientos evaluados no tuvieron efectos significativos sobre la tasa de crecimiento promedio tanto del total como de la fracción leguminosa (Cuadro 23). La evolución de las tasas de crecimiento se presentan en el anexo 2. Sin embargo, en el primer ciclo de pastoreo se registró un efecto significativo (p<0.05) de la frecuencia de cambio de franja y de la carga. Las tasas de crecimiento fueron superiores para MS total y de la especie sembrada en el segundo ciclo de pastoreo (correspondiéndose con la primavera) para todos los tratamientos con pastoreo rotativo.

**Cuadro 23.** Tasas de crecimiento por ciclo de pastoreo y promedio para todo el período, para forraje total y fracción leguminosa (MS kg/ha/día) de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

Tratamiento	TC total (MS kg/ha/día)			TC leguminosa (MS kg/ha/día)		
	Ciclo 1	Ciclo 2	Promedio	Ciclo 1	Ciclo 2	Promedio
LM C	---	---	21	---	---	7
LM 14	20 a	23	21	9	12	10
LM 7	12 c	32	22	8	13	11
LM 7A	16 b	26	21	10	13	12
CV (%)	5.1	54.9	37.9	17.2	61.3	28.7
Significancia	*	ns	ns	ns	ns	ns

ns = diferencia estadísticamente no significativa; \* = p<0.05; CV (%) = coeficiente de variación; Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (LSD 0.05).

A los efectos de determinar si la intensidad y frecuencia de defoliación incidían en el crecimiento posterior de la pastura y de la especie sembrada, se calculó la tasa de crecimiento relativa a la cantidad de forraje remanente (TCR). Para el primer ciclo de pastoreo se observa en el forraje total una menor tasa de crecimiento relativa utilizando carga baja y frecuencia semanal de cambio de franja, mientras que para la fracción leguminosa no se detectaron diferencias significativas. Para el segundo ciclo no se registraron efectos significativos ni de los sistemas de pastoreo ni de las cargas, tanto para forraje total como de leguminosa (Cuadro 24).

Al calcularse el promedio de tasa de crecimiento relativa para todo el período, no se registraron diferencias significativas para el forraje total pero sí existieron para la fracción leguminosa. El sistema de pastoreo afectó la TCR ya que el pastoreo continuo fue el que menos creció a partir de la misma cantidad de forraje remanente.

**Cuadro 24.** Tasas de crecimiento relativas al forraje remanente ((MS kg/ha/día)/(kg de MS remanente)) por ciclo de pastoreo y promedio para todo el período, para forraje total y fracción leguminosa de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

Tratamiento	TCR total			TCR leguminosa		
	Ciclo 1	Ciclo 2	Promedio	Ciclo 1	Ciclo 2	Promedio
LM C	---	---	0.011	---	---	0.025 c
LM 14	0.017 a	0.022	0.019	0.086	0.081	0.084 a
LM 7	0.007 b	0.020	0.014	0.055	0.042	0.048 bc
LM 7A	0.013 a	0.018	0.016	0.086	0.051	0.069 ab
CV (%)	11.9	39.4	24.7	67.0	73.7	19.4
Significancia	*	ns	ns	ns	ns	*

ns = diferencia estadísticamente no significativa; \* =  $p < 0.05$ ; CV (%) = coeficiente de variación; Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (LSD 0.05).

#### 4.1.1.4. Forraje desaparecido

Los distintos tratamientos no tuvieron efecto significativo sobre la utilización del forraje, pudiendo esto estar explicado por la alta variación en los datos. Sin embargo los valores encontrados concuerdan con los resultados obtenidos por Norbis *et al.* (2001) donde manteniendo la carga constante, la utilización aumenta de 55% a 71% al pasar de pastoreo continuo a rotativo y al aumentar la carga de 12 a 16 corderos/ha la misma se incrementa en un 67% (Cuadro 25).

Como era de esperarse, el porcentaje de desaparición de la fracción leguminosa para todos los casos fue en promedio 54% mayor que el del total del forraje; esto indica que la especie introducida fue aceptada por los animales. Esto se ve reafirmado por el mayor porcentaje de leguminosa desaparecida bajo pastoreo continuo.

**Cuadro 25.** Forraje medio desaparecido (%) para el total y para la fracción leguminosa, de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

Tratamiento	Forraje desaparecido (%)	
	Total	Leguminosa
LM C	47	74
LM 14	49	58
LM 7	21	41
LM 7A	30	56
CV (%)	45.9	23.3

Significancia	ns	ns
---------------	----	----

ns = diferencia estadísticamente no significativa; CV (%) = coeficiente de variación.

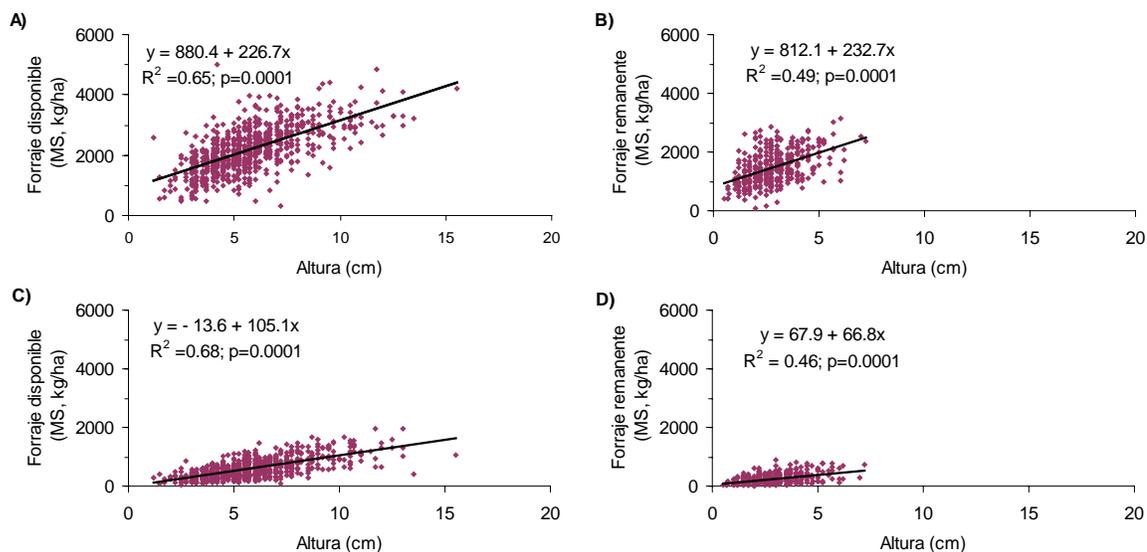
#### 4.1.1.5. Asociación entre disponibilidad y altura del forraje

En numerosas investigaciones se ha demostrado la asociación existente entre la altura del forraje y la cantidad de materia seca. Para asociar el forraje disponible y remanente con la altura de la pastura, en primera instancia se buscó un único coeficiente que relacionara la MS total y MS de lotus Maku con la altura del forraje (Figura 13).

Existió una asociación significativa ( $p < 0.0001$ ), de tipo lineal y positiva entre la altura del forraje y los kg de MS total y de leguminosa tanto en el forraje disponible como en el remanente. Por cada cm más de altura del forraje total disponible, la cantidad de MS se vio aumentada en 227 kg/ha. Iglesias y Ramos (2003) hallaron valores de asociación inferiores bajo condiciones similares, del orden de 83 kg/ha de MS por cada cm de aumento en el forraje disponible.

El grado de ajuste entre las variables fue siempre mayor en el forraje disponible que en el remanente, tanto para MS total como MS de lotus Maku (Figura 13).

La altura a la cual se manejó el remanente en los sistemas rotativos (3 cm en promedio), se correspondió con los valores de forraje remanente establecidos como críticos en la bibliografía para sistemas de pastoreo rotativo (1000 kg/ha de MS).



**Figura 13.** Asociaciones entre MS total y de lotus Maku con la altura del forraje disponible y remanente de un mejoramiento de campo pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas (A: MS total disponible vs. altura; B: MS total remanente vs. altura; C: MS lotus Maku disponible vs. altura; D: MS lotus Maku remanente vs. altura).

El remanente consiste mayormente en tallos, material senescente y en general tejidos vegetales con alto contenido de materia seca; por esto se esperaría que la pendiente de la recta de regresión sea mayor en el remanente, es decir, que por cada centímetro de aumento en la altura del forraje el incremento en la cantidad de materia seca sea mayor en el remanente que en el disponible. Esto se cumple para la MS total, pero no así para la fracción leguminosa. Iglesias y Ramos (2003) también encontraron una mayor pendiente para la MS remanente total en relación al disponible.

Si bien los modelos estadísticos fueron significativos tanto para disponible y remanente de MS total y MS de leguminosa, se trató de encontrar un coeficiente de determinación más específico para cada situación práctica, ya que es probable encontrar distintos contenidos de leguminosa en los mejoramientos, para lo cual se establecieron tres rangos críticos en contenido de leguminosa (ver sección 3.4.2.).

Contenidos mayores al 75% de leguminosa no se analizaron al no encontrarse contenidos tan elevados en el forraje. Para el forraje remanente, no se encontraron contenidos superiores a 50% (Cuadro 26).

En todos los casos el grado de asociación aumentó a medida que se incrementó el contenido de leguminosa en la pastura (debe tenerse en cuenta que el tamaño de muestra

disminuyó). A su vez, para un mismo contenido de leguminosa, el coeficiente de determinación fue similar entre el forraje disponible y remanente.

**Cuadro 26.** Regresiones entre MS total y MS lotus Maku con la altura del forraje disponible y remanente durante invierno y primavera, según el contenido de leguminosa para un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos.

% leguminosa	Disponible (MS kg/ha)		Remanente (MS kg/ha)	
	Total	LM	Total	LM
0-25	$y=889+234x$ $p=0.0001;n=33$ 6 $R^2=0.54$	$y=130+48x$ $p=0.0001;n=33$ 6 $R^2=0.48$	$y=845+230x$ $p=0.0001;n=31$ 2 $R^2=0.47$	$y=110+38x$ $p=0.0001;n=312$ $R^2=0.33$
25-50	$y=799+235x$ $p=0.0001;n=42$ 6 $R^2=0.69$	$y=154+95x$ $p=0.0001;n=42$ 6 $R^2=0.69$	$y=492+292x$ $p=0.0001;n=72$ $R^2=0.65$	$y=146+92x$ $p=0.0001;n=72$ $R^2=0.65$
50-75	$y=240+260x$ $p=0.0082;n=6$ $R^2=0.92$	$y=138+148x$ $p=0.0083;n=6$ $R^2=0.92$	-	-

**Cuadro 27.** Regresiones entre MS total y MS lotus Maku con la altura del forraje disponible y remanente de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos durante invierno y primavera, según los distintos tratamientos.

Tratamiento	Disponible (MS kg/ha)		Remanente (MS kg/ha)	
	Total	LM	Total	LM
LM C	$y=1235+188x$ $p=0.0001;n=13$ 2 $R^2=0.49$	$y=83+79x$ $p=0.0001;n=13$ 2 $R^2=0.51$	-	-
LM 14	$y=871+218x$ $p=0.0001;n=13$ 2 $R^2=0.61$	$y=73+88x$ $p=0.0001;n=13$ 2 $R^2=0.66$	$y=634+248x$ $p=0.0001;n=72$ $R^2=0.54$	$y=-20+108x$ $p=0.0001;n=72$ $R^2=0.61$
LM 7	$y=845+236x$ $p=0.0001;n=25$ 2 $R^2=0.69$	$y=75+90x$ $p=0.0001;n=25$ 2 $R^2=0.59$	$y=1273+132x$ $p=0.0001;n=156$ 6 $R^2=0.30$	$y=92+64x$ $p=0.0001;n=156$ $R^2=0.41$
LM 7A	$y=724+240x$ $p=0.0001;n=25$ 2 $R^2=0.66$	$y=-154+135x$ $p=0.0001;n=25$ 2 $R^2=0.78$	$y=681+260x$ $p=0.0001;n=156$ 6 $R^2=0.51$	$y=112+42x$ $p=0.0001;n=156$ $R^2=0.33$

Otro de los factores que pueden estar influyendo en la manera en que se relacionan MS con la altura del forraje es la carga animal y el sistema de pastoreo. Por esta razón, se intentó profundizar aún más el análisis estudiando por separado cada tratamiento (Cuadro 27).

Para todos los tratamientos el remanente presentó un menor ajuste entre la altura del forraje y la materia seca, tanto para MS total como para MS de lotus Maku. El menor coeficiente correspondió al tratamiento de pastoreo continuo en comparación con el disponible de los demás tratamientos (Cuadro 27).

#### 4.1.1.6. Asociación entre contenido de leguminosa en el remanente y en el rebrote

Para determinar si el estado con que se dejaba la franja se relacionaba con el estado que tendría la misma luego del período de descanso, se asoció el contenido de leguminosa al momento del cambio de franja con el contenido 42 días después.

Aunque en el tratamiento con pastoreo continuo no se habla de forraje remanente propiamente dicho, para poder compararlo con los demás tratamientos se halló la asociación entre medidas consecutivas (cada 21 días). El único tratamiento que no presentó asociación significativa entre las variables fue el de carga alta. Para los restantes, el contenido de leguminosa en el rebrote estuvo en parte explicado por los contenidos de leguminosa en el remanente previo. El tratamiento con mayor respuesta a la cantidad de leguminosa en el remanente fue el LM7, mostrando una más rápida recuperación en comparación con el resto (Cuadro 28).

**Cuadro 28.** Regresiones entre materia seca de leguminosa (kg/ha) en el forraje remanente y en el rebrote de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas durante invierno y primavera.

Tratamiento	Leg. en el rebrote (MS kg/ha)
LM C	$y=128+0.56x$ $p=0.015;n=10;R^2=0.74$
LM 14	$y=424+0.95x$ $p=0.006;n=6;R^2=0.94$
LM 7	$y=248+1.32x$ $p=0.003;n=14;R^2=0.73$
LM 7A	ns

ns = regresión estadísticamente no significativa

#### 4.1.1.7. Calidad de forraje

Los valores de digestibilidad (DMO) para el forraje disponible de todo el mejoramiento oscilaron entre un máximo de 54% y un mínimo de 37%. El rango para el contenido de proteína (PC) se situó entre 20% y 13% y el de fibra detergente ácido (FDA) entre 50% y 36% (Anexo 3). Se optó por manejar valores promedio a la hora de comentar los resultados obtenidos en los distintos parámetros de calidad (Cuadro 29).

**Cuadro 29.** Valores promedio de los parámetros de calidad del forraje disponible y remanente de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas durante invierno y primavera.

	Calidad de forraje (%)	
	Disponible	Remanente
Digestibilidad de la mat. org.	45	34
Fibra detergente ácido	44	51
Proteína cruda	16	13
Contenido de leguminosa	27	19
Contenido de materia seca	22	28

La mayor digestibilidad esperable en un mejoramiento extensivo corresponde a la fracción leguminosa. En este caso, como se mencionó anteriormente, la proporción de la especie sembrada es baja y esto puede verse reflejado en la pobre digestibilidad del forraje disponible. Sin embargo, Carámbula *et al.* (1994) encontraron DMO de 49% para un mejoramiento que contenía 95% de leguminosa. Por otro lado, Iglesias y Ramos (2003) obtuvieron datos de DMO de 71% en un mejoramiento de campo con un contenido medio de leguminosa aproximado de 53%, durante los meses de otoño e invierno.

Tratándose de una especie en donde la digestibilidad post-ruminal cobra gran importancia y la misma no es tenida en cuenta en los análisis realizados, los valores obtenidos no se consideran tan bajos.

Los datos de FDA de este experimento se encuentran por encima de los valores hallados por Iglesias y Ramos (2003) para un mejoramiento de campo con lotus Maku, siendo en promedio 39%. El valor de PC del forraje ofrecido obtenido por estos mismos autores fue en promedio 20%.

El contenido promedio de MS del forraje disponible ubica a la pastura como una dieta de buena calidad, considerando los rangos propuestos (18-24%) por Cherney y Allen (1995) citados por Clark *et al.* (1998).

#### 4.1.1.8. Biomasa de rizomas

Con respecto a la densidad inicial de rizomas ( $\text{m}/\text{m}^2$ ) se registró un aumento de la misma una vez finalizado el experimento para todos los tratamientos. No se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos, aunque el tratamiento con pastoreo continuo registró el mayor aumento ( $94 \text{ m}/\text{m}^2$ ) y el menor correspondió al de pastoreo rotativo carga alta ( $64 \text{ m}/\text{m}^2$ ) (Cuadro 30).

Para el peso seco de rizomas tampoco se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos. En este caso los aumentos fueron más importantes aún, siendo el tratamiento con pastoreo rotativo con cambio de franja cada 14 días el que tuvo el mayor incremento ( $149 \text{ g}/\text{m}^2$ ). El mismo sistema de pastoreo con cambio de franja semanal fue el que tuvo el menor ( $102 \text{ g}/\text{m}^2$ ).

Sin embargo, el diámetro de los rizomas registró una pequeña disminución para los tres tratamientos rotativos (en promedio  $0.4 \text{ mm}$ ) con respecto al diámetro inicial. Esto se explicaría porque la planta estuvo en activo crecimiento destinando la energía hacia la formación de órganos jóvenes, menos leñosos y con menor cantidad de reservas que los iniciales.

El tratamiento con pastoreo continuo fue el único que registró un aumento en el diámetro de los rizomas y además se diferenció en forma significativa de los demás tratamientos, a pesar de la gran variación registrada. Esto podría explicarse porque los tratamientos rotativos al ser pastoreados más intensamente y dejar menor área foliar, determinan que el rebrote requiera movilizar reservas; tal vez esto no ocurra en el pastoreo continuo.

**Cuadro 30.** Caracterización de los rizomas para inicio y fin del período experimental para un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

		Densidad ( $\text{m}/\text{m}^2$ )	Diámetro (mm)	Peso seco ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
Inicial (21/05/2003)		58	2.3	38
Final (12/11/2003)	LM C	152	2.5 a	171
	LM 14	143	2.0 b	187
	LM 7	127	1.8 b	140
	LM 7A	122	1.9 b	179
CV (%)		73.2	85.0	26.2
Significancia		ns	**	ns

ns = diferencia estadísticamente no significativa; \*\* =  $p < 0.01$ ; CV (%) = coeficiente de variación.

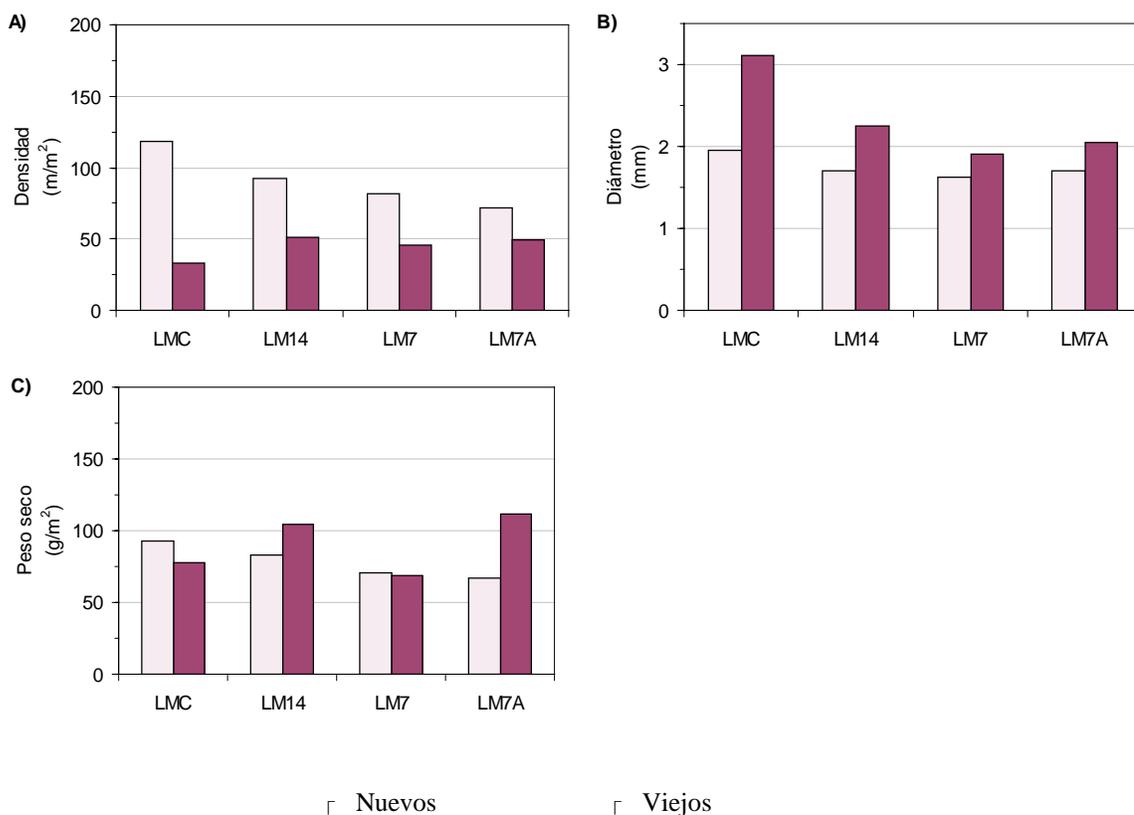
Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (LSD 0.05).

Las medidas del 21/05/2003 no fueron incluidas en ningún análisis estadístico.

Al final del experimento, de manera de estimar los cambios ocurridos durante el período se clasificaron los rizomas viejos y nuevos, siendo los viejos más leñosos y de color más intenso.

Con respecto a la densidad de rizomas, los nuevos superaron a los viejos para todos los tratamientos como resultado de un activo crecimiento. Esta diferencia fue más notoria para el tratamiento con pastoreo continuo, en donde los rizomas nuevos sobrepasaron en un 260% a los viejos (Figura 14).

También en el diámetro de los rizomas el tratamiento de pastoreo continuo fue el más destacado, tanto en los rizomas viejos como en los nuevos. En los viejos superó en un 47% al promedio de los demás tratamientos y en los nuevos la superioridad fue de 18%.



**Figura 14.** Caracterización de los rizomas al final del período experimental para un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas (A: Densidad (m/m<sup>2</sup>); B: Diámetro (mm); C: Peso seco (g/m<sup>2</sup>)).

En los sistemas con pastoreo continuo, la frecuencia de defoliación queda definida por la carga animal (Smetham, 1994); en este caso se puede decir que la carga

animal no fue lo suficientemente alta como para que la pastura resintiera el crecimiento de sus órganos subterráneos (reafirmado esto por lo expuesto en la sección 4.1.1.1).

#### 4.1.2. Producción animal

El cuadro 31 resume los resultados obtenidos en producción animal para cada tratamiento, tanto en performance individual como en producción por hectárea a lo largo de todo el período experimental. Las siguientes secciones profundizarán en estos resultados.

**Cuadro 31.** Performance animal individual (PV, CC, GMD y producción de lana) y por hectárea (corderos terminados, PV y producción de lana) de corderos pesados Corriedale bajo diferentes manejos de pastoreo y cargas sobre un mejoramiento de campo con lotus Maku, en el período de julio a octubre.

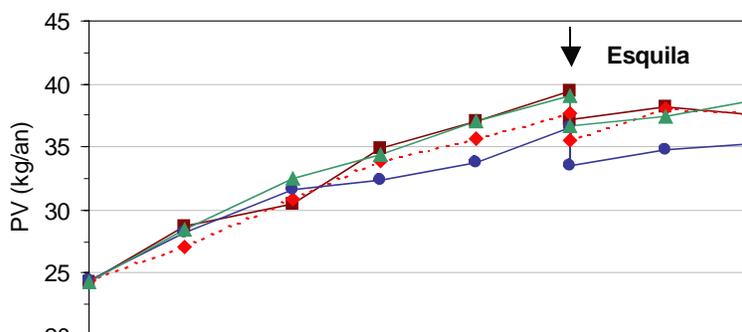
	Cont.	Rot. 14	Rot. 7		CV (%)	Sign.
	14 an/ha	14 an/ha	14 an/ha	17 an/ha		
<b>Producción individual</b>						
PV inicial (kg/an)	24.4	24.3	24.4	24.4	8.9	ns
PV final (kg/an)	37.6 ab	38.8 a	37.7 ab	35.3 b	7.7	*
CC inicial (unidades)	3.6	3.5	3.5	3.6	10.0	ns
CC final (unidades)	4.6	4.6	4.7	4.4	8.9	ns
GMD (g/an/día)	156 a	169 a	162 a	126 b	15.4	**
Prod. de lana (kg/an) <sup>1</sup>	2.3	2.4	2.2	2.4	18.9	ns
<b>Producción en 98 días</b>						
Cord. terminados (%) <sup>2</sup>	90	100	90	58	-	-
PV (kg/ha)	215	233	222	210	15.0	ns
Prod. lana (kg/ha)	32 b	33 b	31 b	40 a	2.2	**

ns= diferencia estadísticamente no significativa; \* = p<0.05; \*\* = p<0.01; - = sin estadística;  
CV (%) = coeficiente de variación; <sup>2</sup>= PV<sub>≥</sub>34 kg y CC<sub>≥</sub>3.5 (requisitos del Operativo Cordero Pesado).  
Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (LSD 0.05).

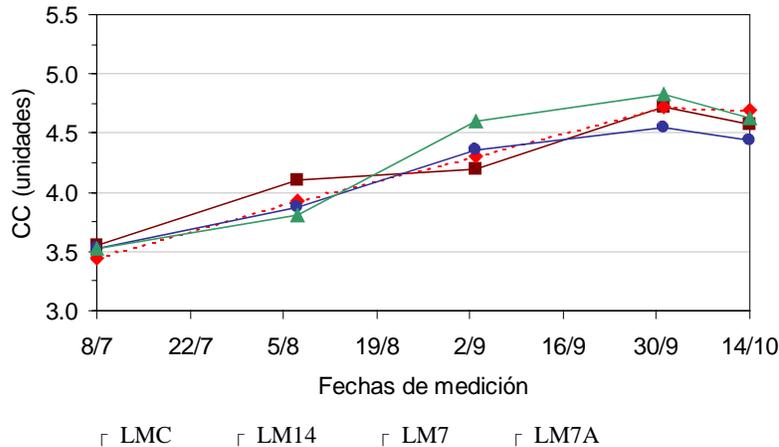
<sup>1</sup> Vellón sucio correspondiente a corderos de 1 año de edad.

##### 4.1.2.1. Evolución de peso vivo y condición corporal

El peso vivo al comienzo de la evaluación se situó en 24.4 kg/animal, mostrando una evolución positiva para todos los tratamientos a lo largo del período experimental. El 17 de setiembre se realizó la esquila de todos los corderos, lo que explica el descenso que se observa en la figura 15. Luego de la esquila, en todos los tratamientos se alcanzó el peso mínimo requerido por el Operativo Cordero Pesado (OCP).



**Figura 15.** Evolución de peso vivo promedio (kg/an) de corderos Corriedale bajo diferentes manejos del pastoreo y cargas sobre un mejoramiento de campo con lotus Maku en el período julio-octubre.



**Figura 16.** Evolución de condición corporal promedio (CC) de corderos Corriedale bajo diferentes sistemas de pastoreo y cargas sobre un mejoramiento de campo con lotus Maku en el período julio-octubre.

El peso vivo final mostró diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ), resultando el LM7A en el menor PV, siendo un 9% menor al LM14. El incremento de PV promedio a lo largo del período para todos los sistemas de pastoreo fue de 13.6 kg por animal, mientras que para el promedio de las dos cargas fue 12.1 kg por animal (Cuadro 31 y Figura 15).

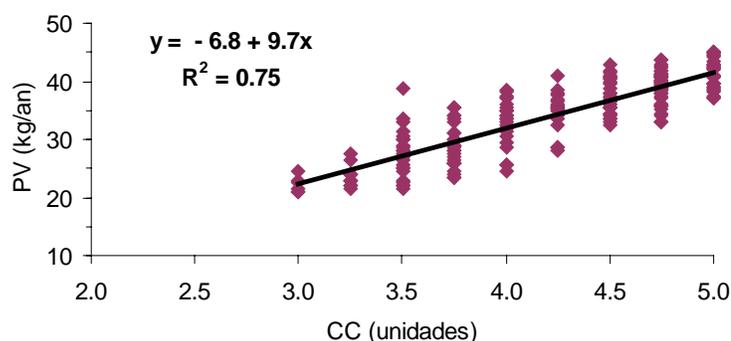
En cuanto a la evolución de la condición corporal media, ésta siempre fue en aumento y a partir del segundo registro se logró el mínimo exigido por el OCP para todos los tratamientos. A partir del 30 de setiembre todos los tratamientos presentaron un leve descenso aunque el mismo no alcanza al medio punto de CC (Figura 16). Al finalizar el período la condición corporal no difirió significativamente entre tratamientos,

terminando con un promedio de 4.6 (Cuadro 31).

#### 4.1.2.2. Asociación entre peso vivo y condición corporal

Al relacionar el peso vivo y la condición corporal, se obtuvo un alto grado de asociación entre las variables. Por cada punto de aumento de la CC, el peso vivo aumentó en 9.7 kg (Figura 17). Estas pendientes son mayores a las encontradas por

Guerrina e Invernizzi (2002) en borregas y Camesasca *et al.* (2002) e Iglesias y Ramos (2003) en corderos, quienes hallaron valores de 7.1, 7.2 y 7.1 kg de PV por cada punto de aumento de CC respectivamente.



**Figura 17.** Asociación entre condición corporal y peso vivo en corderos pesados Corriedale pastoreando un mejoramiento de campo con lotus Maku.

#### 4.1.2.3. Ganancia media diaria

Se registraron efectos significativos de la carga ( $p < 0.01$ ) en la ganancia diaria (GMD), correspondiendo el menor valor a la carga de 17 corderos/ha. En cambio, el sistema de pastoreo no tuvo efectos en la GMD promediando los tres tratamientos una ganancia de 162 g/an/día (Cuadro 31).

Las ganancias diarias obtenidas fueron similares a las obtenidas por Ayala *et al.* (2001a) y superaron a las de Formoso *et al.* (2001), experimentos realizados sobre la misma base forrajera y con cargas similares. Incluso, las ganancias obtenidas en los tratamientos con carga baja son comparables a las obtenidas por Azzarini y Gaggero (1996) citados por Azzarini (1999) sobre praderas de segundo año. Iglesias y Ramos (2003), por otra parte, obtuvieron ganancias de 196 g/animal/día con cargas de entre 8 y 12 corderos/ha que pastoreaban un mejoramiento de campo con lotus Maku.

Aún así, las ganancias menores no fueron suficientes para cumplir los objetivos productivos ya que el tratamiento de carga alta alcanzó únicamente el 58% de corderos terminados, mientras que en el resto de los tratamientos se logró terminar en promedio el 93% de los corderos.

Para detectar los efectos producidos por los ciclos de pastoreo, las GMD fueron desglosadas en primer y segundo ciclo. Aunque en el tratamiento de pastoreo continuo

no se diferencian ciclos de pastoreo, para facilitar el análisis del mismo se divide el período experimental tomando como referencia la fecha de los tratamientos rotativos.

Se registró interacción significativa entre tratamiento y ciclo de pastoreo ( $p < 0.01$ ). Las GMD registradas para el primer ciclo de pastoreo fueron superiores con respecto a las del segundo para todos los tratamientos (Cuadro 32). Esto podría explicarse porque se comenzó el experimento con forraje acumulado desde el otoño, con animales de menor peso corporal.

**Cuadro 32.** Ganancias medias diarias (g/an/día) de corderos Corriedale sobre un mejoramiento de campo con lotus Maku manejado bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas, según ciclo de pastoreo.

Tratamiento	GMD (g/an/día)	
	Ciclo 1	Ciclo 2
LM C	229 a	68 d
LM 14	237 a	101 c
LM 7	223 a	102 c
LM 7A	189 b	94 cd
CV (%)	20.6	
Significancia		
Trat	*	
Ciclo	**	
Trat*Ciclo	**	

\* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; CV (%) = coeficiente de variación.  
Letras diferentes indican diferencias significativas (LSD 0.05).

Durante el primer ciclo no se registraron diferencias significativas entre los sistemas de pastoreo, en cambio al aumentar la carga de 14 a 17 corderos/ha sí se verificaron diferencias significativas, traduciéndose en ganancias diarias 18% menores para el tratamiento de carga alta.

En el segundo ciclo el factor más determinante de las ganancias diarias fue el sistema de pastoreo, encontrándose para una misma carga (14 corderos/ha) ganancias significativamente menores en el pastoreo continuo que en los tratamientos con pastoreo rotativo.

No se encontró asociación significativa entre la disponibilidad de MS de forraje total y de leguminosa con la ganancia media diaria individual (Anexo 4).

#### 4.1.2.4. Producción de carne y lana

La producción de carne por hectárea alcanzó una media de 220 kg/ha, no registrándose diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, la carga de 17 corderos por hectárea fue lo suficientemente elevada como para resentir la performance individual. Estos resultados concuerdan con Mott (1960), Spedding (1970) y Van Soest (1982), ya que la carga más elevada se correspondió con las menores ganancias individuales (Cuadro 31).

La producción de lana por hectárea mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.01$ ), siendo el de carga alta el que tuvo mayor producción como consecuencia del mayor número de animales. Para la producción de lana individual no se registraron efectos significativos ni de la carga ni del sistema de pastoreo (Cuadro 31).

#### 4.1.2.5. Crecimiento y calidad de lana

El diámetro de fibra en promedio fue de  $26\mu$ , siendo inferior en  $3\mu$  a lo registrado por Iglesias y Ramos (2003) en corderos Corriedale de la misma edad sobre un mejoramiento con lotus Maku, utilizando el promedio de dos cargas (8 y 12 cord/ha). El largo de mecha y crecimiento fueron en promedio 4.1 cm y  $595 \text{ ng/cm}^2/\text{día}$ , mientras que estos mismos autores obtuvieron valores de 4.5 cm y  $957 \text{ ng/cm}^2/\text{día}$  respectivamente (Cuadro 33).

**Cuadro 33.** Crecimiento de lana ( $\text{ng/cm}^2/\text{día}$ ), diámetro promedio de la fibra ( $\mu$ ) y largo de la mecha (cm) de corderos Corriedale sobre un mejoramiento de campo con lotus Maku manejado bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas, en el período de julio a octubre.

Tratamiento	Crecimiento limpio ( $\text{ng/cm}^2/\text{día}$ )	Diámetro promedio ( $\mu$ )	Largo de mecha (cm)
LM C	625	26.1	4.1
LM 14	558	26.2	4.2
LM 7	628	25.4	3.9
LM 7A	569	26.2	4.2
CV (%)	22.0	7.6	13.7
Significancia	ns	ns	ns

ns = diferencia estadísticamente no significativa; CV (%) = coeficiente de variación.

#### 4.1.2.6. Calidad de la canal

A grandes rasgos los resultados obtenidos para calidad de canal mostraron diferencias entre tratamientos, no sucediendo lo mismo para calidad de carne. En esta última no se encontraron diferencias significativas para ninguna de las características evaluadas (Cuadro 34).

El aumento de carga tuvo un efecto negativo en la mayoría de las características de calidad de canal. Para los cortes de mayor valor en el mercado (pierna sin hueso y frenched rack), además de la carga también el sistema de pastoreo afectó los resultados obteniéndose la mejor performance bajo el manejo rotativo.

El tratamiento con 17 corderos/ha fue el único que en promedio estuvo por debajo del límite fijado por la industria en peso de canal caliente para obtener un sobrepeso (16.4 kg) y tampoco alcanzó el mínimo valor de GR requerido por los mercados más exigentes y de mayor valor adquisitivo (6 mm).

En cuanto al rendimiento, ninguno de los manejos aplicados (sistemas de pastoreo y cargas) demostró mejor comportamiento que otro, promediando 47%.

El tratamiento con canales de mejor conformación fue el LM14 al presentar únicamente las categorías sobresalientes (S) y buenas (P), mientras que el resto de los tratamientos presentaron algunas canales medianas (M). En todos los tratamientos la mayoría de las canales se ubicaron en la categoría P.

**Cuadro 34.** Resultados de calidad de canal y de carne *post mortem* de corderos pesados Corriedale bajo diferentes manejos de pastoreo y cargas sobre un mejoramiento de campo con lotus Maku, en el período de julio a octubre.

	Cont.	Rot. 14	Rot. 7		CV (%)	Sign.
	14 an/ha	14 an/ha	14 an/ha	17 an/ha		
<b>Calidad de canal</b>						
PV pre faena (kg/an)	36.2	37.2	35.9	34.0	7.7	ns (p=0.06)
PC caliente (kg/an)	16.9	17.4	17.2	15.7	9.4	ns (p=0.07)
PC fría (kg/an)	16.9 a	17.2 a	16.8 a	15.3 b	9.3	*
Rendimiento (%)	47	47	48	46	4.9	ns
GR (mm)	8.0	8.4	6.6	5.7	41.6	ns
Pierna sin hueso (kg)	1.6 ab	1.7 a	1.7 a	1.5 b	10.2	*
Frenched rack (kg)	0.42 ab	0.45 a	0.44 a	0.38 b	14.2	*
<b>Calidad de carne</b>						
pH 1 h	6.24	6.24	6.29	6.33	1.5	ns
pH 3 h	6.22	6.09	6.27	6.13	1.9	ns
pH 24 h	5.64	5.61	5.62	5.63	0.8	ns
T (°C) 1 h	22.2	22.7	21.3	21.5	7.8	ns
T (°C) 3 h	9.3	9.5	9.1	8.7	8.4	ns
T (°C) 24 h	4.6	4.8	5.0	4.7	3.6	ns
Lm	38.4	37.2	38.0	39.0	5.4	ns
Am	14.7	16.1	17.5	16.1	12.6	ns

Bm	8.8	9.3	9.6	9.5	12.4	ns
Lg	66.5	65.5	68.0	64.6	3.1	ns
Ag	9.5	8.1	7.2	6.2	18.8	ns
Bg	14.6	14.7	13.0	12.3	8.0	ns
Terneza (kgF) 10 días	2.52	2.18	2.35	2.78	17.2	ns
<b>Tipificación</b>						
<b>Conformación</b>						
S	10	33	0	0	-	-
P	80	67	89	83	-	-
M	10	0	11	17	-	-
I	0	0	0	0	-	-
<b>Terminación</b>						
0	10	0	0	17	-	-
1	90	100	100	83	-	-
2	0	0	0	0	-	-
<b>Valorización</b>						
PC caliente (%) <sup>1</sup>	40	78	78	50	-	-
Pierna s/hueso (%) <sup>2</sup>	60	78	89	50	-	-
Frenched Rack (%) <sup>3</sup>	50	89	78	50	-	-

ns = diferencia estadísticamente no significativa; \* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; - = sin estadística;

CV (%) = coeficiente de variación; PC = peso de canal; Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas; <sup>1</sup> Proporción de canales que poseen un peso igual o superior a 16.4 kg; <sup>2</sup> Proporción de piernas que se clasifican en un rango de peso de 1.6 a 2.2 kg; <sup>3</sup> Proporción de Frenched Rack que se clasifican en un rango de peso de 0.40 a 0.65 kg.

No hubieron tratamientos con grado de engrasamiento excesivo, pero los tratamientos con pastoreo continuo y rotativo con carga alta tuvieron canales con insuficiente cobertura de grasa.

En las características evaluadas para valorización del producto final, peso de canal caliente, peso de la pierna sin hueso y peso del frenched rack, los tratamientos con carga baja y pastoreo rotativo (LM14 y LM7) fueron los más destacados.

#### 4.1.2.7. Calidad de carne

Las características que determinan la calidad final de la carne están principalmente relacionadas al manejo del animal previo, durante y después de la faena y no tanto a los distintos procesos de producción (ver secciones 2.8.3.3. y 2.8.3.4).

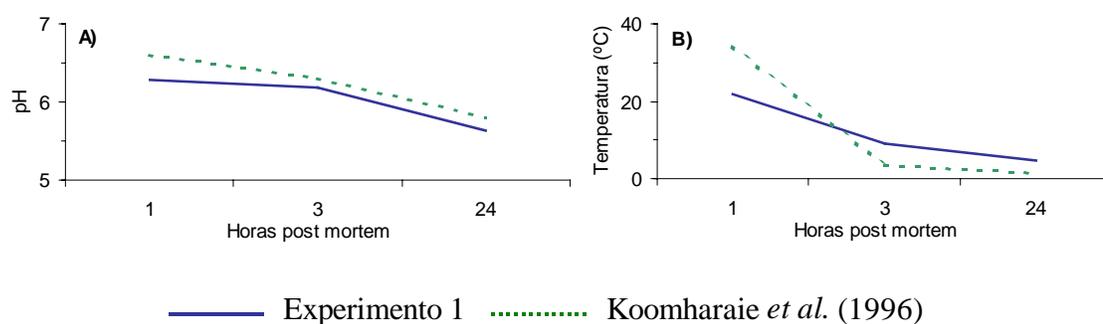
Los parámetros de color del músculo y de la grasa encontrados concuerdan con los valores hallados por Brito *et al.* (2002a) para canales de corderos pesados (Cuadro 34). Los promedios obtenidos por estos autores fueron:  $L^*m = 34,7$ ;  $a^*m = 18,5$ ;  $b^*m = 6,7$ ;  $L^*g = 74,2$ ;  $a^*g = 4,4$ ;  $b^*g = 9,5$  respectivamente.

El promedio de terneza para todos los tratamientos fue de 2.45 kgF, luego de un proceso de maduración de la carne de 10 días. Estos valores están dentro de los límites

aceptados por los mercados de alta exigencia. Estos resultados coinciden con los mencionados por Brito *et al.* (2002a), quienes encontraron valores promedio de terneza de 2.55 kgF para un mismo período de maduración.

La disminución del pH en el músculo *longissimus dorsi* se presenta en la figura 18. Los resultados obtenidos a las 24 horas de faenado el animal están por debajo del nivel crítico (5,8), valor por encima del cual se producen cortes oscuros y disminuye la calidad organoléptica de la carne (color, terneza, flavor). Estos datos concuerdan con los encontrados por Kookmaraie *et al.* (1996) y Brito *et al.* (2002a).

En cuanto a la temperatura final alcanzada, la misma no se sitúa dentro del rango recomendado (2-4 °C) para mantener la cadena de frío y obtener así una adecuada conservación del producto. En la figura 18 se muestran los resultados obtenidos para el experimento 1 en comparación con los encontrados por Kookmaraie *et al.* (1996).



**Figura 18.** Cambios *post mortem* en el músculo *longissimus dorsi* de corderos Corriedale pastoreando un mejoramiento de campo con lotus Maku manejados bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas, comparando los resultados del experimento con los de Kookmaraie *et al.* (1996) (A: pH; B: temperatura (°C)).

#### 4.1.2.8. Monitoreo coproparasitario

Una vez obtenidos los datos de HPG para cada cordero, se procedió a analizarlos con las ganancias correspondientes al período previo a los muestreos para cada animal. Solamente dos corderos de un total de 42 mostraron una asociación negativa significativa ( $p < 0.05$ ) entre GMD y HPG, registrando pérdidas de peso frente a la presencia de parásitos. Siendo tan baja la proporción de animales que presentó asociación entre dichas variables, se puede decir que la estrategia supresiva del plan de dosificaciones fue efectiva. La evolución de conteo de HPG se presenta en el anexo 5.

**Cuadro 35.** Resultados de los cultivos de larva de corderos pesados Corriedale sobre un mejoramiento de campo, en el período de julio a octubre.

Especie	Porcentaje		
	26/6	3/9	15/10
<i>Haemonchus</i>	52	20	50
<i>Trichostrongylus</i>	24	30	25
<i>Oesophagostomum</i>	14	0	12.5
<i>Ostertagia</i>	10	40	12.5
<i>Nematodirus</i>	0	10	0
<i>Fasciola hepatica</i>	0	0	0

Fuente: DILAVE, Treinta y Tres

En el cultivo de larvas realizado antes del experimento (26/6) para caracterizar la población parasitaria inicial, se observó la proporción de especies que se espera encontrar a principios del invierno: *Trichostrongylus* comienza a adquirir mayor importancia relativa frente a *Haemonchus* quien merma su población frente a bajas temperaturas (Cuadro 35). Este proceso se mantiene durante los meses invernales y la situación se revierte con la llegada de la primavera y el aumento de la temperatura.

En el cultivo del 3/9 *Ostertagia* adquiere mayor relevancia y si bien este parásito se asocia normalmente con pérdidas de peso vivo, en ningún caso existieron estos efectos. Cabe mencionar que en ningún momento se registró la presencia de *Fasciola hepatica* (saguaypé), parásito muy perjudicial para la producción ovina.

#### **4.1.3. Interacción pastura - animal**

##### **4.1.3.1. Asignación forrajera**

Al analizar la asignación forrajera (AF) por franja de pastoreo, se registran diferencias estadísticas entre tratamientos a favor del LM14 (Cuadro 36). No se encontraron diferencias significativas entre sistemas de pastoreo al considerar toda el área pero sí existieron entre cargas, siendo el LM7A el de menor AF medida como MS kg/an/día, al tener mayor número de animales/superficie. Para la AF medida como MS kg/100 kg PV/día, también existieron diferencias significativas entre tratamientos, pero en este caso el pastoreo continuo fue el que tuvo el menor valor.

**Cuadro 36.** Asignaciones forrajeras diarias (MS kg/an/día y MS kg/100 kg PV/día) de corderos pesados Corriedale bajo diferentes manejos de pastoreo y cargas sobre un mejoramiento de campo con lotus Maku, promedio para el período de julio a octubre.

Tratamiento	AF por franja		AF en área total	
	MS kg/an/día	MS kg/100 kg PV/día	MS kg/an/día	MS kg/100 kg PV/día
LM C	---	---	11.8a	22.8c
LM 14	3.1 a	9.1 a	12.3a	36.3a
LM 7	1.9 b	5.7 b	13.0a	39.7a
LM 7A	1.4 b	4.5 b	10.0b	31.4ab
CV (%)	22.5	28.3	15.8	22.4
Significancia	**	**	*	**

\* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; CV (%) = coeficiente de variación; Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (LSD 0.05).

No se encontró asociación significativa entre la asignación forrajera y la ganancia diaria individual de peso vivo, tanto para la asignación de materia seca por animal como por cada 100 kg de peso vivo (Anexo 6). A partir de estos resultados se analizó cada tratamiento por separado, pero tampoco así se encontró asociación alguna. En cambio, Ayala *et al.* (2003 b y c) encontraron para estas mismas variables muy altos ajustes en trabajos realizados con corderos y borregas sobre la misma base forrajera.

#### 4.1.3.2. Eficiencia de conversión

No hubieron diferencias significativas entre sistemas de pastoreo y cargas, siendo en promedio 10 kg MS/kg PV, valor levemente superior al encontrado por Norbis *et al.* (2001) de 8 kg MS/kg PV en corderos sobre un mejoramiento con lotus Maku (Cuadro 37).

**Cuadro 37.** Eficiencias de conversión (kg MS/kg PV) de corderos pesados Corriedale bajo diferentes manejos de pastoreo y cargas sobre un mejoramiento de campo con lotus Maku, en el período de julio a octubre.

Tratamiento	Eficiencia de conversión (kg MS/kg PV)
LM C	11.5
LM 14	8.0
LM 7	11.5
LM 7A	9.0
CV (%)	45.1
Significancia	ns

ns = diferencia estadísticamente no significativa;  
CV (%) = coeficiente de variación

## 4.2. EXPERIMENTO 2: TRÉBOL BLANCO

### 4.2.1. Pastura

#### 4.2.1.1. Evolución y composición botánica del forraje disponible

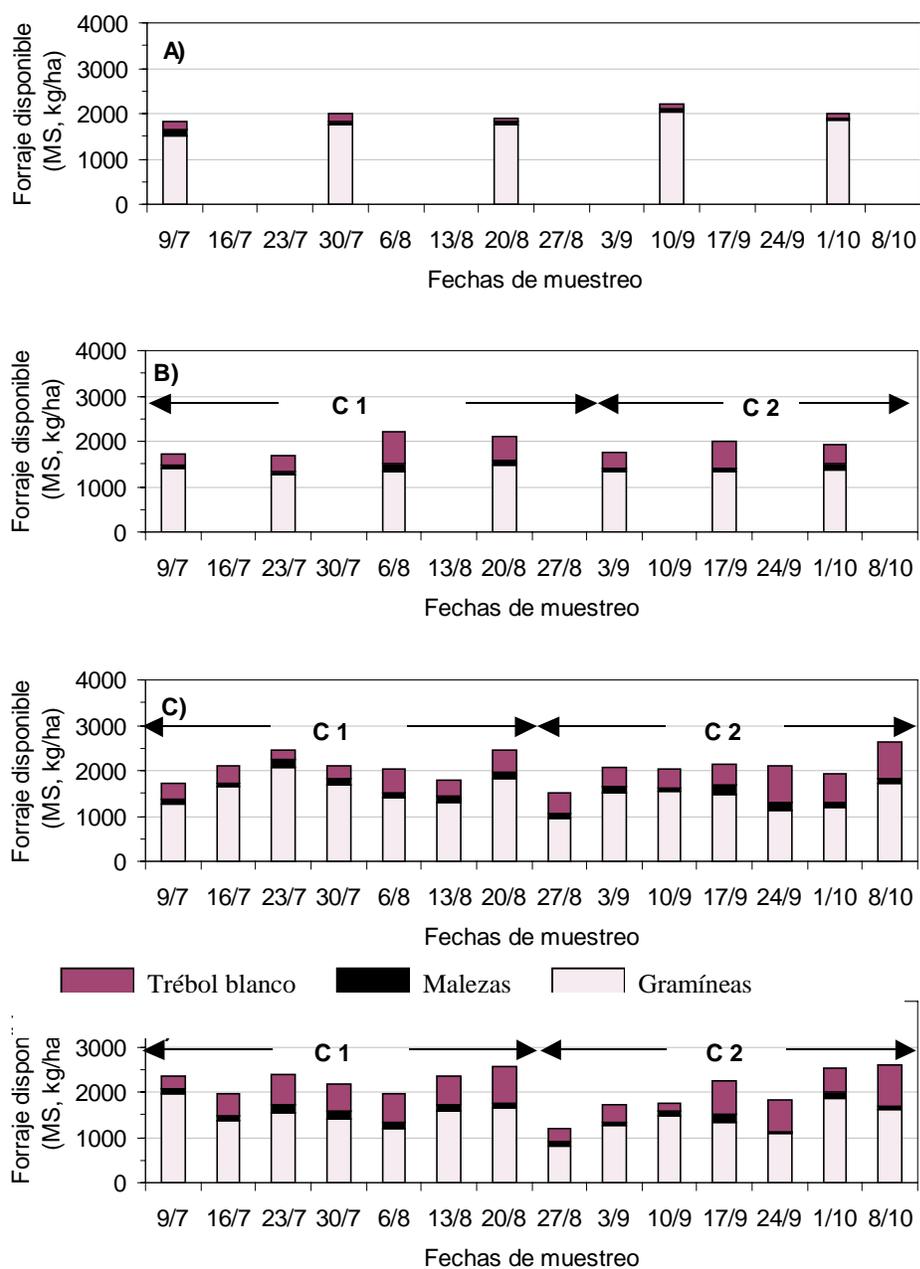
La disponibilidad de forraje inicial promedio del área experimental fue de 1904 kg/ha de MS, con un contenido de trébol blanco de 14%. La acumulación de dicho forraje se realizó desde el 5 de abril hasta el 9 de julio bajo un clima poco favorable para el crecimiento de la pastura.

En la figura 19 se muestra la evolución de la disponibilidad a lo largo del período experimental para los distintos tratamientos. El tratamiento con pastoreo continuo se mantuvo relativamente constante, oscilando en un rango de entre 1819 y 2200 kg/ha de MS. Estos valores se encuentran por encima de los recomendados por Thompson y Poppi (1994) y Smetham (1994) para no resentir la tasa de crecimiento (1800 kg/ha de MS). Para los tratamientos con pastoreo rotativo no se encontraron grandes diferencias entre ciclos ni dentro de éstos. No obstante, se puede observar una cierta tendencia en el tratamiento con carga alta a una mayor disponibilidad para el primer ciclo de pastoreo con respecto al segundo, sobre todo en las primeras parcelas. Este efecto se diluyó al comenzar la primavera.

Para el tratamiento con pastoreo continuo el contenido de leguminosa en el forraje disponible disminuyó a lo largo del experimento, reflejando la presencia de selección y mayor frecuencia de defoliación.

En cuanto al enmalezamiento, todos los tratamientos presentaron niveles muy bajos. Las especies de malezas predominantes fueron *Juncus* ssp., *Oxalis* ssp. y *Eryngium horridum*. El contenido de malezas no sólo se mantuvo relativamente constante a lo largo del período (Figura 19), sino que no tuvo grandes cambios con respecto al inicial ni difirió significativamente entre tratamientos (Cuadros 38 y 39).

**Figura 19.** Evolución de forraje disponible total y de sus distintas fracciones (trébol blanco, gramíneas y malezas) de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado durante dos ciclos (C1 y C2) por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas (A: TBC; B: TB14; C: TB7; D: TB7A).



Se promediaron las disponibilidades de todo el período para cada tratamiento, no encontrándose diferencias significativas para materia seca total así como de trébol blanco. Es de destacar que la disponibilidad media no estuvo por debajo de 1900 kg/ha de MS para ninguno de los 4 tratamientos (Cuadro 38).

El porcentaje medio de la fracción leguminosa bajo pastoreo continuo fue sensiblemente menor al resto mostrando una marcada disminución con respecto al inicial, mientras que para los tratamientos rotativos se produjo un aumento (Figura 19).

Illius *et al.* (1992) citados por Montossi *et al.* (2000) afirman que un contenido medio de leguminosa se corresponde con valores de 40-50%, por lo tanto el contenido promedio de leguminosa en este experimento se consideraría bajo.

**Cuadro 38.** Disponibilidad media de forraje y sus fracciones (MS kg/ha) y altura media (cm) de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

Tratamiento	Disponibilidad media (MS kg/ha)				Altura media (cm)
	Total	TB	Mz	Gram	Total
TB C	1987	114	83	1785	5
TB 14	1919	465	101	1361	7
TB 7	2077	472	126	1479	7
TB 7A	2116	558	118	1439	8
CV (%)	10.4	41.4	9.7	7.2	18.1
Significancia	ns	ns	ns (p=0.07)	ns (p=0.09)	ns

TB= trébol blanco; Mz= malezas; Gram= gramíneas nativas; ns = diferencia estadísticamente no significativa; CV (%) = coeficiente de variación.

La carga y el sistema de pastoreo no afectaron en forma significativa la disponibilidad media de forraje ni la altura promedio del mismo.

En el muestreo realizado una vez finalizado el período experimental en el total del área, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para ninguna de las variables estudiadas. A pesar de esto, se puede observar una marcada tendencia hacia un menor contenido de leguminosa en el tratamiento con pastoreo continuo y una tendencia hacia un mayor enmalezamiento para el tratamiento TB14 (Cuadro 39).

En el tratamiento con pastoreo continuo la especie estuvo sometida a una frecuencia de defoliación tal que no le permitía recuperarse y volver a la proporción inicial o incluso superarla, como sí se dio en los tratamientos con manejo rotativo del pastoreo.

**Cuadro 39.** Disponibilidad final de forraje y sus fracciones (MS kg/ha) de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

Tratamiento	Disponibilidad final (MS kg/ha)			
	Total	TB	Mz	Gram
TB C	2552	68	122	2364
TB 14	2145	567	76	1502
TB 7	2080	624	120	1335
TB 7A	2138	571	110	1458
CV (%)	17.1	32.5	22.0	12.8
Significancia	ns	ns	ns (p=0.06)	ns

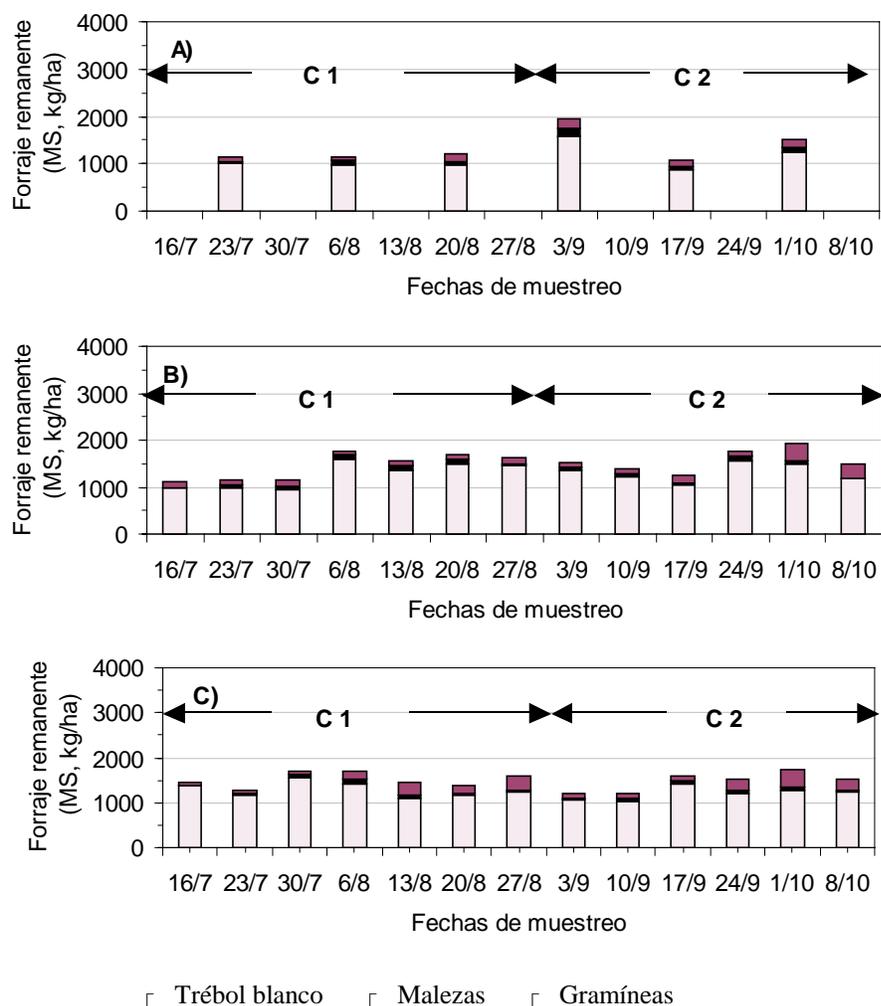
TB= trébol blanco; Mz= malezas; Gram= gramíneas nativas;  
ns = diferencia estadísticamente no significativa; CV (%) = coeficiente de variación.

Para todos los tratamientos se puede decir que no hubieron grandes diferencias entre la disponibilidad inicial y final, indicando que aún con cargas de 17 corderos/ha la pastura pudo mantener la productividad de forraje.

#### 4.2.1.2. Evolución y composición botánica del forraje remanente

La evolución del forraje remanente mostró una escasa variación para todos los tratamientos. En ningún caso el forraje remanente fue menor a 1000 kg/ha de MS, valor por debajo del cual se limita el rebrote de la pastura y la performance animal según Poppi *et al.* (1987) y Risso (1997) (Figura 20).

En el forraje remanente el porcentaje de trébol blanco promedio fue menor que en el disponible para todos los tratamientos, evidenciando procesos de selección en el pastoreo de la leguminosa. Tanto el enmalezamiento medio como la fracción gramínea del forraje remanente no difirieron significativamente entre tratamientos (Cuadro 40).



**Figura 20.** Evolución de forraje remanente total y de sus distintas fracciones (trébol blanco, gramíneas y malezas) de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado durante dos ciclos (C1 y C2) por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas (A: TB14; B: TB7; C: TB7A).

**Cuadro 40.** Forraje remanente medio y sus fracciones (MS kg/ha) y altura media (cm) de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

Tratamiento	Remanente medio (MS kg/ha)				Altura media (cm)
	Total	TB	Mz	Gram	Total
TB 14	1337	140	83	1114	3
TB 7	1495	147	64	1283	3
TB 7A	1487	183	53	1250	3
CV (%)	8.5	26.6	4.1	6.0	4.9
Significancia	ns	ns	ns	ns	ns

TB= trébol blanco; Mz= malezas; Gram= gramíneas nativas; ns = diferencia estadísticamente no significativa; CV (%) = coeficiente de variación.

#### 4.2.1.3. Tasa de crecimiento

Las tasas de crecimiento no difirieron estadísticamente entre tratamientos ni para el total de la pastura ni para la fracción trébol blanco. Promedialmente, las tasas de crecimiento fueron 18.5 y 10.5 kg/ha/día de MS para el total y la especie sembrada respectivamente (Cuadro 41). La evolución de la tasa de crecimiento del forraje total y de la fracción leguminosa se presenta en el anexo 7.

**Cuadro 41.** Tasas de crecimiento por ciclo de pastoreo y promedio para todo el período, para forraje total y fracción leguminosa (MS kg/ha/día) de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

Tratamiento	TC total (MS kg/ha/día)			TC leguminosa (MS kg/ha/día)		
	Ciclo 1	Ciclo 2	Promedio	Ciclo 1	Ciclo 2	Promedio
TB C	---	---	17	---	---	5
TB 14	13	29	20	8	15	11
TB 7	15	19	17	11	18	15
TB 7A	13	28	20	9	14	11
CV (%)	44.0	43.0	35.4	52.5	48.3	52.4
Significancia	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = diferencia estadísticamente no significativa; CV (%) = coeficiente de variación.

Para un mejoramiento de campo con trébol blanco y *Lotus corniculatus* entre julio y octubre, Formoso *et al.* (2001) encontraron tasas de crecimiento de 24 kg/ha/día de MS. Este valor supera en un 30% al obtenido en este caso.

La tasa de crecimiento relativa al forraje remanente tanto en MS total como en la fracción leguminosa se presenta en el cuadro 42, donde no se observan diferencias significativas entre sistemas de pastoreo o cargas posiblemente debido al alto coeficiente de variación registrado.

**Cuadro 42.** Tasas de crecimiento relativas al forraje remanente ((MS kg/ha/día)/(kg de MS remanente)) por ciclo de pastoreo y promedio para todo el período, para forraje total y fracción leguminosa de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

Tratamiento	TCR total			TCR leguminosa		
	Ciclo 1	Ciclo 2	Promedio	Ciclo 1	Ciclo 2	Promedio
TB C	---	---	0.009	---	---	0.062
TB 14	0.012	0.022	0.016	0.113	0.128	0.120
TB 7	0.012	0.012	0.012	0.111	0.154	0.133
TB 7A	0.008	0.020	0.014	0.099	0.091	0.095
CV (%)	42.1	40.9	34.3	6.9	49.7	23.7
Significancia	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = diferencia estadísticamente no significativa; CV (%) = coeficiente de variación.

#### 4.2.1.4. Forraje desaparecido

Para el forraje desaparecido total y para la fracción leguminosa no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Sin embargo, se puede observar una leve tendencia hacia un mayor porcentaje de forraje desaparecido total para los dos tratamientos con pastoreo rotativo con cambio de franja semanal (Cuadro 43).

En el caso de la fracción leguminosa, existe una tendencia marcada a favor del tratamiento con pastoreo continuo (inclusive llega a duplicar al tratamiento TB14). La presencia de selección en este tratamiento se confirma por el elevado porcentaje de utilización, que supera al resto de los tratamientos.

Parsons *et al.* (1994) citados por Brock y Hay (2001) afirman que cuando se les permite, los ovinos incluyen en su consumo un 70% de trébol blanco dada su excelente aceptación, lo cual concuerda con la existencia de procesos de selección.

**Cuadro 43.** Forraje medio desaparecido (%) para el total y para la fracción leguminosa de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

Tratamiento	Forraje desaparecido (%)	
	Total	Leguminosa
TB C	26	87
TB 14	26	34
TB 7	35	57
TB 7A	38	51
CV (%)	45.9	23.3
Significancia	ns	ns

ns = diferencia estadísticamente no significativa;

CV (%) = coeficiente de variación

#### 4.2.1.5. Asociación entre disponibilidad y altura del forraje

La metodología de análisis y su justificación aparece detallada en la sección 3.4.2. En la figura 21 se muestra la relación entre la materia seca total y de trébol blanco (disponible y remanente) con la altura del forraje.

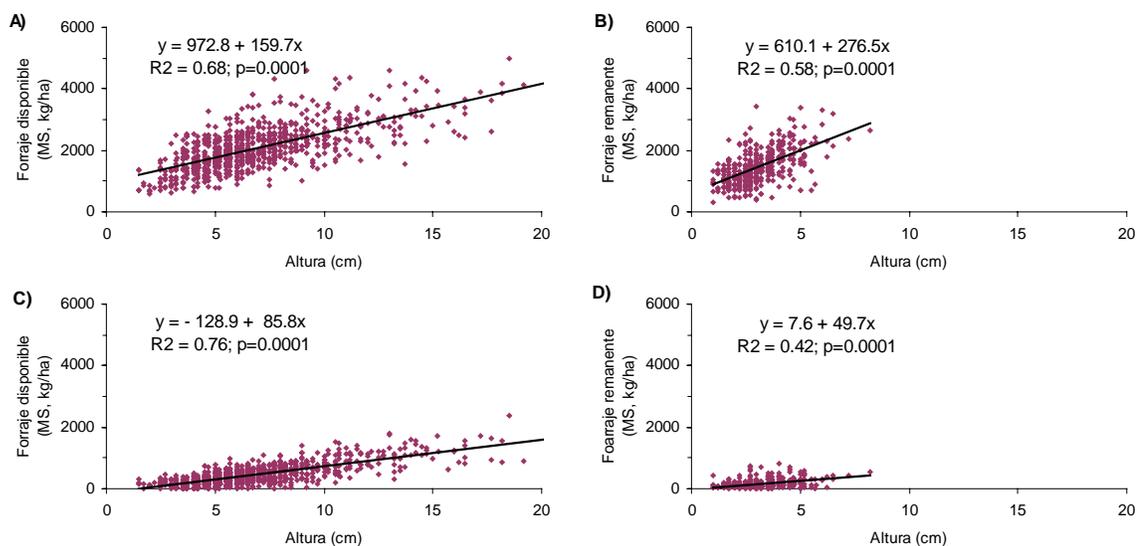
Se encontró asociación significativa ( $p < 0.0001$ ), de tipo lineal y positiva en todos los casos. Al aumentar 1 cm la altura de la pastura, el forraje disponible total se incrementa en 160 kg/ha de MS, valor superior al obtenido por Iglesias y Ramos (2003) de 74 kg/ha de MS por cada cm de aumento en la altura de un mejoramiento de campo con la misma especie.

La pendiente de la recta de regresión fue mayor para el forraje remanente total en comparación al disponible total, lo que no se registró para la fracción leguminosa, al igual que lo ocurrido en el experimento 1.

De todas maneras, se construyeron clases según el contenido de leguminosa en la pastura que en este caso fueron 0-25% y 25-50% por no encontrarse contenidos de trébol blanco superiores, para el forraje disponible ni para el remanente (Cuadro 44).

El hecho de haber pastoreado hasta una altura promedio de 3 cm en los sistemas rotativos permitió mantenerse por encima del valor de materia seca remanente considerado crítico en la bibliografía.

Para la mayoría de los casos el ajuste entre las variables aumentó al incrementarse el contenido de leguminosa en la pastura.



**Figura 21.** Asociaciones entre MS total y MS trébol blanco con la altura del forraje disponible y remanente de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas (A: MS total disponible vs. altura; B: MS total remanente vs. altura; C: MS trébol blanco disponible vs. altura; D: MS trébol blanco remanente vs. altura).

**Cuadro 44.** Regresiones entre MS total y MS trébol blanco y altura del forraje disponible y remanente durante invierno y primavera, según el contenido de leguminosa para un mejoramiento de campo pastoreado por corderos.

% leguminosa	Disponible (MS kg/ha)		Remanente (MS kg/ha)	
	Total	TB	Total	TB
0-25	$y=1007+168x$ $p=0.0001;n=44$ 4 $R^2=0.58$	$y=7+43x$ $p=0.0001;n=44$ 4 $R^2=0.60$	$y=612+276x$ $p=0.0001;n=34$ 8 $R^2=0.58$	$y=-2+44x$ $p=0.0001;n=348$ $R^2=0.52$
25-50	$y=679+180x$ $p=0.0001;n=32$ 4 $R^2=0.79$	$y=105+77x$ $p=0.0001;n=32$ 4 $R^2=0.80$	$y=570+280x$ $p=0.0001;n=36$ $R^2=0.59$	$y=307+40x$ $p=0.0989;n=36$ $R^2=0.28$

En el cuadro 45 se muestra la asociación entre las mismas características discriminándose en este caso por tratamiento. Los coeficientes de determinación calculados son aceptables para la mayoría de las situaciones.

**Cuadro 45.** Regresiones entre MS total y MS trébol blanco con la altura del forraje disponible y remanente de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos durante invierno y primavera, según los distintos tratamientos.

Tratamiento	Disponible (MS kg/ha)		Remanente (MS kg/ha)	
	Total	TB	Total	TB
TB C	$y=1473+126x$ $p=0.0001;n=13$ $R^2=0.43$	$y= -132+258x$ $p=0.0001;n=13$ $R^2=0.59$	-	-
TB 14	$y=622+198x$ $p=0.0001;n=13$ $R^2=0.83$	$y=48+64x$ $p=0.0001;n=13$ $R^2=0.69$	$y=315+366x$ $p=0.0001;n=72$ $R^2=0.73$	$y= -12+54x$ $p=0.0001;n=72$ $R^2=0.71$
TB 7	$y=894+162x$ $p=0.0001;n=25$ $R^2=0.65$	$y= -51+79x$ $p=0.0001;n=25$ $R^2=0.68$	$y=753+231x$ $p=0.0001;n=156$ $R^2=0.46$	$y=54+29x$ $p=0.003;n=156$ $R^2=0.29$
TB 7A	$y=813+172x$ $p=0.0001;n=25$ $R^2=0.76$	$y= -128+90x$ $p=0.0001;n=25$ $R^2=0.82$	$y=665+266x$ $p=0.0001;n=156$ $R^2=0.60$	$y= -19+65x$ $p=0.0001;n=156$ $R^2=0.45$

Para materia seca total se cumplió que por cada cm de aumento en la altura se incrementó más el forraje remanente que el disponible, situación que no ocurrió al considerarse la fracción leguminosa únicamente. Esto sucedió bajo las tres metodologías de análisis (Figura 21, Cuadros 44 y 45).

#### 4.2.1.6. Asociación entre contenido de leguminosa en el remanente y en el rebrote

Solamente dos de los tratamientos (pastoreo continuo y carga de 17 corderos/ha) mostraron asociación significativa entre materia seca de leguminosa en el remanente y en el disponible una vez transcurridos 42 días de descanso (rebrote). Ambos tratamientos presentaron similar ajuste, aunque el rotativo de carga alta mostró mayor respuesta a una misma cantidad de leguminosa en el remanente (Cuadro 46).

**Cuadro 46.** Regresiones entre materia seca de leguminosa (kg/ha) en el forraje remanente y en el rebrote de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas durante invierno y primavera.

Tratamiento	Leg. en el rebrote (MS kg/ha)
TB C	$y=12+0.71x$ $p=0.0011;n=10;R^2=0.76$
TB 14	ns
TB 7	ns
TB 7A	$y=251+1.76x$ $p=0.0011;n=14;R^2=0.77$

ns = regresión estadísticamente no significativa

#### 4.2.1.7. Calidad de forraje

La digestibilidad (DMO) del forraje disponible del mejoramiento durante el período experimental y para todos los tratamientos se ubicó en un rango de entre 56% y 42%, el contenido de proteína cruda (PC) entre 10% y 18% y el contenido de fibra detergente ácido (FDA) entre 55% y 35%. El cuadro 47 contiene los valores promedio de estos parámetros de calidad ya que no hubieron efectos de los tratamientos en los mismos. La evolución de los parámetros de calidad de forraje disponible y remanente, se presentan en el anexo 8.

**Cuadro 47.** Valores promedio de los parámetros de calidad del forraje disponible y remanente de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas durante invierno y primavera.

	Calidad de forraje (%)	
	Disponible	Remanente
Digestibilidad de la mat. org.	48	39
Fibra detergente ácido	43	46
Proteína cruda	14	13
Contenido de leguminosa	20	11
Contenido de materia seca	25	28

Según Smetham (1993) la digestibilidad del trébol blanco puro es de alrededor de 70-83%. No obstante, Iglesias y Ramos (2003) trabajando con un mejoramiento de campo con un contenido medio de dicha especie de aproximadamente 59%, hallaron valores de DMO de 68.2%. Los valores encontrados en este caso son sensiblemente menores, lo que es de esperar ya que se considera la digestibilidad del total de la pastura, más aún teniendo en cuenta el bajo contenido de leguminosa encontrado.

Estos mismos autores obtuvieron en ese mismo mejoramiento de campo, valores de PC de 21%. A su vez, Risso y Berretta (1996) en 7 años de evaluación encontraron valores de PC de 14% correspondientes a contenidos de leguminosa en la pastura de 52%; en este caso la PC alcanza el mismo valor pero con contenidos de leguminosa menores (20%).

En cuanto al contenido de FDA, los datos del presente experimento son superiores a los hallados por Iglesias y Ramos (2003) siendo éstos de 35.8%.

Los valores de digestibilidad de la materia orgánica así como el contenido de leguminosa y de proteína cruda son menores en el forraje remanente en relación al disponible, evidenciando la peor calidad del forraje una vez retirados los animales.

Al igual que en el experimento 1, el valor promedio de materia seca del forraje disponible se corresponde con una dieta de buena calidad para los animales.

#### **4.2.1.8. Biomasa de estolones**

Los tratamientos con pastoreo rotativo tuvieron importantes aumentos en densidad y peso seco de estolones, que en promedio fueron de 30 m/m<sup>2</sup> y 61 g/m<sup>2</sup> respectivamente. En cambio, el pastoreo continuo produjo una disminución de aproximadamente 30% en ambos parámetros (Cuadro 48). Resultados similares fueron obtenidos por Hay *et al.* (1989) donde el mayor peso seco de estolones se correspondió con los sistemas de pastoreo rotativo.

Caracterizando la biomasa subterránea al final del experimento hubieron efectos significativos del sistema de pastoreo (a pesar de la gran variación en los datos), tanto en la densidad como en el peso seco de los estolones. El manejo continuo del pastoreo fue el que registró los menores valores para ambas características. A su vez, el diámetro de los estolones no fue afectado significativamente por los tratamientos.

Considerando que en un sistema de pastoreo continuo la carga define la frecuencia de defoliación (Smetham, 1994), en este caso la misma fue lo suficientemente alta como para afectar negativamente el vigor de los estolones.

**Cuadro 48.** Caracterización de los estolones para inicio y fin del período experimental para un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

		Densidad (m/m <sup>2</sup> )	Diámetro (mm)	Peso seco (g/m <sup>2</sup> )
Inicial (21/05/2003)		15	2.9	19
Final (12/11/2003)	TB C	10 b	2.4	14 b
	TB 14	43 a	2.5	73 a
	TB 7	42 a	2.3	76 a
	TB 7A	50 a	2.8	90 a
CV (%)		83.4	33.6	99.9
Significancia		**	ns	*

ns = diferencia estadísticamente no significativa; \* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; CV (%) = coeficiente de variación; Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (LSD 0.05); Las medidas del 21/05/2003 no fueron incluidas en ningún análisis estadístico.

#### 4.2.2. Producción animal

En el cuadro 49 se resume la producción animal individual y por hectárea a lo largo del período experimental, cuyo análisis será luego profundizado en las siguientes secciones.

**Cuadro 49.** Performance animal individual (PV, CC, GMD y producción de lana) y por hectárea (corderos terminados, PV y producción de lana) de corderos pesados Corriedale bajo diferentes manejos de pastoreo y cargas sobre un mejoramiento de campo con trébol blanco, en el período de julio a octubre.

	Cont.	Rot. 14	Rot. 7		CV (%)	Sign.
	14 an/ha	14 an/ha	14 an/ha	17 an/ha		
<b>Producción individual</b>						
PV inicial (kg/an)	24.3	24.3	24.3	24.6	9.6	ns
PV final (kg/an)	35.4	38.3	38.4	37.1	7.8	ns (p=0.08)
CC inicial (unidades)	3.3	3.5	3.6	3.5	10.0	ns
CC final (unidades)	4.3	4.6	4.7	4.5	7.5	ns
GMD (g/an/día)	135 b	172 a	164 a	159 a	15.1	**
Prod. de lana (kg/an) <sup>1</sup>	2.3	2.2	2.1	2.3	18.6	ns
<b>Producción en 98 días</b>						
Cord. terminados (%) <sup>2</sup>	60	100	90	75	-	-
PV (kg/ha)	184	236	226	265	12.1	ns
Prod. lana (kg/ha)	33	31	30	39	7.8	ns

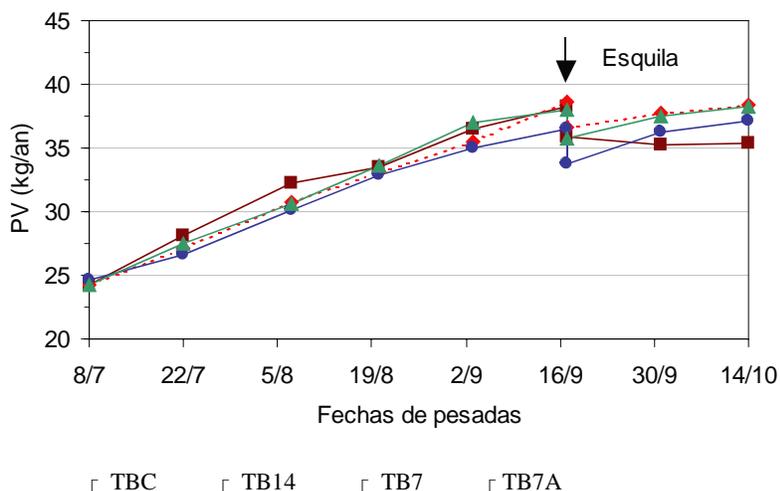
ns= diferencia estadísticamente no significativa; \* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; - = sin estadística; CV (%) = coeficiente de variación; <sup>2</sup> =  $PV \geq 34$  kg y  $CC \geq 3.5$  (requisitos del Operativo Cordero Pesado). Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (LSD 0.05).

<sup>1</sup> Vellón sucio correspondiente a corderos de 1 año de edad.

#### 4.2.2.1. Evolución de peso vivo y condición corporal

Durante todo el período experimental se registraron evoluciones de peso positivas, excepto para el tratamiento de pastoreo continuo que después de la esquila no mostró aumentos (Figura 22).

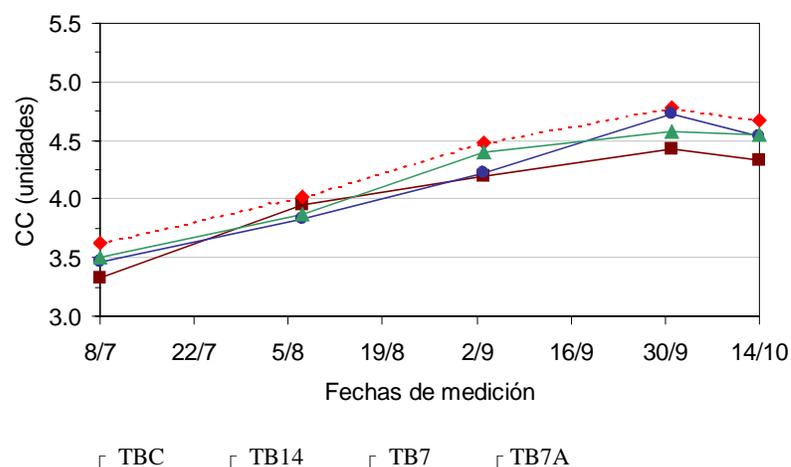
Si bien no se registraron diferencias significativas en el PV final (promedio 37.3 kg), se observa una tendencia hacia la inferioridad del tratamiento con pastoreo continuo (Cuadro 49). A lo largo del período experimental, el aumento de PV promedio de todos los tratamientos fue de 12.9 kg por animal.



**Figura 22.** Evolución de peso vivo promedio (kg/an) de corderos Corriedale bajo diferentes manejos del pastoreo y cargas sobre un mejoramiento de campo con trébol blanco en el período julio-octubre.

La evolución media de las CC de todos los tratamientos fue en aumento hasta el 30 de setiembre, registrándose luego una leve disminución. El tratamiento que siempre tuvo mejores registros fue el TB7, pero estas diferencias nunca alcanzaron las 0.5 unidades de CC. Debe mencionarse que las CC siempre se situaron por encima de 3.5 a partir de la segunda evaluación, siendo éste el mínimo aceptable por el Operativo Cordero Pesado (Figura 23). Al finalizar el período no se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 49).

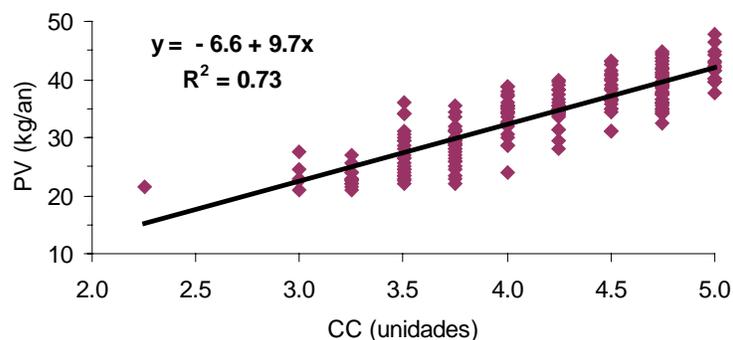
Tanto el sistema de pastoreo continuo como el aumento de carga determinaron menores porcentajes de animales terminados (60 y 75% respectivamente), mientras que el resto de los tratamientos lograron un promedio de 95%.



**Figura 23.** Evolución de condición corporal promedio de corderos Corriedale bajo diferentes sistemas de pastoreo y cargas sobre un mejoramiento de campo con trébol blanco en el período julio-octubre.

#### 4.2.2.2. Asociación entre peso vivo y condición corporal

El modelo de regresión lineal entre el peso vivo y la condición corporal de los animales fue significativo, constatándose una altísima asociación entre el peso vivo y la condición corporal ( $R^2= 0.73$ ). Por cada punto de aumento en la escala de condición corporal el peso vivo se incrementa en 9.7 kg (Figura 24).



**Figura 24.** Asociación entre condición corporal y peso vivo en corderos pesados Corriedale pastoreando un mejoramiento de campo con trébol blanco.

#### 4.2.2.3. Ganancia media diaria

En todos los tratamientos se obtuvieron ganancias medias aceptables al ubicarse todas por encima de los 100 g/an/día, límite establecido por Montossi *et al.* (2002) para cumplir los objetivos del Operativo Cordero Pesado.

Las ganancias obtenidas por Iglesias y Ramos (2003) con cargas de entre 8 y 12 corderos/ha fueron mayores que las del presente experimento, siendo en promedio 226 g/an/día.

El sistema de pastoreo afectó significativamente las GMD, siendo el pastoreo continuo el que obtuvo los menores valores. Sumado a esto, en este tratamiento solamente el 60% de los corderos logró terminarse. En ninguno de los tratamientos se encontró asociación significativa entre disponibilidad total y de leguminosa con la ganancia media individual (Anexo 9).

Al separar las ganancias por ciclo de pastoreo, se encontró interacción significativa entre ciclos y tratamientos ( $p < 0.05$ ). En todos los tratamientos las GMD del primero superaron a las del segundo (Cuadro 50). Esto último puede estar explicado entre otras cosas porque el experimento comenzó con el forraje acumulado durante un lapso de tres meses, por la disponibilidad inicial y por el tamaño corporal de los animales.

**Cuadro 50.** Ganancias medias diarias (g/an/día) de corderos Corriedale sobre un mejoramiento de campo con trébol blanco manejado bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas, según ciclo de pastoreo.

Tratamiento	GMD (g/an/día)	
	Ciclo 1	Ciclo 2
TB C	221 a	14 d

TB 14	214 a	85 c
TB 7	207 a	129 b
TB 7A	201 a	106 bc
CV (%)	28.4	
Significancia		
Trat	*	
Ciclo	*	
Trat*Ciclo	*	

\* =  $p < 0.05$ ; CV (%) = coeficiente de variación; Letras diferentes indican diferencias significativas (LSD 0.05).

En el primer ciclo no se encontraron efectos significativos ni de los sistemas de pastoreo manejados ni de las cargas evaluadas. Estas ganancias son comparables a las citadas por Azzarini (1999) obtenidas sobre praderas convencionales de 2° y 3° año. Sin embargo, en el segundo ciclo sí existió un efecto del sistema de pastoreo al registrarse en el tratamiento continuo las menores ganancias con relación a los sistemas rotativos (disminución del 87% con respecto al promedio de los rotativos).

Siendo las ganancias del primer ciclo iguales entre sí, los efectos de los tratamientos comienzan a expresarse a partir del segundo. Incluso, bajo el tratamiento con pastoreo continuo, se puede hablar de animales en mantenimiento más que en engorde.

#### 4.2.2.4. Producción de carne y lana

El pastoreo continuo fue el que tuvo las menores ganancias diarias. Esto lo condujo a una producción por hectárea 20% menor a la obtenida en los sistemas rotativos, a pesar de que estas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Cuadro 49).

Para producción de lana tanto individual como por hectárea no hubieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, aunque en esta última existió cierta tendencia a favor del tratamiento con carga alta que superó en 30% al de carga baja (Cuadro 49).

#### 4.2.2.5. Crecimiento y calidad de lana

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas, siendo los promedios de crecimiento, diámetro de fibra y largo de mecha 609 ng/cm<sup>2</sup>/día, 26 $\mu$  y 4.2 cm respectivamente (Cuadro 51). Los datos de crecimiento de lana de los corderos de este experimento son menores que los obtenidos por Iglesias y Ramos (2003) con

corderos Corriedale sobre la misma base forrajera, siendo el promedio 994 ng/cm<sup>2</sup>/día. Dichos autores además registraron mayor diámetro de fibra y largo de mecha (28.8  $\mu$  y 4.4 cm, respectivamente).

**Cuadro 51.** Crecimiento de lana (ng/cm<sup>2</sup>/día), diámetro promedio de la fibra ( $\mu$ ) y largo de la mecha (cm) de corderos Corriedale sobre un mejoramiento de campo con trébol blanco manejado bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas, en el período de julio a octubre.

Tratamiento	Crecimiento limpio (ng/cm <sup>2</sup> /día)	Diámetro promedio ( $\mu$ )	Largo de mecha (cm)
TB C	640	26.9	4.6
TB 14	598	25.9	3.9
TB 7	546	25.9	3.9
TB 7A	653	24.8	4.4
CV (%)	21.3	8.1	15.7
Significancia	ns	ns	ns

ns = diferencia estadísticamente no significativa; CV (%) = coeficiente de variación.

#### 4.2.2.6. Calidad de la canal

El efecto de los tratamientos se vio más reflejado en calidad de canal que en calidad de carne, donde no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 52).

Tanto por las tendencias como por las diferencias estadísticas, el tratamiento con pastoreo continuo mostró niveles inferiores en cuanto a la calidad de canal que los tratamientos con pastoreo rotativo.

Con el sistema de pastoreo continuo se obtuvieron canales con insuficientes niveles de GR y pesos de canal caliente. Además, las canales presentaron peor conformación y un 30% de las mismas tuvieron insuficiente grado de terminación.

Los tratamientos con sistema de pastoreo rotativo presentaron adecuados pesos de canal caliente y mayores porcentajes de rendimiento (17.4 kg y 48% en promedio,

respectivamente). Además superaron al sistema de pastoreo continuo en el peso de los cortes más valiosos (frenched rack y pierna sin hueso). Por otro lado, presentaron en promedio algunas canales sobreengrasadas (13%); de todas maneras, la mayor proporción de ellas estuvieron en las categorías más apropiadas de conformación (buena) y terminación (grado 1) (84% y 87% respectivamente).

Para las características de valorización del producto final, menos del 50% de las canales del tratamiento con pastoreo continuo alcanzaron niveles dentro de los rangos más valorizados en el mercado. Los sistemas con pastoreo rotativo se posicionaron mejor en estas características, destacándose el TB7 con un 80% en promedio de canales ubicadas dentro de estos rangos.

**Cuadro 52.** Resultados de calidad de canal y de carne *post mortem* de corderos pesados Corriedale bajo diferentes manejos de pastoreo y cargas sobre un mejoramiento de campo con trébol blanco, en el período de julio a octubre.

	Cont.	Rot. 14	Rot. 7		CV (%)	Sign.
	14 an/ha	14 an/ha	14 an/ha	17 an/ha		
<b>Calidad de canal</b>						
PV pre faena (kg/an)	34.1	36.9	37.0	35.7	7.7	ns (p=0.07)
PC caliente (kg/an)	15.4 b	17.4 a	17.7 a	17.1 a	10.5	*
PC fría (kg/an)	15.1	17.0	17.3	16.6	11.2	ns (p=0.05)
Rendimiento (%)	45 b	47 ab	48 a	48 a	5.4	*
GR (mm)	5.8 b	9.4 a	11.1 a	8.8 ab	41.2	*
Pierna sin hueso (kg)	1.52 b	1.71 a	1.73 a	1.71 a	11.2	*
Frenched rack (kg)	0.36 b	0.43 a	0.41 a	0.41 a	11.5	*
<b>Calidad de carne</b>						
pH 1 h	6.37	6.32	6.23	6.30	1.6	ns
pH 3 h	6.34	6.32	6.12	6.20	1.7	ns
pH 24 h	5.71	5.78	5.59	5.66	1.8	ns
T (°C) 1 h	20.5	22.6	20.7	19.4	8.7	ns
T (°C) 3 h	8.8	9.5	9.0	9.2	7.5	ns
T (°C) 24 h	5.0	4.8	4.9	4.9	7.7	ns
Lm	38.9	35.2	37.3	37.4	6.1	ns
Am	16.9	16.2	16.8	15.1	7.2	ns
Bm	9.7	8.2	9.3	8.5	11.6	ns
Lg	63.6	66.4	66.8	66.5	4.0	ns
Ag	9.4	8.1	8.9	9.1	28.7	ns
Bg	13.7	12.9	13.7	15.5	11.6	ns
Terneza (kgF) 10 días	2.25	2.22	2.55	2.48	17.6	ns
<b>Tipificación</b>						
<b>Conformación</b>						
S	0	10	20	8	-	-
P	60	80	80	92	-	-
M	40	10	0	0	-	-
I	0	0	0	0	-	-
<b>Terminación</b>						
0	30	0	0	0	-	-
1	70	90	80	92	-	-
2	0	10	20	8	-	-

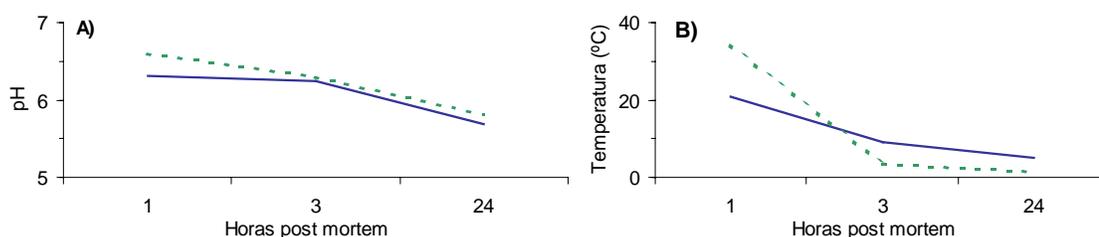
<b>Valorización</b>						
PC caliente (%) <sup>1</sup>	40	60	90	50	-	-
Pierna s/hueso (%) <sup>2</sup>	40	70	90	67	-	-
Frenched Rack (%) <sup>3</sup>	30	70	60	67	-	-

ns = diferencia estadísticamente no significativa; \* =  $p < 0.05$ ; - = sin estadística; CV (%) = coeficiente de variación; PC = peso de canal; Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas; <sup>1</sup> Proporción de canales que poseen un peso igual o superior a 16.4 kg; <sup>2</sup> Proporción de piernas que se clasifican en un rango de peso de 1.6 a 2.2 kg; <sup>3</sup> Proporción de Frenched Rack que se clasifican en un rango de peso de 0.40 a 0.65 kg.

#### 4.2.2.7. Calidad de carne

En cuanto a los aspectos relacionados a la calidad de la carne, tanto los parámetros de color del músculo y de la grasa así como los valores de terneza encontrados, están dentro de los rangos aceptados internacionalmente y coinciden con los hallados por Brito *et al.* (2002a) (ver sección 4.1.2.7.).

En la figura 25 se presenta la disminución del pH y la temperatura en el músculo *longissimus dorsi* de los corderos del experimento 2, en comparación con los datos obtenidos por Koohmaraie *et al.* (1996). Los valores de pH alcanzados a las 24 horas de faenado el animal se consideran adecuados y concuerdan con los encontrados por Koohmaraie *et al.* (1996) y Brito *et al.* (2002a).



┌ Experimento 2 ┌ Koohmaraie *et al.* (1996)

**Figura 25.** Cambios *post mortem* en el músculo *longissimus dorsi* de corderos Corriedale pastoreando un mejoramiento de campo con trébol blanco manejados bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas, comparando los resultados del experimento con los de Koohmaraie *et al.* (1996) (A: pH; B: temperatura (°C)).

La temperatura final alcanzada por todas las canales no está dentro del rango recomendado. Las diferencias observadas entre estos experimentos pueden deberse a distintos procesos de faena y enfriado de las canales en los frigoríficos.

#### 4.2.2.8. Monitoreo coproparasitario

No existió ninguna asociación entre las ganancias medias y los conteos coprológicos, por lo que se concluye entonces que el objetivo de la no interferencia de parásitos con la producción animal se logró con el plan de dosificaciones aplicado. La evolución del conteo de HPG se presenta en el anexo 10.

Los resultados y comentarios de los cultivos de larvas se presentan en el cuadro 35 del experimento 1 (sección 4.1.2.8.).

#### **4.2.3. Interacción pastura – animal**

##### **4.2.3.1. Asignación forrajera**

La asignación forrajera (AF) teniendo en cuenta la franja de pastoreo en los sistemas de pastoreo rotativos va disminuyendo a medida que el mismo número de animales pastorea un área más reducida con similares disponibilidades (Cuadro 53). Cuando se considera toda el área, no existieron diferencias entre sistemas de pastoreo pero sí entre cargas, siendo el tratamiento con carga alta el de menor AF, medida ésta como MS kg/an/día. Para la AF medida como MS kg/100 kg PV/día, no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos.

**Cuadro 53.** Asignaciones forrajeras diarias (MS kg/an/día y MS kg/100 kg PV/día) de corderos pesados Corriedale bajo diferentes manejos de pastoreo y cargas sobre un mejoramiento de campo con trébol blanco, promedio para el período de julio a octubre.

Tratamiento	AF por franja		AF en área total	
	MS kg/an/día	MS kg/100 kg PV/día	MS kg/an/día	MS kg/100 kg PV/día
TB C	---	---	11.5a	35.1
TB 14	2.7 a	8.2 a	10.9ab	32.6
TB 7	1.7 b	5.2 b	11.9a	36.2
TB 7A	1.4 b	4.4 b	9.9b	31.1
CV (%)	20.0	24.8	17	20.1
Significancia	**	**	*	ns

ns = diferencia estadísticamente no significativa; \* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; CV (%) = coeficiente de variación. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (LSD 0.05).

No existió asociación significativa entre la asignación forrajera y la ganancia diaria individual de peso vivo (Anexo 11). Luego se analizaron los tratamientos por separado, pero tampoco así se encontró asociación entre dichas variables.

##### **4.2.3.2. Eficiencia de conversión**

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. El menor valor correspondió al tratamiento con pastoreo continuo, que se distancia 29 % del promedio de los demás tratamientos (Cuadro 54).

**Cuadro 54.** Eficiencias de conversión (MS kg/kg PV) de corderos pesados Corriedale bajo diferentes manejos de pastoreo y cargas sobre un mejoramiento de campo con trébol blanco, en el período de julio a octubre.

Tratamiento	Eficiencia de conversión (MS kg/kg PV)
TB C	6.0
TB 14	9.0
TB 7	6.5
TB 7A	10.0
CV (%)	45.4
Significancia	ns

ns = diferencia estadísticamente no significativa;  
CV (%) = coeficiente de variación.

## **5. DISCUSIÓN**

### **5.1. EXPERIMENTO 1: LOTUS MAKU**

Las distintas cargas y sistemas de pastoreo evaluados no permitieron expresar diferencias en rendimiento de materia seca y contribución relativa de la especie sembrada. En el período de tiempo considerado se puede hablar de una cierta plasticidad y adaptación del lotus Maku que le permitió expresar su capacidad colonizadora y no comprometer la estabilidad del mejoramiento, coincidiendo esto con lo expresado por Carámbula *et al.* (1994) y Ayala *et al.* (2001a).

En los tratamientos rotativos las frecuencias de defoliación y los tiempos de descanso fueron los adecuados para permitirle a la especie sembrada mantener un alta tasa de crecimiento y además expandirse, aumentando su importancia relativa en el mejoramiento.

A partir de los resultados obtenidos y acotados al período experimental considerado, se puede decir que el pastoreo rotativo no presentó ventajas que compensaran su mayor inversión en tiempo e infraestructura. Esto se explica porque no se obtuvieron beneficios en: producción de materia seca, enmalezamiento, tasas de crecimiento, porcentaje de forraje desaparecido, calidad de forraje y producción de carne y lana por hectárea. Lo expresado anteriormente no concuerda con lo manifestado por Hodge (sin fecha) y Mc Meekan (1973); sin embargo Hodgson (1990) y Smetham (1994) expresan que no existe información contundente que determine la superioridad de un método de pastoreo sobre el otro.

Sin embargo, se podría justificar su uso por el leve aumento que se produjo en el contenido de leguminosa, con respecto al inicial y comparado con el pastoreo continuo. A pesar de esto, las diferencias mencionadas no son muy importantes.

Las canales de mayor calidad registradas en los tratamientos con pastoreo rotativo son otro aspecto que opera a favor del uso de este sistema. Sumado a esto, al considerar que en el segundo ciclo de pastoreo las ganancias se resintieron más para el tratamiento continuo (mostrando además al final del experimento un leve descenso en la tasa de crecimiento de la pastura) se puede pensar que, frente a períodos de engorde más prolongados o repetidos en el tiempo, se justificaría la implementación de un sistema con pastoreo rotativo.

En el sistema de pastoreo rotativo con cambio de franja cada 7 días, la producción por hectárea no aumentó al pasar de una carga de 14 a 17 corderos/ha. Sumado a esto, el objetivo de producción (Operativo Cordero Pesado) no solamente apunta a maximizar la producción por hectárea sino que implica una cierta performance

individual (peso vivo mínimo de 34 kg y una condición corporal mínima de 3.5 unidades). Por lo tanto, estos resultados situaron a la carga de 17 corderos/ha como inviable considerando los objetivos de producción planteados.

A partir de esto se puede considerar más adecuada la carga de 14 corderos/ha. Estos resultados coinciden con los encontrados por Ayala y Rovira (2002) donde la combinación de máxima producción/ha y adecuadas ganancias individuales fue óptima a una dotación de 14 corderos/ha, cuando pastoreaban un mejoramiento con lotus Maku con cambios de franja cada 14 días.

Con la carga de 17 corderos/ha se obtuvieron mejores resultados en producción de lana total. Esto era de esperarse debido a que las cargas que maximizan la producción de lana por hectárea se sitúan por encima de las requeridas para maximizar la producción de carne (Heinzen, com. pers; Rattray *et al.*, 1987).

Los escasos argumentos que operaron a favor del pastoreo rotativo no fueron diferentes entre los sistemas de pastoreo con cambios de franja cada 7 y 14 días. Es así que no se justificaría el cambio de franja semanal. Esto último en conjunto con consideraciones anteriores, indican que de optarse por un manejo rotativo, el sistema de cambio de franja cada 14 días sería el más apropiado.

El contenido de leguminosa presente en el forraje remanente tuvo gran influencia en la calidad del rebrote, siendo el contenido de leguminosa presente en el forraje que se estaba consumiendo un buen indicador de la capacidad de rebrote de la especie sembrada.

## **5.2. EXPERIMENTO 2: TRÉBOL BLANCO**

El pastoreo continuo afectó negativamente la pastura, ya que no le permitió a la especie sembrada expresar su capacidad colonizadora provocando una gran disminución en el contenido de leguminosa, coincidiendo con Carámbula (2002). Es probable que la persistencia del mejoramiento pueda verse perjudicada de permanecer bajo el mismo manejo debido al menor vigor encontrado en los órganos de propagación vegetativa. Todo lo anterior concuerda con Frame y Newbould (1984), Curll y Wilkins (1985) y Newton *et al.* (1985), citados por Frame y Paterson (1987).

Estos descensos en el contenido de leguminosa provocaron que aún con mayores posibilidades de selección los animales consumieran una dieta de menor calidad (reafirmado esto por lo publicado por Smetham, 1994), dando como resultado menores performances individuales del tratamiento con pastoreo continuo.

Las mayores posibilidades de selección (Holecheck *et al.*, 1995) junto con la mayor asignación forrajera que tuvieron los animales al inicio del experimento en el sistema de pastoreo continuo permitió altas ganancias. Esta situación se revierte durante el segundo ciclo de pastoreo debido a la pérdida de calidad del forraje mencionada anteriormente y al aumento del peso corporal de los animales durante su proceso de engorde. De esta manera, es probable que el sistema no sea sustentable a lo largo del tiempo también desde el punto de vista de la producción animal.

Tanto la pastura como la performance animal se vieron afectadas negativamente por el sistema de pastoreo continuo, por lo que se concluye que este sistema de pastoreo no sería el más adecuado para las condiciones planteadas. Considerando que en los sistemas de pastoreo rotativo no existieron en general grandes diferencias entre frecuencias de cambio de franja, el sistema más apropiado pasaría a ser rotativo con cambios cada 14 días, teniendo en cuenta la menor inversión en tiempo, mano de obra e infraestructura.

En cuanto a las cargas evaluadas (14 y 17 corderos/ha), no existieron diferencias importantes ni en productividad de la pastura ni en performance animal. Esto resultó en mayores beneficios, tanto en producción de carne como de lana por hectárea, manejando una carga de 17 corderos. Sin embargo manejando la carga alta, sólo el 75% de los animales lograron terminarse.

### **5.3. DISCUSIÓN CONJUNTA**

Si bien los experimentos no se compararon estadísticamente, el hecho de que se hayan realizado simultáneamente, bajo las mismas condiciones y siguiendo el mismo protocolo experimental, permite establecer comparaciones de carácter cualitativo.

En general no se registraron diferencias entre las dos bases forrajeras, ni en la producción de forraje total ni en las distintas fracciones que lo componen. Al respecto, Ayala y Carámbula (1996) citados por Carámbula (2001) encontraron en un estudio en la región Este rendimientos significativamente superiores del *Lotus pedunculatus* con respecto a *Trifolium repens*. Por otro lado, Risso y Berretta (1996) señalan que el lotus Maku realiza buenos aportes otoño-invernales, pudiendo incluso superar a especies invernales como el trébol blanco, al considerarse niveles medios de fertilidad.

Sumado a esto último, el lotus Maku tuvo un peso seco y densidad de órganos subterráneos ampliamente superiores a los del trébol blanco.

La duración del experimento no permite hablar de persistencia en términos estrictos, pero se podría hacer una predicción a partir del contenido de leguminosa y la biomasa de los órganos subterráneos al final del período experimental. Para el caso del

experimento 2 estas variables llevan a esperar una menor persistencia del mejoramiento bajo el método de pastoreo continuo. Esto no fue tan claro para el lotus Maku, que mostró buena capacidad de adaptación a los distintos manejos.

En ambos casos, bajo el sistema de pastoreo continuo los animales pastoreaban en la totalidad del área y por lo tanto tenían mayores posibilidades de seleccionar a favor de la leguminosa, tal como lo afirman Holecheck *et al.* (1995). Si bien en los sistemas de pastoreo rotativo también existió selectividad por parte de los corderos, ésta fue de menor magnitud.

La plasticidad que mostró el lotus Maku a los distintos manejos y la susceptibilidad que mostró el trébol blanco al pastoreo continuo se pueden explicar por sus características morfológicas y fisiológicas. El trébol blanco no posee órganos específicos para la acumulación de reservas, y requiere períodos de descanso para rebrotar y recuperar área foliar (Carámbula, 1996). Por otro lado, el lotus Maku puede almacenar carbohidratos en los rizomas y es capaz de recuperarse rápidamente luego de defoliaciones poco intensas que dejen gran cantidad de ápices intactos (Carámbula, 2001).

Los períodos de descanso utilizados en todos los casos de pastoreo rotativo (42 días), le permitieron a la pastura una correcta recuperación, manteniendo buenas tasas de crecimiento, adecuados niveles de calidad forrajera y el incremento de la especie sembrada en el tapiz. Esta duración estaría dentro del rango de días de descanso propuesto por Arrillaga y Coduri (1997), quienes trabajando con lotus Maku obtuvieron las mayores producciones con descansos de 30 y 60 días en invierno y primavera respectivamente.

Tanto en el mejoramiento con trébol blanco como con lotus Maku el uso de la altura medida con regla graduada resultó ser una herramienta útil para predecir la cantidad de forraje disponible y remanente. Varios autores llegaron a la misma conclusión (Carrera *et al.*, 1996; Montossi *et al.*, 1998a; Soca *et al.*, 2002; Ayala *et al.*, 2003a; Iglesias y Ramos, 2003).

Es importante destacar que todos los tratamientos de ambos experimentos tuvieron ganancias dentro del rango recomendado por Azzarini (1999) para la producción de corderos pesados (120 a 200 g/an/día).

La producción animal obtenida en el campo y en el frigorífico no difirió sustancialmente entre ambas bases forrajeras. En contraste, Iglesias y Ramos (2003), con cargas de entre 8 y 12 corderos/ha durante los meses de otoño e invierno, encontraron mayores ganancias de peso en corderos Corriedale sobre un mejoramiento con trébol blanco (226 g/an/día) que sobre uno con lotus Maku (196 g/an/día), al comparar ambas especies estadísticamente ( $p < 0.05$ ). Los mismos autores hallaron diferencias

significativas ( $p < 0.01$ ) en la calidad de las canales de corderos pastoreando ambos mejoramientos, a favor del trébol blanco.

Si bien en ambos experimentos se verificaron menores ganancias para el segundo ciclo de pastoreo, esto se hizo más notorio en el mejoramiento con trébol blanco. Esto lleva a pensar que si hubiera un tercer ciclo de pastoreo, probablemente las ganancias siguieran disminuyendo y más aún en el experimento 2. Iglesias y Ramos (2003) también obtuvieron menores ganancias en los dos últimos ciclos en comparación a los dos primeros, pero en este caso los mayores descensos correspondieron al mejoramiento con lotus Maku.

Una vez más se confirma la utilidad de la condición corporal como herramienta rápida y eficaz para estimar el peso de los corderos, especialmente en aquellos casos donde el acceso a una balanza está restringido. Esto se ve respaldado por los resultados de los experimentos llevados a cabo por Camesasca *et al.* (2002) y Guerrina e Invernizzi (2002). En este caso para ambos mejoramientos, cada punto de aumento en condición corporal se correspondió con un aumento de peso de 9.7 kg.

Mientras que claramente en el experimento 1 el aumento de carga llevó a una disminución de la producción individual, en el experimento 2 la única variable que se resintió al pasar de 14 a 17 corderos/ha fue el porcentaje de corderos terminados.

Con respecto al efecto ovicida que se le atribuye a la presencia de taninos condensados en el género Lotus, se puede decir que éste no existió ya que la carga parasitaria en los corderos que pastoreaban *Lotus pedunculatus* fue un 95% superior a la de *Trifolium repens*.

En ambos experimentos se cumple que la carga y el sistema de pastoreo influyen sobre la calidad de canal, pero la calidad de carne no parece tener relación con ninguno de los manejos aplicados. Resultados similares encontraron Iglesias y Ramos (2003), al constatar que ni la especie incluida en los mejoramientos ni la carga animal utilizada tuvieron efecto alguno sobre la calidad de la carne de los corderos.

En cuanto a la cobertura de grasa, las canales correspondientes al experimento con lotus Maku fueron más magras con relación a las de trébol blanco, al igual que los resultados obtenidos por Purchas y Keogh (1984) citados por Lord *et al.* (1988).

Finalmente, a partir del análisis de la información generada en este trabajo, podría plantearse en investigaciones futuras la utilización de períodos de descanso más cortos, ya que Camesasca *et al.* (2002) trabajando en una pradera convencional de trébol blanco y *Lotus corniculatus* con descansos de 21 días no vieron resentida la producción forrajera. Sin embargo hay que tener en cuenta que estos datos corresponden a praderas convencionales de segundo año.

Con respecto al lotus Maku, para conocer la evolución de la cantidad y calidad de la producción vegetal y animal y saber si la similitud entre sistemas de pastoreo se mantiene a lo largo del tiempo, sería interesante repetir el presente experimento a través de los años o llevar a cabo más de un período de invernada.

En relación con el trébol blanco, no sería el sistema de pastoreo sino la carga el tema a priorizar en posteriores investigaciones, las cuales deberían enfocarse hacia la determinación de la carga óptima para invernadas de corderos sobre esta base forrajera.

## **6. CONCLUSIONES**

### **6.1. EXPERIMENTO 1: LOTUS MAKU**

- \* El lotus Maku mostró gran plasticidad, al adaptarse a los distintos sistemas de pastoreo utilizados, para el período de tiempo considerado.
- \* La carga que resultó más adecuada fue 14 corderos por hectárea, al alcanzar la mejor combinación de producción individual y por hectárea.
- \* Para el período considerado (98 días) no se registraron diferencias entre sistemas de pastoreo rotativo y continuo. Solamente la evolución del contenido de leguminosa en la pastura y la calidad de las canales presentaron ventajas utilizando el pastoreo rotativo.
- \* La calidad de las canales fue afectada en forma negativa en el tratamiento con carga alta.

### **6.2. EXPERIMENTO 2: TRÉBOL BLANCO**

- \* El pastoreo continuo afectó negativamente la pastura y resintió la producción animal. Es probable que la persistencia del mejoramiento con trébol blanco pueda verse perjudicada de permanecer bajo el mismo manejo.
- \* El sistema de pastoreo que mejor se adaptó a las condiciones planteadas fue el rotativo con cambios de franja cada 14 días.
- \* La calidad de las canales fue afectada en forma negativa en el tratamiento bajo pastoreo continuo.

### **6.3. CONCLUSIONES CONJUNTAS**

- \* Tanto el lotus Maku como el trébol blanco al ser incluidos en un mejoramiento de campo demostraron ser aptos para llevar a cabo un esquema de engorde ovino enmarcado en el Operativo Cordero Pesado.

- \* La selección animal a favor de la leguminosa introducida se expresó en todos los casos, acentuándose dicho proceso en los manejos con pastoreo continuo.
- \* En ambos mejoramientos la especie sembrada fue capaz de aumentar su proporción dentro de la pastura bajo los tratamientos con pastoreo rotativo. Lo contrario sucedió con los manejos de pastoreo continuo.
- \* Tanto la producción vegetal como la animal fue en términos generales similar en ambos experimentos, mostrando evidencias sobre el alto valor forrajero del lotus Maku en comparación con leguminosas reconocidas como el trébol blanco.
- \* En las mediciones realizadas *post mortem*, sólo la calidad de canal mostró efectos de tratamientos.
- \* Se puede decir que el lotus Maku se comportó como una especie más rústica adecuada para manejos tradicionales (pastoreo continuo) con cargas moderadas, en cambio el trébol blanco mostró respuestas positivas a los manejos rotativos tolerando aumentos de carga.

## 7. RESUMEN

Entre el 9 de julio y el 14 de octubre de 2003 se llevó a cabo en la Unidad experimental Palo a Pique (INIA Treinta y Tres) un trabajo de investigación sobre la utilización de dos mejoramientos de campo para el engorde de corderos pesados tipo S.U.L. Los objetivos de este trabajo fueron la determinación de los potenciales productivos en la región de lomadas del Este de las especies incluídas en los mejoramientos, *Lotus pedunculatus* cv. Grasslands Maku y *Trifolium repens* cv. Zapicán, así como también la evaluación en los animales y en las pasturas de los efectos de distintos sistemas de pastoreo y cargas.

Los tratamientos aplicados fueron los métodos de pastoreo continuo y rotativo, siendo este último además evaluado con dos frecuencias distintas de cambio de franja (cada 7 y 14 días, ambas con periodos de descanso de 42 días). Bajo el sistema de pastoreo rotativo con cambio de franja semanal se utilizaron a su vez dos cargas animales (14 y 17 corderos/ha). Las variables evaluadas sobre la pastura fueron cantidad y calidad de materia seca disponible y remanente y caracterización de la biomasa subterránea. Desde el punto de vista animal, se determinó la producción de carne y lana individual y por hectárea y por último se evaluó la calidad de canal y carne de los corderos.

La producción de forraje en ambos casos se situó entorno a los 2000 kg/ha de MS, con tasas de crecimiento promedio de 21 y 18 MS kg/ha/día, para lotus Maku y trébol blanco respectivamente. Los contenidos medios de las especies sembradas fueron 24% para la pastura con lotus Maku y 19% para el caso del trébol blanco.

En el mejoramiento con lotus Maku no hubieron efectos de tratamiento en producción vegetal, pero sí se registraron en producción animal ( $p < 0.01$ ), obteniéndose menores ganancias con la carga alta (126 g/an/día) en relación al promedio de la carga baja (162 g/an/día). Para el caso de trébol blanco algunos aspectos de la producción vegetal se vieron afectados negativamente bajo un régimen de pastoreo continuo (biomasa subterránea, contenido de leguminosa, entre otros), al igual que la producción animal ( $p < 0.01$ ) donde se registraron menores ganancias bajo pastoreo continuo (135 g/an/día) que bajo los sistemas rotativos (en promedio 165 g/an/día).

Existieron efectos negativos del tratamiento con carga alta para el lotus Maku y del sistema de pastoreo continuo para el trébol blanco ( $p < 0.05$ ) sobre la calidad de las canales, lo cual no ocurrió con la calidad de la carne.

Las dos especies evaluadas demostraron ser aptas para llevar a cabo un esquema de engorde ovino al ser incluídas en un mejoramiento de campo. Tanto la producción vegetal como la animal fue similar entre ambos experimentos. La carga que resultó más

adecuada para el lotus Maku fue 14 corderos por hectárea, al alcanzar la mejor combinación de producción individual (en promedio 13.6 kg/an) y por hectárea (en promedio 223 kg/ha). Para el trébol blanco la producción individual y por unidad de superficie fueron de 13.5 kg/animal y de 242 kg/ha respectivamente, para el promedio de los tratamientos con pastoreo rotativo.

El lotus Maku mostró gran plasticidad al adaptarse a los distintos sistemas de pastoreo utilizados para el periodo de tiempo considerado. En el mejoramiento con trébol blanco el pastoreo continuo afectó negativamente la pastura y resintió significativamente la producción animal.



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**ENGORDE DE CORDEROS PESADOS SOBRE  
MEJORAMIENTOS DE CAMPO CON *Trifolium repens* cv. ZAPICÁN Y  
*Lotus pedunculatus* cv. MAKU: EFECTO DE LA CARGA ANIMAL Y  
EL SISTEMA DE PASTOREO**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA**

por

Fiorella Carla CAZZULI ALBA  
María Selva CEDREZ GUILLÉN  
María Noel ECHEVARRÍA TABÁREZ

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo  
(Orientación Agrícola-Ganadera)

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2004

## 8. SUMMARY

Two experiments were held on two oversown pastures with *Lotus pedunculatus* cv. Grasslands Maku and *Trifolium repens* cv. Zapicán with finishing lambs, at Palo a Pique Experimental Unit (INIA Treinta y Tres, Uruguay) between 9<sup>th</sup> of July and 14<sup>th</sup> of October 2003. The aim of these trials was to determine production potentials of the species included in the oversown pastures in the Eastern region of Uruguay, as well as to evaluate on the animal and pasture the effects of different grazing management and stocking rates.

The treatments were continuous and rotational grazing systems, being the latter evaluated with 7 and 14 days strip grazing systems, both with 42 days rest. Under the weekly rotational grazing system two stocking rates were evaluated (14 and 17 lambs/ha). Pasture measurements were dry matter (DM) initial and residual mass, pasture quality and underground biomass. Animal measurements were daily liveweight gains, liveweight/ha, wool production (individual and per/ha) and carcass and meat quality.

In both trials DM production was approximately 2000 kg/ha and the pasture growth rates were 21 and 18 DM kg/ha/day for lotus Maku and white clover respectively. The average sown species contents were 24% and 19% for the lotus Maku and white clover pastures respectively.

No treatment effects were found on vegetal production, while the animal production was affected by the stocking rate ( $p < 0.01$ ) on the lotus Maku pasture, being the lowest liveweight gains (LWG) 126 g/an/day for the 17 lambs/ha stocking rate, and the average of the 14 lambs/ha stocking rate of 162 g/an/day. Some aspects of the vegetal production on the white clover pasture were negatively affected under the continuous grazing system (underground biomass and legume content), as well as the animal production ( $p < 0.01$ ), where LWG were lower under this management (135 g/an/day) than the rotational grazing systems (averaging 165 g/an/day).

Carcasses were negatively affected ( $p < 0.05$ ) by the high stocking rate on the lotus Maku pasture and by the continuous grazing system on the white clover pasture, while meat quality was not.

The two species under study proved to be useful in being included in an oversown pasture to fulfill a finishing lamb scheme. Both vegetal and animal production were similar among experiments. The stocking rate which fitted best for the lotus Maku pasture was 14 lambs/ha, achieving the best combination of individual (13.6 kg/an in average) and per hectare production (223 kg/ha in average). On the white clover pasture,

the average of the rotational grazing systems for individual and per ha production were 13.5 kg/an y 242 kg/ha, respectively.

Lotus Maku proved great plasticity in adapting itself to the different grazing systems considering the period of time elapsed. The white clover pasture was affected negatively by the continuous grazing system and it also reduced significantly animal production.

## **9. BIBLIOGRAFÍA**

1. **ALLWORTH, B.** 1993. Profitable pasture utilization-sheep. En: Proceedings of the 8<sup>th</sup> Conference of the Grassland Society of New South Wales INC. pp. 67-71.
2. **ANSLOW R.C.; GREEN J.O.** 1967. The seasonal growth of pasture grasses. *Journal of Agriculture Science, Cambridge* 68: 109-122.
3. **APPLETON, M.** 1986. Advances in sheep grazing systems. En: Grazing. Edited by: J. Frame. Suffolk, British Grassland Society Occasional Symposium N° 19. pp. 167-174.
4. **ARBELECHE, C.; ITHURSARRY, M.** 1996. Manejo estacional de un mejoramiento extensivo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 91 p.
5. **ARRILLAGA, I.; CODURI, G.** 1997. Manejo de defoliación de *Lotus pedunculatus* cv. Maku. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 70 p.
6. **AYALA, W.; CARRIQUIRI, E.; CARÁMBULA, M.** 1993. Resultados experimentales. INIA Treinta y Tres. pp. 1-28.
7. \_\_\_\_\_ ; **CARÁMBULA, M.** 1996a. Mejoramientos extensivos en la región Este: manejo y utilización. En: Producción y manejo de pasturas. Serie Técnica N° 80. INIA Tacuarembó. pp. 177-182.
8. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ . 1996b. Mejoramientos extensivos en la región Este: implantación y especies. En: Producción y manejo de pasturas. Serie Técnica N° 80. INIA Tacuarembó. pp. 169-175.
9. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; **QUINTANS, G.** 2001a. Comportamiento productivo de lotus Maku como nueva alternativa forrajera para engorde ovino. En: Lotus Maku: manejo, utilización y producción de semillas. Serie Técnica N° 119. INIA La Estanzuela-Treinta y Tres. pp. 25-35.
10. \_\_\_\_\_ ; **BERMÚDEZ, R.; CARÁMBULA, M.; RISSO, D.; TERRA, J.** 2001b. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de Lomadas del Este. En: Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. Boletín de Divulgación N° 76. INIA Tacuarembó. pp. 69-108.

11. \_\_\_\_\_ ; **ROVIRA, P.** 2002. Efecto de la dotación en el engorde de corderos en pastoreo de *Lotus pedunculatus* cv. Maku. Revista Argentina de Producción Animal. 25° Congreso Argentino de Producción Animal. Buenos Aires, Octubre 2002. 22 (1): 240-242.
12. \_\_\_\_\_ ; **ROVIRA, P.; BERMÚDEZ, R.; FERRÉS, S.; QUEHEILLE, P.** 2003a. Producción de carne ovina de calidad en la Región Este: II Corderos Pesados. En: Seminario de Actualización Técnica. Producción de carne vacuna y ovina de calidad. Serie Actividades de Difusión N° 317. INIA Treinta y Tres. pp. 93-116.
13. \_\_\_\_\_ ; **BERMÚDEZ, R.; FERRÉS, S.** 2003b. Estrategias de manejo para incrementar la productividad y persistencia de los mejoramientos de campo. En: Pasturas en la Sierra: Sitio Experimental Arbolito, Cerro Largo. Serie Actividades de Difusión N° 324. INIA Treinta y Tres. pp. 20-32.
14. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_. 2003c. Lotus Maku: en los 90 una promesa... hoy una firme realidad. En: Revista Plan Agropecuario; N° 107. Setiembre 2003. Montevideo Uruguay. pp. 46-50.
15. **AZZARINI, M.** 1999. Cordero Pesado SUL; Carne ovina con sello de calidad. Publicación del Secretariado Uruguayo de la Lana, Agosto 1999. pp. 12-27.
16. \_\_\_\_\_ ; **GAGGERO, C.; CASTELLS, D.; CARDELLINO, R.** 2001. Efecto de la castración, de la criptorquidia inducida y de la dotación, sobre el crecimiento y la producción de carne de corderos pesados “tipo SUL” en pasturas sembradas. En: Producción ovina. Vol. 14. pp. 25-34.
17. **BAKER, R. D.** 1986. Advances in cow grazing systems. En: Grazing. Edited by: J. Frame. Suffolk, British Grassland Society Occasional Symposium N° 19. pp. 155-166.
18. **BEMHAJA, M.** 1996. Producción de pasturas en Basalto. En: Producción y manejo de pasturas. Serie Técnica N° 80. INIA Tacuarembó. pp. 231-240.
19. \_\_\_\_\_. 1998a. Mejoramiento de campo en Basalto profundo. Evaluación de leguminosas: géneros, especies y variedades. En: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto. INIA Tacuarembó. Serie Técnica N° 102. pp. 33-42.
20. \_\_\_\_\_. 1998b. Mejoramientos de campo: manejo de leguminosas. En: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto. Serie Técnica N° 102. INIA Tacuarembó. pp. 53-61.

21. \_\_\_\_\_. 1998c. Mejoramiento de campo: fertilización fosfatada. En: Seminario de actualización en tecnologías para Basalto. Serie Técnica N° 102. INIA Tacuarembó. pp. 75-82.
22. \_\_\_\_\_. 2001. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos arenosos. En: Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. Boletín de Divulgación N° 76. INIA Tacuarembó. pp. 109-122.
23. **BERMÚDEZ, R.; CARÁMBULA, M; AYALA, W.** 2001. Manejo de implantación de Lotus Maku. En: Lotus Maku: Manejo, utilización y producción de semillas. Serie Técnica N° 119. INIA La Estanzuela-Treinta y Tres. pp. 3-8.
24. \_\_\_\_\_ ; **AYALA, W.; FERRÉS, S.** 2003a. Evaluación de leguminosas para la Zona de Sierras de la Región Este. En: Pasturas en la Sierra: Sitio Experimental Arbolito, Cerro Largo. Serie Actividades de Difusión N° 324. INIA Treinta y Tres. pp. 1-3.
25. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; **QUEHEILLE, P.** 2003b. Opciones forrajeras para la Región Este. En: Producción de carne vacuna y ovina de calidad. Serie Actividades de Difusión N° 317. INIA Treinta y Tres. pp. 1-10.
26. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; **CARÁMBULA, M.** 2004. Estrategias de fertilización fosfatada para mejoramientos de trébol blanco y lotus en suelos con B textural. En: Seminario de Actualización Técnica "Fertilización Fosfatada de Pasturas en la Región Este". INIA Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión N° 356. pp. 75-82.
27. **BIANCHI, G.** 2001. Utilización de razas y cruzamientos para la producción de carne ovina en el Uruguay. En: Producción ovina. Vol 14. pp. 45-54.
28. \_\_\_\_\_ ; **GARIBOTTO, G.** 2002. Influencia del sexo y del largo de lactancia sobre características del crecimiento, composición de la canal y calidad de carne de corderos (revisión). En: Producción ovina. Vol 15. pp. 71-92.
29. **BIGHAM, M. L.** 1974. Effect of shearing intervals on fleece weight and wool growth on a delineated midside patch. New Zealand Journal of Agricultural Research 17: 407-410.
30. \_\_\_\_\_. 1986. Principles of wool growth. En: Feeding, growth and health. Sheep production. Edited by: S.N. McCutcheon, M.F. McDonald y G.A. Wickham. New Zealand Institute of Agricultural Science 2: 57-74.

31. **BINES, J. A.** 1986. Complete diets. En: Principles and practice of feeding dairy cows. Technical bulletin N° 8. 322 p.
32. **BLASER, R. E.** 1986. Forage-animal management systems. Virginia Polytechnic Institute and State University. Bulletin 86-7. 91 p.
33. **BONINO, J.** 2002. Resistencia antihelmíntica de parásitos gastrointestinales en ovinos. En: Resistencia genética del ovino y su aplicación en sistemas de control integrado de parásitos. FAO. Animal production and health. pp. 55-60.
34. \_\_\_\_\_ ; **MEDEROS, A.** 2003a. Sanidad ovina en el Uruguay y recientes avances de la investigación. En: 12° Congreso Mundial Corriedale. 1-10 de setiembre 2003 Uruguay. pp. 27-32.
35. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ . 2003b. Resistencia antihelmíntica en ovinos. En: Revista Plan Agropecuario; N° 107. Setiembre 2003. Montevideo. pp. 42-44.
36. **BRITO, G.** 2002. Factores que afectan el rendimiento y la calidad de las canales. En: Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica: avances obtenidos: carne ovina de calidad (1998-2001). Serie Técnica N° 126. INIA Tacuarembó. pp. 51-57.
37. \_\_\_\_\_ ; **SAN JULIÁN, R.; MONTOSSI, F.; CASTRO, L.; ROBAINA, R.** 2002a. Caracterización de la terneza, pH, temperatura y color pos mortem en corderos pesados machos y hembras: resultados preliminares. En: Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica: avances obtenidos: carne ovina de calidad (1998-2001). Serie Técnica N° 126. INIA Tacuarembó. pp. 131-139.
38. \_\_\_\_\_ ; **MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; DE MATTOS, D.; FIGURINA, G.; COZZOLINO, D.** 2002b. La terneza: un atributo indispensable de la calidad de la carne. En: Anuario Sociedad de Criadores Hereford del Uruguay. pp. 93-98.
39. **BROCK J. L.; HAY, M. J. M.** 2001. White clover performance in sown pastures: a biological/ecological perspective. En: Proceedings of the New Zealand Grassland Association 63: 73-83.
40. **CAMESASCA, M.; NOLLA, M.; PREVE, F.** 2002. Evaluación de la producción y calidad de carne y lana de corderos pesados sobre una pradera de 2° año de trébol blanco y lotus bajo los efectos de la carga animal, sexo, esquila, suplementación y sistema de pastoreo para la región de basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 299 p.

41. **CARADUS, J. R.; WOODFIELD, D. R.; STEWART, A. V.** 1996. Overview and vision for white clover. En: White Clover: New Zealand's competitive edge. Agronomy Society of New Zealand. Special Publication 11: 1-4.
42. **CARÁMBULA, M.** 1992. Manejo otoño-invernal de un mejoramiento extensivo. En: Mejoramientos extensivos de la Región Este. Resultados experimentales. INIA Treinta y Tres. Estación Experimental del Este. pp. 60-72.
43. \_\_\_\_\_ ; **AYALA, W; CARRIQUIRI, E.** 1994. *Lotus pedunculatus*. Adelantos sobre una forrajera que promete. Serie Técnica N° 45. INIA Treinta y Tres. pp. 1-13.
44. \_\_\_\_\_. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Editorial Hemisferio Sur. 524 p.
45. \_\_\_\_\_. 1998. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Editorial Hemisferio Sur. 464 p.
46. \_\_\_\_\_. 2001. Manejo de Lotus para producción de forraje. En: Lotus Maku: Manejo, utilización y producción de semillas. Serie Técnica N° 119. INIA La Estanzuela-Treinta y Tres. pp. 11-21.
47. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajes. Potenciales alternativas para producir forraje. Tomo I. Montevideo, Editorial Hemisferio Sur. 357 p.
48. **CARRERA, M.; GONZÁLEZ, R.; GONZÁLEZ, D.; ROVIRA, P.** 1996. Efecto de la dotación y manejo del pastoreo en la productividad del campo natural y mejorado. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 97 p.
49. **CARRIQUIRY, E.** 1992. Evaluación de leguminosas para mejoramientos extensivos. En: Mejoramientos extensivos de la Región Este. Resultados experimentales. INIA Treinta y Tres. Estación Experimental del Este. pp. 25-38.
50. **CASTELLS, D.; NARI, A.; RIZZO, E.; MARMOL, E.; ACOSTA, D.** 1991. Efectos de los nemátodos gastrointestinales sobre diversos parámetros productivos en la etapa de recría. En: Producción ovina. Vol. 8. 1995. pp. 17-32.
51. \_\_\_\_\_. 2002a. Resistencia genética del ovino a los nemátodos gastrointestinales. En: Resistencia genética del ovino y su aplicación en sistemas de control integrado de parásitos. FAO. Animal production and health. pp. 79-86.

52. \_\_\_\_\_ . 2002b. Nuevo enfoque en el control parasitario de ovinos. En: Parasitosis gastrointestinales de los ovinos: Situación actual y avances de la investigación. Serie Actividades de Difusión N° 299. INIA Tacuarembó. pp. 14-22.
53. \_\_\_\_\_ ; **MEDEROS, A.; LORENZELLI, E.; MACCHI, L.** 2002. Diagnóstico de resistencia antihelmíntica de *Haemonchus spp.* a las ivermectinas en el Uruguay. En: Resistencia genética del ovino y su aplicación en sistemas de control integrado de parásitos. FAO. Animal production and health. pp. 61-66.
54. \_\_\_\_\_ . 2003. Resistencia genética del ovino a los nemátodos gastrointestinales. En: 12° Congreso Mundial Corriedale. 1-10 de setiembre 2003 Uruguay. pp. 36-42.
55. **CASTRO, L. E.** 2002. La carne y su calidad. En: Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica: avances obtenidos: carne ovina de calidad (1998-2001). Serie Técnica N° 126. INIA Tacuarembó. pp. 47-49.
56. **CHARLESTON, W. A. G.** 1986. Parasites. En: Feeding, growth and health. Sheep production. Edited by: S.N. McCutcheon, M.F. McDonald y G.A. Wickham. New Zealand Institute of Agricultural Science 2: 204-243.
57. **CLARK, D. A.; KANNEGANTI, V. R.** 1998. Grazing management systems for dairy cattle. En: Grass for dairy cattle. Edited by: J. H. Cherney y D. J. R. Cherney. Cambridge, University Press. pp. 311-334.
58. **COOP, I. E.** 1986. Pasture and crop production. En: Feeding, growth and health. Sheep production. Edited by: S. N. McCutcheon, M. F. McDonald y G. A. Wickham. New Zealand Institute of Agricultural Science 2: 110-136.
59. **CUNNINGHAM, J. M. M.** 1983. The use of grass in sheep production. En: "Money for grass". Proceedings of the Winter Meeting of the British Grassland Society. Occasional Symposium N° 15. pp. 34-47.
60. **DE BARBIERI, I.; SAN JULIÁN, R.; MONTOSI, F.; DIGHIRO, A.; MEDEROS, A.; CASTRO, L.** 2003. Fase II – Evaluación en plantas frigoríficas. En: Primera auditoría de calidad de la cadena cárnica ovina del Uruguay. Serie Técnica N° 138. INIA Tacuarembó. pp. 57-101.
61. **DE LOS CAMPOS, G.; DIGIERO, A.; SAN JULIÁN, R.; MONTOSI, F.; DE MATTOS, D; CASTRO, L.; ROBAINA, R.; ABRAHAM, D.** 2002. Predicción de cortes valiosos de canales de corderos pesados a partir de variables medibles pos faena. En: Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica: avances obtenidos: carne ovina de calidad (1998-2001). Serie Técnica N° 126. INIA Tacuarembó. pp. 99-108.

62. **DOUGLAS, G. B.; STIENEZEN, M.; WAGHORN, G. C.; FOOTE, A. G.** 1999. Effect of condensed tannins in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) and sulla (*Hedysarum coronarium*) on body weight, carcass fat depth, and wool growth of lambs in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 42: 55-64.
63. **ECHEVARRÍA, F.** 2002. Epidemiología y control de los nemátodos en la región Sur del Brasil. En: Resistencia genética del ovino y su aplicación en sistemas de control integrado de parásitos. FAO. *Animal production and health*. pp. 33-40.
64. **FERGUSON, K. A.** 1972. The nutritional value of diets for wool growth. En: *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 9: 314-320.
65. **FERRÉS, S; QUEHEILLE, P; RIET, I.** 2003. Fertilización fosfatada en mejoramientos de campo en la Región Este. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 151 p.
66. **FORBES, J. M.** 1986. Voluntary intake. En: *Principles and practice of feeding dairy cows*. Edited by: W. H. Broster, R. H. Phipps y C. L. Johnson. pp. 11-24.
67. \_\_\_\_\_ . 1995. *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. Oxon, CAB International. 532 p.
68. **FORBES, T. D. A.; COLEMAN, S. W.** 1987. Herbage intake and ingestive behaviour of grazing cattle as influenced by variation in sward characteristics. En: *Proceedings of a special session. Grazing-lands research at the plant-animal interface*. pp. 141-152.
69. **FORMOSO, D.; OFICIALDEGUI, R.; NORBIS, R.** 2001. Producción y valor nutritivo del campo natural y mejoramientos extensivos. En: *Utilización y manejo de mejoramientos extensivos con ovinos*. SUL. pp. 7-24.
70. **FRAME, J.; DICKINSON, I. A.** 1985. The digestibility of rotationally-grazed perennial ryegrass swards. En: *Grazing. J.* Edited by: Frame. Suffolk, British Grassland Society. Occasional Symposium N° 19. pp. 206-207.
71. \_\_\_\_\_ ; **PATERSON, D. J.** 1987. The effects of strategic nitrogen application and defoliation systems on the productivity of a perennial ryegrass/white clover sward. *Grass and Forage Science* 42: 271-280.
72. \_\_\_\_\_ . 1992. *Improved Grassland Management*. Ipswich, Farming press. 351 p.
73. \_\_\_\_\_ ; **CHARLTON, J.; LAIDLAW, A.** 1998. White clover. En: *Temperate forage legumes*. pp. 15-106.

74. **GANZÁBAL, A.** 1997. Alimentación de ovinos con pasturas sembradas. Serie Técnica N° 84. INIA Las Brujas. 44 p.
75. **GARNOCK, M.** 1993. Profitable pasture utilization with beef cattle. En: Proceedings of the 8<sup>th</sup> Conference of the Grassland Society of New South Wales INC. pp. 62-66.
76. **GEENTY, K.G.; RATTRAY, P.V.** 1987. The energy requirements of grazing Sheep and Cattle. En: Livestock feeding on pasture. Occasional Publication N° 10, New Zealand Society of Animal Production. pp. 39-53.
77. **GILL, M.; BEEVER, D. E. ; OSBOURN, D. F.** 1989. The feeding value of grass products. En: Grass, its production and utilization. 2<sup>nd</sup> edition. Edited by: W. Holmes, Worcester, The British Grassland Society. pp. 89-129.
78. **GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J.** 1970. Forage fibre analyses. Apparatus, reagents, procedures and some applications. Dept. Doc. US Government printing off. Washington D. C. Agricultural Handbook N° 379.
79. **GUERRINA, A; INVERNIZZI, A.** 2002. Efecto de la carga animal en la recría de corderas sobre un mejoramiento de campo con *Lotus pedunculatus* cv. Maku. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 108 p.
80. **HARRIS, A. J.; CLARK, D. A.** 1987. Meeting animal needs from mixed grass-legume pastures. En: Proceedings of a special session. Grazing-lands research at the plant-animal interface. pp. 81-91.
81. **HARRIS, W.** 1987. Population dynamics and competition. En: White clover. Edited by: Barker y Williams. pp. 203-259.
82. **HAY, M. J. M.; BROCK, J. L.; THOMAS, V. J.** 1989. Density of *Trifolium repens* plants in mixed swards under intensive grazing by sheep. Journal of Agricultural Science 113: 81-86.
83. **HILDER, E. J.** 1974. Efectos producidos por el pastoreo sobre el crecimiento de la planta debido a la transferencia de nutrimentos vegetales. En: Utilización intensiva de pasturas. Editado por: B. J. F. James. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur. pp. 58-70.
84. **HODGE, J. E.** (s/f). Green fields and pastures new. Adelaide. Edited by: J. Ryan. 19 p.

85. **HODGKINSON, K. C.; MOTT, J.** 1987. On coping with grazing. En: Proceedings of a special session. Grazing-lands research at the plant-animal interface. pp. 171-192.
86. **HODGSON, J.** 1986. Grazing behaviour and herbage intake. En: Grazing. Edited by: J. Frame. Suffolk, British Grassland Society Occasional Symposium N° 19. pp. 51-64.
87. \_\_\_\_\_ . 1990. Grazing management; Science into Practice. Harlow, Longman handbooks in Agriculture. 203 p.
88. \_\_\_\_\_ ; **BROOKES, I. M.** 1999. Nutrition of grazing animals. En: New Zealand pasture and crop science. Edited by: J. White y J. Hodgson. pp. 117- 132.
89. **HOLECHEK, J. L.; PIEPER, R. D.; HERBEL, C. H.** 1995. Range management; Principles and practices. 2<sup>nd</sup> edition. New Jersey, Prentice Hall. 526 p.
90. **HOLLAND, J. P.; ROBERTSON, D.; GOODING, R.; HULBERT, I.; WATERHOUSE, A.** 1997. The production and utilization of grazed, semi-natural, upland grasslands in Western Scotland. En: 5<sup>th</sup> Research Conference at Seale Hayne Faculty of Agriculture, food and land use. University of Plymouth, New Abbot, Devon. 8-10 September, 1997. British Grassland Society. pp. 43-44.
91. **HOLMES, W.** 1989. Grazing management. En: Grass, its production and utilization. Edited by: W. Holmes. pp. 130-172.
92. **HUTCHINSON, K.** 1993. Grazing systems overview–theory and practice of grazing management for sustaining productive temperate pastures. En: Proceedings of the 8<sup>th</sup> Conference of the Grassland Society of New South Wales INC. pp. 90-97.
93. **IGLESIAS, P; RAMOS, N.** 2003. Efecto de los taninos condensados y la carga sobre la producción de carne y lana de corderos pesados Corriedale en cuatro especies de leguminosas (*Lotus corniculatus*, *Lotus pedunculatus*, *Lotus subbiflorus* y *Trifolium repens*). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 213 p.
94. **INSTITUTO NACIONAL DE CARNES.** 1998. Clasificación y tipificación de ovinos. INAC. Uruguay. Mimeog.
95. **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA.** 2003a. Tecnologías de engorde de corderos pesados sobre pasturas cultivadas para el Basalto. En: Día de campo “Pasturas y producción animal en Basalto”. Serie Actividades de Difusión N° 335. INIA Tacuarembó. pp. 23-25.

96. \_\_\_\_\_. 2003b. Efecto de los taninos condensados en el control de los parásitos gastrointestinales de los ovinos en pastoreo. En: Día de campo “Pasturas y producción animal en Basalto”. Serie Actividades de Difusión N° 335. INIA Tacuarembó. pp. 34-36.
97. **JIANG, S.T.** 1998. Contribution of muscle proteinases to meat tenderization. En: Proceedings of the National Science Council, ROC. Part B: Life Sciences. 22 (3): 97-107.
98. **KANG, J.; BRINK, G.** 1995. White clover morphology and physiology in response to defoliation interval. *Crop Science* 35: 264-269.
99. **KEMP, D.** 1993. Managing pastures by grazing. En: Proceedings of the 8<sup>th</sup> Conference of the Grassland Society of New South Wales INC. pp. 32-38.
100. **KIRTON, A.; DUGANZICH, D.; FEIST, C.; BENNET, G.; WOODS, E.** 1985. Prediction of lamb carcass composition from GR and carcass weight. En: Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 45: 63-65.
101. **KJELDHAL, J.** 1984. Official methods of analysis. 14<sup>th</sup> edition. Washington, D.C.: Association of Official Agricultural Chemists.
102. **KNOWLES, I. M.; FRASER, T. J.; DALY, M. J.** 2003. White clover: loss in drought and subsequent recovery. *New Zealand Grasslands Symposium 2003*. pp. 37-42.
103. **KOOHMARAIE, M.; DOUMIT, M. E.; WHEELER, T. L.** 1996. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. *Journal of Animal Science* 74: 2935-2942.
104. \_\_\_\_\_ ; **KENT, M.; SHACKELFORD, S.; VEISETH, E.; WHEELER, T. L.** 2002. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Science* 62: 345-352.
105. **KORTE, C. J.; CHU, A. C. P.; FIELD, T. R. O.** 1987. Pasture production. En: Livestock feeding on pasture. Edited by: A. M. Nicol. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. Occasional publication, N° 10. pp. 7-20.
106. **LAMBERT, M. G.; LITHERLAND, A. J.** 2000. A practitioner’s guide to pasture quality. En: Proceedings of the New Zealand Grassland Association 62: 111-115.

107. **LANGER, R. H.** 1973. Especies y variedades de gramíneas. En: Las pasturas y sus plantas. Editorial Hemisferio Sur. pp. 75-147.
108. **LAWSON, A. R.; KELLY, K. B.; SALE, P. W. G.** 2000. Defoliation frequency and cultivar effects on the storage and utilization of stolon and root reserves in white clover. *Australian Journal of Agricultural Research* 51: 1039-1046.
109. **LYNCH, P. B.** 1947. Methods of measuring the production from grasslands. A review of techniques employed by the Field Division, Department of Agriculture. *New Zealand Journal Science Technology. Sect. A.* 28: 385-405.
110. **LORD, E. A.; FENNESSY, P.F.; LITTLEJOHN, R.P.** 1988. Comparison of genotype and nutritional effects on body and carcass characteristics of lambs. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 31: 13-19.
111. **LUCAS, R. J.; THOMPSON, K. F.** 1994. Pasture assessment for livestock managers. En: Pastures, their ecology and management. Edited by: R. H. M. Langer. Auckland, Oxford University Press. pp. 241- 262.
112. **LUQUE, A.; BARRY, T. N.; Mc NABB, C.; KEMP, P. D.; Mc DONALD, M. F.** 2000. The effect of grazing *Lotus corniculatus* during late summer-autumn on reproductive efficiency and wool production in ewes. *Journal of Agricultural Research* 51: 385-391.
113. **MAS, C.** 1992. Mejoramientos extensivos: antecedentes. En: Mejoramientos extensivos en la región Este. Resultados experimentales. INIA Treinta y Tres. pp. 1-11.
114. **MC CALL, D. G.; TOWNSLEY, R. J.; BIRCHAM, J. S.; SHEATH, G. W.** 1986. The interdependence of animal intake, pre-and post-grazing pasture mass and stocking density. En: Proceedings of the New Zealand Grassland Association 47: 255-261.
115. **MC CLYMONT, G. L.** 1974. Crecimiento y producción del animal en pastoreo; Valor nutritivo del forraje y factores que afectan su ingestión por los animales. En: Utilización intensiva de pasturas. Editado por: B. J. F. James. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur. pp. 71-77.
116. **MCDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D.** 1992. Animal nutrition. 4<sup>th</sup> Edition. Harlow, Longman Scientific & Technical. 543 p.
117. **MC MEEKAN, C. P.** 1973. De pasto a leche. Montevideo, Editorial Hemisferio Sur. 280 p.

118. **MEDEROS, A.** 1998. Parasitosis gastrointestinales de los ovinos: situación actual y avances de la investigación. En: Seminario de actualización en tecnologías para basalto. Serie Técnica N° 102. INIA Tacuarembó. pp. 297-305.
119. \_\_\_\_\_ ; **MONTOSSI, F.; DE BARBIERI, I.; SAN JULIÁN, R.; RISSO, F.** 2002. Métodos de control integrado de las parasitosis gastrointestinales: nutrición e interacción con las parasitosis. En: Parasitosis gastrointestinales de los ovinos: situación actual y avances de la investigación. Serie de Actividades de Difusión N° 299. INIA Tacuarembó. pp. 32-39.
120. **MILLIGAN, K.** 1983. Comments on the grazing management session. En: Proceedings of the New Zealand Grassland Association 45: 207-208.
121. \_\_\_\_\_ ; **BROOKES, I. M.; THOMPSON, K. F.** 1987. Feed planning on pasture. En: Livestock feeding on pasture. Occasional Publication N° 10, New Zealand Society of Animal Production. pp. 75-88.
122. **MIN, B, R.; BARRY, T. N.; Mc NABB, W. C.; KEMP, P. D.** 1998. Effect of condensed tannins on the production of wool and on its processing characteristics in sheep grazing *Lotus corniculatus*. Journal of Agricultural Research 49: 597-605.
123. **MINSON, D. J.** 1990. Forage in ruminant nutrition. San Diego, Academic press. 483 p.
124. **MONTOSSI, F.** 1996. El valor nutricional de los taninos condensados en el género lotus. En: Serie Técnica N° 80. INIA. Tacuarembó. pp. 107-111.
125. \_\_\_\_\_ ; **BERRETTA, E. J.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BEMHAJA, M; SAN JULIÁN, R.; RISSO, D. F.; MIERES, J.** 1998a. Estudio de la selectividad de ovinos y vacunos en diferentes comunidades vegetales de Basalto. En: Seminario de actualización en tecnologías para Basalto. Serie Técnica N° 102. INIA Tacuarembó. pp. 257-286.
126. \_\_\_\_\_ ; **SAN JULIÁN, R.; DE MATTOS, D.; BERRETTA, E. J.; ZAMIT, W.; LEVRATTO, J.; RÍOS, M.** 1998b. Impacto del manejo de la condición corporal al parto sobre la productividad de ovejas Corriedale y Merino. En: Seminario de actualización en tecnologías para Basalto. Serie Técnica N° 102. INIA Tacuarembó. pp. 185-193.
127. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; **RISSO, D.; BERRETTA, E.; RÍOS, M.; FRUGONI, J.; ZAMIT, W.; LEVRATTO, J.** 1998c. Alternativas tecnológicas para la intensificación de la producción de carne ovina en sistemas ganaderos del Basalto:

- II Producción de corderos pesados. En: Seminario de actualización en tecnologías para Basalto. Serie Técnica N° 102. INIA Tacuarembó. pp. 243-256.
128. \_\_\_\_\_ ; **FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETTA, E.** 2000. En: Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica. Serie Técnica N° 113. INIA Tacuarembó. 84 p.
129. \_\_\_\_\_ ; **RISSO, D.; DE BARBIERI, I.; SAN JULIÁN, R.; CUADRO, R.; ZARZA, A.; DIGIERO, A.; MEDEROS, A.** 2002a. Producción y calidad de canal y carne ovina: Corderos pesados. En: Mejoramientos de campo en la región de Cristalino. INIA Tacuarembó. Serie Técnica N° 129. INIA Tacuarembó. pp. 59-73.
130. \_\_\_\_\_ ; **SAN JULIÁN, R.; BANCHERO, G.; GÁNZABAL, A.; RISSO, D. F.; DE BARBIERI, I.; DIGIERO, A.; DE MATTOS, D.; DE LOS CAMPOS, G.; MEDEROS, A.; CASTRO, L.; ROBAINA, R.; ABRAHAM, D.** 2002b. Sistemas de engorde y calidad de canales para corderos pesados en el Uruguay. En: Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica: avances obtenidos: carne ovina de calidad (1998-2001). Serie Técnica N° 126. INIA Tacuarembó. pp. 59-83.
131. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; **BRITO, G.; DE LOS CAMPOS, G.; GÁNZABAL, A.; DIGHIERO, A.; DE BARBIERI, I.; CASTRO, L.; ROBAINA, R.; FIGURINA, G.; DE MATTOS, D.; NOLLA, M.** 2003. Producción de carne ovina de calidad con la raza Corriedale: recientes avances y desafíos de la innovación tecnológica en el contexto de la cadena cárnica ovina del Uruguay. En: 12° Congreso Mundial Corriedale. 1-10 de setiembre 2003 Uruguay. pp. 74-90.
132. **MORLEY, F. H. W.** 1974. Manejo planta animal y producción animal. Pastoreo controlado. En: Utilización intensiva de pasturas. Editado por: B. J. F. James. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur. pp. 87-96.
133. **MORTON, J. D.** 1992. Management of poor quality pastures for maximum animal performance during summer. En: Proceedings of the New Zealand Grassland Association 54: 85-89.
134. **MOTT, G. O.** 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. En: Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Grassland Congress. pp. 606-611.
135. **MOTTA, O.; PIRES, C.; DA SILVA, J.; DA ROSA, G.; FÜLBER, M.** 2001. Avaliação da carcaça de cordeiros da raça Texel sob diferentes métodos de alimentação e pesos de abate. En: Ciencia Rural 31 (6): 1051-1056.

136. **MUNRO, J. M. M.; WALTERS, R. J. K.** 1986. The Feeding Value of Grass. En: Grazing. J. Frame ed. Suffolk, British Grassland Society Occasional Symposium N° 19. pp. 65-78.
137. **NATIONAL RESEARCH CENTRE.** 1985. Nutrient requirements of sheep. Washington D.C. National Academy of Sciences. 99 p.
138. **NABINGER, C.** 1980. Técnicas de melhoramento de pastagens naturais no Rio Grande do Sul. En: Seminário sobre pastagens, “de que pastagens necessitamos” (1980, Porto Alegre, RS, Brasil). Anais. Porto Alegre, FARSUL. pp. 28-53.
139. **NARI, A.; EDDI, C.** 2002. Control integrado de las parasitosis. En: Resistencia genética del ovino y su aplicación en sistemas de control integrado de parásitos. FAO. Animal production and health. pp. 11-16.
140. **NORBIS, H.; GAGGERO, C.; FORMOSO, D.** 2001. Invernada de Corderos Pesados SUL sobre mejoramientos extensivos de pasturas. En: Utilización y manejo de mejoramientos extensivos con ovinos. Secretariado Uruguayo de la Lana. pp. 48-65.
141. **PARMA, R.** 1999. Engorde de corderos. Algunos aspectos del manejo de pasturas. En: Lana Noticias N° 121. SUL. pp. 34-37.
142. **PEARSON, C. J.; ISON, R. L.** 1987. Agronomy of grassland systems. Avon, Cambridge University Press. 169 p.
143. **PEREIRA, D.** 2003. Nemátodes gastrointestinales: lo que ocurre en el campo. En: Lana Noticias N° 135. SUL. pp. 10-12.
144. **POPPI, D. P.; HUGHES, T. P.; L'HUILLIER, P. J.** 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. En: Livestock feeding on pasture. Occasional Publication N° 10, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-63.
145. **PRYOR, W. J.; LECHE, T. F.; ANNISON, E. F.; CORBETT, J. L.; FARRELL, D. J.; HOLDER, J. M.; MINSON, D. J.; PARSON, B.; RADCLIFFE, J. C.; ROBARDS, G. E.; SHAW, M. K.** 1990. En: Feeding standards for Australian livestock; ruminants. Standing Committee on Agriculture, Ruminants subcommittee. Editors: CSIRO Australia.
146. **PURCHAS, R. W.** 1986. Principles of body growth. En: Feeding, growth and health. Sheep production. Edited by: S.N. McCutcheon, M.F. McDonald y G.A. Wickham. New Zealand Institute of Agricultural Science 2: 27-56.

147. **QUINTANA, S.; PEPE, C.; IBARBURU, A.; ZABALA, E.; NARI, A.; MARMOL, E.; FABREGAS, B.** 1986. Manejo parasitario del cordero de destete en campo natural: I Pastoreo alterno con bovinos en un área de basalto superficial. En: Jornadas Veterinarias de Ovinos. Noviembre 1986. Tacuarembó. Centro Médico Veterinario. N° 7. pp. 21-22.
148. **RATTRAY, P. V.** 1986. Feed requirements for maintenance, gain and production. En: Feeding, growth and health. Sheep production. Edited by: S. N. McCutcheon, M.F. McDonald y G.A. Wickham. New Zealand Institute of Agricultural Science 2: 75-109.
149. \_\_\_\_\_ ; **THOMPSON, K. F.; HAWKER, H.; SUMNER, R. M. W.** 1987. Pastures for sheep production. En: Livestock feeding on pasture. Occasional Publication N° 10, New Zealand Society of Animal Production. pp. 89-103.
150. **RISSO, D. F.; BERRETTA, E.** 1996. Mejoramiento de campo en suelos sobre cristalino. En: Serie Técnica N° 80. INIA Tacuarembó. pp. 193-211.
151. \_\_\_\_\_ . 1997. Producción de carne sobre pasturas. En: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Serie Técnica N° 83. INIA La Estanzuela. pp. 1-6.
152. **ROBAINA, R.** 2002. Metodología para la evaluación de canales. En: Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica: avances obtenidos: carne ovina de calidad (1998-2001). Serie Técnica N° 126. INIA Tacuarembó. pp. 39-45.
153. **ROBARDS, G.** 1993. Applying principles of ruminant nutrition to pasture utilization. En: Proceedings of the 8<sup>th</sup> Conference of the Grassland Society of New South Wales INC. pp. 50-61.
154. **ROBERTS, F. H. S.; O`SULLIVAN Y. J.** 1949. Methods for eggs counts and larvae cultures for Strongyles infesting the gastro-intestinal tract of cattle. Australian Journal of Agricultural Research 1: 99-102.
155. **ROBINSON, G. G.** 1993. Grazing management - not just a rest for your pastures. En: Proceedings of the 8<sup>th</sup> Conference of the Grassland Society of New South Wales INC. pp. 109-111.
156. **ROBSON, M. J. ; PARSONS, A. J. ; WILLIAMS, T. E.** 1989. Herbage production: grasses and legumes. En: Grass, its production and utilization. 2<sup>nd</sup> edition. W. Holmes, Worcester, The British Grassland Society. pp. 7- 88.

157. **ROMERO, J.** 2002. ¿Qué clase de desafío es el manejo integrado de parásitos en lanares?. En: Resistencia genética del ovino y su aplicación en sistemas de control integrado de parásitos. FAO. Animal production and health. pp. 25-31.
158. **RUSSEL, A. J. F.; DONEY, J. M.; GUNN, R. G.** 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science* 72: 451-454.
159. **SALLES, J.** 2002. Métodos de control integrado de las parasitosis gastrointestinales: manejo del pastoreo con criterio parasitario. En: Parasitosis gastrointestinales de los ovinos: Situación actual y avances de la investigación. Serie Actividades de Difusión N° 299. INIA Tacuarembó. pp. 23-26.
160. **SAN JULIÁN, R.; MONTOSI, F.; BERRETTA, E. J.; LEVRATTO, J.; ZAMIT, W.; RÍOS, M.** 1998. Alternativas de alimentación y manejo invernal de la recría ovina en la región de basalto. En: Seminario de actualización en tecnologías para Basalto. Serie Técnica N° 102. INIA Tacuarembó. pp. 209-228.
161. \_\_\_\_\_ ; **BRITO, G.; MONTOSI, F.; DE BARBIERI, I.; DIGHIERO, A.; CASTRO, L.; ROBAINA, R.** 2003. Caracterización de la terneza, pH, temperatura y color en corderos pesados Corriedale: resultados preliminares. En: Resultados de investigación en bovinos para carne y ovinos. Período 1998-2003. Regional Meeting 2003. IMS/OPIC. Edición especial. INIA Tacuarembó.
162. **SAS.** 2003. SAS User's Guide: Statistics, versión 8.2, North Carolina, USA: SAS.
163. **SHEATH, G. W.** 1978. Growth studies on defoliated *Lotus pedunculatus* cv. "Grasslands Maku". Thesis Ph.D. Palmerston North, New Zealand, Massey University. 197 p.
164. \_\_\_\_\_ . 1980. Effects of season and defoliation on the growth habit of *Lotus pedunculatus* Cav. cv. "Grasslands Maku". *New Zealand Journal of Agricultural Research* 23: 191-200.
165. \_\_\_\_\_ . 1981. *Lotus pedunculatus* an agricultural plant? En: Proceedings of the New Zealand Grassland Association 42: 160-167.
166. \_\_\_\_\_ ; **RATTRAY, P. V.; SMEATON, D. C.** 1987. Influence of pasture quantity on intake and production of sheep. En: Proceedings of a special session. Grazing-lands research at the plant-animal interface. pp. 33-43.
167. **SMETHAM, M. L.** 1981. Manejo del pastoreo. En: Las pasturas y sus plantas. Editado por: R.H.M. Langer. Editorial Hemisferio Sur. pp. 209-270.

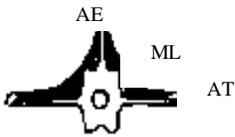
- 168.\_\_\_\_\_. 1993. The biology and use of white clover. En: Teaching Resource Services. Series N° 7. 70 p.
- 169.\_\_\_\_\_. 1994. Pasture management. En: Pastures, their ecology and management. Edited by: R. H. M. Langer. Auckland, Oxford University Press. pp. 197-240.
- 170.**SOCA, P.; AYALA, W.; BERMÚDEZ, R.** 2002. The effect of herbage allowance of *Lotus pedunculatus* cv. Grasslands Maku on winter and spring beef heifer performance. En: Proceedings of the New Zealand Grassland Association 62: 81-84.
- 171.**SPEDDING, C. R. W.** 1970. Sheep production and management. London, Baillière, Tindall & Cassell. 435 p.
- 172.**STUTH, J. W.; BROWN, J. R.; OLSON, P. D.; ARAUJO, M. R.; ALJOE, H. D.** 1987. Effects of stocking rate on critical plant-animal interactions in a rotationally grazed *Schizachyrium-Paspalum* savanna. En: Proceedings of a special session. Grazing-lands research at the plant-animal interface. pp. 115-139.
- 173.**SECRETARIADO URUGUAYO DE LA LANA.** 1999. Cordero pesado SUL. Carne ovina con sello de calidad. 36 p.
- 174.**THOMPSON, K. F.; POPPI, D. P.** 1994. Livestock production from pasture. En: Pastures, their ecology and management. Edited by: R. H. M. Langer. Auckland, Oxford University Press. pp. 263-283.
- 175.**THOMSON D. J.; RAYMOND W. F.** 1969. White clover in animal production. En: White clover research. Occasional Symposium N° 6. British Grassland Society. Edited by: J. Lowe. pp. 277-284.
- 176.**TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A.** 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18: 104-111.
- 177.**VALLENTINE, J. F.** 1990. Grazing management. San Diego, Academic Press Limited. 533 p.
- 178.**VAN SOEST, P. J.** 1982. Nutritional ecology of the ruminant; Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic and the chemistry of forages and plant fibers. New York, Cornell University Press. 373 p.
- 179.**VOISIN, A.** 1963. Productividad de la hierba. Madrid, Editorial Tecnos. 499 p.

180. **WAGHORN, C. G.; DOUGLAS, G. B.; NIEZEN, J. H.; Mc NABB, W. C.; FOOTE, A. G.** 1998. Forages with condensed tannins-their management and nutritive value for ruminants. En: Proceedings of the New Zealand Grassland Association 60: 89-98.
181. **WANG, Y.; DOUGLAS, G. B.; WAGHORN, G. C.; BARRY, T. N.; FOOTE, A. G.; PURCHAS, R. W.** 1996. Effect of condensed tannins upon the performance of lambs grazing *Lotus corniculatus* and lucerne (*Medicago sativa*). Journal of Agricultural Science, Cambridge 126: 87-98.
182. **WILLIAMSON, J.F.; BLAIR, H.T.; GARRICK, D.J.; POMROY, W.; DOUCH, P.G.** 1994. The relationship between internal parasite burden, faecal egg count, and mucosal mast cells in fleece weight-selected and control sheep. En: Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 54: 9-13.
183. **WOODFIELD, D. R.; CARADUS, J. R.** 1996. Factors affecting white clover persistence in New Zealand pastures. En: Proceedings of the New Zealand Grassland Association 58: 229-235.
184. **WULF, D.; WISE, J.** 1999. Measuring muscle color on beef carcasses using the L\*a\*b\* color space. Journal of Animal Science 77: 2418.

## ANEXOS

### Anexo 1.

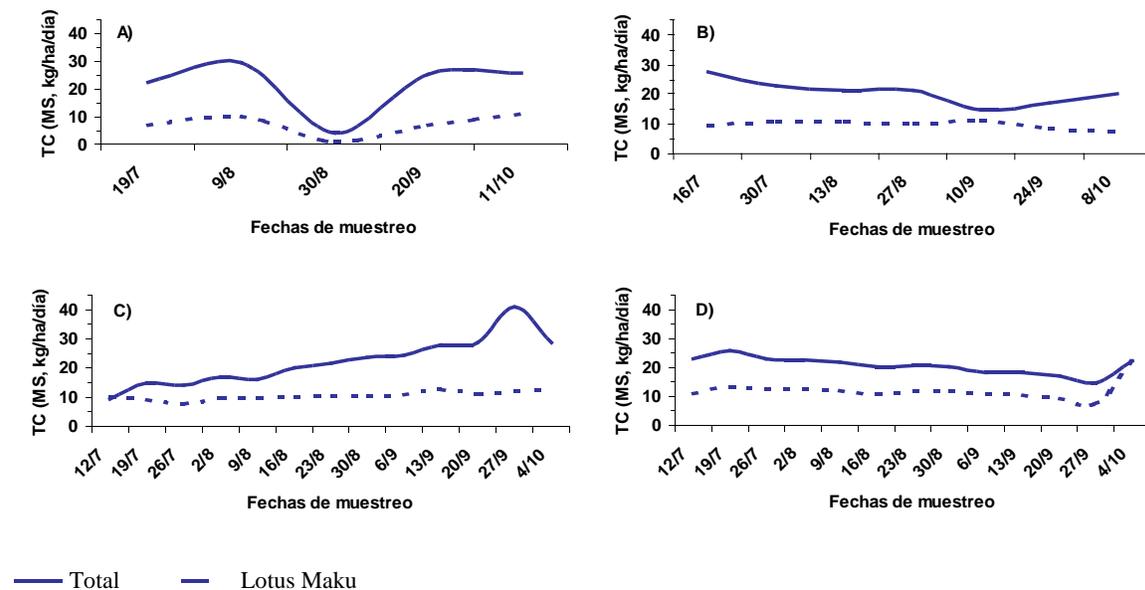
Escala de condición corporal para ovinos.

Condición		Características físicas	Representación Gráfica
0		Animal extremadamente flaco; próximo a morir. No se detecta músculo ni tejido adiposo entre piel y hueso.	
1	<b>AE:</b> Se sienten prominentes y agudas. <b>AT:</b> También son agudas. Los dedos pasan fácilmente debajo de los extremos. Los espacios entre vértebras se palpan fácilmente. <b>ML:</b> Superficiales y sin cobertura de grasa.		
2	<b>AE:</b> Se sienten prominentes pero suaves. Las apófisis individuales solo se palpan como corrugaciones finas. <b>AT:</b> Son suaves y redondeadas. Es posible pasar los dedos debajo de los extremos con una leve presión. <b>ML:</b> Tiene una profundidad moderada y poca cobertura de grasa.		
3	<b>AE:</b> Se detectan solo como elevaciones pequeñas. Son suaves y redondeadas y los huesos individuales solo se palpan presionando. <b>AT:</b> Son suaves y están bien cubiertas. Es necesario presionar firmemente para palpar los extremos. <b>ML:</b> Están llenos y tienen una moderada cobertura de grasa.		
4	<b>AE:</b> Se detectan, presionando, como una línea dura entre la cobertura de grasa del área del ojo del lomo. <b>AT:</b> No se pueden palpar sus terminaciones. <b>ML:</b> Están llenos y tienen una gruesa capa de grasa.		
5	<b>AE:</b> No se pueden palpar aun presionando con fuerza. Hay una depresión entre las capas de grasa en el lugar donde normalmente se sienten las apófisis espinosas. <b>AT:</b> No se pueden detectar. <b>ML:</b> Están completamente llenos y tienen una capa de grasa muy gruesa. Pueden haber grandes depósitos de grasa sobre el anca y la cola.		

AE: apófisis espinosas, AT: apófisis transversas y ML: músculos del lomo.  
 Fuente: Jefferies (1961), adaptado por Russel *et al.* (1969).

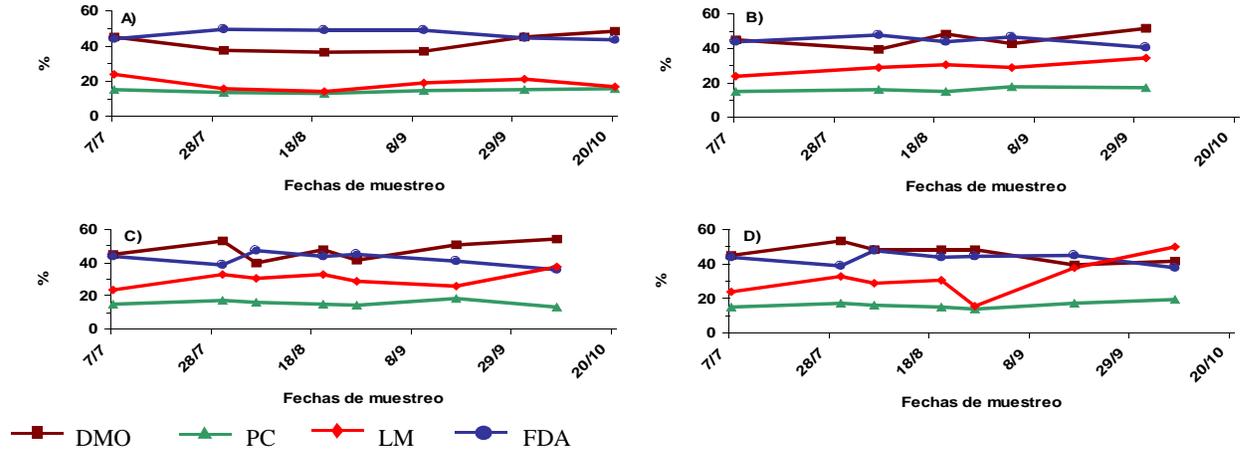
## Anexo 2.

Evolución de la tasa de crecimiento (MS kg/ha/día) para materia seca total y de leguminosa de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas (A: LMC; B: LM14; C: LM7; D: LM7A).

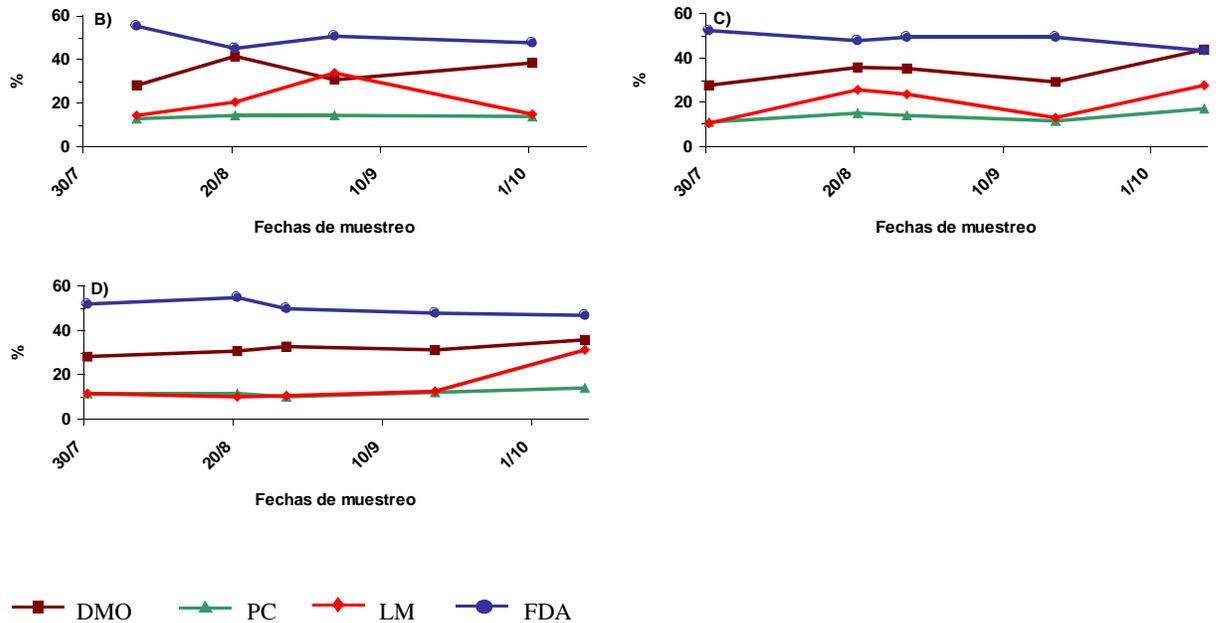


### Anexo 3.

A) Evolución de los parámetros de calidad de forraje disponible (PC%, DMO%, FDA% Y LM%) de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas (A: LMC; B: LM14; C: LM7; D: LM7A).

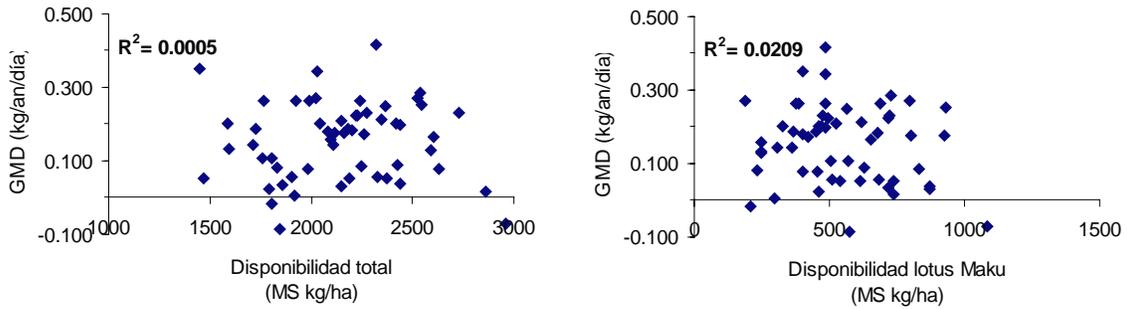


B) Evolución de los parámetros de calidad de forraje remanente (PC%, DMO%, FDA% Y LM%) de un mejoramiento de campo con lotus Maku pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas (B: LM14; C: LM7; D: LM7A).



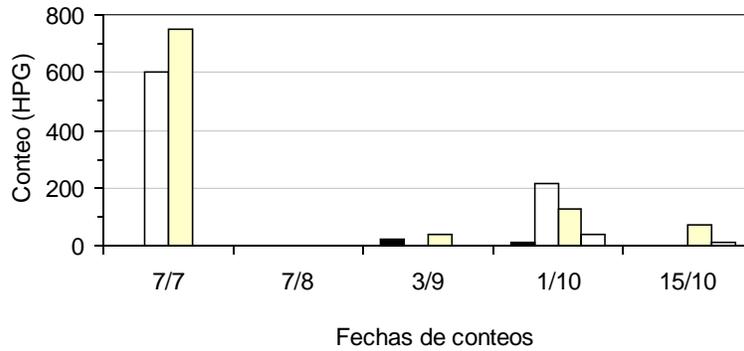
#### Anexo 4.

Asociaciones entre disponibilidad total y de la especie sembrada (MS kg/ha) y ganancia media diaria (kg/an/día) de corderos pesados Corriedale pastoreando un mejoramiento de campo con lotus Maku bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.



#### Anexo 5.

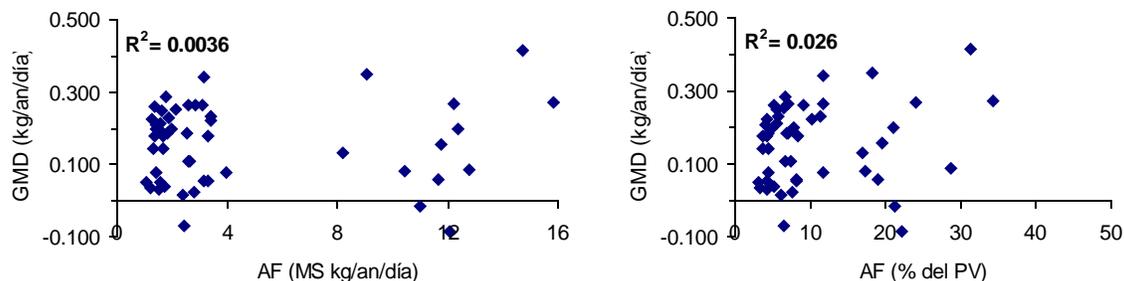
Evolución de HPG de corderos pesados Corriedale pastoreando un mejoramiento de campo con lotus Maku bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.



▣ LMC ▣ LM14 ▣ LM7 ▣ LM7A

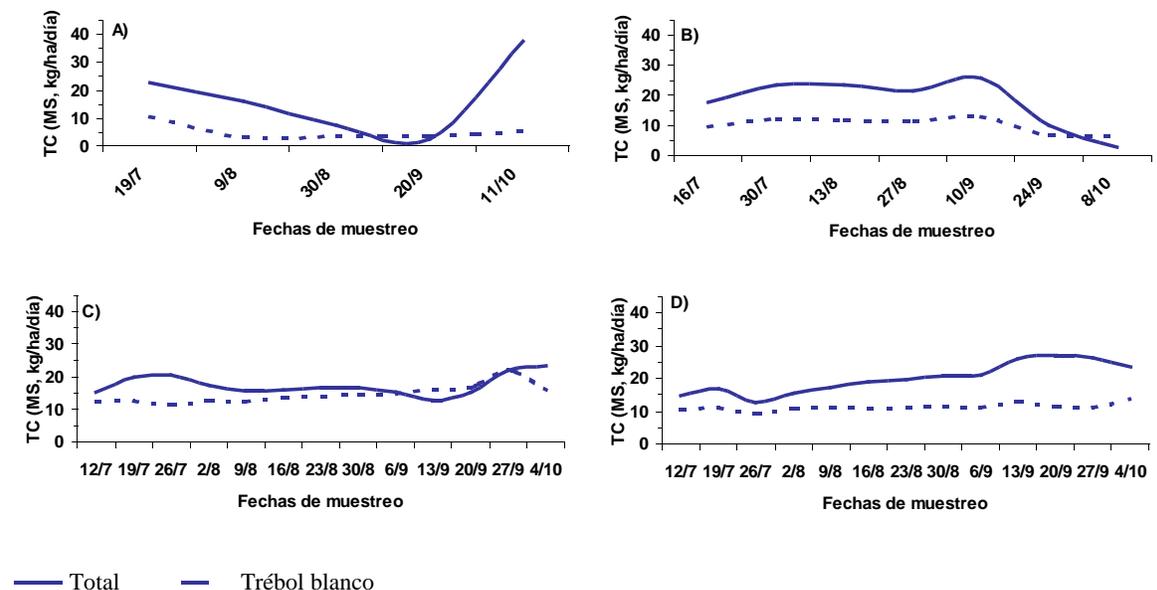
#### Anexo 6.

Asociaciones entre asignación forrajera (MS kg/an/día y MS kg/100 kg PV/día) y ganancia media diaria (kg/an/día) de corderos pesados Corriedale pastoreando un mejoramiento de campo con lotus Maku bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.



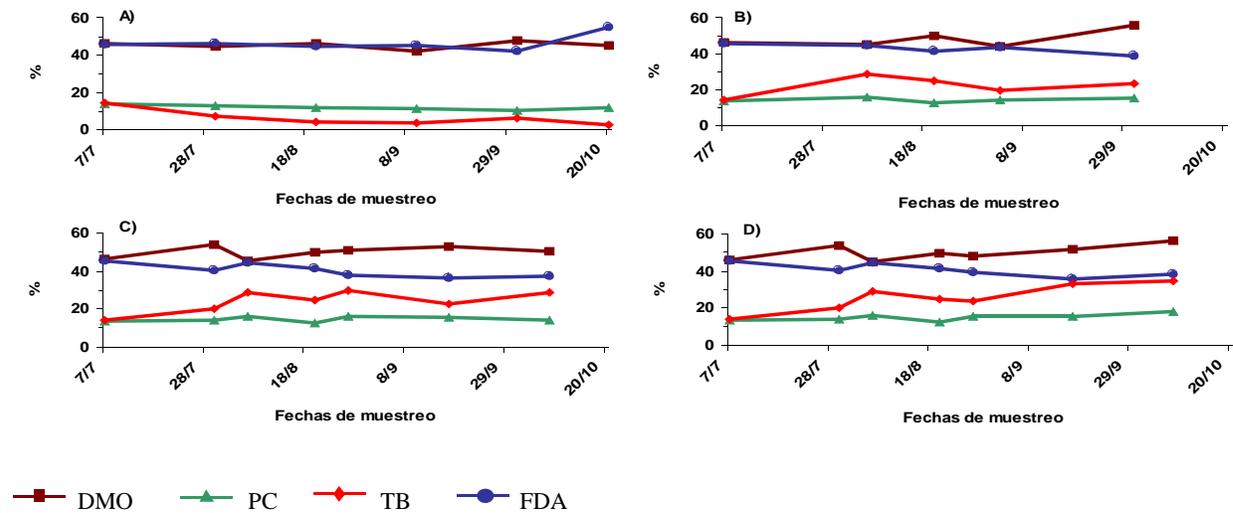
## Anexo 7.

Evolución de la tasa de crecimiento (MS kg/ha/día) para materia seca total y de leguminosa de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado con corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas (A: TBC; B: TB14; C: TB7; D: TB7A).

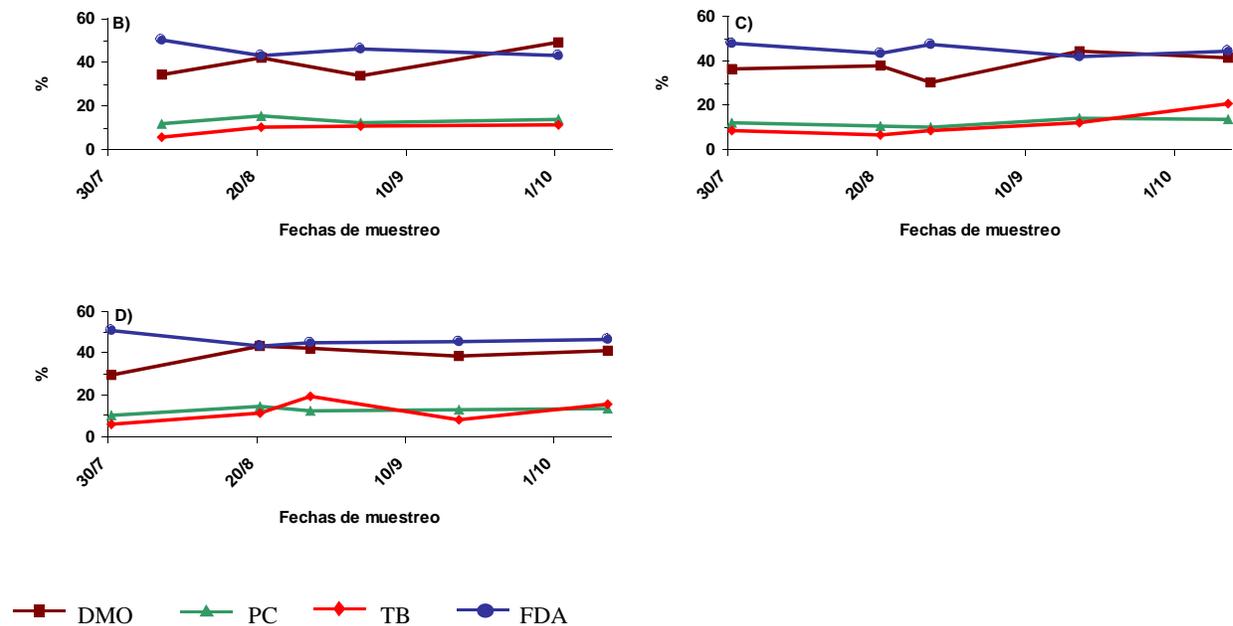


## Anexo 8.

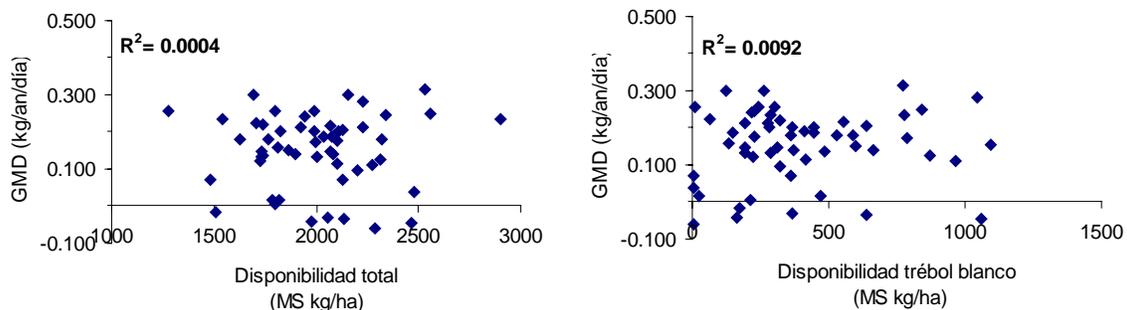
A) Evolución de los parámetros de calidad de forraje disponible (PC%, DMO%, FDA% Y TB%) de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas (A: TBC; B: TB14; C: TB7; D: TB7A).



B) Evolución de los parámetros de calidad de forraje remanente (PC%, DMO%, FDA% Y TB%) de un mejoramiento de campo con trébol blanco pastoreado por corderos bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas (B: TB14; C: TB7; D: TB7A).

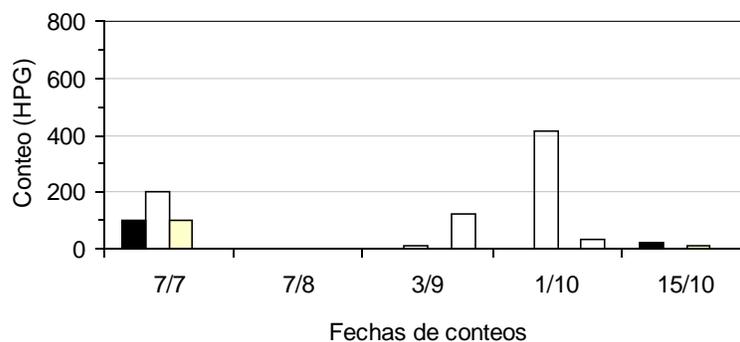


Asociaciones entre disponibilidad total y de la especie sembrada (MS kg/ha) y ganancia media diaria (kg/an/día) de corderos pesados Corriedale pastoreando un mejoramiento de campo con trébol blanco bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.



### Anexo 10 .

Evolución de HPG de corderos pesados corriedale pastoreando un mejoramiento de campo con trébol blanco bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.



▣ TBC ▣ TB14 ▣ TB7 ▣ TB7A

### Anexo 11.

Asociaciones entre asignación forrajera (MS kg/an/día y MS kg/100 kg PV/día) y ganancia media diaria (kg/an/día) de corderos pesados Corriedale pastoreando un mejoramiento de campo con trébol blanco bajo distintos sistemas de pastoreo y cargas.

