

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EFFECTO DE LOS TANINOS CONDENSADOS Y LA CARGA SOBRE LA  
PRODUCCION Y CALIDAD DE CARNE Y LANA DE CORDEROS PESADOS  
CORRIEDALE EN CUATRO ESPECIES DE LEGUMINOSAS (*Lotus  
corniculatus*, *Lotus pedunculatus*, *Lotus subbiflorus* y *Trifolium repens*)**

por

María del Pilar IGLESIAS ACHIGAR  
Nicolás RAMOS ETCHEMENDY

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

**VOLUMEN I**

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2003

Tesis aprobada por:

Director:

---

Ing.Agr.PhD.Fabio Montossi

---

Ing.Agr.PhD.Daniel Fernández Abella

---

Ing.Agr.Gonzalo Oliveira

---

Ing.Agr.PhD.Ricardo Rodríguez

Fecha:

Autores:

---

María del Pilar Iglesias Achigar

---

Nicolás Ramos Etchemendy

**A NUESTRAS FAMILIAS**

## AGRADECIMIENTOS

Al INIA, especialmente a la Estación Experimental del Norte, por permitirnos llevar a cabo el presente trabajo experimental, aportando el material y la infraestructura necesaria para la ejecución del mismo.

Al personal técnico y de campo de la Unidad Experimental “Glencoe”, en especial al Téc. Agrop. Homero Martínez, por su colaboración durante la ejecución del experimento.

Al personal técnico y de apoyo de INIA Tacuarembó, que de diferentes formas colaboraron en el desarrollo de este trabajo, en especial a los Ings.Agrs. Ignacio De Barbieri y Martín Nolla.

A los estudiantes en tesis de Facultad de Agronomía y UTU, en especial a Daniel Bottero y Verónica Velázquez.

A nuestros familiares y amigos, por el apoyo brindado.

A los docentes de facultad, Ings. Agrs. Daniel Fernández Abella, Gonzalo Oliveira y Ricardo Rodríguez Palma, por sus aportes durante la corrección del trabajo.

Finalmente, deseamos agradecer a nuestro director de tesis, Ing.Agr.Ph.D. Fabio Montossi, por su permanente apoyo y asesoramiento en el transcurso de la tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

### VOLUMEN I

<b>1. <u>INTRODUCCIÓN</u></b> .....	1
<b>2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u></b> .....	4
<b>2.1. CARÁCTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES FORRAJERAS UTILIZADAS</b> .....	4
<b>2.1.1. <u>Introducción</u></b> .....	4
<b>2.1.2. <u>Lotus corniculatus cv. INIA Draco</u></b> .....	6
2.1.2.1. Características generales.....	6
2.1.2.2. Producción de forraje.....	6
2.1.2.3. Valor nutritivo del forraje.....	7
2.1.2.4. Manejo y utilización.....	7
<b>2.1.3. <u>Lotus pedunculatus cv. Grasslands Maku</u></b> .....	8
2.1.3.1. Características generales.....	8
2.1.3.2. Producción de forraje.....	8
2.1.3.3. Valor nutritivo.....	9
2.1.3.4. Manejo y utilización.....	9
<b>2.1.4. <u>Lotus subbiflorus cv. El Rincón</u></b> .....	9
2.1.4.1. Características generales.....	9
2.1.4.2. Producción de forraje.....	10
2.1.4.3. Valor nutritivo del forraje.....	11
2.1.4.4. Manejo y utilización.....	11
<b>2.1.5. <u>Trifolium repens cv. L.E. Zapicán</u></b> .....	12
2.1.5.1. Características generales.....	12
2.1.5.2. Producción de forraje.....	12
2.1.5.3. Valor nutritivo.....	13
2.1.5.4. Manejo y utilización.....	13
<b>2.2. EXPERIENCIAS NACIONALES EN PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA DE CALIDAD</b> .....	14
<b>2.3. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL</b> .....	17
<b>2.3.1. <u>Consumo en pastoreo</u></b> .....	17
2.3.1.1. <u>Introducción</u> .....	17
2.3.1.2. <u>Regulación del consumo bajo condiciones de pastoreo</u> .....	18
2.3.1.2.1. <u>Restricciones comportamentales al consumo y comportamiento ingestivo</u> ....	20
2.3.1.2.1.1. Consumo por bocado.....	22
2.3.1.2.1.2. Tasa de bocado.....	24
2.3.1.2.1.3. Tiempo de pastoreo.....	24
2.3.1.2.1.4. Mecanismos de compensación de los componentes del comportamiento ingestivo.....	25
2.3.1.2.2. <u>Influencia de las características de la pastura sobre el comportamiento ingestivo y el consumo</u> .....	26

2.3.1.2.2.1. Factores no–nutricionales.....	26
2.3.1.2.2.1.1. <i>Disponibilidad</i> .....	27
2.3.1.2.2.1.2. <i>Altura de las plantas</i> .....	29
2.3.1.2.2.1.3. <i>Densidad del tapiz</i> .....	31
2.3.1.2.2.1.4. <i>Distribución espacial</i> .....	31
2.3.1.2.2.2. Factores nutricionales.....	32
2.3.1.2.2.2.1. <i>Digestibilidad</i> .....	33
2.3.1.2.2.2.2. <i>Proteína cruda</i> .....	34
<b>2.3.2. <u>Selectividad</u></b> .....	34
<b>2.3.2.1. <u>Introducción</u></b> .....	34
<b>2.3.2.2. <u>Factores que afectan la selectividad animal</u></b> .....	35
2.3.2.2.1. <u>Selección de componentes de las plantas que integran una pastura</u> .....	36
2.3.2.2.2. <u>Efecto del apetito</u> .....	36
<b>2.3.3. <u>Efecto de la carga</u></b> .....	36
2.3.3.1. <u>Producción de peso vivo</u> .....	38
2.3.3.2. <u>Producción de lana</u> .....	39
<b>2.3.4. <u>Calidad de carne</u></b> .....	40
2.3.4.1. <u>Introducción</u> .....	40
2.3.4.2. <u>Características y factores que la afectan</u> .....	42
<b>2.4. TANINOS CONDENSADOS Y PRODUCCIÓN ANIMAL</b> .....	45
<b>2.4.1. <u>Taninos: definición, clasificación y rol ecológico</u></b> .....	45
<b>2.4.2. <u>Factores que afectan la concentración de taninos condensados</u></b> .....	47
<b>2.4.3. <u>Efecto de los taninos condensados sobre el valor alimenticio</u></b> .....	50
2.4.3.1. <u>Consumo voluntario</u> .....	50
2.4.3.2. <u>Proceso de digestión</u> .....	51
2.4.3.3. <u>Metabolismo de los nutrientes absorbidos</u> .....	57
2.4.4. <u>Efecto de los taninos condensados sobre la selección de la dieta</u> .....	57
<b>2.4.5. <u>Efecto de los taninos condensados sobre el crecimiento de lana, la ganancia de peso, la composición de la canal y la sanidad</u></b> .....	58
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	66
<b>3.1. LOCALIZACIÓN, SUELOS Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO</b> .....	66
<b>3.2. INFORMACIÓN CLIMÁTICA</b> .....	66
<b>3.3. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO</b> .....	69
<b>3.3.1. <u>Animales</u></b> .....	69
3.3.1.1. <u>Descripción</u> .....	69
3.3.1.2. <u>Manejo</u> .....	69
<b>3.3.2. <u>Pastura</u></b> .....	70
3.3.2.1. <u>Descripción</u> .....	70
3.3.2.2. <u>Manejo</u> .....	70
<b>3.3.3. <u>Suplementación con polietilen glicol</u></b> .....	70
<b>3.3.4. <u>Área experimental</u></b> .....	71
<b>3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	72

<b>3.5. DETERMINACIONES</b> .....	75
<b>3.5.1. <u>Pastura</u></b> .....	75
3.5.1.1. Disponibilidad y altura del forraje.....	75
3.5.1.2. Valor nutritivo.....	77
3.5.1.3. Taninos condensados.....	77
3.5.1.4. Composición botánica.....	77
3.5.1.5. Estructura vertical del tapiz.....	78
<b>3.5.2. <u>Animales</u></b> .....	78
3.5.2.1. Peso vivo.....	78
3.5.2.2. Condición corporal.....	78
3.5.2.3. Lana.....	78
3.5.2.4. Composición botánica, valor nutritivo y concentración de taninos condensados de la dieta.....	79
3.5.2.5. Tamaño de bocado.....	80
3.5.2.6. Conducta de pastoreo.....	80
3.5.2.7. Consumo de forraje.....	81
3.5.2.8. Concentración de amonio ruminal.....	82
3.5.2.9. Manejo sanitario.....	82
3.5.2.10. Características de la canal.....	83
3.5.2.11. Otras determinaciones en el frigorífico.....	83
3.5.2.12. Calidad de carne.....	83
<b>3.5.3. <u>Suelo</u></b> .....	84
<b>4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b> .....	86
<b>4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE SUELO</b> .....	86
<b>4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE PASTURAS</b> .....	88
<b>4.2.1. <u>Forraje ofrecido</u></b> .....	88
4.2.1.1. Disponibilidad de forraje.....	88
4.2.1.2. Altura de forraje (regla graduada).....	90
4.2.1.3. Altura comprimida del forraje (Rising Plate Meter; RPM).....	91
4.2.1.4. Composición botánica del forraje.....	92
4.2.1.5. Estructura vertical del forraje.....	98
4.2.1.6. Valor nutritivo del forraje.....	110
4.2.1.7. Concentración de taninos condensados del forraje.....	113
<b>4.2.2. <u>Forraje de rechazo</u></b> .....	114
4.2.2.1. Disponibilidad de forraje.....	114
4.2.2.2. Altura de forraje (regla graduada).....	115
4.2.2.3. Altura comprimida del forraje (Rising Plate Meter).....	116
4.2.2.4. Composición botánica del forraje.....	117
4.2.2.5. Valor nutritivo del forraje.....	121
<b>4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ANIMALES</b> .....	124
<b>4.3.1. <u>Selectividad animal</u></b> .....	124
<b>4.3.2. <u>Conducta animal</u></b> .....	129

4.3.3. <u>Metabolismo ruminal</u> .....	134
4.3.4. <u>Consumo animal</u> .....	135
4.3.5. <u>Ganancia de peso vivo</u> .....	137
4.3.6. <u>Evolución de peso vivo</u> .....	140
4.3.7. <u>Condición corporal</u> .....	143
4.3.8. <u>Producción y calidad de lana</u> .....	145
4.3.9. <u>Sanidad</u> .....	147
4.3.10. <u>Características de la canal</u> .....	148
4.3.10.1. Determinaciones <i>in vivo</i> .....	148
4.3.10.2. Determinaciones <i>pos mortem</i> .....	149
4.3.11. <u>Características de otros componentes del animal</u> .....	154
4.3.12. <u>Calidad de la carne</u> .....	156
4.3.13. <u>Producción por unidad de superficie</u> .....	160

## VOLUMEN II

5. <u>ASOCIACIONES DENTRO Y ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS Y DE PRODUCCIÓN ANIMAL</u> .....	163
5.1. <u>RELACIONES ENTRE CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS</u> .....	163
5.1.1. <u>Asociación entre disponibilidad y altura de forraje</u> .....	163
5.1.1.1. Forraje ofrecido.....	163
5.1.1.2. Forraje de rechazo.....	167
5.1.2. <u>Asociación entre altura de forraje dentro del rectángulo y en la parcela</u> .....	169
5.1.3. <u>Asociación entre características del valor nutritivo del forraje</u> .....	170
5.1.4. <u>Asociación entre características cuantitativas y cualitativas del forraje</u> .....	172
5.2. <u>RELACIONES ENTRE CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS Y DE PRODUCCIÓN ANIMAL</u> .....	176
5.2.1. <u>Conducta animal</u> .....	176
5.2.2. <u>Ganancia de peso vivo</u> .....	179
5.3. <u>RELACIONES ENTRE CARACTERÍSTICAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL</u> .....	180
5.3.1. <u>Asociaciones entre la conducta animal y la ganancia de peso vivo</u> .....	180
5.3.2. <u>Asociaciones entre el peso vivo y la condición corporal</u> .....	181
5.3.3. <u>Asociaciones entre las características pre y pos faena</u> .....	182
5.3.4. <u>Asociaciones entre las características pos faena</u> .....	184
5.3.5. <u>Asociaciones entre variables de calidad de carne</u> .....	187
5.3.5.1. Análisis de correlación.....	187
5.3.5.2. Predicción de la terneza.....	188
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	190
7. <u>RESUMEN</u> .....	192

<b>8. <u>SUMMARY</u></b> .....	195
<b>9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u></b> .....	198
<b>10. <u>ANEXOS</u></b> .....	213

## TABLA DE CUADROS Y FIGURAS

### **Cuadros – VOLUMEN I**

Cuadro 1. Análisis conjunto (REML) de los rendimientos anuales y total acumulado (tt MS/ha) de los cv. San Gabriel, Estanzuela Ganador e INIA Draco. Rendimientos relativos expresados como porcentaje del cv. San Gabriel.....	6
Cuadro 2. Cuadro comparativo de producción de forraje del <i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku (kg MS/ha/año) según autor y condiciones experimentales.....	8
Cuadro 3. Mejoramientos de <i>Lotus subbiflorus</i> cv. El Rincón y campo natural de la Región de Cristalino: resultados de digestibilidad de la materia orgánica en la materia seca producida (DMO) y contenido de proteína cruda (PC), expresados en porcentaje..	11
Cuadro 4. Valor nutritivo (en porcentaje) de <i>Trifolium repens</i> en estado vegetativo para dos estaciones del año.....	13
Cuadro 5. Resumen de resultados físicos.....	14
Cuadro 6. Ganancia de peso individual y producción por hectárea.....	15
Cuadro 7. Evolución de peso vivo individual promedio (kg/cordero).....	15
Cuadro 8. Ganancia de peso individual y producción por hectárea.....	16
Cuadro 9. Evolución de peso vivo individual promedio (kg/cordero).....	16
Cuadro 10. Ganancia de peso individual y producción por hectárea.....	16
Cuadro 11. Rango de variación en los componentes del comportamiento animal en ovinos y vacunos pastoreando pasturas cultivadas en condiciones templadas.....	26
Cuadro 12. Efecto del plano nutricional sobre características de interés de la calidad de la carne.....	44
Cuadro 13. Extractabilidad de los taninos condensados (TC) en planta y muestras de extrusa esofágica de ovinos alimentados con <i>Lotus corniculatus</i> y <i>Hedysarum coronarium</i> , comparado con el material de la planta original.....	46
Cuadro 14. Concentraciones de taninos condensados (TC) en la materia seca (MS) para diferentes especies. ....	47

Cuadro 15. Contenido de taninos condensados (TC, g/kg MS) para 4 cultivares de <i>Lotus corniculatus</i> en estado vegetativo en primavera temprana.....	48
Cuadro 16. Valores en la concentración de TC (g/kg MS) de especies del género <i>Lotus</i> en estado vegetativo según el nivel de fertilidad del suelo.....	50
Cuadro 17. Efecto de los TC sobre la digestión de los amino ácidos en el intestino delgado en ovinos alimentados con <i>Lotus corniculatus</i> (22 g TC/kg MS) o <i>Lotus pedunculatus</i> (55 g TC/kg MS) con (-TC) o sin (+TC) una infusión intraruminal continua de polietilen glicol (PEG; PM 3500).....	54
Cuadro 18. Efecto de los taninos condensados (TC) en la performance animal. Las comparaciones están basadas en forrajes similares sin TC o en el mismo forraje con y sin la administración diaria de polietilen glicol (PEG) para remover el efecto de los TC.....	60
Cuadro 19. Registros pluviométricos anuales y promedios mensuales.....	66
Cuadro 20. Registros pluviométricos anuales y promedios mensuales.....	66
Cuadro 21. Registros pluviométricos y evaporación promedio durante el período de experimentación para dos series históricas (expresados en mm).....	67
Cuadro 22. Registros de temperaturas mínima y máxima promedio, valores mínimos y máximos para la serie histórica y para el período experimental (desde mayo a setiembre).....	68
Cuadro 23. Registros de temperaturas mínima y máxima al abrigo meteorológico (período mayo-setiembre) para la serie histórica comprendida entre los años 1984-2000 y para el período experimental.....	68
Cuadro 24. Registro de heladas para la serie histórica y el año 2001 (período mayo-setiembre).....	68
Cuadro 25. Densidades de siembra de las diferentes especies y cultivares utilizados en el presente experimento.....	70
Cuadro 26. Consumo supuesto (kg MS/animal/día) y nivel de dosificación empleado (cm <sup>3</sup> PEG (PEG + agua)/animal/día).....	71
Cuadro 27. Factores y niveles analizados en el experimento.....	73
Cuadro 28. Descripción de los tratamientos.....	73

Cuadro 29. Secuencia de muestreo con animales fistulados.....	79
Cuadro 30. Concentración de pH en agua, C orgánico (%), P (ppm), K (meq/100 g), S-SO <sub>4</sub> (ppm) y N-NO <sub>3</sub> (ppm) por estrato de profundidad de muestreo del suelo según especie forrajera.....	88
Cuadro 31. Disponibilidad del forraje ofrecido (kg MS/ha) por ciclo de pastoreo y promedio experimental según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).....	89
Cuadro 32. Altura de forraje ofrecido (cm) por ciclo de pastoreo y promedio experimental según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).....	91
Cuadro 33. Altura comprimida de forraje ofrecido (unidades) por ciclo de pastoreo y promedio experimental según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).....	92
Cuadro 34. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de hojas de la especie (H; %) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	96
Cuadro 35. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de tallos de la especie (T; %) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	96
Cuadro 36. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de “otros” (O; %) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	97
Cuadro 37. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de restos secos (RS; %) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	97
Cuadro 38. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la PC (%) del forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	111
Cuadro 39. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la FDA (%) del forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	111
Cuadro 40. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la FDN (%) del forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	112
Cuadro 41. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la DMO (%) del forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	113

Cuadro 42. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la concentración de TC (%) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	113
Cuadro 43. Disponibilidad del forraje rechazado (kg MS/ha) por ciclo de pastoreo y promedio experimental según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).....	114
Cuadro 44. Altura del forraje rechazado (cm) por ciclo de pastoreo y promedio experimental según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).....	115
Cuadro 45. Altura comprimida del forraje rechazado (unidades) por ciclo de pastoreo y promedio experimental según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).....	116
Cuadro 46. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de hojas de la especie (H; %) en el forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	118
Cuadro 47. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de tallos de la especie (T; %) en el forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	119
Cuadro 48. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de “otros” (O; %) en el forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	120
Cuadro 49. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de restos secos (RS; %) en el forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	121
Cuadro 50. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la PC (%) del forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	122
Cuadro 51. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la FDA (%) del forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	123
Cuadro 52. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la FDN (%) del forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	123
Cuadro 53. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la DMO (%) del forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.....	124
Cuadro 54. Índices de selección (IS*) para los distintos componentes botánicos de la pastura, según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).....	126

Cuadro 55. Índices de selección para la PC, FDA y FDN, según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).....	128
Cuadro 56. Índice de selección para TC, según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).....	129
Cuadro 57. Tiempo de pastoreo, rumia, otras actividades (descanso) y consumo de agua (agua) (minutos/animal) por ciclo de pastoreo y promedio en función de la especie forrajera, la carga animal (corderos/ha) y la suplementación con PEG (PEG).....	131
Cuadro 58. Tasa de bocados promedio (bocados/minuto) en los momentos de concentración del pastoreo por ciclo de pastoreo y promedio, según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	134
Cuadro 59. Concentración de amonio ruminal (mg/l) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	135
Cuadro 60. Consumo por bocado (mg MS/bocado) por ciclo de pastoreo y promedio, según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).....	135
Cuadro 61. Consumo animal (kg MO/animal/día) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	136
Cuadro 62. Ganancia de peso vivo lleno promedio (g/animal/día) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	138
Cuadro 63. Ganancia de peso vivo vacío promedio (g/animal/día) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	139
Cuadro 64. Peso vivo lleno promedio (kg/animal) al inicio del experimento y al final de cada ciclo de pastoreo según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	142
Cuadro 65. Peso vivo vacío promedio (kg/animal) al inicio del experimento y al final de cada ciclo de pastoreo según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	142
Cuadro 66. Condición corporal promedio (unidades) al inicio del experimento y al final de cada ciclo de pastoreo según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	144

Cuadro 67. Producción de lana vellón sucia y limpia (kg/cordero) y crecimiento de lana sucia y limpia ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{día}$ ) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	145
Cuadro 68. Características de calidad de la lana (muestreada a nivel de parche) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	146
Cuadro 69. Área del ojo de bife ( $\text{cm}^2$ ) y espesor del Punto C (mm) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	148
Cuadro 70. Resultados de producción y calidad de canal según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	150
Cuadro 71. Peso de pierna sin hueso (PPSH; kg) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	153
Cuadro 72. Distribución de las de piernas sin hueso (kg) dentro de los diferentes rangos de peso según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	154
Cuadro 73. Componentes no canal del animal (kg) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	155
Cuadro 74. Evolución de la temperatura y el pH de la canal y fuerza de desgarramiento del músculo <i>Longissimus dorsi</i> según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	157
Cuadro 75. Parámetros de color de músculo y grasa a nivel del <i>L. dorsi</i> según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	159
Cuadro 76. Producción individual y por unidad de superficie según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).....	161

## Cuadros – VOLUMEN II

Cuadro 77. Ecuaciones de regresión para la predicción del rendimiento en 2 <sup>da</sup> balanza a partir del peso vivo lleno y vacío, en el establecimiento y condición corporal final.....	183
Cuadro 78. Coeficientes de correlación (r) de las variables significativas analizadas con terneza.....	188
Cuadro 79. Coeficientes de correlación (r) de variables analizadas con la temperatura medida a la hora y 3 horas <i>pos mortem</i> .....	188

Cuadro 80. Parámetros del modelo de predicción de la terneza.....	189
---	-----

### Figuras – VOLUMEN I

Figura 1. Consumo de pastura en función de distintos parámetros.....	19
Figura 2. Influencia de la altura de la pastura en el comportamiento ingestivo y el consumo de forraje de ovejas bajo pastoreo continuo.....	23
Figura 3. Relación entre la disponibilidad diaria de forraje y el consumo de forraje en corderos.....	28
Figura 4. Relaciones entre el producto animal y el producto por unidad de superficie...37	
Figura 5. Relación entre carga y performance individual o producción animal por unidad de área.....	38
Figura 6. Cambios con el tiempo en las relaciones existente entre la carga y la performance individual de los animales.....	39
Figura 7. Cambio en las proporciones de los diferentes tejidos corporales (hueso, músculo y grasa) en función del estado de madurez.....	41
Figura 8. Mecanismo propuesto de reacción de los TC con las proteínas de la planta y formación de TC libres durante la ruptura celular, y los roles sugeridos de los TC insolubles y libres en la nutrición de rumiantes.....	46
Figura 9. Concentración TC libres como función de la concentración de TC totales en macerados de leguminosas frescas: <i>Lotus pedunculatus</i> (cv. Grasslands Maku) creciendo en condiciones de fertilidad del suelo alta y baja, y <i>Lotus corniculatus</i> cv. Winnar, cv. El Boyero y cv. Granger creciendo en condiciones de baja fertilidad del suelo.....	52
Figura 10. Relación entre la concentración de TC en la materia seca de especies de Lotus, y la relación de NNA del flujo al abomaso o duodeno ( <i>L. corniculatus</i> ; <i>L. pedunculatus</i> ) y flujo de N microbiano ( <i>L. corniculatus</i> ; <i>L. pedunculatus</i> ) por unidad de N consumido por ovinos.....	53
Figura 11. Vista del área experimental.....	72
Figura 12. Esquema del área experimental.....	72
Figura 13. Concentración de pH en agua, C orgánico (%), P (ppm), K (meq/100 g), S-SO <sub>4</sub> (ppm) y N-NO <sub>3</sub> (ppm) según estrato de profundidad de muestreo del suelo.....	86

Figura 14. Composición botánica (%) de las diferentes especies forrajeras para el período experimental.....	93
Figura 15. Evolución de la proporción de leguminosa sembrada (H + T; %) en el forraje ofrecido a través de los ciclos según la especie forrajera considerada.....	94
Figura 16. Evolución de la proporción de a) hoja de la especie (H; %), b) tallo de la especie (T; %), c) otros (O; %) y d) restos secos (RS; %) en el forraje ofrecido a través de los ciclos según la especie forrajera considerada.....	95
Figura 17. Composición relativa de los diferentes estratos del tapiz por tratamiento para el 1 <sup>er</sup> ciclo de pastoreo, según estado fenológico y componentes de las especies.....	102
Figura 18. Composición relativa de los diferentes estratos del tapiz por tratamiento para el 2 <sup>do</sup> ciclo de pastoreo, según estado fenológico y componentes de las especies.....	104
Figura 19. Composición relativa de los diferentes estratos del tapiz por tratamiento para el 3 <sup>er</sup> ciclo de pastoreo, según estado fenológico y componentes de las especies.....	106
Figura 20. Composición relativa de los diferentes estratos del tapiz por tratamiento para el 4 <sup>to</sup> ciclo de pastoreo, según estado fenológico y componentes de las especies.....	108
Figura 21. Evolución de los diferentes componentes del valor nutritivo del forraje ofrecido.....	110
Figura 22. Composición botánica (%) de las diferentes especies forrajeras para el período experimental.....	117
Figura 23. Evolución de las leguminosas sembradas (H + T; %) en el forraje de rechazo según especie forrajera.....	118
Figura 24. Evolución de los diferentes componentes del valor nutritivo del forraje rechazado.....	121
Figura 25. Efecto de la selectividad animal sobre la composición botánica de la dieta según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).....	125
Figura 26. Efecto de la selectividad animal sobre el valor nutritivo de la dieta por especie forrajera y carga animal (corderos/ha).....	127
Figura 27. Conducta de pastoreo y tasa de bocados en función de la especie forrajera (A), la carga animal (B) y la suplementación con PEG (C).....	130

Figuras 28. Ganancia de peso vivo lleno (g/an/día) promedio durante el período experimental según especie forrajera, carga animal y suplementación con PEG.....	137
Figuras 29. Ganancia de peso vivo vacío (g/an/día) promedio durante el período experimental según especie forrajera, carga animal y suplementación con PEG.....	138
Figura 30. Evolución de peso vivo lleno (kg) a través del período experimental según especie forrajera x carga animal (*).....	141
Figura 31. Evolución de peso vivo vacío (kg) a través del período experimental según especie forrajera x carga animal (*).....	141
Figura 32. Evolución de la condición corporal (unidades) a través del período experimental según especie forrajera x carga animal (*).....	144
Figura 33. Evolución de la carga parasitaria (HPG) por tratamiento.....	147
Figura 34. Distribución de las canales por rango de peso frío (kg) según especie forrajera, carga animal y suplementación con PEG (PEG).....	151
Figura 35. Distribución de valores de GR (mm) por rango según especie forrajera, carga animal y suplementación con PEG (PEG).....	152

## **Figuras – VOLUMEN II**

Figura 36. Asociaciones entre la altura de regla dentro del rectángulo y la disponibilidad de MS (kg/ha) del forraje ofrecido para el total del período experimental, según especie forrajera.....	164
Figura 37. Asociaciones entre la altura de regla dentro del rectángulo y la disponibilidad de MVS (kg/ha) del forraje ofrecido para el total del período experimental, según especie forrajera.....	166
Figura 38. Asociaciones entre la altura de regla dentro del rectángulo y la disponibilidad de HV (kg/ha) del forraje ofrecido para el total del período experimental, según especie forrajera.....	167
Figura 39. Asociaciones entre la altura de regla del forraje ofrecido en la parcela y dentro del rectángulo (cm) según especie forrajera.....	170
Figura 40. Asociación entre (a) la FDA y la DMO del forraje ofrecido del D, y entre (b) la FDN y la DMO del forraje rechazado del TB.....	171

Figura 41. Asociaciones entre la FDN y la FDA para las especies (a) D y (b) R, y entre la FDA y la PC para las especies (c) M y (d) TB.....	172
Figura 42. Asociaciones entre la FDA (%) y (a) disponibilidad de MVS (kg/ha), y (b) Restos Secos (%) para el forraje rechazado de <i>Lotus corniculatus</i> cv. INIA Draco.....	173
Figura 43. Asociación entre la FDA (%) y la altura (cm) de forraje rechazado dentro del rectángulo para <i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku.....	174
Figura 44. Asociaciones entre la PC (%) y (a) disponibilidad de HV (kg/ha), (b) hoja de la especie forrajera (%), (c) tallo de la especie forrajera (%) y (d) “otros” (%) para el forraje rechazado de <i>Lotus subbiflorus</i> cv. El Rincón.....	175
Figura 45. Asociaciones entre la FDA (%) y altura del forraje rechazado (cm) (a) en la parcela, y (b) dentro del rectángulo, para el <i>Lotus subbiflorus</i> cv. El Rincón.....	175
Figura 46. Asociaciones entre la FDN (%) y (a) disponibilidad de MVS (kg/ha), y (b) Restos Secos (%) para el forraje rechazado de <i>Trifolium repens</i> cv. Zapicán.....	176
Figura 47. Asociaciones entre el tiempo de pastoreo promedio (TP; min/animal) y la altura de regla graduada (cm) del forraje ofrecido según especie forrajera.....	178
Figura 48. Asociaciones entre el tiempo de pastoreo promedio (TP; min/animal) y la disponibilidad de MVS (kg/ha) ofrecida según especie forrajera.....	179
Figura 49. Asociaciones entre a) altura de forraje ofrecido (cm) para M, b) disponibilidad de HV(kg/ha) para M, c) disponibilidad de HV (kg/ha) para R, y GPV (g/animal/día).....	180
Figura 50. Asociaciones entre el peso de vivo (a) lleno y (b) vacío y la condición corporal.....	181
Figura 51. Asociaciones entre a) el peso vivo lleno (PVll) y b) el peso vivo vacío (PVv) en el establecimiento previo al embarque con el peso de canal fría.....	182
Figura 52. Asociación entre el punto C y el espesor del tejido en el punto GR.....	183
Figura 53. Asociaciones entre el peso vivo a) lleno y b) vacío, en el establecimiento con el peso de pierna sin hueso.....	184
Figura 54. Asociaciones entre: a) el peso de canal caliente y b) fría con el espesor del punto GR.....	185

Figura 55. Asociaciones entre a) el peso de canal caliente y b) fría con el rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza.....186

Figura 56. Asociaciones entre a) el peso de canal caliente y b) fría con el peso de pierna sin hueso.....186

Figura 57. Asociación entre el rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza y el espesor del punto GR.187

## **1. INTRODUCCIÓN**

Desde comienzos del siglo XX, y salvo cortos y excepcionales períodos de tiempo asociados a coyunturas externas favorables (básicamente la existencia de conflictos bélicos en Europa), la producción y exportación de carne ovina en el Uruguay mantuvo un grado de desarrollo incipiente, manteniéndose como una actividad subsidiaria de la orientación predominante de los ovinos: la lana. Sin embargo, y al influjo de la sostenida depresión en los precios de la lana a lo largo de la última década, la producción de carne ovina, particularmente la proveniente de animales jóvenes (corderos), tomó nuevo impulso observándose una tendencia al aumento en el número y peso vivo de los corderos faenados. Desde comienzos de la década del '90, y hasta el año 1996, los más de 500.000 corderos que se faenaban anualmente en el país eran sacrificados a pesos vivos que oscilaban entre los 20 y 24 kg (Garibotto, 2001).

En 1996, aparece el Operativo “Cordero Pesado” llevado a cabo por el Frigorífico San Jacinto y Central Lanera Uruguaya. Esta alternativa demanda corderos con pesos individuales en el rango de 34 a 45 kg, diente de leche, con una condición corporal de 3.5 (escala de 0 a 5). Posteriormente, este producto fue solicitado por otros frigoríficos por lo que su cifra aumentó rápidamente hasta situarse en la actualidad en el entorno de los 300.000 corderos anuales (Garibotto, 2001).

Esta nueva alternativa de producción, complementaria a la de la lana, permitiría la diversificación y aumento del ingreso, así como reducir la zafalidad de la producción e ingreso de los productores ganaderos, a través del aumento del rubro carne ovina (Montossi *et al.*, 1997, citados por Montossi *et al.*, 1998c).

A su vez estos corderos son considerados un producto de alta calidad, que satisfacen necesidades de mercados altamente exigentes, siendo los principales destinatarios la Unión Europea y Brasil.

Este producto tiene, en un futuro inmediato y mediano, grandes posibilidades de alta demanda y buenos precios. Las proyecciones de la demanda a nivel mundial para los próximos 5 años son altamente favorables, dado que se prevee que ésta sea superior a la oferta (SUL, 2002b).

En los últimos años, la “invernada” intensiva de corderos ha trascendido los límites originales de las regiones agrícola-ganadera del Litoral Oeste de nuestro país, constituyendo una propuesta tecnológica para las principales áreas de ganadería ovina del país (Ganzábal *et al.*, 2001).

En este sentido, Azzarini (1999) observa que cualquier esfuerzo dirigido a potenciar la carne como una alternativa estructural y no meramente coyuntural, que logre un verdadero impacto en los sistemas ovinos, debe pasar por un replanteo de la

base forrajera del establecimiento, la que originará mayores niveles de productividad e ingresos.

Existe un importante cúmulo de información científica, para la región de Basalto, con particular énfasis hacia el uso de cultivos forrajeros basados en praderas convencionales y verdeos anuales invernales (Montossi *et al.*, 1998c y San Julián *et al.*, 1998). Pero, en contraposición, se observa una menor oferta relativa de información tecnológica a nivel nacional, y en particular a nivel regional (ej. Basalto), sobre el uso de mejoramientos de campo para el engorde ovino en lo que se refiere a especies forrajeras a utilizar, ganancias diarias posibles de obtenerse y capacidad de carga de los mismos, así como la calidad de producto obtenible con corderos pesados, de forma de poder mejorar el ajuste productivo y económico de esta propuesta tecnológica para las condiciones mencionadas.

Según Barry *et al.* (1982) y Waghorn y Barry (1987), citados por Min *et al.* (1999), la performance de rumiantes pastoreando pasturas de alta calidad puede estar limitada por la nutrición proteica, porque su absorción desde el intestino delgado es baja en relación al consumo de energía metabolizable. Adicionalmente, es sabido a nivel mundial que las especies del género Lotus contienen taninos condensados, los cuales son compuestos secundarios producidos por las plantas cuya función original era de defensa frente a hongos, bacterias, insectos y herbívoros. Por muchos años se creyó que estos compuestos tenían efectos detrimentales sobre los rumiantes.

Estudios científicos realizados en las últimas décadas con leguminosas en regiones templadas han demostrado que su efecto sobre los rumiantes también puede ser beneficioso para mejorar la nutrición proteica de los mismos, dependiendo de varios factores, entre algunos: tipo, concentración en planta y estructura de los mismos (Barry *et al.*, 2001).

Estudios experimentales recientes, también, muestran que los taninos condensados tendrían efectos negativos en la sobrevivencia de los parásitos gastrointestinales en ovinos, lo que abre una oportunidad más a la búsqueda de soluciones a este problema de difícil solución y de tanta importancia económica para el productor ovino. Barry y McNabb (1999), en un trabajo de revisión de literatura mundial sobre este tema, concluyeron que concentraciones adecuadas de taninos condensados en las pasturas pueden ser utilizadas para incrementar la eficiencia de la digestión de la proteína y así la productividad animal, como también desarrollar sistemas ecológicamente más sustentables de control de algunas enfermedades que se presentan en ovinos en sistemas pastoriles.

En Uruguay, la información relacionada a los niveles de taninos condensados y su efecto sobre los rumiantes es, dentro del importante rango de especies forrajeras

utilizadas en el país para la producción animal intensiva o semi intensiva, muy reciente y de escasa magnitud (Montossi, 1996 y Ayala, 2001).

El uso de cargas animales adecuadas y especies de leguminosas adaptadas a la región de Basalto, permitiría mejorar la cantidad y la calidad de la producción ovina (carne y lana) de los predios ganaderos de la región. Otros efectos adicionales podrían estar asociados a la mejora del bienestar animal y la sustentabilidad de los sistemas agropastoriles, debido posiblemente al menor uso de drogas convencionales para el control de los parásitos gastrointestinales, a través del empleo complementario del efecto benéfico de los taninos condensados como antihelmíntico “natural”.

También, es importante comprobar si los niveles de taninos condensados en las dietas de los animales, en nuestras condiciones, se ubican en los rangos deseados para potencializar la producción animal. Esta información será un elemento importante que tendrán que tener en cuenta los fitotecnistas encargados de los programas de mejora genética de plantas forrajeras en el proceso de definición de los umbrales de concentración de taninos condensados, particularmente en el proceso de selección del género *Lotus*.

Dadas las características de las tecnologías propuestas para la producción de corderos pesados y la existencia de un mercado establecido y consolidado para este producto, es posible pensar en su fácil adopción y positivo impacto productivo y económico en los establecimientos ganaderos donde los ovinos cumplen un importante rol económico y social, como es el caso del Basalto, donde existen limitadas opciones productivas alternativas a dicho rubro.

Por lo antedicho, se plantea el presente trabajo de tesis, cuyo objetivo es evaluar el uso de las especies *Lotus pedunculatus* cv. Maku, *Lotus subbliflorus* cv. El Rincón, *Lotus corniculatus* cv. Draco y *Trifolium repens* cv. LE Zapicán y el efecto de la carga animal (8 y 12 corderos/ha) sobre los parámetros cuanti y cualitativos del forraje; así como también, el efecto de la especie leguminosa forrajera, la carga animal y los taninos condensados sobre la producción y calidad de carne y lana, en sistemas de engorde de corderos pesados de la raza Corriedale para suelos medios a profundos de la región de Basalto, durante el período otoño-invierno. Además, realizar un seguimiento de los parásitos gastrointestinales.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES FORRAJERAS UTILIZADAS**

#### **2.1.1. Introducción**

De acuerdo con Ayala *et al.* (1999), dadas las pocas posibilidades que existen para incrementar la producción del campo natural, particularmente en el invierno, mediante el manejo diferido del crecimiento otoñal o por fertilizaciones estratégicas en dicha estación, la inclusión conjunta de fertilizantes fosfatados y semillas de especies forrajeras mejoradas, conocidos como Mejoramientos de Campo, ofrece resultados muy valiosos productiva y económicamente. Ello se debe a que los mismos permiten disminuir el grado de extensividad de las áreas ganaderas, a través de la mejora nutricional que influye positivamente en el comportamiento animal, e inciden en un todo (productividad y resultado económico) sobre los sistemas de producción.

En este sentido, la inclusión de fertilizante fosfatados y semillas, en cobertura, laboreo mínimo o siembra directa, puede promover cambios realmente notables en el incremento de la producción de materia seca con resultados alentadores, como para sugerir que esta tecnología debería extenderse en forma importante en todas las regiones del país, constituyendo particularmente una de las herramientas más sencillas y económicas para elevar la productividad de cualquier establecimiento ubicado en áreas de ganadería extensiva.

Con este tipo de pasturas es posible alcanzar rendimientos comparables a los de praderas convencionales, con la ventaja de que el costo por unidad de materia seca producida por el Mejoramiento de campo es menor (Carámbula, 1996). El mejoramiento es potencialmente exitoso siempre que se asegure el correcto cumplimiento de las etapas claves del uso de esta tecnología, desde la elección de la especie y su instalación, hasta su utilización.

En general, para esta alternativa forrajera la época de siembra más adecuada es el otoño, abril, cuando hay humedad en el suelo y su temperatura aún es adecuada para una rápida germinación y emergencia de las plantas (Berretta *et al.*, 2001). Para ello, previamente se debe hacer una buena preparación del tapiz, ya sea mediante el uso de animales o el empleo de químicos. Esto y el uso de una leguminosa adaptada, resulta en un establecimiento sin mayores diferencias entre métodos de siembra (Berretta *et al.*, 2001).

Frente al uso de esta opción forrajera, surgen una serie de interrogantes sobre que especie forrajera utilizar para el mejoramiento tales como: inclusión de leguminosas o gramíneas; especies anuales o perennes; puras o en mezclas. Para contestar estas interrogantes se debe tener en cuenta que para adaptarse a las siembras en el tapiz, las

especies deben poseer ciertas características que les permitan ser de fácil inclusión en la vegetación natural, como son habilidad para competir con el tapiz natural, tolerancia a niveles nutritivos en muchos casos bajos, tolerancia a acidez del suelo, adaptación a niveles extremos de humedad, eficiencia en la utilización de fósforo, estación de crecimiento larga, habilidad de rebrote y alta tolerancia al pastoreo, gran estabilidad y persistencia por resiembra natural, etc. A tales efectos estas especies deben destacarse por algunas o todas estas características (Carámbula, 1996).

La introducción de las leguminosas son la llave principal para introducir económicamente el nitrógeno en el ecosistema y de esa forma alcanzar una producción importante de forraje de buena calidad. Se necesita, por lo tanto, disponer de las mismas para lograr obtener pasturas extensivas mejoradas a través de una tecnología de bajo costo (Ayala y Carámbula, 1996).

Para la elección de especies forrajeras para los mejoramientos no se deberá insistir únicamente en cubrir la máxima cantidad de forraje anual, sino que también se tendrá en cuenta una buena distribución del mismo, especialmente en las épocas de carencia, a la vez que se dará preferencia a especies persistentes aunque sus rendimientos no sean de gran superioridad frente a otras opciones más intensivas (Carámbula, 1996).

Según la información existente, se puede decir que las leguminosas perennes o anuales que se destacan para su utilización en los mejoramientos de campos, en suelos profundos de Basalto, son: *T. repens*, *L. corniculatus*, *L. pedunculatus* y dependiendo del año y el establecimiento que presente, el *L. subbiflorus*. Bemhaja (1998) señala que los tres primeros han demostrado adaptación, producción y persistencia en ensayos realizados en diferentes áreas del Basalto profundo. El *L. pedunculatus*, al igual que el *T. repens* pese a su establecimiento más lento, a partir del segundo año cubre totalmente el suelo, siendo su producción invernal y persistencia superior al *L. corniculatus* a partir del tercer año, en situaciones libres de déficit hídrico. El mismo autor menciona que el *L. subbiflorus* cv. El Rincón sobre suelos de Basalto ha mostrado un establecimiento aleatorio y una marcada producción de forraje concentrado durante la primavera. Esto podría cuestionar su uso como alternativa para incrementar la producción del campo natural, particularmente en el invierno.

Para alcanzar implantaciones exitosas de este tipo de opciones forrajeras es imprescindible controlar la competencia de la vegetación residente (total o parcial), ajustar la disponibilidad inicial de fósforo en el suelo y realizar la siembra bajo condiciones ambientales favorables (Bermúdez, 1992, citado por Ayala *et al.*, 2001). En este contexto, luego de la implantación, algunos de los lineamientos a seguir deben contemplar un buen manejo de la estrategia de refertilización, manejo de la oferta forrajera, estrategias adecuadas para promover la persistencia, favorecer la semillazón, el reclutamiento de plantas y la renovación del mejoramiento durante su vida útil.

Asimismo, el adecuado manejo de los métodos de pastoreo, carga animal y utilización serán determinantes de la productividad alcanzable.

## 2.1.2. *Lotus corniculatus* cv. INIA Draco

### 2.1.2.1. Características generales

INIA Draco es una variedad sintética de *Lotus corniculatus* seleccionada en INIA La Estanzuela por persistencia a campo. Proviene del cultivar Estanzuela Ganador, de una población local cosechada en el quinto año. Es perenne estival, de crecimiento similar al cv. San Gabriel y al cv. Estanzuela Ganador, es decir de floración temprana y sin reposo invernal. El hábito es intermedio a semipostrado y las coronas son grandes, con muy buena densidad de tallos y buena foliosidad. Entre las variedades sin reposo invernal, INIA Draco se destaca por su mayor producción de forraje y mayor persistencia bajo manejo del pastoreo rotativo (Rebuffo, 1998).

### 2.1.2.2. Producción de forraje

En el conjunto de ensayos evaluados hasta el 1998 por el Programa Nacional de Plantas Forrajeras y el Programa Nacional de Evaluación de Cultivares (Cuadro 1), INIA Draco ha presentado mayor persistencia productiva, que se traduce en una mayor producción de forraje a partir del segundo año, así como en el rendimiento acumulado. INIA Draco produjo 12% más forraje que el cv. San Gabriel en el segundo año (promedio de 8 ensayos) y 42% en el tercer año (promedio de 5 ensayos) (Rebuffo, 1998).

Cuadro 1. Análisis conjunto (REML) de los rendimientos anuales y total acumulado (tt MS/ha) de los cv. San Gabriel, Estanzuela Ganador e INIA Draco. Rendimientos relativos expresados como porcentaje del cv. San Gabriel.

Edad de la pastura (años)	N° exp.	San Gabriel		Ganador		INIA Draco		MDS (5%)	
		tt MS/ha	%	tt MS/ha	%	tt MS/ha	%	tt MS/ha	%
1	10	5.76	100	5.39	88	6.20	108	0.61	10
2	8	7.72	100	7.81	101	8.69	112	0.71	9
3	5	3.50	100	3.54	101	4.98	142	1.25	36
4	2	1.35	100	1.30	96	2.35	174	1.14	84
Acumulado	8	15.11	100	14.80	98	17.55	116	2.16	14

Fuente: Programas de Plantas forrajeras y Evaluación Nacional de Cultivares, citado por Rebuffo (1998).

La mayor producción en el segundo y tercer año del cv. INIA Draco frente a los otros dos cultivares se debe a una mayor persistencia combinada con la amplitud de sus coronas, los numerosos tallos que emite y el vigor de los mismos (Rebuffo, 1998). El ciclo de producción (distribución estacional) del cv. INIA Draco es similar a los cv. San Gabriel y Estanzuela Ganador. La mayor producción de forraje de Lotus se obtiene en primavera, independientemente de la edad de la pastura y de los cultivares, pero esto se

ve más acentuado hacia el tercer y cuarto año del mejoramiento. La mayor persistencia y productividad del cv. INIA Draco se manifiesta en todas las estaciones de crecimiento a partir del segundo año, si bien las mayores diferencias se obtienen en la primavera (Rebuffo, 1998).

### **2.1.2.3. Valor nutritivo del forraje**

En un experimento llevado a cabo en la estación experimental del INIA Treinta y Tres, en la Unidad Experimental de “Palo a Pique”, se detectaron valores de digestibilidad de la materia orgánica de 68% a principio de noviembre, disminuyendo hasta 53% en mediciones de fin de enero durante la etapa reproductiva (Ayala, 2001).

### **2.1.2.4. Manejo y utilización**

Ayala (2001), haciendo estimaciones de la producción de forraje desde fin de primavera a principio de otoño, obtuvo mayores tasas de crecimiento de la pastura con una intensidad de defoliación de 4 vs. 8 cm, con 40 días entre cortes y descanso invernal. En el mismo trabajo, se propone como recomendaciones de manejo estacional lo siguiente:

- Otoño: manejo del establecimiento de las leguminosas, evitando defoliaciones intensas y tardías (junio).
- Invierno: el descanso en esta época permite incrementar la producción de especies forrajeras anuales y rendimientos de semilla, y reduce los efectos de intensidad de defoliación, aunque evitar pastoreos en esta estación no muestra tanta ventaja como el descanso otoñal.
- Primavera: preferentemente utilizar intensidades de defoliación entre 6 y 10 cm de altura combinado con intervalos de defoliación de entre 20 y 30 días. Este manejo permitiría alcanzar altas tasas de crecimiento, alta eficiencia de utilización de la pastura producida, evitando así pérdidas de utilización del forraje producido y riesgos sobre la persistencia del Lotus.
- Verano: el uso de intensidades de defoliaciones moderadas ( $\geq 6$  cm) o períodos de descanso adecuados para fomentar la producción de semilla, promoviendo así el incremento de las reservas del banco de semilla para el futuro mantenimiento y estabilidad del estand de plantas del mejoramiento.

### **2.1.3. Lotus pedunculatus cv. Grasslands Maku**

### 2.1.3.1. Características generales

Grasslands Maku es una variedad o cultivar de *Lotus pedunculatus*, originario de Nueva Zelanda, perenne, de ciclo primavero-estivo-otoñal, de semillas pequeñas y de lento establecimiento, por lo que se deberá disminuir la competencia del tapiz natural de alguna manera para lograr una buena implantación de esta especie. El aporte que realiza la misma al mejoramiento en su primer año se ve incrementado claramente cuando se reduce por completo la competencia del tapiz natural. Ha demostrado tener un excelente comportamiento productivo en diferentes suelos de la Región Este así como sobre los suelos profundos de la Región Basáltica, lo que llevó a una alta demanda por evaluar esta especie en estas condiciones. Su persistencia depende de la elevada capacidad colonizadora que posee, a través de su destacable habilidad de propagarse vegetativamente y menor vulnerabilidad al ataque de enfermedades de la raíz y corona.

### 2.1.3.2. Producción de forraje

Los mayores rendimientos de materia seca se alcanzan en el período primavero-estival sin desmerecer la producción otoño-invernal. En condiciones de pastoreo pueden alcanzar valores de 1680 kg MS/ha para el período otoño-invierno, superando en este sentido a los otros cultivares del género *Lotus* cuando se consideran niveles medios de fertilidad (Risso y Berretta, 1996). En este sentido, Bemhaja (1996), muestra buenos rendimientos de este cultivar sobre suelo profundo de Basalto (Formación Queguay Chico) en tres años consecutivos (1992-1994), con una producción acumulada de 11922 kg MS/ha, similar a lo obtenido para la Región Este, pero con una importante variabilidad en la producción entre los diferentes años (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cuadro comparativo de producción de forraje del *Lotus pedunculatus* cv. Maku (kg MS/ha/año) según autor y condiciones experimentales.

Autores	Año			Acumulado 3 años
	1 <sup>er</sup>	2 <sup>do</sup>	3 <sup>er</sup>	
Bemhaja (1996)*	1353	2894	7675	11922
INIA Treinta y Tres (2002)**	1908	5369	4299	11576

\* Basalto profundo (INIA Tacuarembó, Unidad Experimental "Glencoe")

\*\* Región Este (INIA Treinta y Tres, Unidad Experimental "Palo a Pique")

Como se puede observar en el Cuadro 2, luego de que el mejoramiento está instalado se dan importantes producciones de materia seca de la leguminosa. Según Bemhaja (1996), la producción de *L. pedunculatus* sobresale por su persistencia y producción a partir del tercer año.

### 2.1.3.3. Valor nutritivo

Los parámetros de valor nutritivo del mejoramiento en base a Lotus cv. Maku, cuantificados sobre suelos de la Región Este, se sitúan en niveles de 48.9% de digestibilidad de la materia orgánica, 22.6% de proteína cruda y 32.2% de fibra detergente ácida (Carámbula *et al.*, 1994a), mientras que Risso y Berretta (1996) mencionan valores de 17% de proteína cruda y 56% de digestibilidad de la materia orgánica *in vitro* para mejoramientos de campo en suelos sobre Cristalino del Centro.

Los niveles de digestibilidad presentados no concuerdan con los altos contenidos proteicos que los acompañan, debido a que los métodos tradicionales de evaluación de digestibilidad sólo cuantifican la digestión a nivel ruminal, y la presencia de taninos condensados de esta especie determina una menor digestibilidad ruminal, adquiriendo aquí mayor importancia relativa los procesos de digestión y absorción a nivel intestinal.

#### **2.1.3.4. Manejo y utilización**

Para esta especie es importante la correcta elección de la fecha de siembra, dado que un atraso de la misma va a comprometer fundamentalmente el potencial de producción del primer año, siendo la mejor la siembra temprana en el otoño, una vez que se asegure una adecuada humedad en el suelo.

La densidad de siembra está en estrecha relación con los niveles de la fertilización fosfatada inicial, con valores que varían entre 1.5 y 4 kg/ha. Un buen objetivo en el manejo debería consistir en efectuar pastoreos rotativos o pastoreos aliviados e intensos alternados, tratando de mantener un buen balance entre las distintas partes de las plantas (tallos aéreos y rizomas); sin olvidar que este cultivar basa su persistencia, especialmente, en su propagación vegetativa y por lo tanto el manejo debe ser dirigido a promover dicho proceso (Bermúdez *et al.*, 2001; Carámbula, 2001).

#### **2.1.4. Lotus subbiflorus cv. El Rincón**

##### **2.1.4.1. Características generales**

El *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón es una especie anual invernifera, aunque una proporción del estandar de plantas puede resultar perenne (Risso *et al.*, 1990); de hábito semierecto, que bajo pastoreo frecuente adopta porte prostrado (Carámbula *et al.*, 1994b). Posee floración indeterminada, con abundante producción de semilla aún a baja altura, de pequeño tamaño y con alta proporción de dureza (Risso *et al.*, 1990). Se adapta a un rango amplio de suelos, prosperando tanto en suelos ácidos como de baja fertilidad, de drenaje pobre o expuestos a períodos de sequía estival (Carámbula *et al.*, 1994b). Posee una excelente habilidad de simbiosis. Para su germinación requiere condiciones de humedad prolongada y temperaturas benignas. Sus plántulas son débiles y su

crecimiento inicial muy lento, especialmente en otoños con bajas temperaturas y baja humedad (Carámbula *et al.*, 1994b).

Esta leguminosa realiza una entrega importante de forraje desde fines de invierno en adelante (Carámbula *et al.*, 1994b). Frente a otras especies, en general perennes, el *L. subbiflorus* cv. El Rincón presenta un rendimiento bajo de fines de otoño a invierno, siendo esta producción más baja cuanto más secas y frías sean las condiciones climáticas y más bajo el nivel de fósforo del suelo (Carámbula *et al.*, 1994b). El pico productivo, variando con las condiciones ambientales, ocurre según avanza su ciclo en el transcurso de la primavera (Risso *et al.*, 1990). Se destacan como características salientes de esta especie su persistencia y agresividad en condiciones comerciales de manejo debido a su adaptación a nuestras condiciones ecológicas y a los sistemas de pastoreo continuo con vacunos y lanares utilizados en el país, en siembras sin destrucción del tapiz natural (Gallinal, 1990).

En mejoramientos de larga duración se ha observado, según el manejo del potrero efectuado, una mayor contribución relativa de gramíneas anuales invernales entre las que pueden citarse *Bromus mollis*, *Vulpia australis*, *Gaudinia fragilis* y *Lolium multiflorum*.

#### **2.1.4.2. Producción de forraje**

Los rendimientos comparativos del Lotus cv. El Rincón y cv. Ganador muestran el comportamiento diferencial de ambas especies en suelos de Lomadas y Sierras de la Región Este. Entre ambas especies, la producción anual en su primer año es superior para el cv. Ganador para las Lomadas, mientras que en las Sierras del Este la producción resulta bastante similar con ventajas cada vez mayores para el cv. El Rincón a medida que los suelos se vuelven más superficiales (Carámbula *et al.*, 1994b).

Bemhaja (1996), trabajando con el cv. El Rincón, alcanzó producciones de 1169, 3058 y 7192 kg/ha/año en tres años consecutivos desde su implantación, sobre suelos profundos de Basalto. En ese ensayo, sin ser el año de su establecimiento, donde el cv. El Rincón presentó rendimientos menores a varias de las opciones perennes estivales, en los años siguientes no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes mejoramientos (*L. corniculatus* cv. El Boyero, *L. tenuis*, *L. corniculatus* cv. Estanzuela Ganador y *L. corniculatus* cv. San Gabriel).

El promedio de materia seca total anual producida sobre suelos de Basamento Cristalino es superior en el mejoramiento (8258 kg/ha) que en el campo natural (4218 kg/ha), con un mínimo de 4496 kg/ha y un máximo de 12029 kg/ha. Además, el crecimiento invernal promedio del mejoramiento (1287 kg MS/ha) duplica al crecimiento invernal promedio del campo natural (613 kg MS/ha) y supera al máximo potencial productivo del mismo en esta estación (1010 kg MS/ha) (Formoso *et al.*,

2001). En otro estudio, llevado a cabo sobre Cristalino por Risso *et al.* (1990), se obtuvieron producciones de 3.2 tt MS/ha/año sólo provenientes de las leguminosas y 6.4 tt MS/ha/año total (promedio de 5 años), y 0.5 tt MS/ha para el período de fin otoño-invierno (promedio de 4 años).

#### 2.1.4.3. Valor nutritivo del forraje

Si se comparan los registros de digestibilidad de la materia orgánica y de la proteína cruda del mejoramiento con los de campo natural, el valor nutritivo del mismo es mayor sobre todo en invierno y principios de primavera. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Carámbula *et al.* (1994b) y Risso *et al.* (1990) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Mejoramientos de *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón y campo natural de la Región de Cristalino: resultados de digestibilidad de la materia orgánica en la materia seca producida (DMO) y contenido de proteína cruda (PC), expresados en porcentaje.

Especies Parámetros	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
cv. El Rincón DMO (%)	59	54	59	61	62	63	64	74	72	70	68	56
C. Natural DMO (%)	61	57	58	60	62	57	57	56	69	70	63	55
cv. El Rincón PC (%)	11	10	12	14	14	15	15	15	17	13	11	11
C. Natural PC (%)	9	9	11	10	8	8	7	9	10	11	10	10

Fuente: Laboratorio de Nutrición, CIEDAG, citados por Formoso *et al.* (2001).

#### 2.1.4.4. Manejo y utilización

A pesar de que se trata de una especie sin exigencias específicas de manejo, su rendimiento se ve disminuido frente a defoliaciones frecuentes e incontroladas, razón por la cual pueden registrarse descensos importantes de producción (Carámbula *et al.*, 1994b). Sin embargo, aún bajo condiciones de pastoreo continuo, es posible lograr una buena semillazón y resiembra natural mediante manejos que utilicen una carga adecuada. La semillazón es imprescindible para la persistencia de cualquier mejoramiento, especialmente cuando intervienen especies anuales como el Lotus cv. El Rincón. Es importante permitir y favorecer esta semillazón, especialmente en el año de siembra y luego intercalar algún año de manejo aliviado tendiente a incrementar el banco de semillas del suelo (Carámbula *et al.*, 1994b).

La debilidad inicial de sus plántulas contrasta con la marcada agresividad y competencia que muestran las plantas ya desarrolladas, especialmente en primavera (Carámbula *et al.*, 1994b). Un pastoreo severo en verano, controla el crecimiento de las gramíneas nativas estivales y provoca altas temperaturas a nivel del suelo, lo que

promueve el rompimiento de la latencia de muchas semillas del cv. El Rincón, que reaccionarán germinando ante la ocurrencia posterior de lluvias ocasionales.

También es imprescindible un mínimo uso de fertilizante fosfatado para obtener una población de plantas que aseguren una producción y persistencia adecuada. Las refertilizaciones, generalmente, son realizadas en años alternados o cada tres años (Carámbula *et al.*, 1994b).

Esta especie es recomendada muy especialmente para situaciones de bajo potencial productivo como lo son suelos poco profundos, con tapices degradados y de baja fertilidad natural, normalmente expuestos a alteraciones ambientales, en especial, sequías regulares y pronunciadas de verano (Carámbula *et al.*, 1994b).

### **2.1.5. *Trifolium repens* cv. L.E. Zapicán**

#### **2.1.5.1. Características generales**

Esta es una leguminosa forrajera invernal de clima templado, que se comporta como perenne mediante la producción continua de estolones. En algunos casos puede comportarse como anual por problemas de déficit hídricos, debido a la escasa profundidad radicular de sus estolones, dependiendo en este caso de la resiembra natural. La importancia relativa de ambos mecanismos varía en función del clima. Posee la capacidad de persistir tanto vegetativamente como por semillas duras, dualidad especialmente valiosa para ocupar nichos vacíos en los mejoramientos y poder sobrellevar condiciones de sequía, donde la población de estolones se ve seriamente reducida (Carámbula, 1996).

Características tales como su elevado valor nutritivo y su habilidad para fijar cantidades muy apreciables de nitrógeno, normalmente mayor que la de otras leguminosas hacen de él una de las especies más importantes para utilizar en los mejoramientos (Carámbula, 1996).

Se adapta mejor a suelos medianos a pesados, fértiles (responde mucho a niveles crecientes de fósforo) y húmedos (Carámbula, 1996).

#### **2.1.5.2. Producción de forraje**

Tiene gran producción anual con un pico en primavera, y normalmente no crece en verano (Carámbula, 1996). Su producción es muy variable dependiendo del tipo de suelo y su fertilidad, pudiendo llegar en algunos casos a valores de 12337 kg MS/ha anuales, con un mínimo en la estación invernal de 2384 kg MS/ha.

Según Risso y Berretta (1996), la producción anual de forraje media tuvo valores de 5.0 tt MS/ha/año (promedio de 6 años, incluyendo la sequía 88/89), con un aporte del 39% de esta producción en el período otoño-invierno.

Bemhaja (1998) menciona, durante los años 1992-94, valores de producción de forraje de 2.3, 2.6 y 8.0 tt MS/ha respectivamente, en mejoramiento de campo sobre suelos de Basalto profundo en condiciones de mínimo laboreo, destacando al cv. L.E. Zapicán como un cultivar de alta producción en el año de implantación, y buena composición botánica al tercer año (63% del área cubierta por trébol blanco).

### 2.1.5.3. Valor nutritivo

Como fue mencionado anteriormente es una de las leguminosas utilizadas para mejoramientos de campo con mayores valores de digestibilidad y contenidos de proteína cruda. Según Risso y Berretta (1996), el valor nutritivo en mejoramiento de campo sobre suelos de Basamento Cristalino, alcanza valores de 62.2% de digestibilidad *in vitro* y 14.1% de PC (promedio anual). Esta puede variar con el momento del año y con el año, como se puede observar en el siguiente Cuadro 4.

Cuadro 4. Valor nutritivo (en porcentaje) de *Trifolium repens* en estado vegetativo para dos estaciones del año.

		PC (%)	FDN (%)	DMO (%)	FDA (%)
Invierno	Promedio	24.7	44.7	74.5	27.2
	Máximo	30.1	52.5	78.8	34.3
	Mínimo	18.5	39.6	71.0	23.1
	Desvío	4.3	5.2	3.0	4.2
Primavera	Promedio	25.3	42.1	73.7	28.3
	Máximo	32.4	60.1	82.0	40.1
	Mínimo	16.5	34.8	60.1	18.7
	Desvío	3.5	5.6	5.8	3.8

Fuente: Mieres (com. pers.).

### 2.1.5.4. Manejo y utilización

Si bien el trébol blanco se adapta a sistemas de pastoreo intensos, éste se ve afectado por manejos severos y exagerados. Lo más adecuado es aplicar manejos que permitan mantener plantas vigorosas que presenten mayor longitud de estolones por área de suelo e incrementos en el diámetro de los mismos, mayor peso individual de las hojas así como mayor proporción de hojas cosechables. Bajo pastoreos muy intensos y frecuentes pierde su habilidad competitiva (Carámbula, 1996).

## 2.2. EXPERIENCIAS NACIONALES EN PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA DE CALIDAD

Los trabajos que se presentan a continuación se enmarcan dentro del manejo general que se realiza en el Módulo de Cría de la Unidad Experimental “Palo a Pique” de INIA Treinta y Tres, durante el período junio-setiembre de 2000 y de 2001 sobre dos mejoramientos de campo con Lotus (*L. subbiflorus* cv. El Rincón vs. *L. pedunculatus* cv. Maku).

Los mejoramientos fueron sembrados en mayo de 1996 a razón de 5 y 3 kg/ha de semilla para Lotus cv. El Rincón y Lotus cv. Maku, respectivamente. La fertilización a la siembra fue de 260 kg/ha de superfosfato común. Luego se realizaron refertilizaciones en el entorno de las 40 unidades de fósforo/año/ha.

Los animales utilizados fueron corderos machos castrados, de la raza Corriedale, nacidos en la primavera anterior de cada año, con una edad aproximada de entre 8 y 9 meses, y con un peso vivo promedio de 28 y 25 kg para cada año respectivamente. El sistema de pastoreo fue rotativo en dos sub-parcelas, con cambios cada 14 días.

La información sobre los resultados obtenidos en el engorde de corderos se presentan en el siguiente cuadro (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resumen de resultados físicos.

Especie/cv.	Período de evaluación 26/6/00 al 5/9/00		Período de evaluación 20/6/01 al 26/9/01	
	Corderos/ha	Ganancia (g/an/día)	Corderos/ha	Ganancia (g/an/día)
<i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku	8	222	8	144
	14	200	14	130
	20	157	20	98
<i>Lotus subbiflorus</i> cv. El Rincón	6	171	6	98
	8	168	8	117
	10	159	10	104

Fuente: UEPP (2000 y 2001).

La mayor performance alcanzada por los corderos sobre *L. pedunculatus* cv. Maku en los dos años, versus *L. subbiflorus* cv. El Rincón, puede ser explicada por la mayor disponibilidad de forraje por hectárea durante el período de evaluación y mayor porcentaje de leguminosas encontrado en el mejoramiento (traduciéndose esto en una mayor calidad de la dieta). En estos casos, el período de uso de los mejoramientos para la invernada permitiría un pastoreo posterior, antes del cierre.

En este sentido, se realizaron otros trabajos experimentales en el Centro de Investigación y Experimentación Dr. A. Gallinal, Cerro Colorado, Florida, durante dos años ambientalmente contrastantes (1999 y 2000). En ellos, Norbis *et al.* (2001) evaluaron la producción de corderos pesados sobre mejoramientos de campo con leguminosas.

En una serie de experimentos se utilizó *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón sembrado al voleo, a una densidad de 5 kg/ha, fertilizado con 100 kg/ha de superfosfato en el año de la instalación (1995). En él se manejaron 2 cargas animales (6 y 9 cord/ha) con pastoreo diferido.

Para este mejoramiento, los resultados fueron diferentes según el año en consideración. El primer año, de condiciones climáticas adversas, impidió expresar el potencial productivo del mejoramiento. Esto se reflejó en un moderado desempeño productivo de los corderos (Cuadro 6). Los corderos ingresaron el 6 de mayo con un peso vivo promedio de 30.9 y 31 kg para las cargas de 6 y 9 corderos/ha, respectivamente, y fueron embarcados el 13 de diciembre con pesos promedios de 42.5 y 37.4 kg esquilados.

Cuadro 6. Ganancia de peso individual y producción por hectárea.

	Tratamiento	
	6 corderos/ha	9 corderos/ha
Período (días)	220	220
Ganancia (g/día)	53	29
Ganancia (kg PV/cordero)	11.6	6.4
Producción (kg PV/ha)	69.6	57.6

Fuente: Norbis *et al.* (2001).

El segundo año (2000), se reiteró el ensayo pero con diferentes fechas de embarque según peso logrado. En este caso, los resultados en ganancias diarias fueron más alentadores, lo que produjo mayores producciones y en menor tiempo (Cuadros 7 y 8).

Cuadro 7. Evolución de peso vivo individual promedio (kg/cordero).

Tratamiento	Fechas de pesadas		
	11/5	20/9	8/11
6 corderos/ha	25.8	41.1(*)	
9 corderos/ha	25.7	36.4	43.8(*)

(\*): Embarque.

Fuente: Norbis *et al.* (2001).

Se concluyó que con la dotación más baja (6 an/ha) se puede invernar dos lotes de corderos, uno de mitad de mayo a mediados de setiembre con buenas ganancias, y un segundo lote con muy buenas ganancias (245 g/día) durante la primavera, o destinar el

mejoramiento para otra categoría o actividad. En cambio, con la dotación alta (9 an/ha) la invernada demoró 49 días más en llegar al peso de faena.

Cuadro 8. Ganancia de peso individual y producción por hectárea.

	Tratamiento	
	6 corderos/ha	9 corderos/ha
Período (días)	129	177
Ganancia (g/día)	119	102
Ganancia (kg PV/cordero)	15.4	18.1
Producción (kg PV/ha)	91.8	162.9

Fuente: Norbis *et al.* (2001).

Los autores señalan que existe un efecto año que se ve claramente reflejado en la evolución de peso y en la fecha de embarque de los corderos para las distintas cargas (Norbis *et al.*, 2001).

En otro experimento realizado en la misma estación experimental el año 2000, se utilizó *Lotus pedunculatus* cv. Maku al voleo, a una densidad de 3 kg/ha, fertilizado con 40 unidades de fósforo en el año de la instalación (1996). Los tratamientos evaluados fueron de 12, 17 y 21 corderos/ha. La dotación de 12 an/ha se evaluó en pastoreo continuo, mientras que las dotaciones de 17 y 21 an/ha se evaluaron en dos alternativas de pastoreo, continuo y diferido, con cambios de parcelas cada 15 días.

El peso de inicio y de embarque pueden observarse en el Cuadro 9, mientras que en el Cuadro 10 se observan las ganancias resultantes y las productividades obtenidas.

Cuadro 9. Evolución de peso vivo individual promedio (kg/cordero).

Dotación (corderos/ha)	Manejo de pastoreo	Fechas de pesadas			
		8/5	29/8	20/9	8/11
12	Continuo	22.7	40.7(*)		
17	Continuo	23.0	34.2	34.6	42.5(*)
17	Diferido	22.6	33.4	34.9	43.9(*)
21	Continuo	22.6	32.2	32.5	41.2(*)
21	Diferido	22.6	32.8	32.9	42.1(*)

(\*): Embarque.

Fuente: Norbis *et al.* (2001).

Cuadro 10. Ganancia de peso individual y producción por hectárea.

Tratamiento	Corderos/ha				
	12 continuo	17 continuo	17 diferido	21 continuo	21 diferido
Período (días)	132	180	180	180	180
Ganancia (g/día)	133	108	118	103	108
Ganancia (kg PV/cordero)	17.5	19.5	21.3	18.6	19.5
Producción (kg PV/ha)	210	332	362	391	410

Fuente: Norbis *et al.* (2001).

En este experimento la dotación más baja tuvo ganancias de peso individual mayores, lo que permitió invernar los corderos en menor tiempo, mientras que en las otras dos cargas las ganancias más reducidas llevaron a que los corderos se terminaran en un período de tiempo mayor, ocupando los seis meses de utilización de la pastura.

En cuanto a la producción de lana y al momento de esquila, los autores no presentan los resultados de los experimentos, por lo tanto no se los incluye, pero se puede decir que, aunque no toda la producción de lana sea atribuible al período de evaluación, se mencionan valores de alrededor de 1.7 y 1.9 kg de vellón.

Cabe destacar que en los dos experimentos sobre los mejoramientos con *Lotus pedunculatus* cv. Maku se pudieron mantener ganancias diarias de peso interesantes aún a cargas altas, lo que permitió obtener producciones de peso vivo por hectáreas elevadas. Para el caso de los mejoramientos con *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón, se debe tener mayor cuidado con la elección de la carga, para poder terminar los animales en tiempo y forma.

Según los resultados presentados anteriormente, se observa que es posible producir carne de calidad sobre este tipo de mejoramientos, y que el ajuste de la carga, según la producción del mejoramiento y el año, es un factor clave.

Estas experiencias nacionales de producción de carne ovina de calidad muestran valores aceptables en lo que hace a ganancias diarias, grados de terminación y productividad por hectárea sobre mejoramientos de campo con *Lotus pedunculatus* (cv. Maku) y *Lotus subbiflorus* (cv. El Rincón), demostrando ser una alternativa tecnológica para incrementar, diversificar y complementar la producción ganadera (Scaglia *et al.*, 1999).

## **2.3. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL**

### **2.3.1. Consumo en pastoreo**

#### **2.3.1.1. Introducción**

Hodgson (1985), citado por De Barbieri *et al.* (2000), establece que el factor más importante en determinar la performance animal es el consumo diario de forraje, lo que concuerda con lo sugerido por Poppi *et al.* (1987) y por varios autores citados por Montossi (1995) (Stobbs, 1973a,b; Hodgson, 1977, 1981). Según Ulyatt (1981) y Minson (1981), citados por Montossi (1995), hasta un 70% de las diferencias en el valor nutritivo pueden ser atribuidas a diferencias en el consumo voluntario.

Las teorías convencionales de control metabólico y físico del apetito que explican el control del consumo voluntario en condiciones de estabulación (Bell, 1970; Ellis, 1978; Forbes, 1986, 1988b; citados por Montossi, 1995), no tienen en cuenta la influencia potencial de características no nutricionales de la vegetación (Poppi *et al.*, 1987), o restricciones comportamentales (Hodgson, 1990) en el consumo en condiciones de pastoreo (Poppi *et al.*, 1987; Hodgson, 1990; McClymont, 1967; Stobbs, 1973a,b; Arnold, 1981, 1987; Hodgson, 1977, 1981, 1985a,b,c; citados por Montossi, 1995). Los factores nutricionales controlarían el consumo sólo si la accesibilidad y disponibilidad del forraje no son limitantes. Los factores que determinan el consumo en esta última situación han sido llamados por Poppi *et al.* (1987) como factores de tipo “no nutricionales”.

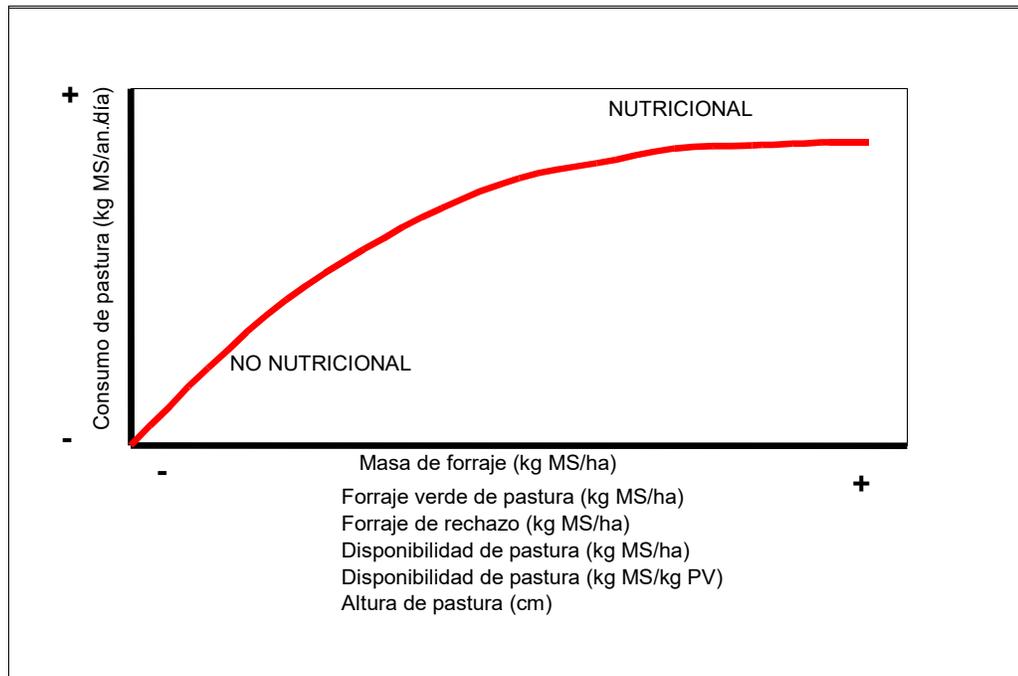
### **2.3.1.2. Regulación del consumo bajo condiciones de pastoreo**

Meijs (1981), citado por Montossi (1995), sugirió que los factores que controlan el consumo pueden ser clasificados en los de origen animal, de la pastura y del manejo. Mientras, Minson (1981), citado por Montossi (1995), propuso que la cantidad de forraje consumido por los animales en pastoreo depende de tres factores principales: i) la disponibilidad de forraje adecuado; ii) la composición física y química del forraje, y iii) los requerimientos de nutrientes del animal. Por otro lado, Freer (1981), citado por Arocena y Dighiero (1999), sostiene que, teóricamente, el límite superior de consumo voluntario está determinado por la demanda potencial de energía, la cual incluye el metabolismo basal, la energía requerida para el consumo y rumia del forraje, y la capacidad de depositar energía en forma de tejidos. Aunque el mismo autor menciona que entre animales de similar madurez y tamaño y ante condiciones alimenticias semejantes, comúnmente existe una variación en el consumo voluntario individual de 10 y 16%.

Por otra parte, dichos factores se pueden clasificar en inherentes al animal, tales como edad, peso vivo, tamaño, estado fisiológico, nivel de apetito (Arnold y Birrell, 1977, citados por Arocena y Dighiero, 1999) y atributos como el tamaño de la boca, la movilidad de las mandíbulas, labios y lengua (Arnold, 1981, citado por Montossi, 1995), y factores externos al animal como condiciones climáticas, disponibilidad y calidad del forraje (Arnold y Birrell, 1977, Birrell, 1989, citados por Arocena y Dighiero, 1999).

Poppi *et al.* (1987) clasificaron los factores que influyen el consumo de pastura en factores nutricionales y no nutricionales, y mostraron que la relación entre el consumo de pastura y las características de la misma (disponibilidad de forraje total, disponibilidad de forraje verde, altura de la pastura) es curvilínea, en la cual se diferencian dos secciones (Figura 1). En la parte ascendente de la curva, los factores no nutricionales serían los más importantes en limitar el consumo, principalmente vía estructura de la pastura y comportamiento pastoril de los animales (tiempo de pastoreo, tamaño de bocado, tasa de bocado), incluyendo la selección de dieta.

Figura 1. Consumo de pastura en función de distintos parámetros.



Fuente: Poppi *et al.* (1987).

En la segunda parte de la curva (en el plateau), los factores nutricionales tales como digestibilidad de la MO, nivel de PC (la proporción no degradable y degradable en el rumen de la misma), el tiempo de permanencia del alimento en el rumen y la concentración de los productos metabólicos de la digestión cobran mayor importancia en el control del consumo. Dicha asíntota sería función del consumo potencial y de la calidad de la pastura consumida. A baja disponibilidad o altura de la pastura, el incremento en la dificultad en cosechar el forraje reduce el consumo, donde factores como la digestibilidad de los tallos y del material muerto es de importancia menor en determinar el menor consumo alcanzado.

Poppi *et al.* (1987) y Montossi (1995) concuerdan en que ambos grupos de factores actúan conjuntamente en determinar el consumo, predominando uno u otro dependiendo de la situación. Por ejemplo, en casos en que la accesibilidad y disponibilidad de la pastura son ilimitadas, parecería más importante la influencia de los factores nutricionales y viceversa.

Hodgson (1990) por su parte sugirió que el consumo está influenciado por tres grupos de factores principales:

- 1) aquellos que afectan la digestión, relacionados principalmente con la madurez y concentración de nutrientes en el forraje consumido (La sensación de saciedad física);
- 2) aquellos que afectan la ingestión del forraje, relacionados principalmente a la estructura física de la pastura (Restricciones comportamentales);
- 3) aquellos que afectan la demanda de nutrientes; la capacidad digestiva y la capacidad alimenticia de los animales concernidos, reflejando en gran medida su estado de madurez y de productividad (Requerimiento alimenticio).

La cantidad de forraje consumido va a estar determinada por el balance entre estas tres fuerzas, donde el requerimiento alimenticio tiene un rol positivo y la saciedad física y las restricciones comportamentales actúan negativamente.

El requerimiento alimenticio en los rumiantes representa la demanda presente del animal por nutrientes, principalmente energía. Sin embargo, otros nutrientes, principalmente proteína y minerales, también son importantes para el logro de altas producciones animales. El gasto potencial de energía es función del tamaño y estado de madurez del animal, su estado productivo y capacidad genética de producción (Hodgson, 1990).

La sensación de saciedad física es función del grado de distensión del tracto digestivo, o del abdomen, causado por el volumen de la digesta en el tracto. A su vez, el volumen de la digesta es función de la cantidad de alimento consumido recientemente, su digestibilidad, la tasa de digestión y de la tasa de pasaje de los residuos no digeridos (Hodgson, 1990). Este último factor es de importancia dominante en controlar el consumo en animales estabulados (Freer, 1981; Minson, 1981; citados por Montossi, 1995), pero bajo condiciones de pastoreo, la habilidad del rumiante de cosechar el forraje puede imponer una limitación adicional en el consumo.

Hodgson (1985a), citado por Montossi (1995), menciona que los estímulos inhibitorios de la saciedad y limitantes comportamentales pueden o no reforzarse una a otra, dependiendo de las condiciones de la pastura, y ambas serían sensibles a la magnitud del déficit de nutrientes.

Restricciones comportamentales limitan la tasa potencial de consumo de forraje, y puede relacionarse a características de la pastura y del animal y su impacto en el consumo por bocado y tasa de bocado (Hodgson, 1990). El mismo autor sugirió que inhibiciones de comportamiento tienen mayor importancia bajo condiciones de pastoreo.

#### 2.3.1.2.1. Restricciones comportamentales al consumo y comportamiento ingestivo

Los animales en pastoreo presentan un ciclo de pastoreo diario que es marcadamente consistente y se repite cada día con cambios mínimos (Vallentine, 1990,

citado por Montossi, 1995). El ganado normalmente divide su día en períodos alternativos de pastoreo, rumia y descanso.

El pastoreo es repartido en varios períodos de actividad bien definidos durante el día y la noche. La mayor parte de él ocurre durante las horas de luz del día en climas templados. A lo largo del día se registran entre 3 y 5 períodos de pastoreo pero los más largos e intensos comienzan cercano al amanecer y nuevamente al final de la tarde, finalizando cerca del anochecer, aunque cortos períodos de pastoreo nocturno son comunes (Hodgson, 1990; Arnold, 1981, citado por Montossi, 1995). A pesar de esto, Lynch *et al.* (1992), citado por Arocena y Dighiero (1999), encontraron que en una majada, el tiempo transcurrido desde que el primer ovino comienza a pastorear hasta que el último lo hace puede variar hasta en 45 minutos, existiendo incluso un importante nivel de variación en el tiempo de pastoreo de un mismo animal en diferentes días. Previamente ya había sido comentado por Freer (1981), citado por Montossi, (1995) que factores sociales contribuirían a reducir el tiempo de pastoreo.

Gordon y Lascano (1993), citado por Arocena y Dighiero (1999), sugieren que existe cierto grado de control fotoperiódico de la actividad de pastoreo, observando que entre el 70 y el 99 % de ésta ocurre durante las horas del día. Arnold (1981), citado por Arocena y Dighiero (1999), agregan que el pastoreo es influenciado por factores como la temperatura y la lluvia. Para dicho autor, el pastoreo comienza y termina antes por la mañana en los días calurosos, encontrando a su vez que en las noches de más de 25°C los animales pueden realizar un 70% del mismo durante este período, cuando normalmente el pastoreo nocturno es escaso o nulo. La lluvia afecta el consumo sólo en casos de ser intensa y prolongada.

Usualmente, hay un período de actividad de rumia luego de cada período de pastoreo, pero la mayor parte de la misma ocurre durante noche (Hodgson, 1990; Penning *et al.*, 1991; Hodgson, 1982, citado por Montossi, 1995). Según Arnold (1981), citado por Arocena y Dighiero (1999), el tiempo empleado en rumiar oscila entre 1.5 y 10.5 h/día, siendo en ovinos lo más frecuente un rango de 5-9 h. Esta actividad varía con la cantidad y digestibilidad de la ingesta, aunque también depende del tiempo de pastoreo, ya que según Penning *et al.* (1991), al aumentar el mismo disminuye el tiempo de rumia, permaneciendo constante el tiempo ocioso.

El consumo de forraje ha sido dividido en términos de componentes del comportamiento ingestivo para su mejor estudio. Así Allden y Whittaker (1970) y Hodgson (1982), citado por Montossi (1995), sugirieron la estimación del consumo a través de la siguiente ecuación:

$$C = TP \times TB \times CB$$

donde:

C = consumo diario de forraje del animal en pastoreo (mg MO/kg PV).

TB = tasa de bocado durante el período de pastoreo (bocados/minuto).

CB = consumo de forraje por bocado (mg MO/kg PV).

TP = tiempo de pastoreo (min/día).

La cantidad de forraje consumido diariamente es el producto del tiempo destinado al pastoreo (componente de largo plazo) y la tasa de consumo instantánea durante el mismo. La tasa de consumo instantánea es a su vez el producto entre la tasa de bocados y la cantidad de forraje consumido en cada bocado (componentes de corto plazo) (Allden y Whittaker, 1970; Hodgson, 1990; Lynch *et al.*, 1992, citados por Correa *et al.*, 2000; Hodgson, 1981, citado por De Barbieri *et al.*, 2000). Las variaciones en la tasa de consumo en el corto plazo son las determinantes en mayor grado del consumo diario de forraje. De acuerdo con Gordon y Lascano (1993), citados por Arocena y Dighiero (1999), la limitante para la cantidad de alimento que los animales en pastoreo pueden ingerir durante un día está dada por la velocidad con la cual el material pueda ser digerido (absorbido o traspasar el sistema digestivo), la cantidad de tiempo disponible para pastorear, o un impedimento asociado a la saciedad de requerimientos metabólicos específicos.

#### 2.3.1.2.1.1. Consumo por bocado

El consumo diario de forraje de rumiantes en pastoreo tiende a reflejar estrechamente el peso del material cosechado por bocado (Figura 2), porque un bajo peso de bocado no puede ser adecuadamente compensado por el incremento del número de bocados y el tiempo de pastoreo (Allden y Whittaker, 1970; Arnold y Dudzinski, 1969; Chacon y Stobbs, 1976; Hodgson y Milne, 1978; Jamieson y Hodgson, 1979; Forbes, 1982; Penning, 1986 y Phillips y Leaver, 1986, citados por Burlison *et al.*, 1991).

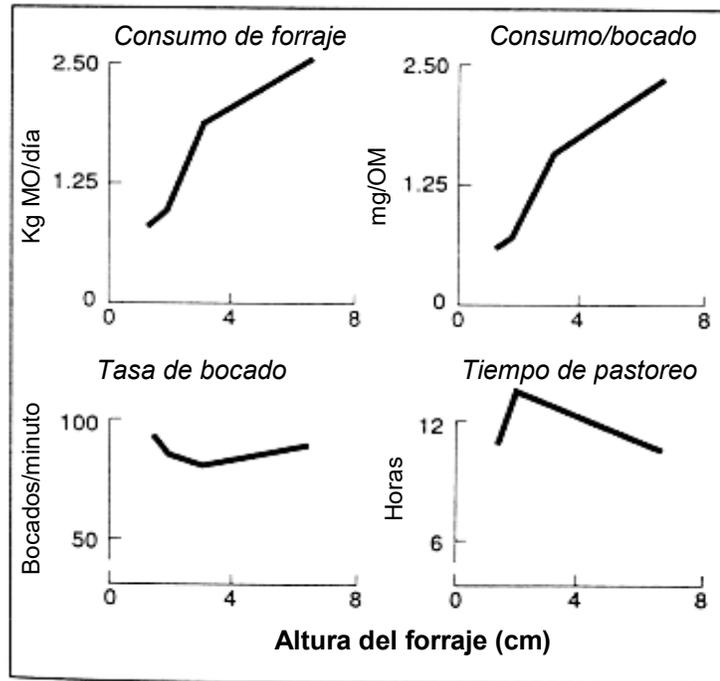
El consumo por bocado (CB) es el componente del comportamiento más sensible a la variación en las condiciones del tapiz (Figura 2) (Poppi *et al.*, 1987; Hodgson, 1990; Burlison *et al.*, 1991), y aumenta linealmente con incrementos en la altura o la disponibilidad de la pastura (Allden y Whittaker, 1970; Black y Kenny, 1984; Penning *et al.*, 1991; Burlinson *et al.*, 1991; Hodgson y Milne, 1978; Hodgson y Jamieson, 1981; Forbes, 1982; Laca *et al.*, 1992; citados por Montossi, 1995).

Burlinson *et al.* (1991) definió al CB como el producto del volumen del bocado por la densidad del horizonte pastoreado, y a su vez volumen del bocado es función de la profundidad y del área del bocado, lo que permitió un mejor entendimiento del efecto de las características de la pastura sobre el comportamiento animal y su interacción con las variables del animal.

La profundidad de bocado se define como la distancia vertical entre la superficie de la pastura y el lugar de corte de hojas y tallos defoliados, y el área de bocado como la

proyección vertical del área de vegetación que abarca un bocado simple (Hodgson *et al.*, 1994, citados por Correa *et al.*, 2000).

Figura 2. Influencia de la altura de la pastura en el comportamiento ingestivo y el consumo de forraje de ovejas bajo pastoreo continuo.



Fuente: Hodgson (1982), citado por Gordon y Lascano (1993).

Gordon y Lascano (1993), citados por Arocena y Dighiero (1999), sostienen que existe una relación inversa entre altura y densidad de la pastura, lo que afecta al CB de ovinos y vacunos (Hodgson, 1990; Burlinson *et al.*, 1985; Laca *et al.*, 1992; citados por Montossi, 1995). Hodgson (1990), agrega que ésta se da tanto en una pastura a medida que se va pastoreando, como entre diferentes pasturas. En pasturas templadas, la profundidad de bocado está relacionada positiva y linealmente con la altura del tapiz (Burlinson *et al.*, 1991; Milne *et al.* 1982; Burlinson, 1987; Laca y Demment, 1990; Mitchell *et al.*, 1991; Laca *et al.*, 1992; citados por Montossi, 1995) y negativamente con la densidad del mismo, mientras que el área del bocado decrece linealmente con la densidad y se incrementa cuadráticamente con la altura del forraje. El consumo por bocado varía menos que las dimensiones del mismo debido a la compensación existente entre la profundidad, el área, y la densidad del bocado (Gordon y Lascano, 1993, citados por De Barbieri *et al.*, 2000).

Burlinson *et al.* (1985) al igual que Mitchell *et al.* (1991), ambas investigaciones citadas por Montossi (1995), concluyeron que la altura de la pastura tuvo una mayor

influencia que la densidad o la disponibilidad de la misma, sobre el volumen, la densidad y el peso del bocado, por su influencia sobre la profundidad del mismo. Burlinson *et al.* (1991), agregan que en el caso de su experimento, los efectos de la altura de la pastura y la densidad del estrato pastoreado fueron independientes y aditivos, al igual que lo concluido por Laca *et al.* (1992), citados por Montossi (1995).

#### 2.3.1.2.1.2. Tasa de bocado

Diferencias entre animales en tasa de bocado (TB) y tiempo de pastoreo pueden contribuir a las diferencias en consumo. La TB varía en los períodos, siendo normalmente mayor en la mañana y la noche, declinando durante el transcurso del período de pastoreo (Hodgson *et al.*, 1994, citados por Correa *et al.*, 2000).

Valores de TB de entre 30-50 bocados/minuto son comunes tanto en bovinos como en ovinos (Vallentine, 1990, citado por Montossi, 1995), pero existe una gran variación entre estudios (Cuadro 11).

Un incremento en la tasa de bocado, refleja una disminución en la altura de la pastura o disponibilidad, y ha sido acompañado por una caída en la relación de manipulamiento del bocado cosechado en ovinos (Penning *et al.*, 1991; Penning, 1986; Laca *et al.*, 1992; citados por Montossi, 1995).

#### 2.3.1.2.1.3. Tiempo de pastoreo

El consumo en el largo plazo está determinado por el tiempo de pastoreo (TP), el cual se compone por la aprehensión, masticación y preparación del bolo que va a ser deglutido, y por el tiempo que emplean caminando hacia un nuevo sitio buscando y seleccionando (Lynch *et al.*, 1992, citados por Correa *et al.*, 2000).

El TP raramente excede 12-13 horas/día, ya que por arriba de este tiempo interferiría con la rumia y otros requerimientos comportamentales (Poppi *et al.*, 1987). Hodgson (1990) sugiere que cuando los animales exceden las 8-9 horas/día de pastoreo puede considerarse un indicador de condiciones limitantes de la pastura para sostener un adecuado consumo por parte de los animales.

El TP depende entonces de las condiciones de la pastura y los animales. En general, varía en relación inversa con la altura de la pastura y el forraje disponible (Allden y Whittaker, 1970; Penning *et al.*, 1991; Phillips y Leaver, 1985; Burlinson, 1987; citados por Montossi, 1995), llegando a un máximo cuando se interfiere con la necesidad de cumplir con otros componentes del comportamiento animal (Penning *et al.*, 1991; Gordon y Lascano, 1993, citados por Arocena y Dighiero, 1999).

Los animales reducirían el TP en pasturas muy cortas (Penning *et al.*, 1991; Chacon y Stobbs, 1976, citados por Montossi, 1995) como mecanismo para conservar energía (Penning *et al.*, 1991; Stephens y Krebs, 1986, citados por Montossi, 1995). A medida que el TP aumenta, más energía es usada para actividad y menos para producción, por lo que el mínimo TP que resulte en un adecuado consumo es considerado óptimo (Vallentine, 1990, citado por Montossi, 1995).

Las variaciones en el estado fisiológico pueden tener un marcado impacto en el comportamiento ingestivo. Animales lactando o gestando, animales jóvenes (con alto potencial de crecimiento) y animales en malas condiciones, incrementan el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado para tratar de compensar los mayores requerimientos de alimento (Poppi *et al.*, 1987; Hodgson, 1990; Hodgson, 1985a,b; Phillips y Leaver, 1985; citados por Montossi, 1995). Sin embargo, Arnold (1981), citado por Montossi (1995), mencionó que la magnitud relativa de esos efectos difieren en distintas circunstancias.

#### 2.3.1.2.1.4. Mecanismos de compensación de los componentes del comportamiento ingestivo

En pasturas templadas, los tres componentes del comportamiento de pastoreo y sus productos son influenciados principalmente por la altura y disponibilidad de la pastura (Poppi *et al.*, 1987; Hodgson, 1990; Allden y Whittaker, 1970; Hodgson, 1985a,b,c, citados por Montossi, 1995). En ciertas situaciones (restricciones de la estructura y composición de la pastura) se registran efectos compensatorios entre los componentes del comportamiento ingestivo para lograr un nivel de consumo diario adecuado (Hodgson, 1990).

Al reducirse la disponibilidad y la altura del forraje disminuye el consumo por bocado, mientras que el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados se incrementan de manera variable como respuesta compensatoria ante los detrimentos en el tamaño de bocado. Estos incrementos compensan en cierto grado la caída del peso de bocado dentro de cierto rango, pero luego no son suficientes para evitar una caída en la tasa de consumo (Allden y Whittaker, 1970; Hodgson, 1990; Penning *et al.*, 1991; Hodgson, 1977, 1985a,b, citados por Montossi, 1995) y finalmente el animal deja de pastorear, resultando en reducciones sustanciales del consumo animal (Hodgson, 1990; Allden y Whittaker, 1970; Leaver, 1985; Hodgson, 1985; citados por De Barbieri *et al.*, 2000). En el Cuadro 11 se presentan los rangos de variación en los componentes de la conducta animal que regulan el consumo diario de forraje.

Penning *et al.* (1991) sugieren que la mayoría de los animales prefieren cubrir sus altos requerimientos energéticos para mantenerse teniendo mayores pesos de bocado, antes que realizando una alta tasa de bocados o un mayor tiempo de pastoreo. Una posible explicación para esto es que todos los animales tienden a pastorear juntos en una

majada y tienen tiempos similares de pastoreo, por lo tanto, la diferencia en el consumo diario estaría dada por variaciones en la tasa de consumo (Rook y Penning, 1991, citados por Penning *et al.*, 1991).

Cuadro 11. Rango de variación en los componentes del comportamiento animal en ovinos y vacunos pastoreando pasturas cultivadas en condiciones templadas.

<b>Variables</b>	<b>OVINOS</b>	<b>BOVINOS</b>
Tiempo de pastoreo (horas/día)	6.5-13.5	5.8-10.8
Tasa de bocado (bocados/min)	22-94	20-66
Total de bocados en el día (10 <sup>3</sup> )	10-78	8-36
Consumo por bocado (mgMO/día)	11-400	70-1610
(mgMO/kgPV)	0.4-2.6	0.3-4.1
Tasa de consumo (mgMO/kgPV/min)	22-80	13-204

Fuente: Adaptado de Hodgson (1985), citado por Montossi *et al.* (1996).

En general, la tasa de consumo de pasturas aumenta con la digestibilidad del forraje, la masa de forraje y la altura de la superficie del tapiz hasta que alcanza un plateau (Gordon *et al.*, 1993, citados por Correa *et al.*, 2000).

Si bien el incremento en la tasa de bocado se ha considerado como una respuesta compensatoria del animal para evitar la caída de la tasa de consumo, Hodgson (1985b), citado por Montossi (1995), lo considera como un efecto directo de la variación en las condiciones de la pastura sobre los movimientos de las mandíbulas. En este sentido, bocados grandes requieren más procesamiento para la formación del bolo alimenticio, mientras que el menor tiempo utilizado para procesar los bocados pequeños permite una mayor tasa de aprehensión (Gordon y Lascano, 1993, citados por Arocena y Dighiero, 1999).

Arnold y Birrell (1977), citados por Arocena y Dighiero (1999), encontraron que la condición animal también influye en la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo.

#### 2.3.1.2.2. Influencia de las características de la pastura sobre el comportamiento ingestivo y el consumo

##### 2.3.1.2.2.1. Factores no-nutricionales

Los factores no-nutricionales se relacionan a la posibilidad física de cosecha del forraje y actúan principalmente cuando la oferta de forraje es limitante respecto a la capacidad de consumo potencial (Ganzábal, 1997a). Según Poppi *et al.* (1987), el incremento en la dificultad por cosechar el forraje que enfrentan los animales en estas situaciones, es lo que determina las depresiones en el consumo. En consecuencia el consumo presenta una relación directa con la accesibilidad (Ganzábal, 1997a).

Las principales características de la pastura que inciden sobre las posibilidades de acceso a la dieta son: disponibilidad de forraje, estructura y composición del tapiz. Se entiende por estructura del tapiz a la disposición que adoptan las plantas sobre la superficie del suelo y se utilizan la altura, la densidad de plantas y la distribución espacial como parámetros para medirlo.

#### 2.3.1.2.2.1.1. *Disponibilidad*

La disponibilidad de forraje constituye la oferta de forraje de una pastura en un momento dado, e incluye las partes aéreas de las plantas, comprendiendo tanto el forraje vivo como el muerto (Korte *et al.*, 1987, citados por Carámbula, 1996), y se expresa como kg MS o MO por hectárea o por individuo. Este parámetro además de afectar en forma directa el volumen de forraje consumido, modifica su calidad mediante la oportunidad de selección de la dieta (Carámbula, 1996).

Otra forma de medir el forraje es por medio de la asignación de forraje (kg MS o MO/animal/día ó kg MS o MO/kg PV/día), pero solo implica una decisión de manejo sin indicar claramente la cantidad de forraje y su distribución en la pastura (Rodríguez Capriles, 1973, citado por Montossi, 1995). La asignación de forraje brinda una mejor impresión del balance entre la demanda y lo ofrecido (Hodgson, 1984, citado por Montossi, 1995).

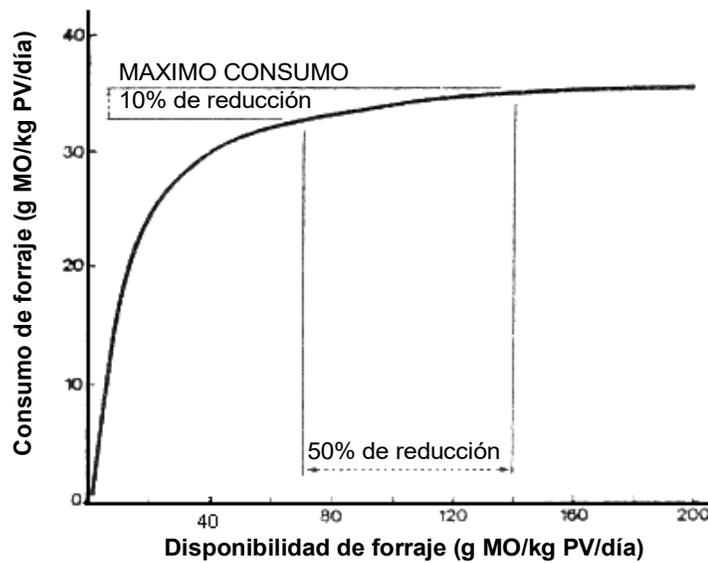
Hodgson y Milne (1978), citados por Montossi (1995), sugirieron que la disponibilidad de forraje está más relacionado al consumo de forraje que el peso de forraje por animal, pero el peso del forraje por animal probablemente ejerce un efecto a través de su influencia en la tasa de cambio de forraje por unidad de área durante un período de pastoreo.

La respuesta de variar la asignación de forraje tiende a cambiar cuando varían las condiciones del tapiz. Esto es porque en iguales asignaciones el espacio físico por animal es mucho menor en altas disponibilidades de forraje en comparación con bajas. En contraposición, en disponibilidades bajas una gran cantidad de forraje se encuentra cercano al suelo, por lo que se dificulta la cosecha de forraje verde (Poppi *et al.*, 1987; Hodgson, 1990).

El consumo de materia orgánica de forraje aumenta de forma decreciente con el incremento en la asignación de forraje y se aproxima al máximo consumo potencial cuando la asignación de forraje es 3 a 4 veces el máximo consumo (Hodgson, 1975, 1984, citado por De Barbieri *et al.*, 2000) (Figura 3). Sin embargo, disminuciones del 50% en la asignación en el extremo superior de la curva producen pequeños efectos sobre el consumo (reducción del 10%), pero reducciones mayores al 50% en la asignación harán disminuir marcadamente el consumo. Esto significa que ajustando el manejo del pastoreo se podría mejorar la eficiencia de utilización de las pasturas.

Cuando se desea obtener máximos niveles en consumo de forraje y en performance animal individual, Hodgson (1984), citado por De Barbieri *et al.* (2000), propone manejar valores de utilización de 25 a 35%, con el consecuente aumento en los niveles de rechazo de forraje, descenso en el valor nutritivo y reducción en el vigor del tapiz. Por ello, si el exceso de forraje no es removido mediante corte mecánico o pastoreo con otros animales se produce un deterioro en la calidad del forraje resultando en una mayor depresión del consumo como resultado de una restricción en la asignación de forraje (kg MO/kg PV/día) debido al envejecimiento de la pastura.

Figura 3. Relación entre la disponibilidad diaria de forraje y el consumo de forraje en corderos.



Fuente: Hodgson (1990).

Por debajo de ciertos límites de disponibilidad y altura del tapiz, la cosecha de forraje comienza progresivamente a ser más difícil, repercutiendo en el consumo animal (Hodgson, 1975, citado por De Barbieri *et al.*, 2000). El consumo por bocado cae progresivamente con disminuciones de la disponibilidad mientras que el tiempo de pastoreo al principio tiende a aumentar con disponibilidades de 1000 kg MS/ha para luego decaer con reducciones mayores (Allden y Whittaker, 1970). En este sentido, Beattie y Thompson (1989), citados por De Barbieri *et al.* (2000), observaron que los ovinos comenzaron a sufrir restricciones importantes cuando las disponibilidades ofrecidas se ubicaban por debajo de los 1200 kg MS/ha. Mientras que Milne (1990), citado por Montossi (1995), afirma que los animales generalmente no tienen dificultad en satisfacer sus apetitos, con disponibilidades entre 1000 y 1500 kg MS/ha.

La literatura es consistente en mostrar incrementos en el consumo animal cuando se incrementa la disponibilidad de forraje dentro de los rangos normales (Aguirrezabala, 1989, citado por Aguirrezabala y Oficialdegui, 1993). A altas disponibilidades, Pearson e Ison (1994), citados por De Barbieri *et al.* (2000), sugieren que, los animales seleccionan aumentando la calidad de la dieta, la tasa de digestión, la velocidad de pasaje y como consecuencia se incrementa el consumo. Birrell (1989), citado por De Barbieri *et al.* (2000), propuso que con disponibilidades superiores a 1.5-2 tt MS/ha, aspectos de tipo cualitativos pesarían más que los cuantitativos de la pastura sobre el consumo y el comportamiento animal.

#### 2.3.1.2.2.1.2. *Altura de las plantas*

La altura de la pastura tiene la ventaja de ser un parámetro de simple medición (Hodgson, 1990; Webby y Pengelly, 1986, citados por Correa *et al.*, 2000), en comparación con la medición de disponibilidad, y de menor costo. La forma más común de considerar la altura es a nivel del punto más alto de la superficie hojosa del tapiz (Hodgson, 1990), aunque no es el único método (Allden y Whittaker, 1970).

Trabajos experimentales en ovinos mostraron que la altura de la pastura afecta directamente los diferentes componentes del comportamiento ingestivo (Hodgson, 1985, 1986; citados por Correa *et al.*, 2000) y está estrechamente relacionada a la tasa de consumo (Allden y Whittaker, 1970). Los últimos autores, trabajando con iguales disponibilidades por superficie pero diferentes densidades (diferentes alturas), observaron distintas tasas de consumo en borregos y corderos. En la medida que descendía la altura aumentaba la tasa de bocados, mientras que los mayores consumos se registraron en las mayores alturas (Figura 4).

Para Black y Kenney (1984), la altura del tapiz afecta directamente la profundidad de bocado y por ello sería el principal determinante del consumo por bocado. En este sentido, Hodgson (1985, 1986), citado por De Barbieri *et al.* (2000), observó que con alturas inferiores a 6-8 cm, el consumo cae afectado principalmente por la reducción en el consumo por bocado. Los ovinos responden a la reducción en la altura del tapiz tomando más bocados por minuto y pastoreando por más tiempo (Figura 2), pero según éste autor tienen poco impacto en evitar la caída del consumo. Este fue el caso de Gordon y Lascano (1993), citados por De Barbieri *et al.* (2000), donde con alturas menores a 6 cm en raigrás perenne el consumo diario se vió disminuido.

Hay evidencia de que en tapices cortos, los animales pequeños están menos limitados en el consumo que animales grandes de especies similares. Así como intra especie, grupos menos productivos de animales deberían ser más tolerantes a condiciones limitantes del tapiz que animales más productivos (Hodgson, 1990). Leaver (1985), citado por Montossi (1995), mencionó que animales de mayor potencial de producción tienen mayores consumo voluntarios.

Hodgson (1990) y Del Pozo *et al.* (1997), citados por Correa *et al.* (2000), proponen que llega un punto en el cual el consumo alcanza el máximo considerado como la altura crítica u óptima. Por arriba de ella habría poco beneficio extra, porque mayores incrementos en la altura de la pastura no mejorarían el consumo y resultarían en una reducción de la digestibilidad, contrabalanceando al final alguna de las ventajas potenciales de incrementar la altura.

La altura óptima de utilización de una pastura varía según la especie animal y según la asociación de especies vegetales que la componen, por lo que existen diferentes relaciones entre altura, producción y calidad de forraje para cada comunidad herbácea (Hodgson, 1990).

Al aumentar la altura mayor es el consumo, pero pasturas demasiado altas también pueden presentar limitantes para el consumo debido a dificultades en la cosecha, aunque menos importantes que las de pasturas bajas (Allden y Whittaker, 1970; Carámbula, 1996; Hodgson, 1981, citado por Correa *et al.*, 2000).

Además, los incrementos en la altura del tapiz, normalmente, se asocian con incrementos en madurez y por lo tanto con la disminución en la digestibilidad del forraje ingerido. Esto tiene un doble efecto: a) limitar el consumo de forraje y b) disminuir la eficiencia de conversión del alimento ingerido. Por lo tanto, incrementos en el consumo de forraje son mayores en alturas del tapiz donde los cambios en digestibilidad son controlados (Hodgson, 1990). Esto también fue apoyado por Grennan y O' Riordan (1996), citados por Arocena y Dighiero (1999), quienes propusieron que al igual que ocurre con la medición de la altura comprimida mediante el uso del rising plate meter, se pueden producir errores cuando las pasturas se estén tornando tallosas. Por lo tanto, estos métodos de medición de altura, tienen un mayor ajuste cuando las pasturas se encuentran en estado vegetativo.

Para pasturas mantenidas en estado vegetativo, la altura del tapiz sería la característica que racionaliza mejor la respuesta en producción de forraje más allá del sitio de pastoreo, año o estación (Hodgson, 1985, citado por Arocena y Dighiero, 1999). Por ello, la altura del tapiz ha sido ampliamente utilizada para definir estrategias de manejo del pastoreo y de alimentación del ganado.

Trabajando con altura de la pastura como predictor del crecimiento de corderos en pastura de alta calidad, Webby *et al.* (1986), citados por Correa *et al.* (2000), obtuvieron coeficientes de determinación ( $R^2$ ) de 0.83, 0.72, 0.89 y 0.76 para otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente.

A su vez, la disponibilidad de forraje rechazado, altura residual o la eficiencia de utilización del forraje son parámetros más útiles que la disponibilidad ofrecida o la

asignación para predecir ambas; la respuesta del animal y de la pastura, particularmente bajo manejo de carga continua (Hodgson, 1990).

Hodgson *et al.* (1986), citados por De Barbieri *et al.* (2000), aconsejan en sistemas rotativos de pastoreo con ovinos, con períodos de descanso entre 21 y 28 días, alturas de forraje rechazado no menores a los 4-6 cm.

#### 2.3.1.2.2.1.3. *Densidad del tapiz*

La tasa de consumo también se ha relacionado con la densidad del material en el horizonte de pastoreo (Stobbs 1975, citado por Black y Kenney, 1984). En términos generales, al aumentar la densidad del tapiz se incrementa marcadamente el consumo. Sin embargo, valores muy altos pueden traer efectos depresivos en el consumo debido a que pueden provocar dificultades en el acceso al forraje, particularmente a los componentes de mayor valor nutritivo, dependiendo de la especie animal que se trate, o el tamaño del mismo (Allden y Whittaker, 1970).

Cuando se consideran conjuntamente la altura y la densidad del forraje es posible afirmar que mientras los lanares presentan una mejor adaptación y productividad en pasturas cortas y densas, los vacunos lo hacen en pasturas altas y ralas (Carámbula, 1996).

Según Carámbula (1996), si se trata de determinar correlaciones entre altura y producción animal se debe considerar que las pautas de manejo también deben tener en cuenta la densidad de las pasturas y que estas técnicas solo serán efectivas si el tapiz es homogéneo.

#### 2.3.1.2.2.1.4. *Distribución espacial*

Hodgson (1985), citado por De Barbieri *et al.* (2000), señala que una caracterización de la distribución de los componentes dentro de la arquitectura del tapiz es de particular importancia, para cualquier intento de interpretar diferencias entre la composición del tapiz y la dieta de animales en pastoreo, debido a la acción de selección que ejercen los animales entre diferentes especies o unidades morfológicas.

Adicionalmente, Barthram (1981), citado por Carámbula (1996), sostiene que la altura de pastoreo puede no proveer un buen índice de las condicionantes al consumo, a menos que se relacione con información complementaria acerca de la distribución de tallos y hojas en el perfil de la pastura. Esto se debe a que la tasa de consumo varía considerablemente entre tipos de plantas de una altura similar (Hodgson, 1982, citado por Black y Kenney, 1984) mostrando el efecto de la estructura de la planta.

Montossi *et al.* (1996) sostienen que la distribución vertical de los componentes de la pastura influye en el valor nutritivo de la dieta cosechada por los animales, donde los componentes nutritivos más importantes desde el punto de vista animal (hoja verde) se distribuyen en los estratos superiores de la pastura. Según Hodgson (1990), los animales tienden a concentrar su pastoreo en esos estratos, permitiendo maximizar el consumo por bocado a través del consumo de hoja verde.

Contrariamente, el estrato inferior (0-5 cm) no sólo es menos accesible a los animales, debido a las limitantes físicas que ofrece para cosechar el forraje, sino que además, presenta los menores valores nutritivos (Hodgson, 1990). Por lo tanto, se plantean ciertas contradicciones al analizar el comportamiento animal en pastoreo en cultivos homogéneos, con el objetivo de detectar si el forraje consumido es seleccionado o simplemente es cosechado por su accesibilidad y preferencia por parte de los animales, particularmente el componente hoja verde de la pastura.

Según Arnold (1981), citado por De Barbieri *et al.* (2000), las ovejas pastorean en primera instancia los horizontes superiores debido a su mayor accesibilidad, y dentro de éstos seleccionan los componentes más apetecibles. Sin embargo, L'Huillier *et al.* (1986), citados por Montossi (1995), sugieren que la distribución de las hojas verdes del forraje determina el estrato al cual se pastorea.

#### 2.3.1.2.2. Factores nutricionales

Los factores de origen nutricional están relacionados a las propiedades nutritivas de los alimentos y adquieren relevancia cuando la tasa de consumo es alta y las disponibilidades de forraje pre y post pastoreo son altas (Poppi *et al.*, 1987).

Baumgardt (1972), citado por Ganzábal (1997a), afirma que cuando el animal tiene acceso a una oferta no limitante de pastura, el consumo aumenta al incrementar el valor nutritivo del forraje seleccionado. En estas condiciones, actúan dos mecanismos principales de regulación de consumo, físicos (capacidad del rumen) y químicos (metabolitos en sangre) (Ganzábal, 1997a).

El valor nutritivo de una pastura se puede medir a través de la digestibilidad y/o proteína cruda (PC) de la misma, valores que varían en las diferentes estaciones del año y en general decrecen a medida que avanza la madurez de la planta (Arocena y Dighiero, 1999). Van Soest (1982) señala que estos cambios se deben a alteraciones a nivel de los tejidos de las plantas, como es el proceso de lignificación y a una proporción hoja-tallo decreciente a medida que la planta evoluciona hacia su estado reproductivo.

Dentro de estos factores, el más importante, en la práctica, es la digestibilidad del forraje, el cual determina en parte el valor nutritivo de la pastura, y a su vez afecta la tasa de digestión y la tasa de pasaje del alimento por el tracto digestivo de los rumiantes

(Poppi *et al.* 1987). Hodgson (1990), por su parte, agrega que la digestibilidad es la medida común del valor nutritivo del alimento.

A pesar de lo anteriormente mencionado, Van Soest *et al.* (1978), citado por Aguirrezabala y Oficialdegui (1993), proponen que el contenido de pared celular sería el principal factor simple en la determinación del consumo. Además, el contenido de agua de la pastura también podría afectar el consumo (Gordon *et al.*, 1993, citados por Correa *et al.*, 2000). Se ha demostrado que el contenido de materia seca del forraje afecta la tasa de consumo de animales con mucho apetito (Kenney y Black, 1984). Arnold (1962) y Davies (1962), citados por Kenney y Black (1984) observaron que el consumo diario de MS por ovinos decrece cuando el contenido de agua del forraje excede 75-80%.

#### 2.3.1.2.2.2.1. Digestibilidad

La digestibilidad de la pastura es un importante factor en controlar el consumo, el cual varía con la cantidad de forraje, la proporción verde y la madurez del mismo (Birrell, 1989, citado por De Barbieri *et al.*, 2000), y las especies consideradas (Montossi, com. pers., citado por De Barbieri *et al.*, 2000).

Los factores básicos de la planta y pastura que afectan la digestibilidad y el consumo voluntario son el estado de crecimiento, relación hoja/tallo y composición química, además de la estructura del tapiz y las enfermedades fúngicas.

Carámbula (1996) sostiene que la cantidad de forraje ingerido depende del grado de madurez del mismo. En estado vegetativo, el valor nutritivo de hojas y tallos de gramíneas es bastante similar. A medida que la pastura pasa a estado reproductivo, los tallos se vuelven cada vez menos digestibles y desciende su contenido de nitrógeno.

La relación entre digestibilidad y consumo voluntario es afectada ampliamente por la capacidad del rumen y del tracto digestivo, demostrándose que ésta podría ser lineal por encima de un 80% de digestibilidad de la MO. La asignación de forraje y los factores de origen animal, tales como edad, peso y estado de preñez o lactación afectan esta relación. Sin embargo, parecería que la digestibilidad como tal se relaciona directamente con el valor de Energía Metabolizable siendo éste un factor primordial que afecta el valor nutritivo, consumo y performance animal bajo condiciones de pastoreo (Murno y Walters, 1985, citados por Correa *et al.*, 2000).

Cambios en el estado fisiológico también afectarían el consumo. Así, en situaciones particulares como en el caso de crecimiento de corderos en las etapas tempranas de desarrollo, otros factores tales como nivel de proteína en la dieta, relación entre proteína degradable y no degradable en el rumen y la relación entre proteína y energía en la dieta adquieren mucha importancia (Montossi, com. pers., citado por De Barbieri *et al.*, 2000).

El límite de digestibilidad a partir del cual aparentemente comienzan a preponderar los mecanismos de regulación de tipo metabólico (metabolitos productos de la digestión) sobre los mecanismos de regulación física del consumo, estaría situado en torno a 67% (Robles *et al.*, 1981, citados por Ganzábal, 1997a) y 70% (Orcasberro *et al.*, 1982, citados por De Barbieri *et al.*, 2000).

#### 2.3.1.2.2.2. *Proteína cruda*

Cuando el forraje es de baja calidad (baja digestibilidad y porcentaje de proteína) aumenta el tiempo de retención de la ingesta y la tasa de pasaje del alimento en el tracto digestivo se enlentece, porque la actividad fermentativa en el rumen es pobre. Esto determina que el tracto digestivo se mantenga distendido y el animal deje de consumir. Por otra parte, un bajo nivel de nitrógeno (bajo porcentaje de proteína) en la ingesta determinará una caída de la población bacteriana celulolítica del rumen y un desbalance de energía y nitrógeno, provocando una reducción en el consumo (Bines, 1989; Henning *et al.*, 1980; citados por Ganzábal, 1997a).

Kenny y Reed (1984), citados por Arocena y Dighiero (1999), trabajando con diversas pasturas sobre cuatro tipos de suelos, establecieron que el 67% de la variación en ganancia media diaria (GMD) de los corderos durante los 4 meses de evaluación, se explica por el nivel de proteína cruda y fibra detergente neutro al inicio de cada ciclo de pastoreo, a pesar de la alta variabilidad en la disponibilidad de las diferentes pasturas (0.9 a 6.2 tt MS/ha).

### 2.3.2. Selectividad

#### 2.3.2.1. **Introducción**

La selectividad del forraje resulta de complejas interacciones entre tres tipos de variables que operan en el tiempo: los animales que pastorean, las plantas que son consumidas y el ambiente de ambos. Los comentarios expuestos por Provenza y Balph (1990), Rogers y Blandel (1991) y Hodgson *et al.* (1994), citados por Montossi *et al.* (2000), muestran claramente el potencial para el desarrollo de la selección de la dieta como un tema interdisciplinario.

La cantidad del forraje, su valor nutritivo y la estructura de la vegetación a la que el animal tiene acceso, inciden decisivamente en su consumo, comportamiento y productividad en pastoreo (Stobbs, 1974; Arnold, 1981; Hodgson, 1982; Legendre y Fortin, 1989; Fryxell, 1991; citados por Montossi *et al.*, 2000). Esta situación adquiere mayor relevancia si consideramos el caso del campo natural mejorado, donde la heterogeneidad de las comunidades vegetales son mayores, determinando que los procesos de selección sean más importantes.

### 2.3.2.2. Factores que afectan la selectividad animal

La selectividad de la dieta de un rumiante podría estar condicionada por un complejo grupo de factores de origen pre-ingestivo, como aquellos relacionados a las características de las plantas y de los animales, y pos-ingestivos (los productos de la digestión ruminal), así como del aprendizaje por consecuencia del pastoreo selectivo.

Todos los sentidos de los rumiantes (vista, tacto en los labios y boca, gusto, olfato y oído) en condiciones de pastoreo parecen estar relacionados a la selección de la dieta (Arnold y Hill, 1972; Arnold, 1981; Vallentine, 1990; citados por Montossi, 1995). De la misma forma, sus interacciones son complejas y ningún sentido parece dominar en todas las situaciones (Arnold, 1966; Vallentine, 1990; citados por Montossi, 1995).

La experiencia previa en la vida animal tiene un marcado efecto sobre la preferencia del ovino hacia determinados alimentos. Esta puede ser adquirida por diferentes vías: presencia de la madre en el período pre-destete, mediante el pastoreo con adultos de la misma especie y por la historia previa de pastoreo del ovino (Lynch *et al.*, 1992, citados por Fernández *et al.*, 1998). Luego del destete los corderos se vuelven independientes, tornándose importante el aprendizaje sobre las preferencias alimentarias mediante prueba y error (Burrit y Provenza, 1991, citados por Montossi, 1995).

Estudios experimentales han demostrado que la selección de la dieta en rumiantes puede estar relacionada con el tamaño corporal y variables relacionadas al mismo (Hodgson, 1990; Van Dyne *et al.*, 1980; Arnold, 1981; Demment y Van Soest, 1985; Hodgson, 1985, 1994; Illius y Gordon, 1987, 1990, 1993; Demment y Greenwood, 1988; Gordon y Illius, 1988; Black, 1990; Milne, 1991; Gordon y Lascano, 1993; citados por Montossi, 1995). Demment y Van Soest (1985), citados por Montossi (1995), sugirieron que animales pequeños tienen mayores costos metabólicos por unidad de volumen del rumen que los animales más grandes. Como consecuencia, los rumiantes pequeños tienen que seleccionar forrajes con alta tasa de fermentación, rápida producción de energía y alta velocidad de pasajes a través del rumen, en comparación con rumiantes más grandes.

Los ovinos reducen el consumo cuando penetran la superficie de la pastura para obtener los componentes verdes de la misma durante el período estival (L'Huillier *et al.*, 1984, citados por Montossi, 1995). Estos seleccionan entre bocados alternativos en la pastura, obteniendo bocados más pequeños que los animales que no discriminan entre componentes de la misma, indicando que la conducta de pastoreo selectivo “podría no ser necesariamente vista como una ventaja en términos nutricionales para el animal”

(Hodgson, 1985, citado por Montossi, 1995), porque la menor tasa de consumo puede no ser compensada por un mayor valor nutritivo de los bocados consumidos.

#### 2.3.2.2.1. Selección de componentes de las plantas que integran una pastura

La dieta consumida por animales en pastoreo, generalmente contiene mayor proporción de hojas y tejidos vivos y menor proporción de tallos y tejidos muertos, que la que se encuentra en el forraje ofrecido al animal (Hodgson, 1990; Chacon y Stobbs, 1976; Van Dyne, 1980; Arnold, 1981, Clark *et al.*, 1982; Hodgson, 1982, 1985; L' Huillier *et al.*, 1984; Vallentine, 1990; citados por Montossi, 1995). El material muerto es rechazado debido a su baja preferencia y a su inaccesibilidad en la base de la pastura (Poppi *et al.*, 1987; Vallentine, 1990, citado por Montossi, 1995). En adición, una alta proporción de hoja verde en la dieta seleccionada puede estar asociada a su facilidad de cosecha, ya que las hojas tienen estructuras menos rígidas y de mayor facilidad de ruptura que los tallos (Poppi *et al.*, 1987; Hodgson y Grant, 1982, citados por Montossi, 1995).

#### 2.3.2.2.2. Efecto del apetito

Varios autores citados por Montossi *et al.* (2000) sugieren que un incremento en el apetito dentro de ciertos rangos provoca que los animales acepten comidas menos palatables (Newman *et al.*, 1994) y que incrementa la tasa de consumo (Chacon y Stobbs, 1976; Dougherty *et al.*, 1989; Newman *et al.*, 1994), en comparación con animales bien alimentados. Sin embargo, otros autores no obtuvieron diferencias en el valor nutritivo de la dieta seleccionada por este motivo (Laglands, 1967; Hodgson, 1981; Jung y Koong, 1985; Greenwood y Demment, 1988).

Finalmente, Montossi *et al.* (2000) sugieren que esta diferencia estaría dada por la longitud del período de ayuno ya que, en general, los primeros autores usaron períodos largos (por ejemplo: 24 h, Newman *et al.* 1994) mientras que los últimos no superan ayunos de 4 h.

Montossi *et al.* (2000) resumen los efectos del incremento del período de ayuno sobre la selectividad en: reducción del tiempo de masticación (Greenwood y Demment, 1988), mayor tiempo de retención de la ingesta en el retículo-rumen (Dougherty *et al.*, 1989) y por lo tanto, menor tasa de pasaje (Newman *et al.*, 1994).

#### 2.3.3. Efecto de la carga

La carga es definida por Hodgson (1990) como el número de animales por unidad de área por un período de tiempo sustancial, que no necesariamente tiene que ser una estación de pastoreo. La misma está en función de la producción de forraje y es, tal

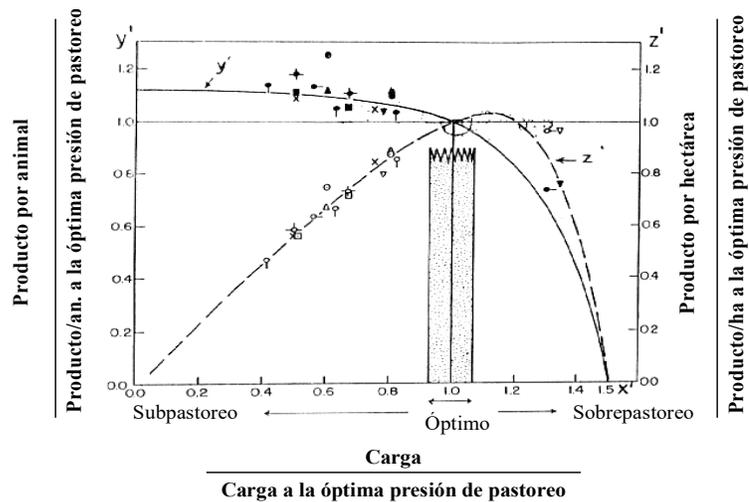
vez, una de las decisiones más difíciles de tomar a la hora de determinar los parámetros constitutivos del sistema (Ganzábal *et al.*, 2001).

La carga animal es la variable de manejo que ejerce mayor impacto sobre la productividad y estabilidad del ecosistema pastoril (Carámbula, 1996). Dado que la disponibilidad de forraje y los requerimientos nutritivos de los animales varían a lo largo del año, el efecto de la carga animal resulta en modificaciones en la asignación de forraje (kg forraje/animal/día), lo cual determina no sólo cambios en la intensidad y frecuencia de la defoliación, sino también alteraciones en la composición botánica, altura y estructura de la pastura. Ello conduce a modificaciones en el rendimiento de forraje, el comportamiento animal durante el pastoreo, el consumo y la performance animal (Carámbula, 1996).

Ello concuerda con Jones y Sandland (1974) y Edwards (1980), citados por de Villiers *et al.* (1994), quienes proponen a la carga como uno de los factores más importantes de manejo de la pastura en afectar la performance de los animales en pastoreo como consecuencia de su influencia sobre la disponibilidad de forraje y subsecuente estrés del animal (Brandsby, 1993, citado por de Villiers *et al.*, 1994).

De acuerdo con Ganzábal (1997b) la carga óptima cuando se define cuando se esté realizando el mejor aprovechamiento del recurso forrajero, tanto para el cumplimiento de los objetivos propuestos, como para la generación de los mejores índices económicos de la explotación ganadera. Según Mott (1960), mantener una pastura por fuera de la carga óptima, o por fuera de un rango de carga óptima, por cierto período de tiempo, resultará en un comportamiento animal individual mejor o peor según la carga sea más baja o más alta, respectivamente (Figura 4). La producción por unidad de área cae a bajas cargas debido al bajo número de animales, y a altas cargas debido a la baja producción por animal, pero los cambios son relativamente lentos sobre la carga que maximiza la productividad por unidad de área (Hodgson, 1990).

Figura 4. Relaciones entre el producto animal y el producto por unidad de superficie.



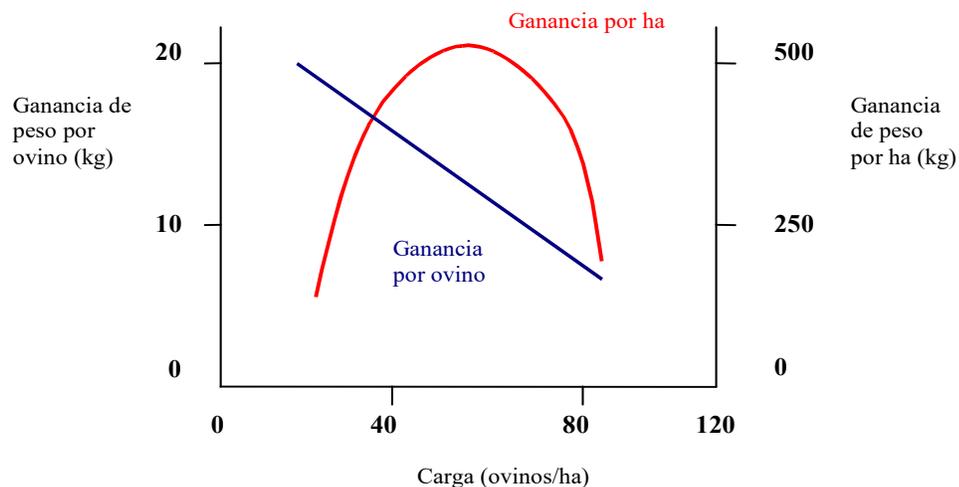
Fuente: Mott (1960).

### 2.3.3.1. Producción de peso vivo

Según Hodgson (1990), trabajando con ovinos, a lo largo de la estación de pastoreo o una parte sustancial de ella, la ganancia de peso por animal declina progresivamente con el incremento de la carga, mientras que la ganancia por hectárea (ganancia de peso por animal x número de animales por hectárea) se maximiza a una carga aproximadamente de 45 animales por hectárea, cayendo a la misma tasa a ambos lados de la carga óptima, como se muestra en la Figura 5. Si bien los valores de carga óptima cambiarán con las especies que componen la pastura y la categoría animal, la forma de la curva se mantendría.

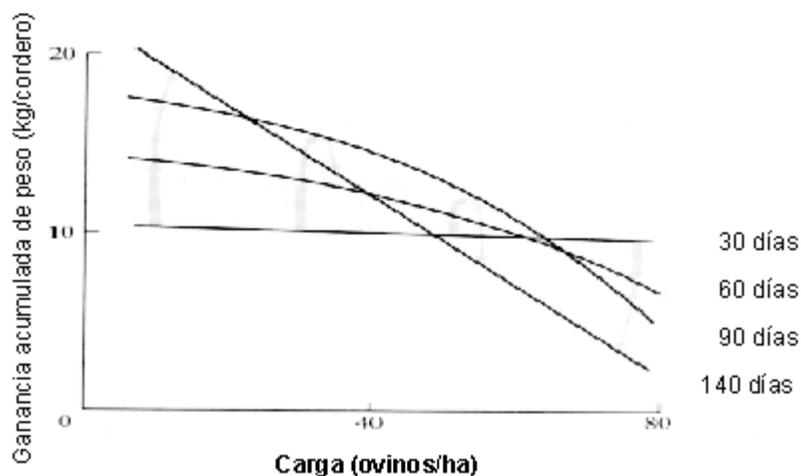
A la izquierda de la carga óptima se da la mayor oportunidad de selección de forraje, permitiendo a los animales tener una dieta con mayor valor nutritivo, favoreciendo la producción individual. Este aumento no compensa la disminución del número de animales lo que resulta en menor producción como consecuencia de la baja eficiencia de utilización del forraje debido a la baja carga. Por otro lado, cargas mayores a la óptima también producen menores productividades, pero ello es consecuencia de la baja eficiencia de conversión del alimento debido a la disminución cada vez mayor en la performance individual, resultado de la caída del consumo individual (Hodgson, 1990).

Figura 5. Relación entre carga y performance individual o producción animal por unidad de área.



Fuente: Hodgson (1990).

El mismo autor menciona que el patrón de respuesta en performance animal, en un rango de cargas, cambia con el tiempo (Figura 6). La respuesta lineal simple medida sobre una estación completa es reflejo del hecho de que animales a cargas menores tienden a crecer más rápido por más tiempo que animales a mayores cargas. Figura 6. Cambios con el tiempo en las relaciones existente entre la carga y la performance individual de los animales.



Fuente: Hodgson (1990).

En el período inicial, las ganancias de peso son similares a cualquier carga, pero como las reservas iniciales de forraje fueron utilizadas los animales a altas cargas comienzan a perder peso. A medida que la estación avanza los animales alcanzan un peso mayor a cargas progresivamente menores, y los incrementos de peso fueron sostenidos solo en la menor carga. En situaciones normales no sería racional mantener

cargas que resulten en pérdidas sustanciales de peso, particularmente en animales en activo crecimiento (Figura 6).

Arocena y Dighiero (1999), Guarino y Pittaluga (1999) y De Barbieri *et al.* (2000), trabajando en producción de carne de calidad de corderos sobre diferentes gramíneas anuales invernales o combinaciones de estas, durante un período de tiempo aproximado de cuatro meses, encontraron efectos significativos de la carga sobre la ganancia diaria por animal, resultando en mayores valores en todos los experimentos para las cargas bajas y medias en comparación con la carga alta.

### **2.3.3.2. Producción de lana**

La capacidad de producir lana está determinada por el potencial genético del animal, pero debido a la ocurrencia de importantes variaciones estacionales y anuales (de origen ambiental) en el crecimiento y calidad de la lana en ovinos en pastoreo, este potencial rara vez se ve expresado. Estas variaciones son el reflejo del estado nutricional y fisiológico del animal, combinado con los efectos del fotoperíodo, temperatura, estrés y enfermedades (Allden, 1979, citado por de Barbieri *et al.*, 2000).

La producción de lana se incrementa con aumentos en el consumo de una determinada dieta, pero la eficiencia de conversión del proceso, medida como peso de lana producido por unidad de peso de alimento consumido decrece (Rodríguez, 1983). El mismo autor trabajando con 4 dotaciones de capones sobre campo natural encontró que las cargas bajas (2.2, 4.4 y 6.6 cap/ha) tenían similar producción de lana por animal, mayor que la carga alta (8.8 cap/ha), pero la producción de lana por hectárea fue mayor en el caso de la carga superior. Además, se analizó la resistencia de la fibra, pero los resultados obtenidos fueron que ningún animal del ensayo tuvo valores menores a los mínimos requeridos para una normal industrialización.

White y McConchie (1976), trabajando con capones Merino a 7 dotaciones, sobre una pastura sembrada de *Trifolium subterraneum* y *Phalaris tuberosa*, encontraron que el peso del vellón limpio decrecía con aumentos de la carga, asociados a una reducción en el diámetro de la fibra y el largo de la misma y a un aumento en la frecuencia del rizo, mientras que el rendimiento al lavado no fue afectado por la carga.

De Barbieri *et al.* (2000), en un trabajo experimental llevado a cabo con diferentes dotaciones de animales (15, 30 y 45 corderos/ha) durante 110 días, no encontraron diferencias en el peso de vellón y rendimiento al lavado. Sin embargo, se registró un efecto significativo de la carga sobre el crecimiento de lana, explicado principalmente por cambios en el diámetro y largo de la fibra. Los mayores crecimientos de lana y diámetro de fibra se registraron en la carga baja, mientras que los largos de fibra para los animales de la carga baja y media fueron iguales entre sí y superiores a los

de la carga alta. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Arocena y Dighiero (1999) y Guarino y Pittaluga (1999).

#### **2.3.4. Calidad de carne**

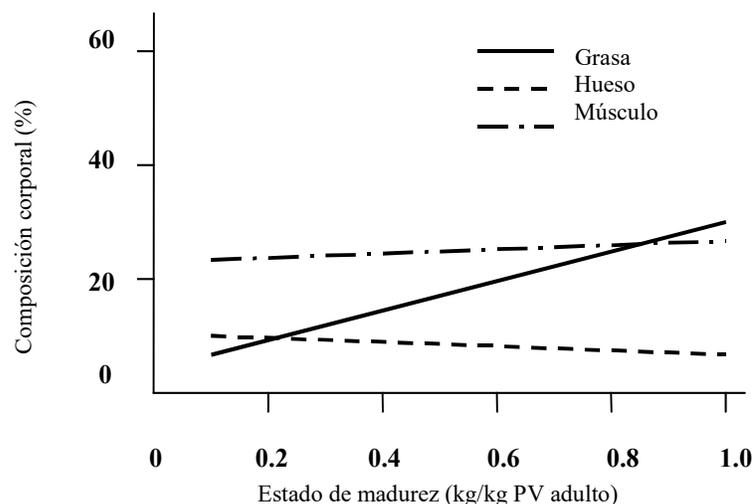
##### **2.3.4.1. Introducción**

Según Castro (2002), la carne se define como la parte muscular de las reses faenadas constituida por todos los tejidos blandos que rodean al esqueleto, incluyendo grasa, tendones, nervios, vasos y aponeurosis. Además, se considera carne al diafragma (entraña), no así al corazón ni al esófago.

Los diferentes sistemas de producción generan productos distintos, como son los casos de corderos livianos, pesados, superpesados, etc. Esto depende de la época del año así como de la demanda o preferencias de los consumidores (de los Campos y Montossi, 2002), que estarán condicionando el estado de madurez de los animales que se faenan y por lo tanto la composición corporal de los mismos.

De acuerdo con Thompson (1991), citado por Arocena y Dighiero (1999), a medida que el ovino crece en peso, la proporción de grasa aumenta, el músculo permanece relativamente constante y el porcentaje de hueso disminuye (Figura 7). A su vez el consumidor tiene diferentes preferencias que la industria y los productores tienen que tener en cuenta en las características del producto a producir según el mercado al que se apunte. Dentro de estas preferencias podemos encontrar algunas, tales como, fáciles de preparar, que respeten las exigencias en materia de seguridad alimenticia, calidad consistente, y que exista regularidad en su oferta (Robaina, 2002).

Figura 7. Cambio en las proporciones de los diferentes tejidos corporales (hueso, músculo y grasa) en función del estado de madurez.



Fuente: Thompson (1991).

Se define como calidad de la carne al conjunto de características (color, sabor, jugosidad, terneza y seguridad alimentaria, etc.) que satisfacen deseos explícitos y/o implícitos del consumidor (Castro, 2002).

Según Adams y Huffman (1972), citados por Osório y Sañudo (1996), el color de la carne tiene uno de los papeles más relevantes dentro de los que hacen al aspecto físico de la carne, ya que es el factor más importante de calidad que el consumidor puede apreciar. Según Albertí (2000), sus variaciones son causadas por tres razones diferentes: a) el contenido de pigmentos del músculo (principalmente mioglobina, en sus diferentes estados químicos), el cuál está relacionado a la especie, edad del animal, sexo y tipo de alimentación, b) la velocidad de caída del pH y el valor final alcanzado, c) oxidación y oxigenación que ocurre durante el almacenamiento y comercialización de la carne.

La carne está compuesta por músculo y grasa, por lo tanto, además del contenido de pigmentos del músculo, la concentración de pigmentos y la composición química de los ácidos grasos que compongan el depósito graso (grasa subcutánea, intermuscular e intramuscular), tienen un papel importante en determinar el color de la carne.

Las concentraciones de mioglobina varían considerablemente entre diferentes tipos de músculos, y los cortes oscuros, caracterizados por el bajo pH, son en parte debido a la baja concentración de mioglobina (Purchas, 1989).

El pH muscular de los animales vivos se sitúa en un rango de 7.1-7.3 y tiene un descenso en los músculos típicos hasta valores entre 5.5-5.7 a 48 horas *pos mortem* (Garrido y Bañón, 2000). Tras la muerte del animal cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al músculo, el cuál utiliza sus reservas de energía (glucógeno) para sintetizar ATP y mantener la integridad estructural de las células. La degradación del glucógeno

mediante glucólisis anaerobia da como resultado la formación de ácido láctico y otros ácidos orgánicos que son los que provocan la caída del pH.

Por lo tanto, la caída del pH está altamente relacionada con el metabolismo del glucógeno, el cual depende de la concentración de éste en el músculo previo a la faena. Generalmente, se admite que su concentración depende más de factores inmediatamente previos a la faena que a factores nutricionales de la crianza. Dietas ricas en energía podrían estar aumentando la concentración de glucógeno en el músculo, así como también dietas ricas en proteína o proteína de sobrepeso. Sería más fácil aumentar la concentración de glucógeno aumentando la energía de la dieta que aumentando el flujo de aminoácidos o proteínas al rumen. Estas pueden ser las maneras en las que la nutrición afecte el pH de la carne.

Encuestas realizadas a nivel de góndola de supermercados indican que las preferencias de los consumidores radican en la terneza, considerándola como la característica más importante dentro del concepto de calidad y determinante de la repetición de la compra (Brito *et al.*, 2002). La terneza será mayor a menores concentraciones de tejido conectivo (particularmente colágeno), pero las variaciones en esta característica raramente son suficientemente importantes para determinar diferencias cuando se realizan comparaciones entre animales similares utilizando el mismo músculo. El tamaño de la fibra muscular (diámetro) y la mezcla del tipo de fibras podría estar influenciando la terneza, sin embargo, es probable que sean requeridas diferencias muy importantes para tener respuestas medibles en la terneza (Purchas, 1994).

#### **2.3.4.2. Características y factores que la afectan**

La calidad de la carne se va determinando a lo largo del proceso de producción (cría-recría-engorde), industrialización, comercialización y preparación para el consumo. Dentro de los factores de producción que afectan la calidad de carne, nos encontramos con factores que pueden estar incidiendo desde antes de la crianza (genotipo y sexo), durante la crianza (nutrición, clima y variaciones especiales dentro de tratamientos) o en el momento de la elección de los animales para la faena (peso o edad del animal a faena). Estos tres momentos no son independientes, un ejemplo de esto podría ser el peso de faena ideal, el cual difiere con el genotipo y sexo, además depende del manejo de los animales (Purchas, 1989).

Los efectos nutricionales sobre la calidad de carne están referidos a diferentes dietas o a la cantidad de una misma dieta. En el último caso, resultan en diferentes tasas de crecimiento y los efectos nutricionales son difíciles de separar de los efectos del peso.

Normalmente se admite que animales consumiendo dietas basadas en forrajes ocasionan carnes más oscuras. Diversos autores indican que, en rumiantes, la naturaleza

de la dieta influye poco en el color de la carne, debido a las intensas transformaciones que sufren los alimentos en el rumen. Sin embargo, un menor engrasamiento debido a restricciones en el alimento podría dar cortes aparentemente más oscuros (Osório y Sañudo, 1996). Los factores de la dieta que afecten la cantidad o la forma de la mioglobina influirán en el color de la carne. Además, se admite que dietas en base a pasturas tienen efecto en el color de la grasa causado por el contenido de carotenos, modificando el color de la carne debido a la grasa inter e intramuscular. Los parámetros más afectados por el sistema de alimentación serán el color de la carne y de la grasa, así como la edad, composición y distribución de los depósitos adiposos.

Una caída en la concertación de glucógeno muscular resulta en mayores pH finales, el cual tiene efectos importantes en varias características claves de la calidad de carne, algunos deseables y otros no. El efecto neto depende del uso final de la carne, pero generalmente va a ser negativo para productos de alta calidad.

El colágeno de animales con altos niveles de alimentación es más soluble, resultado de mayores tasas de síntesis de colágeno, lo cual es de esperar que conduzca a mayores proporciones de colágeno inmaduro ya que la tasa de recambio del colágeno es lenta (Purchas, 1989).

Kirton *et al.* (1981), citados por Guarino y Pittaluga (1999), no encontraron diferencias en la terneza de la carne (determinada por un panel de degustación) proveniente de diferentes tratamientos nutricionales (determinando pérdidas, mantenimiento y ganancias de peso) sobre una pastura de *Lolium perenne* y *Trifolium repens* durante seis semanas utilizando corderos cruza Southdown por Romney en el período pos destete.

Channon y Leury (1992a), comparando diferentes dietas (*Trifolium yannicum* vs. *Lolium rigidum*) durante los 35 días previos a la faena, encontraron que los corderos que consumieron trébol presentaron significativamente menor terneza que los que consumieron raigrás, sin deberse esto a efectos de acortamiento del músculo por frío ya que los animales alimentados con trébol presentaron mayor cobertura de grasa que los alimentados con raigrás. No se encontraron diferencias en la luminosidad ni en el pH del músculo (LD), pero sí en el color del mismo, siendo más pálidas las carnes de corderos alimentados con trébol.

Channon y Leury (1992b), comparando corderos mantenidos a nivel de mantenimiento y luego realimentados contra animales sin restricción en su alimentación, observaron que los animales realimentados incrementaron la fuerza de corte a pesar de que estas canales eran más magras ( $P < 0.001$ ), por lo cual este aumento pudo deberse a acortamiento por frío. El color de la carne no se vio afectado por la realimentación. Sin embargo, la realimentación incrementó significativamente el pH del músculo.

Según Brito (2002), animales alimentados con relaciones altas de energía/proteína en su dieta, almacenan el exceso de energía en forma de grasa, luego de satisfacer sus necesidades de mantenimiento y crecimiento. En el sentido contrario, cuando se incrementa la relación proteína/energía en la dieta, se favorece el crecimiento del animal, pudiendo llevar a la obtención de animales más magros. El menor o mayor nivel de engrasamiento puede estar influenciado la terneza de la carne de diferentes formas, ya sea por efectos de aislamiento contra el frío, efectos de dilución en la cantidad de los componentes potenciales de la dureza de los tejidos conectivos y fibras musculares, hasta efectos de lubricación, siendo este último más importante en evaluaciones de paneles de degustación (Purchas, 1994).

Speck *et al.* (1995), evaluaron el efecto nutricional en la calidad de la carne en corderos en crecimiento, utilizando 120 corderos de 12 padres diferentes de la raza Romney, los que fueron asignados a dos niveles de alimentación diferentes por 12 semanas luego del destete; a) nivel bajo para alcanzar el 80% de la máxima tasa de crecimiento del grupo alto y b) nivel alto para alcanzar la máxima tasa de crecimiento. El camino seguido para alcanzar los diferentes grupos de crecimiento de los corderos fue realizado por manipulación de la carga, sobre pasturas de alta calidad. El músculo LD fue removido inmediatamente después de la faena y mantenido por 120 horas a 15°C. A las 24 horas pos faena, se midió el pH último y el color de la carne. Las medidas de fuerza de corte de la carne cocida se hicieron a temperatura interna de 75°C. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Efecto del plano nutricional sobre características de interés de la calidad de la carne.

Nutrición	Fuerza de corte (KgF)	pH último	Pérdidas por cocción (%)	Color de la carne		
				L*	a*	b*
Baja	6.66 a	5.59 a	19.46	42.47	13.00	8.19
Alta	5.73 b	5.52 b	19.86	42.64	13.04	8.24
DES	0.39	0.03	3.58	0.46	0.31	0.24

Nota: Las letras diferentes en las columnas corresponden a diferencias significativas a  $P < 0.05$ .

L\*: grado de brillo de 0 a 100 (refractancia).

a\*: rango de colores del rojo (+) al verde (-) en músculo.

b\*: rango de colores del amarillo (+) al azul (-) en músculo.

Los resultados sugieren que la calidad de la carne, particularmente la terneza y el pH de la carne, son afectados significativamente por el nivel nutricional, no encontrando diferencias en el color de la carne por este motivo.

## 2.4. TANINOS CONDENSADOS Y PRODUCCIÓN ANIMAL

### 2.4.1. Taninos: definición, clasificación y rol ecológico

Los taninos son clasificados como compuestos secundarios los que no parecen tener una función directa esencial para las reacciones bioquímicas básicas requeridas para sostener el crecimiento y desarrollo de las plantas (Vickery y Vickery, 1981,

citados por Montossi, 1995). Los taninos son polímeros fenólicos con fuertes propiedades de ligamiento.

Los taninos ocurren comúnmente en especies vegetativas leñosas (cerca del 80%) y especies dicotiledóneas herbáceas (15%) (Provenza *et al.*, 1990, citados por Montossi, 1995).

A pesar de que los taninos no están químicamente bien definidos (Jansman, 1993, citado por Montossi, 1995), fueron clasificados por Swain (1979), citado por Montossi (1995), en 2 grupos basados en la estructura química, peso molecular, solubilidad en agua y acción: los taninos hidrolizables (TH) y los taninos condensados (TC). Los TC son por lejos los ampliamente más distribuidos en plantas mayores (McLeod, 1974; Swain, 1979; citados por Montossi, 1995); los TH están restringidos a las Angiospermas (Swain, 1979, citado por Montossi, 1995) y raramente ocurren en leguminosas forrajeras (Waghorn *et al.*, 1999).

Dentro de los taninos, los TC son considerados como una respuesta de defensa cuantitativa importante de las plantas contra los herbívoros (Freedland y Janzen, 1974; Roades y Cates, 1976; Swain, 1979; Zucker, 1983; Robbins *et al.*, 1987a,b; citados por Montossi, 1995). Montossi (1995) en su revisión menciona a Zucker (1983), quien resumiendo investigaciones propuso que los taninos tienen una función ecológica significativa, como: i) un mecanismo de defensa química contra enemigos de plantas vivas (hongos, bacterias, insectos y herbívoros), en concordancia con lo previamente propuesto por Swain (1979), citado por Barry y McNabb (1999); y ii) un mecanismo de retraso en la descomposición de las plantas, cuando los tejidos de la planta comienzan la descomposición.

Los TC pueden reaccionar con las proteínas y carbohidratos por uniones de hidrógeno de una manera pH reversible (McLeod, 1974, citado por Wang *et al.*, 1994a). Sin embargo, Barry (1989), citado por Montossi (1995), mencionó que los taninos tienen una mayor afinidad por la proteína que por la celulosa, lo cual ha sido atribuido a la fuerte afinidad por la unión H del carbonil oxígeno del grupo péptido.

Durante la desintegración del material de la planta por el masticado animal se forma el complejo de TC-proteína (Montossi, 1995), el cual es estable e insoluble a pH 3.5-7.0, pero se disocia y libera la proteína a pH <3.5 (Jones y Mangan, 1977, citados por Wang *et al.*, 1994a). La reactividad de los TC depende de la concentración, estructura y masa molecular (Barry y McNabb, 1999) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Extractabilidad de los taninos condensados (TC<sup>1</sup>) en planta y muestras de extrusa esofágica de ovinos alimentados con *Lotus corniculatus* y *Hedysarum coronarium*, comparado con el material de la planta original.

	Planta original (g/kg MS) ***	Extrusa esofágica (g/kg MS) ***	Especie
--	----------------------------------	------------------------------------	---------

TC extractable	31.3 (67.8)	10.0 (24.8)	<i>Hedysarum coronarium*</i>
TC-proteína	13.1 (28.4)	25.3 (62.8)	
TC-fibra	1.7 (3.7)	5.0 (12.4)	
TC total	46.1 (100)	40.3 (100)	
TC extractable	17.0 (57.0)	2.8 (10.4)	<i>Lotus corniculatus**</i>
TC-proteína	12.3 (41.3)	22.8 (85.1)	
TC-fibra	0.5 (1.7)	1.2 (4.5)	
TC total	29.8 (100)	26.8 (100)	

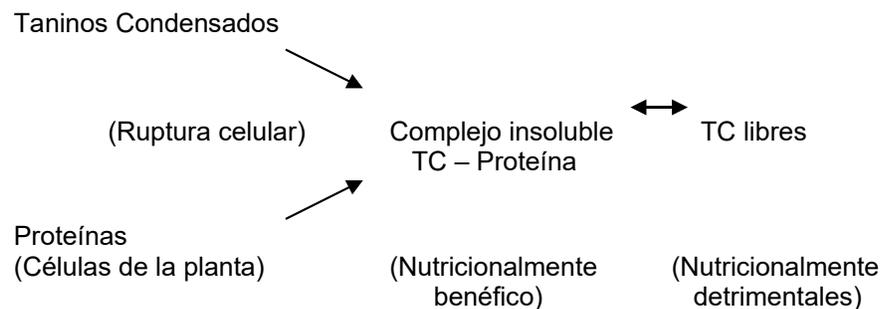
Referencias: \*Terrill *et al.* (1992a), \*\* Min *et al.* (1998), \*\*\* Valores entre paréntesis representa porcentaje de cada fracción dentro del total de TC.

<sup>1</sup> El contenido de TC fue determinado por el método de HCl-butanol (metodología de Terrill *et al.*, 1992a; Jackson *et al.*, 1996; citados por Barry y McNabb, 1999).

Fuente: Adaptado de Barry y McNabb (1999).

A su vez, Barry y Manley (1986), citados por Barry y McNabb (1999), dividen a los TC en 2 nuevos grupos, los TC libres y los TC unidos (Figura 8). Dichos autores definieron a los TC libres como los TC que no precipitan a altas velocidades de centrifugación en macerados de la planta. Estos TC, que luego del masticado animal continúan libres, son considerados nutricionalmente detrimentales, y los TC que precipitan con los constituyentes de la planta (ej. proteínas) (TC unidos) se consideran nutricionalmente beneficiosos.

Figura 8. Mecanismo propuesto de reacción de los TC con las proteínas de la planta y formación de TC libres durante la ruptura celular, y los roles sugeridos de los TC insolubles y libres en la nutrición de rumiantes.



Fuente: Barry y Manley (1986), citados por Barry y McNabb (1999).

Dentro de las especies templadas de interés agronómico, los TC se encuentran en diferentes concentraciones en las especies de *Lotus spp.*, *Hedysarum coronarium*, y *Onobrychis viciifolia* (Barry, 1989, citado por Montossi, 1995), *Holcus lanatus* (Terrill *et al.*, 1992b; Douglas *et al.*, 1993; citados por Montossi, 1995), *Trifolium repens* y *Trifolium pratense* (Jones *et al.*, 1973, citados por Montossi, 1995), *Cichorium intybus* (Terrill *et al.*, 1992b, citados por Montossi, 1995) y *Lolium multiflorum* y *Lolium perenne* (Montossi, 1995).

#### **2.4.2. Factores que afectan la concentración de taninos condensados**

El efecto nutricional de los TC sobre los rumiantes depende en parte de su concentración en la planta (Wang *et al.*, 1994a). Las concentraciones de TC en las especies templadas de interés agronómico, en las cuales se concentra esta revisión, son consideradas bajas con respecto a las de especies tropicales. Valores de TC en la MS menores a 4% se consideran bajos, de 5 a 10% medios y altos a mayores al 10%.

El contenido de TC en la planta es controlado por efectos genéticos aditivos (Miller y Ehlke, 1997, citados por Ayala, 2001), el cual, según lo revisado por Montossi (1995) varía a su vez con: i) especie de planta (Lowther *et al.*, 1987; Telek, 1989; Terrill *et al.*, 1992a,b; Douglas *et al.*, 1993 y Jansam, 1993); ii) cultivar (John y Lancashire, 1981; Lowther *et al.*, 1987 y Wang y Ueberschar, 1990); iii) componente de la planta (Jones *et al.*, 1973; Provenza y Malechek, 1984; Barry, 1989; Terrill *et al.*, 1992a,b; Douglas *et al.*, 1993 y Jansam, 1993); y iv) fertilidad del suelo y condiciones de temperatura donde las plantas están creciendo (Barry y Forss, 1984; Lowther *et al.*, 1987 y Douglas *et al.*, 1993).

En el Cuadro 14 se muestran concentraciones de TC para distintas especies.

**Cuadro 14. Concentraciones de taninos condensados (TC) en la materia seca (MS) para diferentes especies.**

Especie	Concentración de TC en la MS	Fuente
<i>L. corniculatus</i>	0.13 – 3.9% extractable	Lowther <i>et al.</i> (1987) *
<i>L. corniculatus</i>	2.7% extractable y 3.5% total	Terrill <i>et al.</i> (1992b) **
<i>L. pedunculatus</i>	5 – 9%	Waghorn <i>et al.</i> (1998)
<i>Cichorium intybus</i>	2.44%	Terrill <i>et al.</i> (1992b) **
<i>T. pratense</i> y <i>L. multiflorum</i>	Trazas	Horigome y Uchida (1981) *
<i>T. repens</i> y <i>T. pratense</i>	Trazas	Jones <i>et al.</i> (1973) *
<i>Hedysarum coronarium</i>	8 – 12%	Niezen <i>et al.</i> (1995) ***

\* Citados por Montossi (1995).

\*\* Citados por Douglas *et al.* (1995).

\*\*\* Citados por Barry *et al.* (2001).

Dentro de los lotus más estudiados a nivel mundial, se encuentran el *Lotus corniculatus* y el *Lotus pedunculatus*. Consistentemente, se observa que la primera especie mencionada tiene menor concentración de TC (Barry y Forss, 1984; Douglas *et al.*, 1993; citados por Montossi, 1995).

En su revisión, Ayala (2001) concluye que el contenido de TC varía ampliamente entre especies de lotus, mostrando que *Lotus pedunculatus* es quien muestra la mayor concentración (Kelman y Tanner, 1990 y Roberts y Beuselinck, 1992), con un rango de TC de 2.5 a 10.7% (Kelman y Tanner, 1990). Las hojas de *Lotus corniculatus* contienen entre 0.1 y 7.3% en 22 materiales testeados, mientras que trabajos nacionales muestran que el *Lotus subbiflorus* tiene niveles moderados a bajos (2.37-3.95% en un material) y *Lotus tenuis* los menores niveles (0-0.32% en 2 materiales testeados) (Ayala, 2001).

Dentro de la especie *Lotus corniculatus*, la concentración de TC en el forraje varía desde casi cero (cv. Empire; 0.2% de la MS) hasta alrededor de 4% TC en la MS (cv. Grasslands Goldie; 2.5-4.0% de la MS) (Waghorn *et al.*, 1998). Trabajando dentro de la misma especie, el cv. Empire, creciendo en las mismas condiciones, tuvo menor concentración de TC (0.25%) que el cv. Maitland (1.45%) (John y Lancashire 1981, citados por Montossi, 1995).

Resultados nacionales concuerdan con lo internacionalmente reportado, donde Ayala (2001) trabajando con *Lotus corniculatus* en la Unidad Experimental “Palo a Pique” (INIA Treinta y Tres) encontró diferencias en la concentración total de TC entre cultivares. El cv. San Gabriel fue el de mayor contenido, los cv. Grasslands Goldie e INIA Draco se ubicaron en lugares intermedios y el cv. Steadfast fue el de menor contenido (Cuadro 15).

Cuadro 15. Contenido de taninos condensados (TC, g/kg MS) para 4 cultivares de *Lotus corniculatus* en estado vegetativo en primavera temprana.

Cultivares	TC total (g/kg MS)
San Gabriel	30.7 a
INIA Draco	25.9 b
G.Goldie	24.0 b
Steadfast	21.6 c
Significancia	P<0.05

Fuente: Ayala (2001).

La ubicación de los TC en las plantas varía con la especie. Por ejemplo, en los casos de *Lotus spp.* y *Holcus lanatus* se presentan principalmente en las hojas en relación a tallos y componentes florales, mientras que para el caso de los tréboles blanco y rojo los TC se localizan en los pétalos florales (Montossi, 1996). Jones *et al.* (1973), citados por Montossi (1995), también encontraron trazas de TC en tallos y extremidades de los pecíolos y cantidades medias en pétalos de trébol blanco y rojo, pero los TC no estaban presente en las hojas de estas especies.

En el caso de *Hedysarum coronarium*, los tallos, hojas y flores contienen 1.3, 3.6 y 6.9% de TC (en base seca), respectivamente (Terrill *et al.*, 1992b, citados por Montossi, 1995). Para el caso de *Lotus pedunculatus* las concentraciones de TC en planta son de entre 5-9% de la MS. Sin embargo, las concentraciones en la hoja son de 12% (Waghorn *et al.*, 1998).

De 11 especies evaluadas en términos de la distribución de TC en la planta, 10 tuvieron una relación de concentración de TC de lámina de hoja:tallo superior a 1, siendo la mayor relación para *Lotus corniculatus* (5.13%) y la menor (0.96%) para *Lotus tenuis* (Douglas *et al.*, 1993, citados por Montossi, 1995). Las plantas con

concentraciones de TC mayor a 2%, frecuentemente tienen niveles de TC en sus láminas 2-5 veces mayores que en sus tallos (Montossi, 1995).

La concentración de TC, además de variar de acuerdo a la especie y a los componentes, también varía con la madurez de la planta (Burns, 1978; Waghorn y Jones, 1989; Iason *et al.*, 1995; citados por Liu *et al.*, 1997). También ha sido documentada variación estacional de TC en *Serica lespedeza*, donde los TC incrementan con el avance de la estación y la madurez de la planta (Cope *et al.*, 1971, citados por Montossi, 1995).

La producción de TC es sensible a las condiciones ambientales, fertilidad del suelo y pH. Douglas *et al.* (1993), citados por Montossi (1995), comparando niveles de TC de 11 especies herbáceas creciendo en 2 sitios, encontraron que las concentraciones de TC en los sitios húmedos y fríos fueron mayores que en los sitios más calientes y secos (7.1 vs. 5.8% en MS). Una reducción de 10 a 40% en la producción de taninos en regímenes de temperaturas altas, fue reportado en la mayoría de los genotipos de *Lotus corniculatus* testeados por Ehlke y Legare (1993), citados por Ayala (2001), probablemente por una alteración del metabolismo normal de la planta. Esto concuerda con lo mencionado por Carter *et al.* (1999) para *Lotus corniculatus* donde el estrés por sequía reduce significativamente el nivel de TC en hojas y particularmente en las raíces.

Es de esperar que exista una interacción entre especie y ambiente en la producción de TC ya que, contrariamente a lo que sucede con el *Lotus corniculatus*, Waghorn *et al.* (1998) afirman que el *Lotus pedunculatus* responde aumentando la concentración de TC cuando las condiciones de crecimiento son pobres. Esto es así para el caso de la respuesta al pH, donde Ehlke y Legare (1993), citados por Ayala (2001), mostraron que el efecto del pH está asociado con el contenido de TC de los genotipos, los de contenidos de taninos bajos producen menos taninos en suelos ácidos, mientras los de contenidos medios y altos responden de manera no consistente.

Las concentraciones de TC aumentan en condiciones de baja fertilidad, magnificándose aún más este efecto para el caso de *Lotus pedunculatus* (Montossi, 1996) (Cuadro 16).

Cuadro 16. Valores en la concentración de TC (g/kg MS) de especies del género Lotus en estado vegetativo según el nivel de fertilidad del suelo.

Autores	Fertilidad del suelo	<i>L. pedunculatus</i>	<i>L. corniculatus</i>	
			cv. Empire	cv. Maitland
John y Lancashire (1981)	Alta	20.0	2.5	14.5
Lowhter <i>et al.</i> (1987)	Baja	94.5	2.8	28.1
Barry y Forss (1983)	Alta	32.0		
	Baja	78.0		
Barry y Duncan (1984)	Alta	45.6		
	Baja	105.9		
McNabb <i>et al.</i> (1993)	Alta	24.2		

Fuente: Adaptado de Barry (1989), citado por Montossi (1996).

Nota: Alta = pH > 5.3; Olsen P > 18µm/ml; SO<sub>4</sub>-S > 12µm/g.  
Baja = pH < 5.2; Olsen P > 8µm/ml; SO<sub>4</sub>-S > 5µm/g.

### **2.4.3. Efecto de los taninos condensados sobre el valor alimenticio**

Ulyatt (1973), citado por Barry y McNabb (1999), define al valor alimenticio como la respuesta en producción animal al total de forraje consumido, siendo sus componentes el consumo voluntario, el proceso de digestión y el metabolismo de los nutrientes absorbidos.

A nivel experimental, la forma más generalizada de estudiar la interacción entre los TC y la proteína es utilizando suplementación, oral o intrarruminal, de polietilén glicol (PEG; PM 3350) (Jones y Mangan, 1977; Barry y Manley, 1986; citados por Barry *et al.*, 2001) debido a su capacidad de formar complejos fuertes con los TC. Así el efecto de los TC se deduce comparando los animales que reciben PEG (TC inactivos) contra los que no la reciben (TC activos).

En la presente revisión, para el estudio del efecto de los TC sobre el valor alimenticio y sus componentes, se utilizaron trabajos realizados con ovinos alimentados con forraje fresco, estabulados o en pastoreo directo, con administración de PEG a menos que se indique lo contrario.

#### **2.4.3.1. Consumo voluntario**

Los TC varían sustancialmente con la especie, componentes y madurez de la planta (Burns, 1978; Waghorn y Jones, 1989; Iason *et al.*, 1995; citados por Liu *et al.*, 1997), por lo tanto, el efecto de los TC en forrajes estará influenciado por la selección y el consumo. La selección será tratada posteriormente.

El efecto de los TC sobre el consumo voluntario está ligado a la especie en la que se esté trabajando y su concentración en la planta. Concentraciones bajas y medias no parecen afectar el consumo. Ello se confirma con lo obtenido para la mezcla *Holcus lanatus* y raigrás (0.17-0.22% TC; Montossi, 1995 y Liu *et al.*, 1997); *Hedysarum coronarium* (4.5% TC) y *Lotus corniculatus* (3.4 y 4.4% TC de la MS; Terrill *et al.*, 1992, citados por Barry *et al.*, 2001; Wang *et al.*, 1996a,b), donde el consumo no se vio modificado por efecto de los TC.

Sin embargo, Waghorn *et al.* (1994a) propusieron que niveles de 5.5% TC en la MS en *Lotus pedunculatus* son suficientes para deprimir el consumo voluntario de ovinos. Dichos investigadores obtuvieron pequeñas disminuciones en el consumo (12%), mientras que concentraciones de TC en *Lotus pedunculatus* de 6.3 y 10.6% en base seca

deprimieron el consumo voluntario en mayor medida (27%) en ovinos (Barry y Duncan, 1984, citados por Barry *et al.*, 2001).

Kumar y Vaithyanathan (1990), citados por Montossi (1995), sugirieron que los taninos reducirían el consumo de las siguientes formas: i) disminuyendo la permeabilidad de las paredes del tracto gastrointestinal (TGI), dando falsas señales de distensión ruminal; ii) influenciando la producción de las hormonas colecystoquinina y bomensina, las cuales se ha observado reducen el consumo en animales; iii) afectando la palatabilidad debido al sabor astringente en la boca de los animales cuando las proteínas de la saliva precipitan los taninos; y iv) reduciendo la digestión ruminal por causar efectos bacteriostáticos y bactericidas sobre los microbios del rumen.

En el caso de Waghorn *et al.* (1994a), explicaron la disminución en el consumo como consecuencia del funcionamiento del rumen más que por la palatabilidad. Ellos observaron que a pesar de disminuir el consumo, el contenido de MS del rumen no fue reducido, así como tampoco se vieron efectos de selección en contra de los componentes de la pastura con mayor concentración de TC.

#### **2.4.3.2. Proceso de digestión**

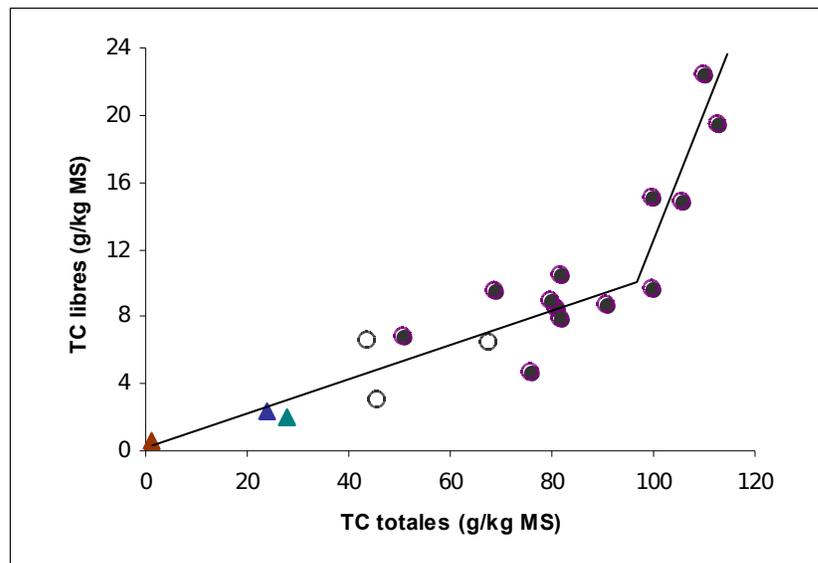
A medida que la proteína del forraje consumido va llegando al rumen comienza una extensa fermentación por parte de los microorganismos del rumen liberándose péptidos, amino ácidos (AA) y amonio. Mucho de ese sustrato nitrogenado se incorpora a la proteína microbiana. En el caso de pasturas con altos contenidos de proteína, la rápida liberación de amonio de la proteína de la dieta frecuentemente excede su incorporación a la proteína microbiana resultando en pérdidas de 20 a 35% del nitrógeno (N) como amonio absorbido desde el rumen (MacRae y Ulyatt, 1974, citados por Barry *et al.*, 2001).

Según Barry y McNabb (1999), bajas concentraciones de TC en la dieta pueden incrementar el flujo de nitrógeno no amoniacal (NNA) al intestino en relación al nitrógeno consumido, coincidentemente con lo propuesto por Barry *et al.* (2001), quienes mencionan que con especies de Lotus el flujo de NNA al duodeno se incrementa linealmente con incrementos en la concentración de TC. Esto se debe a que los TC pueden reducir la degradación de la proteína y solubilización de AA en el rumen (*Lotus corniculatus*: Waghorn *et al.*, 1987b, citados por McNabb *et al.*, 1993, Min *et al.*, 1998a, citados por Min *et al.*, 1999; *Lotus pedunculatus*: Waghorn *et al.*, 1994, citados por Min *et al.*, 1999; para ambos: McNabb *et al.*, 1993; Waghorn *et al.*, 1998; Aerts *et al.*, 1999). Experimentos *in vivo* e *in vitro*, revisados por Barry y McNabb (1999) (McNabb *et al.*, 1996; Min *et al.*, sin publ.) también confirman los resultados mencionados previamente.

El efecto de los TC sobre la fermentación de carbohidratos y proteínas fue explicado por Barry y Manley (1986), citados por Barry y McNabb (1999), por el

concepto de “tanino libre”. Hasta una concentración de 9% (en base seca) de TC total, 90% de los TC precipitan con los constituyentes de la planta y 10% permanecen libre en la solución. Sin embargo, los incrementos en la concentración de TC totales por encima de 9% fueron a componer la fracción “taninos libres”. Por ello, para las especies de Lotus, la mayoría de los TC reaccionan con las proteínas de la planta hasta que la capacidad de unión de este sistema se satura (alrededor de 9% de la MS) (Figura 9).

Figura 9. Concentración TC libres como función de la concentración de TC totales en macerados de leguminosas frescas: *Lotus pedunculatus* (cv. Grasslands Maku) creciendo en condiciones de fertilidad del suelo alta (o) y baja (●), y *Lotus corniculatus* cv. Winnar (▲), cv. El Boyero (▲) y cv. Granger (▲) creciendo en condiciones de baja fertilidad del suelo.



Fuente: Barry y Manley (1986) citados por Barry y McNabb (1999).

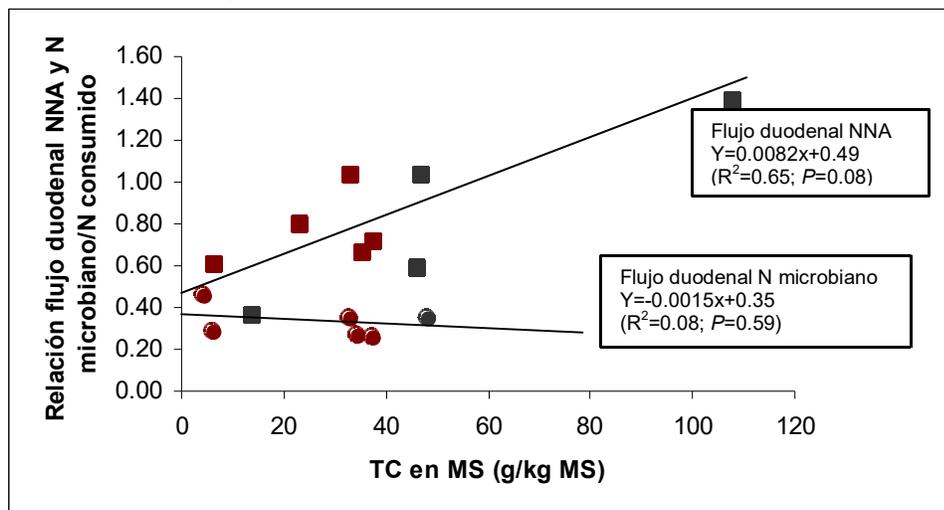
Los TC unidos reducirían la degradación de la proteína de la planta en el rumen, mientras que los TC libres reaccionarían e inactivarían enzimas microbianas, explicando así porqué altos niveles de TC libres reducirían la digestión de los carbohidratos en el rumen. Esto explicaría porqué altas concentraciones de TC en *Lotus pedunculatus* (9.5 y 10.6%) deprimieron la digestión ruminal de los carbohidratos rápidamente fermentables (azúcares solubles + pectinas) y hemicelulosa (Barry y Manley 1984; Barry *et al.*, 1986; citados por Barry y McNabb, 1999), mientras que la digestión de los carbohidratos en *Lotus corniculatus* (2.5-3.5%) no fue afectada por los TC (Waghorn *et al.*, 1987, citados por Barry y McNabb, 1999).

El efecto de los TC sobre el crecimiento microbiano aún no es completamente comprendido. Un experimento donde el número de protozoarios en el fluido ruminal de corderos pastoreando *Lotus corniculatus* decreció, fue explicado como posible

consecuencia de la naturaleza astringente de los TC, o por una inhibición del crecimiento de las bacterias del rumen y limitaciones en la fuente de alimento para los protozoarios (Wang *et al.*, 1996c).

El flujo de NNA al duodeno aumenta con el aumento de la concentración de TC, mientras que el flujo de N microbiano al duodeno no cambia con aumentos en la concentración de TC (Figura 10).

Figura 10. Relación entre la concentración de TC en la materia seca de especies de Lotus, y la relación de NNA del flujo al abomaso o duodeno (■, *L. corniculatus*; ■, *L. pedunculatus*) y flujo de N microbiano (●, *L. corniculatus*; ●, *L. pedunculatus*) por unidad de N consumido por ovinos.



Fuente: Min (1999), citado por Barry *et al.* (2001).

Cuando se estudian los efectos de los TC se debe tener precaución al momento de extrapolar resultados de observaciones *in vitro* a *in vivo* ya que es difícil que coincidan. En el experimento de Waghorn y Shelton (1997), los resultados *in vitro* sugerían que contenidos de 3.5% de *Lotus corniculatus* eran capaces de precipitar alrededor de la mitad de la proteína soluble en una mezcla homogénea de lotus/pastura y de inhibir la proteólisis en gran manera. Sin embargo, cuando se alimentó animales con la mezcla no hubieron reducciones en las concentraciones de amonio ruminal así como tampoco en la concentración de proteína soluble y las reducciones en la digestión aparente del N fueron pequeñas. Estas diferencias pueden ser debidas a la forma en la cual el forraje fue presentado a los microbios.

La protección que realizan los TC es selectiva, protegiendo principalmente las proteínas de origen vegetal que tienen altas relaciones de AAE:AANE (mayores a 1), de

aquí la gran importancia de especies como Lotus donde la relación es 1.4 permitiendo importantes retenciones de N en ovinos (Montossi, 1996).

Contenidos de TC en el alimento de 1% de la MS no parecen tener gran impacto en los procesos de digestión (Waghorn y Shelton, 1997). Sin embargo, Barry *et al.* (2001) citan a Waghorn *et al.* (1987b), quienes reportaron que contenidos de 2.2% TC (en base seca) en *Lotus corniculatus* aumentaron el flujo abomasal de amino ácidos esenciales (AAE) en un 50%. Este cambio estuvo asociado con incrementos (63%) en la absorción aparente de AAE desde el intestino delgado. Mientras que el flujo abomasal de amino ácidos no esenciales (AANE) también aumentó (14%) con la concentración de TC, se produjo una reducción significativa (20%) en la digestibilidad de los AANE en el intestino delgado, resultando en una absorción aparente similar entre los ovinos control y los suplementados con PEG (Cuadro 17).

Cuadro 17. Efecto de los TC sobre la digestión de los amino ácidos en el intestino delgado en ovinos alimentados con *Lotus corniculatus* (22 g TC/kg MS) o *Lotus pedunculatus* (55 g TC/kg MS) con (-TC) o sin (+TC) una infusión intraruminal continua de polietilén glicol (PEG; PM 3500).

	<i>Lotus corniculatus</i> *		<i>Lotus pedunculatus</i> **	
	+TC	-TC	+TC	-TC
Consumo N (g N/d)	37.8	37.8	42.4	47.6
Digestibilidad N	0.70	0.78	0.67	0.81
Flujo abomasal NNA (g/d)	29.5	25.8	34.0	31.3
Flujo abomasal AAE (g/d)	95.6	63.9	121.0	105.6
Absorción aparente AAE (g/d)	58.8	36.1	81.4	83.5
Digestibilidad AAE en el ID	0.69	0.65	0.66	0.79
Flujo abomasal AANE (g/d)	68.5	60.0	84.3	77.7
Flujo aparente AANE (g/d)	37.4	41.3	50.8	57.2
Digestibilidad AANE en el ID	0.55	0.69	0.59	0.73

\* Waghorn *et al.* (1997).

\*\* Waghorn *et al.* (1994).

Abreviaciones: N, nitrógeno; NNA, nitrógeno no amoniacal; AAE, amino ácidos esenciales; ID, intestino delgado; AANE, amino ácidos no esenciales.

Fuente: Barry *et al.* (2001).

Waghorn *et al.* (1987b), citados por Barry *et al.* (2001), obtuvieron una relación de AAE:AANE absorbidos desde el intestino delgado de 0.87 para los animales suplementados con PEG. Esta relación era de 1.14 y 1.08 en la planta de *Lotus corniculatus* y las bacterias del rumen, respectivamente. El valor de la relación para los AA absorbidos desde el intestino delgado para los animales sin PEG (TC activos) de 1.57 sólo se explica por una absorción selectiva de AAE.

Tan importante como la concentración es la estructura química y la fuente de TC (Barry y McNabb, 1999). Los TC de *Lotus corniculatus* y los de *Lotus pedunculatus* difieren considerablemente en su estructura química (Foo *et al.*, 1996, 1997, citados por

Barry *et al.*, 2001), lo que les confiere diferente peso molecular (1900 vs. 2200 respectivamente). En experimentos comparativos, los TC de *Lotus pedunculatus* fueron más efectivos en reducir la degradación, tanto en las subunidades grandes como de las pequeñas, de la proteína Rubisco por los microorganismos del rumen que los TC del *Lotus corniculatus* (0.75 vs. 0.83% y 0.69 vs. 0.86% respectivamente) (Aerts *et al.*, 1999). Esto sugiere que el efecto que tienen los TC sobre la degradación proteica se debe a esas diferencias en estructura química, lo cual explicaría las diferencias en las respuestas encontradas entre los TC de dichas especies.

Un ejemplo de lo anterior es el experimento de Waghorn *et al.* (1994), citados por Barry *et al.* (2001), en el cual los TC de *Lotus pedunculatus* (5.5%) también incrementaron (15%) el flujo de AAE hacia el abomaso. Sin embargo, estos TC redujeron la digestibilidad aparente de los AAE en el intestino delgado en 13 unidades porcentuales. El efecto neto de estos cambios en la digestión de los AA fue que la absorción aparente de los AAE desde el intestino delgado no se afectó por estos TC (Cuadro 17). En ese experimento, los TC del *Lotus pedunculatus* también redujeron la digestibilidad del N en 12 unidades porcentuales y en un 12% el consumo voluntario. Todo esto concuerda con lo mencionado por Waghorn (1996), quien afirma que los TC en *Lotus corniculatus* mejoran la absorción de la mayoría de los AAE, mientras que en *Lotus pedunculatus* eran universalmente inhibidos.

Según Waghorn y Shelton (1997), la diferencia entre las reactividades de los TC es la razón por la cual los TC de *Lotus pedunculatus* de experimentos similares afectaron la digestión de manera sustancial e independientes a su concentración en la MS (Waghorn *et al.*, 1994a,b; Waghorn y Shelton, 1995), mientras que los TC de *Lotus corniculatus* en su experimento tuvieron un efecto menor y dependiente de la concentración.

Dentro de los AAS, McNabb *et al.* (1993) afirman que los TC incrementan su flujo al intestino. El principal hallazgo del experimento de Wang *et al.* (1996c) fue que la acción de los TC de *Lotus corniculatus* deprimieron la digestibilidad verdadera de la metionina y cisteína (principales AA limitantes para la producción de lana) de la planta en el intestino delgado y alteró el sitio de digestión, lo cual según los autores pudo enlentecer la tasa de digestión de esos amino ácidos en el intestino delgado. A pesar de ello, los TC incrementaron la cantidad total (g/g consumido) de metionina y cisteína de la planta absorbida desde el intestino delgado. Los valores calculados fueron similares a aquellos medidos directamente por McNabb *et al.* (1996) con *Lotus pedunculatus* para la proteína Rubisco (0.27 y 0.04 g Rubisco digerida en el intestino delgado/g consumido para el control y PEG, respectivamente). Las digestibilidades de la metionina y cisteína de la planta en el rumen en este estudio fueron de 0.75 vs. 0.88% y 0.79 vs. 0.90% para el control vs. PEG, respectivamente, similares también a las medidas por McNabb *et al.* (1996) (0.72% control; 0.96% PEG). El incremento en la absorción de dichos AA de la planta desde el intestino delgado causado por la acción de los TC, sería entonces debida

a la reducción de la degradación ruminal y al incremento en el flujo de proteína de la planta al abomaso. En ese estudio, los TC incrementaron la cantidad de metionina total absorbida (planta + microbiana + endógena) desde el intestino delgado (14%), no modificando la de cisteína.

Los TC mostraron inhibir la actividad enzimática endógena (Horigome *et al.*, 1988; Ahmed *et al.*, 1991; Longstaff *et al.*, 1991a,b; Yuste *et al.*, 1992; citados por Wang *et al.*, 1996c). La depresión en la actividad enzimática *in vivo* puede ser debida al efecto directo de los TC unidos a enzimas digestivas y/o debido a un efecto indirecto de los TC por cambiar el ambiente de reacción (por ejemplo: pH intestinal), pero este tema requiere mayores estudio aún. En este sentido, Terrill *et al.* (1994), citados por Waghorn (1996), reportaron menos de 25% de TC recuperados de la digesta del duodeno estaba libre (extractable) así que la mayoría de los TC estarían firmemente asociados con los constituyentes de la digesta en esta sección del intestino delgado a pesar de sus bajos pH.

En lo que respecta a la digestión de los minerales y vitaminas, no existe evidencia conclusiva. Resultados de Waghorn *et al.* (1994a) sugieren que los TC afectan la solubilidad del Cu y Zn, pero no tuvieron un efecto detrimental sobre la absorción neta de estos u otros elementos minerales. Sin embargo, en el experimento de Waghorn *et al.* (1987), citados por Waghorn *et al.* (1994a), los TC redujeron la absorción aparente de S, Mg y K con dietas de *Lotus corniculatus*. Mientras que, en el caso de Waghorn *et al.* (1994b) obtuvieron sólo efectos menores de los TC en *Lotus pedunculatus* sobre la digestión y absorción de elementos minerales y carbohidratos estructurales. Algunos trabajos revisados por Jansman (1993), citado por Montossi (1995), revelan que los taninos afectan el metabolismo de las vitaminas y minerales, reduciendo la absorción de la vitamina A y B<sub>12</sub>.

En referencia a la digestión de los TC, en el estudio de Terrill *et al.* (1994) con *Lotus pedunculatus* se utilizaron marcadores, observándose que ellos estaban en la digesta pero no se detectaban en la sangre, por lo que se concluyó que no hubo absorción de TC a lo largo del tracto digestivo.

#### **2.4.3.3. Metabolismo de los nutrientes absorbidos**

Los TC en concentraciones medias no incrementaron la absorción aparente de cistina pero sí se encontraron mayores concentraciones de cistina plasmática, se incrementaron las pérdidas plasmática irreversible de ella y su cantidad incorporada a las reacciones de síntesis del cuerpo. Ello se explica por una mayor absorción de metionina sin modificación en su pérdida irreversible del plasma sanguíneo, a un aumento en la

transulfuración de metionina a cistina y a una reducción en la oxidación de ambas, metionina y cistina.

Todo esto fue concluido a partir de los estudios de McNabb *et al.* (1993) y Wang *et al.* (1994a,b) con dietas de *Lotus pedunculatus* y *Lotus corniculatus*, donde la acción de los TC aproximadamente dobló la cantidad de cistina usada para las reacciones de síntesis del cuerpo (ej. 45% en el caso de McNabb *et al.*, 1993). Esto muestra que la acción de los TC de las pasturas puede ser utilizada para incrementar la suplementación de la cistina, que es el AA más limitante para el crecimiento de lana.

Sin embargo, ya con concentraciones de 1% en *Lotus corniculatus* no fueron suficientes como para afectar el valor nutritivo de forrajes frescos para ovejas (Waghorn y Shelton, 1997).

#### **2.4.4. Efecto de los taninos condensados sobre la selección de la dieta**

Freedland y Janzen (1974), citados por Montossi (1995), sugirieron que los animales tratan de evitar el efecto tóxico de los forrajes que contienen compuestos secundarios, consumiendo plantas o parte de plantas que no los contienen, o donde están presentes en bajas concentraciones.

En la revisión de Montossi (1995), se evidencia que hasta 1992 la mayoría de los trabajos mostraban que la selección de la dieta en rumiantes estaba asociadas negativamente con la concentración de TC en planta (Cope y Burns, 1971; Barry y Manley, 1984; Provenza y Malechek, 1984; Barry y Duncan, 1984; Barry *et al.*, 1984; Barry, 1989; Terrill *et al.*, 1989; Provenza *et al.*, 1990; Provenza y Balph, 1990; Kumar y Vaithiyanathan, 1990; Distel y Provenza, 1991; Nuñez-Hernandez *et al.*, 1991 y Pritchard *et al.*, 1992). Los experimentos hasta ese momento se habían enfocado básicamente en la evaluación de animales defoliando plantas de malezas o con especies de pasturas templadas pastoreadas por ovinos bajo condiciones de baja fertilidad, donde los niveles de TC en la planta son normalmente medios o altos.

Experimentos más recientes en especies templadas de interés agronómico muestran que especies con baja, media y aún alta concentración de TC (*Holcus lanatus*, *Hedysarum coronarium*, *Onobrychis viciifolia*, *Lotus pedunculatus* y *Lotus corniculatus*) los animales no sólo no hicieron una selección en contra de los TC sino que por el contrario seleccionaron de la pastura aquellos componentes ofrecidos con alta concentración de TC (principalmente hojas) más que aquellos con bajas concentraciones de TC (principalmente tallos) (Waghorn *et al.*, 1994a; Douglas *et al.*, 1995; Montossi, 1995; Wang *et al.*, 1996a; Montossi *et al.*, 1997; Jones y Mangan, 1977; Waghorn y Jones, 1989; Terrill *et al.*, 1992a; Douglas *et al.*, 1993; citados por Douglas *et al.*, 1999).

Un ejemplo de ello fue el experimento de Waghorn *et al.* (1994a) donde se seleccionaba hojas en preferencia a tallos a pesar de tener 3-4 veces mayor concentración de TC en hojas (8.8 vs. 2.2% TC en MS), y pasturas templadas conteniendo TC versus aquellas sin TC.

Montossi *et al.* (1997) propusieron que la variación en las características físicas de las plantas y la distribución de los componentes del tapiz, probablemente sean factores más importantes en determinar las preferencias animales que la presencia de TC en especies templadas, siendo así en el caso de su experimento y concordante con investigaciones revisadas por ellos (Milne *et al.*, 1982; Illius *et al.*, 1992; Clark, 1993; Montossi *et al.*, 1994) donde se proponía que la dieta de animales con fistula esofágica va a reflejar la composición del estrato superior de la pastura (por encima de 4 cm) indicando un pastoreo sustancialmente no selectivo en ese estrato.

#### **2.4.5. Efecto de los taninos condensados sobre el crecimiento de lana, la ganancia de peso, la composición de la canal y la sanidad**

Los incrementos en la ganancia de peso vivo o retención de N observados en respuesta a incrementos en la suplementación de proteína o AA postruminal de animales consumiendo pasturas *ad libitum* (Barry, 1981; Poppi *et al.*, 1988; citados por Montossi, 1995) sugieren que rumiantes alimentados con forraje fresco de alta calidad estarían absorbiendo insuficiente proteína, por lo tanto, presentarían limitantes en la disponibilidad de AA específicos (Fraser *et al.*, 1990, citados por Montossi, 1995). Ello es debido a la alta degradación ruminal de proteínas (70% para forrajes de alta calidad; Ulyatt *et al.*, 1975, citados por Wang *et al.*, 1996a). La performance de rumiantes pastoreando pasturas frescas de alta calidad puede estar limitada por la suplementación proteica, porque su absorción desde el intestino delgado es baja en relación al consumo de energía metabolizable (Barry *et al.*, 1982; Waghorn and Barry, 1987; citados por Min *et al.*, 1999).

Esta degradación excesiva ha sido mencionada como la causa de deficiencia de AA en ovejas lactando (Penning *et al.*, 1988, citados por Montossi, 1995), y en ovinos en crecimiento (Barry, 1981; Poppi *et al.*, 1988; citados por Montossi, 1995).

En consecuencia concentraciones de TC medias (2-4% TC extractable en base seca) pueden ser beneficiosas en dietas de rumiantes por reducir la solubilidad y degradación de la proteína en el rumen e incrementar la absorción de AA del intestino delgado, especialmente la de AAE, sin deprimir la digestión ruminal de la fibra ni el consumo voluntario promoviendo con ello una mejora en la performance animal (McNabb *et al.*, 1993; Wang *et al.*, 1994b, 1996c; Barry y Duncan, 1984; Barry, 1985, 1989; Waghorn *et al.*, 1987, 1990; Terrill *et al.*, 1992a; citados por Liu *et al.*, 1997).

Según Waghorn *et al.* (1990), citados por Montossi (1996), la producción de leche, carne y lana de los rumiantes podría ser incrementada en un rango de 10 a 15% si se ofrecen pasturas con concentraciones de TC de 2 a 3%.

La acción de concentraciones medias de TC totales en *Lotus corniculatus* (2-4% en base seca) incrementa la absorción de AAE desde el intestino delgado (Waghorn *et al.*, 1982, citados por Min *et al.*, 1999) e incrementa el crecimiento de lana (Wang *et al.*, 1994b, 1996a,b; Min *et al.*, 1999), la secreción de leche (Terrill *et al.*, 1992b, citados por Waghorn *et al.*, 1994b; Wang *et al.*, 1996a,b; Min *et al.*, 1998, citados por Min *et al.*, 2001) y la tasa reproductiva en ovejas en pastoreo (Min *et al.*, 1999, 2001) sin afectar el consumo voluntario, mejorando la eficiencia de conversión del alimento. Altas concentraciones de TC en *Lotus pedunculatus* (7.5-10% en base seca) deprimen el consumo voluntario y la digestión de los carbohidratos en el rumen, disminuyen la absorción de la mayoría de los AAE (Waghorn, 1996) y deprimen la ganancia de peso y la tasa de crecimiento lana en ovinos en pastoreo (Barry, 1985, citado por Min *et al.*, 1999), mientras que en *Hedysarum coronarium* (8.8% en base seca) restringen las ganancias de peso de la canal (Douglas *et al.*, 1999). (Cuadro 18).

En *Lotus pedunculatus* el efecto de los TC no es tan claro ya que altas concentraciones en el experimento de Lee *et al.* (1992), citados por Montossi (1995), mejoró significativamente la suplementación de cisteína y su utilización a nivel de todo el cuerpo, resultando en incrementos del 29% en el crecimiento de lana y 8% en la GPV con respecto al control. En este caso, el consumo de MS fue marcadamente deprimido y lo que confunde los resultados obtenidos.

Terrill *et al.* (1992b), citados por Montossi *et al.* (1997), propusieron que el efecto de bajas concentraciones de TC (<1% de la MS) sobre la performance de corderos estaría restringida. Concordando con ello, Montossi *et al.* (1997) no tuvo respuesta en la performance animal con concentraciones menores o iguales a 0.2% en *Lolium perenne* y *Holcus lanatus*. Tampoco la tuvo Liu *et al.* (1998) en *Holcus lanatus* con pastoreo restringido o no restringido. Montossi (1995) propuso el valor de 0.5% como la concentración mínima necesaria para mejorar la producción de rumiantes de manera significativa, aunque en su trabajo de tesis, con concentraciones de 0.36 a 0.42% en raigrás anual y *Holcus lanatus*, obtuvo respuesta en producción de lana (8% lana sucia y 10 % tasa de crecimiento de lana) y en la GPV (18%) en corderos, sin efecto en el consumo ni en el comportamiento de pastoreo. Para el caso de Terrill *et al.* (1992b), citados por Liu *et al.* (1998), 0.47% TC en la MS fueron suficientes para aumentar la performance animal.

Cuadro 18. Efecto de los taninos condensados (TC) en la performance animal. Las comparaciones están basadas en forrajes similares sin TC o en el mismo forraje con y sin la administración diaria de polietilen glicol (PEG) para remover el efecto de los TC.

Régimen	Tratamiento	Especie y	Respuesta productiva	Fuente
---------	-------------	-----------	----------------------	--------

alimenticio	control	categoría animal		
<b><i>Lotus corniculatus</i></b>				
pastoreo	PEG	ovejas	15% más leche	Wang <i>et al.</i> 1996b
pastoreo	PEG	ovinos jóvenes	11% más lana	Wang <i>et al.</i> 1996c
pastoreo	PEG	ovejas maduras	19% más eficiencia en crecimiento de lana	Min <i>et al.</i> 1998
pastoreo	pastoreo alfalfa	ovinos jóvenes	24% más GPV y peso lana	Douglas <i>et al.</i> 1995
pastoreo	pastoreo raigrás	ovinos jóvenes	40% menos “bicheras”, 30% menos “cascarrias”	Leathwick y Atkinson 1995
<b><i>Lotus pedunculatus</i></b>				
pastoreo	PEG	ovinos	25% menos GPV	Barry y Duncan 1984
estabulado	PEG	ovinos	7% menos lana	Waghorn <i>et al.</i> 1994
estabulado con raigrás	PEG	ovinos jóvenes	5% más lana y 9% más GPV	Waghorn y Shelton 1995
pastoreo	pastoreo t.blanco	ovinos jóvenes	13% menos GPV	John y Lancashire 1981
pastoreo	pastoreo t.blanco	ovinos jóvenes	12% menos GPV y canales más magras	Purchas y Keogh 1984
<b><i>Onobrychis viciifolia</i></b>				
pastoreo	pastoreo t.blanco	ovinos jóvenes	3% menos GPV	John y Lancashire 1981
<b><i>Hedysarum coronarium</i></b>				
pastoreo	PEG	ovinos	10% menos GPV	Terrill <i>et al.</i> 1992
pastoreo	PEG	ovinos jóvenes	no efecto en GPV	Douglas <i>et al.</i> 1999
pastoreo	pastoreo alfalfa	ovinos	50% menos nemátodos intestinales, GPV 125 vs. -29 g/d	Niezen <i>et al.</i> 1995
pastoreo	pastoreo alfalfa	ovinos	28% menos nemátodos intestinales, GPV 175 vs. -21 g/d	Robertson <i>et al.</i> 1995

Fuente: Adaptado de Waghorn *et al.* (1998).

Según Barry y Manley (1986), citados por Montossi (1995), el efecto detrimental de los TC al aumentar su concentración en la planta se explica por el aumento de los TC libres, los cuales afectan negativamente el consumo voluntario y la performance animal al interferir con la digestión. Barry (1985), citado por Montossi (1995), propuso que los ovinos se adaptan en algún grado a consumir alta concentración de TC ya que en su experimento encontró que las ganancias de peso vivo de corderos con experiencia previa (5 semanas) de consumir altos niveles de TC en *Lotus corniculatus* fueron mayores que en corderos sin ella.

Terrill *et al.* (1992a), citados por Montossi (1995), compararon la producción animal durante diferentes estaciones entre *Lolium perenne/Holcus lanatus/T. repens* (0.2% TC) y *Hedysarum coronarium* (4-6% TC). En promedio, los TC incrementaron el crecimiento de lana y la GPV, siendo los incrementos para *Hedysarum coronarium* del

orden de 4-11% y 1.7-19.3%; y para la mezcla 4-18.5% y 24-29%, respectivamente. La respuesta a los TC fueron siempre mayores para ambas pasturas en primavera que en otoño o invierno, mostrando diferentes capacidades de respuesta.

Corderos pastoreando *Lotus corniculatus* a muy altas asignaciones (semejante a consumo *ad libitum*) produjeron altas tasas de crecimiento corporal y de lana, pero ninguno de estos efectos fue atribuido a los TC (Barry *et al.*, 2001). Sin embargo, cuando las asignaciones fueron reducidas para corderos en crecimiento (peso inicial 22.4 kg) pastoreando *Lotus corniculatus* (3.4% TC en la MS) durante cuatro meses en verano, la acción de los TC incrementó la producción de lana en un 12% (12.1 vs. 10.9 g/día) sin afectar el consumo y apenas la GPV (203 vs. 188 g/día) (Wang *et al.*, 1996b). En este experimento no hubo efecto de los TC sobre la ganancia de la canal, el engrasamiento de la misma, ni sobre la fermentación ruminal de los carbohidratos. El efecto diferencial sobre el crecimiento del cuerpo y el crecimiento de la canal sugiere que la acción de los TC afecta componentes no pertenecientes a la canal, de los cuales la piel parece ser el más probablemente afectado debido al incremento en el crecimiento de lana.

La falta de respuesta en el engrasamiento de la canal en el experimento de Wang *et al.* (1996b) y Douglas *et al.* (1995), contrasta con los resultados de Purchas y Keogh (1984) y Terrill *et al.* (1992a), citados por Douglas *et al.* (1995), quienes encontraron que el pastoreo ovino en leguminosas con TC (*Lotus pedunculatus* y *Hedysarum coronarium*) comparado contra plantas sin ellos (trébol blanco y raigrás), respectivamente, redujo el engrasamiento de la canal, presumiblemente debido al incremento en la deposición de proteína y reducción de la grasa como proporción de la canal. Sin embargo, bajos niveles de TC en otras especies (*Plantago lanceolata*: 0.96% TC en la MS; *Cichorium intybus*: 0.14% en la MS) no produjeron corderos más magros que pasturas de trébol blanco o raigrás (Dearker *et al.*, 1994, citados por Montossi, 1995).

La inapropiada suplementación de AAS limita la producción de lana de los ovinos (Reis, 1979; Reis *et al.*, 1990; citados por Montossi, 1995). Wang *et al.* (1996c) (*Lotus corniculatus*) obtuvieron que los TC incrementaron la cantidad de metionina total absorbida desde el intestino delgado debido a la reducción de la degradación ruminal y al incremento del flujo abomasal pero no la de cisteína. Ello concuerda con lo obtenido por McNabb *et al.* (1993) (*Lotus pedunculatus*, 5.5% TC) y Wang *et al.* (1994b) (*Lotus corniculatus*, 3.4% TC). En estos estudios, los TC no tuvieron efecto en la tasa de pérdida irreversible de metionina del plasma sanguíneo pero incrementaron sustancialmente la tasa de pérdida irreversible de cistina y redujeron la de sulfato inorgánico. La metionina absorbida era rápidamente convertida a cistina en el animal.

Tanto en el trabajo de McNabb *et al.* (1993) como en el de Wang *et al.* (1994b), la acción de los TC aproximadamente dobló la cantidad de cistina usada para las reacciones de síntesis del cuerpo. Esto indica una alta demanda de cistina y muestra que

la acción de los TC de las pasturas puede ser utilizada para incrementar la suplementación del AA que es el más limitante para el crecimiento de lana. En el experimento de Wang *et al.* (1994b), como resultado de todos estos procesos causados por los TC, el incremento en la cantidad de cisteína disponible produjo incrementos de 11% y 8% en la tasa de crecimiento de lana y peso vivo, respectivamente.

Wang *et al.* (1996a) estudiaron el efecto de los TC de *Lotus corniculatus* sobre la performance en la lactación de ovejas criando mellizos. El rendimiento de leche y la composición en ambos grupos (con o sin PEG) fue similar en el pico de lactación. Sin embargo, en la lactación media y tardía las ovejas sin PEG produjeron más leche (21%), debido a una caída menor de la producción, y más proteína en la leche (14%) que las ovejas suplementadas con PEG. La respuesta al incremento en la disponibilidad de AA para la producción de leche concuerda con los resultados obtenidos por Penning *et al.* (1988), citados por Montossi (1995), quienes citaron a esta categoría como deficiente de AA para su producción.

Min *et al.* (1999) realizaron un experimento con ovejas pastoreando *Lotus corniculatus* y una mezcla de raigrás perenne/trébol blanco (2.3% y 0.1% TC en base seca, respectivamente) para estudiar si los TC pueden afectar la tasa ovulatoria por mejorar la suplementación proteica en encarnerada de fin de verano/otoño. Se concluyó que la alimentación con Lotus incrementó la eficiencia tanto de la reproducción (+25% de destete) como la producción de lana (+14%) sin incrementos en el consumo, y que la principal razón para el efecto del Lotus sobre la tasa reproductiva fue su contenido de TC. La concentración de la mayoría de los AA fue significativamente mayor para las TC-activo que para las ovejas suplementadas con PEG, especialmente la de AA de cadena unida y de AAE, los cuales están altamente correlacionados con la tasa ovulatoria (Waghorn, 1986; Waghorn *et al.*, 1990; citados por Min *et al.*, 1999), no habiendo diferencias en consumo voluntario entre ellos. La falta de respuesta de los TC en producción de lana se debe al corto período considerado (55 días) como para reflejar la mejora en la nutrición.

El pastoreo sobre *Lotus corniculatus* también incrementó la tasa ovulatoria en los experimentos de Luque *et al.* (2000), citados por Barry *et al.* (2001), y Min *et al.* (2001) pero en diferente magnitud. Además, Min *et al.* (2001) encontraron respuesta en ello debido a los TC, mientras que Luque *et al.* (2000), citados por Barry *et al.* (2001), no tuvieron respuesta por este motivo. Las posibles razones para estas diferencias son que las ovejas más livianas utilizadas por Min *et al.* (1999) poseían mayor potencial de respuesta a la proteína adicional absorbida causada por la acción de los TC que las ovejas más pesadas utilizadas por Luque *et al.* (2000), y que las ovejas más livianas ganaron pequeñas cantidades de peso mientras que las pesadas perdieron peso. En el caso del experimento de Min *et al.* (2001), el aumento en la eficiencia reproductiva estuvo dado tanto por el aumento de la fecundidad como por la reducción de la pérdida de embriones.

Algunos experimentos han mostrado que algunos forrajes con TC son capaces de mantener buenas performances en ovinos infectados con nemátodos abomasales e intestinales (*Ostertagia circumcincta* y *Trichostrongylus colubriformis*; Niezen *et al.* 1995, citados por Waghorn, 1996; Robertson *et al.* 1995) y algunos TC parecen actuar directamente sobre la larva del nemátodo (Waghorn, sin publ., citado por Waghorn, 1996).

En una serie de experimentos evaluando el efecto de los TC sobre la GPV y el conteo de huevos en las heces (HPG), Niezen *et al.* (1993) y Niezen *et al.* (1994), citados por Montossi (1995), mostraron que corderos alimentados con plantas con TC (*Lotus pedunculatus*, *Lotus corniculatus* y *Hedysarum coronarium*) tuvieron menores HPG y mayores GPV que aquellos pastoreando raigrás convencional o pasturas sin TC. En algunos casos, el efecto de los TC sobre el HPG persistió por un corto período (21-42 días). El efecto de los TC sobre el PV y los niveles de HPG no fueron consistentes a lo largo de las comparaciones. De las observaciones de HPG, la reducción en las cargas parasitarias es modesta.

Robertson *et al.* (1995) obtuvieron que a pesar de tener alto HPG inicial, el cual fue mantenido para Lotus cv. Maku y disminuido para *Hedysarum coronarium*, la GPV de los corderos parasitados fueron altas (>160g/día) a lo largo de las semanas. En tanto, Niezen *et al.* (1995), citados por Waghorn *et al.* (1998), obtuvieron que los TC de *Hedysarum coronarium* redujeron el número de parásitos en corderos a la faena a la mitad que el de aquellos alimentados con alfalfa. Sin embargo, otras fuentes de TC no afectan a los nemátodos (ej. *Lotus corniculatus*) (Robertson *et al.*, 1995).

En el caso presentado por Barry *et al.* (2001), las tasas de crecimiento de corderos tratados con antihelmínticos fueron similares para leguminosas con TC (*Hedysarum coronarium* y *Lotus pedunculatus*) y alfalfa (libre de TC). Sin embargo, los corderos sin antihelmínticos (parasitados) crecieron mucho mejor en leguminosas con TC, indicando que ellos pueden tolerar mejor los parásitos. La carga parasitaria a faena fue similar para corderos pastoreando *Lotus pedunculatus* y alfalfa, pero considerablemente menor para corderos pastoreando *Hedysarum coronarium*.

Los mecanismos propuestos para estas diferencias tienen que ver con el establecimiento y/o la persistencia de parásitos en el animal y se componen de una o varias de las siguientes causas: mejorando la suplementación de AAE por la acción de los TC lo que puede contrarrestar las pérdidas de proteína causada por el parasitismo en el tracto gastrointestinal; estimular el sistema inmunológico, permitiendo a los animales resistir mejor una carga parasitaria dada; reaccionando los TC directamente con las larvas de parásitos inactivándolas durante su pasaje a través del tracto gastrointestinal o indirectamente o cambiando las condiciones del intestino o produciendo un incremento

en la producción de mucus reduciendo la habilidad de los nemátodos de persistir en el abomaso e intestino. Molan *et al.* (2000a,b), citados por Barry *et al.* (2001), mostraron que el efecto de los TC sobre los parásitos está determinado por su concentración y estructura. Por lo tanto, los TC contrarrestan los parásitos por uno o varios de los mecanismos mencionados arriba y el mecanismo envuelto va a diferir según de que especie sean los TC.

Sin embargo, experimentos más recientes no siempre concuerdan con lo anterior. Así, Niezen *et al.* (1998) no atribuyeron efectos benéficos al *Lotus pedunculatus* por los TC *per se* en su experimento. Ello concuerda con el resultado de Kahn *et al.* (2001) donde los conteos de HPG de corderos destetados pastoreando *T. repens* fueron significativamente menores a los que pastoreaban *Lotus pedunculatus*, pero la inclusión *Lotus pedunculatus*, no mejoró el crecimiento ni la resistencia de corderos infectados con *T. colubriformis*.

Para poder hacer generalizaciones sobre el efecto de los TC sobre la sanidad animal más investigación es necesaria. Además, Niezen *et al.* (1998) proponen replantearse los métodos de estudio de parásitos ya que el uso de PEG no pareció apropiado para estudios de parasitología por dar resultados confusos cuando es suministrado a ovinos parasitados.

Otro efecto de los TC observado para el caso de *Lotus pedunculatus* fue un aumento significativo del porcentaje de MS en las heces (cv. Maku, Niezen, 1993, citado por Robertson *et al.*, 1995) lo cual provoca menor acumulación de “cascañas” en la lana como ocurrió en el experimento de Robertson *et al.* (1995).

Un beneficio ambiental de los TC de la dieta propuesto por Waghorn *et al.* (1999), es que el N de la dieta es particionado más hacia las heces (+20% de su N excedente de la dieta, Waghorn *et al.*, 1994b) y por lo tanto menos hacia la orina (debido a la menor proteólisis en el rumen y consecuentes reducciones en la producción de amonio). Crush y Keogh (1998) observaron tasas aceleradas de incorporación del estiércol derivado del Lotus en laboratorio y a campo a la estructura del suelo. Esta rápida incorporación tiene el potencial de mantener el suministro de N para el crecimiento de las pasturas y puede beneficiar regiones con pobre fertilidad. Reducciones del N urinario reduciría tanto las pérdidas al aire como la contaminación del agua en las regiones templadas de agricultura (Waghorn *et al.*, 1999).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN, SUELOS Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se realizó en la Unidad Experimental “Glencoe”(UEG), la cual pertenece a la Estación Experimental INIA Tacuarembó, en el período comprendido entre el 30 de mayo y el 18 de setiembre del año 2001 (110 días). Esta Unidad Experimental se encuentra en el departamento de Paysandú (Uruguay), ubicada geográficamente en la región ganadera basáltica a 32° 00’ 24’’ latitud sur, 57° 08’ 01’’ longitud oeste y 124 metros sobre el nivel del mar.

Los suelos predominantes de la Unidad Experimental “Glencoe” pertenecen a la Unidad “Queguay Chico”, sobre la formación basáltica. Los suelos superficial pardo rojizo, superficial negro y profundos ocupan el 33, 37 y 30%, respectivamente. El experimento se llevó a cabo dentro del potrero “El Tajamar”, comprendiendo una zona alta y una de ladera con pendiente de aproximadamente 3 a 6% con dirección S a N. Los suelos predominantes fueron Brunosoles y Vertisoles profundos, ocupando un 85% del área, mientras que los suelos Litosoles superficiales negros completaron el resto del área experimental utilizada.

#### 3.2. INFORMACIÓN CLIMÁTICA

En los Cuadros 19 y 20 se presentan los registros pluviométricos totales, promedios anuales y los promedios mensuales de una serie histórica de la Unidad Experimental “Glencoe” (1997-2000) y de la Estación Agrometeorológica Azucitrus (EAA; 1984-2000).

Cuadro 19. Registros pluviométricos anuales y promedios mensuales.

	1997	1998	1999	2000	Prom. 97-00	2001
<b>TOTAL (mm)</b>	916	1882	1018	1316	1283	<b>1578</b>
<b>Promedio mensual (mm)</b>	83	157	85	110	109	<b>132</b>

Fuente: UEG (LOGGER-DELTA-T).

Cuadro 20. Registros pluviométricos anuales y promedios mensuales.

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
<b>TOTAL (mm)</b>	1776	1253	1733	1473	1057	1022	1576	1359	1407	1594
<b>Prom./mes (mm)</b>	148	104	144	123	88	85	131	113	117	133
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Prom. 84-00	2001	
<b>TOTAL (mm)</b>	1138	1001	1140	1125	1847	897	1702	1359	<b>1901</b>	
<b>Prom./mes (mm)</b>	95	83	95	94	154	75	142	113	<b>158</b>	

Fuente: EAA.

De la información presentada en los Cuadros 19 y 20, se observa que el año en que se realizó el experimento (2001) tuvo una mayor precipitación total y promedio

mensual que el promedio de ambas series. En lo que a años particulares se refiere, sólo 1 de cada 4 años posee mayores registros que el 2001 para el caso de la UEG, mientras que para el caso de la EAA el año 2001 fue el de mayor registro pluviométrico de la serie histórica.

A continuación se presentan los registros pluviométricos y de evaporación para el período experimental (mayo a setiembre de 2001) en relación a la serie histórica, utilizando las dos fuentes antes mencionadas.

Cuadro 21. Registros pluviométricos y evaporación promedio durante el período de experimentación para dos series históricas (expresados en mm).

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Promedio	Total
<b>Precipitaciones (2001)*</b>	187	196	75	110	166	147	733
<b>Precipitaciones (97-00)*</b>	169	161	117	47	86	116	579
<b>Precipitaciones (84-00)**</b>	114	77	82	57	90	84	421
<b>Evaporación (2001)*</b>	58	46	68	78	74	65	323
<b>Evaporación (97-00)*</b>	70	48	60	82	117	75	376

Fuente: \* UEG (LOGGER-DELTA-T).

\*\* EAA.

Las precipitaciones acumuladas para todo el período experimental y promedio mensual fueron superiores a los registros históricos, donde a excepción de julio, las precipitaciones por mes superaron a los promedios de los últimos años. El total de precipitaciones para los cinco meses presentados en el Cuadro 21 supera en un 26% al total promedio para la serie histórica de “Glencoe” y en un 75% a la serie histórica de la Estación Agrometeorológica Azucitrus. En referencia a la evaporación, se observa menores valores para el año de estudio, tanto en el promedio como para el total de los meses, resultando en un balance hídrico superior para el año 2001 con respecto a la serie histórica.

Los datos de temperaturas provenientes de la Unidad Experimental “Glencoe” que se presentan a continuación (Cuadro 22) muestran claramente que los promedios de temperaturas mínimas y máximas para el período experimental fueron similares a las de la serie histórica. También se observa que los valores mínimos y máximos registrados en el año de estudio no difieren sustancialmente de los registros anteriores y la amplitud térmica es similar. Estas consideraciones deben conceptualizarse dentro del acotado número de años considerados en la serie histórica (4 años) de referencia.

Cuadro 22. Registros de temperaturas mínima y máxima promedio, valores mínimos y máximos para la serie histórica y para el período experimental (desde mayo a setiembre).

	1997	1998	1999	2000	Prom. 97-00	2001
<b>Prom. Temp. Mín. (°C)</b>	-2.5	0.4	-0.8	-0.4	-0.8	<b>-0.7</b>
<b>Prom. Temp. Máx. (°C)</b>	28.7	25.7	27.6	26.8	27.2	<b>27.3</b>
<b>Temp. Mínima (°C)</b>	-4.7	-1.1	-4.1	-2.4	-3.1	<b>-3.8</b>
<b>Temp. Máxima (°C)</b>	31.2	27.7	30.6	29.4	29.7	<b>29.1</b>

Fuente: UEG (LOGGER-DELTA-T).

En cambio, si consideramos las temperaturas que se presentaron al abrigo en el año donde se realizó el experimento, en comparación con aquellas registradas por la Estación Agrometeorológica Azucitrus (serie histórica de 17 años) (Cuadro 23), se observa que el año 2001 fue considerablemente más caliente tanto en las temperaturas mínimas como en las máximas.

Cuadro 23. Registros de temperaturas mínima y máxima al abrigo meteorológico (período mayo-setiembre) para la serie histórica comprendida entre los años 1984-2000 y para el período experimental.

Temperatura (°C)	Período	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
<b>Máxima</b>	<b>Prom. 84-00</b>	19.6	17.0	16.5	19.0	20.3
	<b>2001</b>	18.8	17.3	18.1	22.6	20.1
<b>Mínima</b>	<b>Prom. 84-00</b>	10.1	7.8	7.0	8.6	9.9
	<b>2001</b>	10.4	10.2	8.9	12.9	11.0

Fuente: EAA.

La cantidad de heladas registradas durante el 2001 fue menor al promedio de la serie histórica, tanto para el total del período evaluado como para los distintos meses, exceptuando el mes de setiembre (Cuadro 24).

Cuadro 24. Registro de heladas para la serie histórica y el año 2001 (período mayo-setiembre).

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Total
<b>Promedio (84-00)</b>	1.9	5.9	7.0	3.7	1.4	19.9
<b>2001</b>	1.0	5.0	4.0	1.0	2.0	13.0

Fuente: EAA.

Utilizando ambas fuentes de información climática, el período experimental puede ser considerado atípico porque, a pesar de haberse registrado temperaturas mínimas y máximas similares (UEG) o mayores (EAA) a la serie histórica, se registraron menor cantidad de heladas (34.7%), menor evaporación (14.1%) y precipitaciones acumuladas bastante superiores (27 a 74%, según la fuente utilizada).

### 3.3. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

#### 3.3.1. Animales

### **3.3.1.1. Descripción**

Los animales utilizados fueron 128 corderos machos castrados de la raza Corriedale, con una edad de 8 a 9 meses, nacidos en agosto-setiembre del año 2000, los que al comienzo del experimento pesaban  $23.8 \pm 2.1$  kg (peso vacío), con una condición corporal de  $2.2 \pm 0.3$  unidades, que fueron distribuidos al azar en los diferentes tratamientos aplicados según las dos variables mencionadas.

Durante el transcurso del experimento fueron sustituidos tres animales por otros del mismo grupo original, de peso y condición corporal similar a los retirados. Con la excepción del primero, el resto de los corderos suplentes que ingresaron al experimento fueron utilizados simplemente para mantener la carga asignada al tratamiento al cual pertenecía el animal sustituido. El primer cordero fue reemplazado a la semana de iniciado el experimento por sufrir un accidente. Los otros 2 fueron suplantados, uno por problema de renguera (golpe) y falta de apetito, y el otro por muerte (problema sanitario).

### **3.3.1.2. Manejo**

Todos los corderos fueron vacunados contra Clostridiosis ( $2 \text{ cm}^3/\text{animal}$ ) y contra Ectima contagioso (por escarificación) al momento de la señalada. Previo al inicio del experimento se dosificó oralmente a todos los corderos con Ivermectina (según el PV del animal más pesado) a razón de  $3 \text{ cm}^3/\text{animal}$ . Debido a los altos niveles de infestación parasitaria a nivel intestinal encontrados en el primer muestreo coproparasitario (13 de junio), se dosificó nuevamente a los animales (20 de junio) con una Ivermectina inyectable ( $1 \text{ cm}^3/\text{animal}$ ) y un levamisol oral ( $10 \text{ cm}^3/\text{animal}$ ).

Por recomendación veterinaria, el 3 de setiembre se volvió a vacunar a todos los animales contra Clostridiosis. Además, en los momentos que se consideró necesario, se realizó el despezñado, descole y desoje de los animales.

Una vez faenados los animales, se realizó un conteo de parásitos gastrointestinales adultos a nivel del abomaso y del intestino delgado, pero, debido a los bajos niveles de infestación encontrados, no se consideró conveniente realizar una evaluación estadística de esta variable.

En todos los tratamientos, durante todo el período experimental, a los animales se les suministró agua a voluntad.

## **3.3.2. Pastura**

### **3.3.2.1. Descripción**

La base forrajera utilizada fueron mejoramientos de campo de segundo año instalados en otoño del año 2000 (24 de abril) en siembra directa y con una fertilización basal de 150 kg/ha de fosfato de amonio (7-40-40-0) (Anexo 1). Aproximadamente un mes antes de la siembra (1<sup>ero</sup> de abril), se aplicó herbicida (glifosato) a razón de 3 lt/ha. Las densidades de siembra utilizadas se describen en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Densidades de siembra de las diferentes especies y cultivares utilizados en el presente experimento.

<b>Especie/Cultivar</b>	<b>Densidad (kg/ha)</b>
<i>Trifolium repens</i> cv. LE Zapicán	4
<i>Lotus corniculatus</i> cv. INIA Draco	9
<i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku	5
<i>Lotus subbiflorus</i> cv. El Rincón	5

### **3.3.2.2. Manejo**

Desde la siembra hasta el comienzo del experimento se realizó sólo un pastoreo, en noviembre del año 2000. El mismo se efectuó con el objetivo de realizar una limpieza del exceso de forraje que presentaba toda el área experimental. Este pastoreo fue realizado con una alta carga instantánea de vacunos (5 días de ocupación).

A fin de marzo del año 2001, se refertilizó toda el área experimental a razón de 100 kg/ha de fosfato de amonio (7-40-40-0). Al comienzo del experimento, se realizó un desmalezamiento manual con azada.

El sistema de pastoreo controlado utilizado se estableció sobre la base del uso de 2 franjas con 14 días de ocupación y 14 días de descanso.

### **3.3.3. Suplementación con polietilen glicol**

El polietilen glicol (PEG; PM 3350) ha sido utilizado para estudiar la interacción entre los taninos condensados (TC) y las proteínas (Jones y Mangan, 1977; Barry y Manley, 1986; citados por Barry et al., 2001), debido a su capacidad de formar fuertes complejos con los TC. Por lo tanto, el efecto de los TC puede ser deducido comparando los ovinos que reciben PEG (TC inactivos) contra los que no lo reciben (TC activos). Para ello, se suplementó a la mitad de los animales con PEG (PM 6000) a razón de 1g PEG por cada gramo de TC consumido (estimado), el cual se asume es indigestible para los rumiantes (Barry y Duncan, 1984, citados por Montossi, 1995).

Para fijar el criterio de dosificación con PEG, el período experimental fue dividido en dos etapas según el consumo potencial de los animales. Para la primera etapa, se utilizó un criterio de dosificación acorde hasta los 30 kg de PV y en la segunda por encima de este peso vivo. La concentración de TC en planta supuesta para calcular

el consumo diario del mismo se basó en el género forrajero utilizado (Trifolium: 10 g TC/kg MS; Lotus: 60 g TC/kg MS), considerándose para el caso del género Lotus, la especie cuyo valor de concentración de TC fuera mayor (*Lotus pedunculatus* cv. Maku). El valor del consumo supuesto para cada etapa así como los niveles de dosificación de PEG resultantes se pueden observar en el Cuadro 26. El PEG se suministraba disuelto en agua en una relación de 1:2 aproximadamente (Montossi, 1995), en dos dosificaciones diarias: 8.00 y 16.30 horas, aproximadamente (Anexo2).

Cuadro 26. Consumo supuesto (kg MS/animal/día) y nivel de dosificación empleado (cm<sup>3</sup> PEG (PEG + agua)/animal/día).

	Consumo (kg MS/an/día)	Género	
		Lotus	Trifolium
menor a 30 kg PV	1.0	60 (180) <sup>1</sup>	10 (30)
mayor a 30 kg PV	1.3	78 (240)	13 (40)

Nota: <sup>1</sup> Valores entre paréntesis incluyen PEG + Agua

La otra mitad de los animales eran dosificados simultáneamente con agua sola en igual cantidad que la mezcla que recibían sus congéneres, tratando así de evitar diferencias entre animales debidas al efecto del manejo experimental de los mismos.

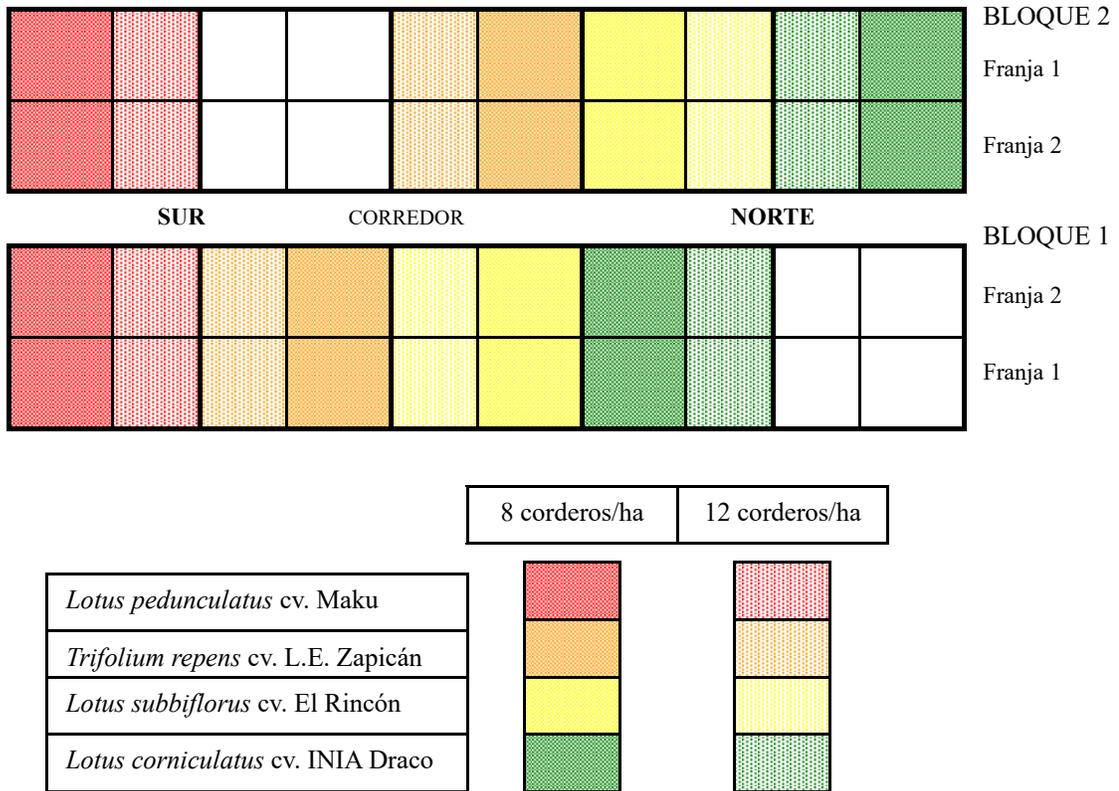
### 3.3.4. Área experimental

El área total del experimento fue de 13.36 ha divididas en 2 bloques de igual superficie, delimitados con alambrado eléctrico semipermanente de 3 hilos. Cada bloque estaba dividido en 4 parcelas de igual tamaño, cada una correspondiente a una de las especies forrajera en estudio asignadas al azar. A su vez, las parcelas fueron divididas en dos subparcelas (0.668 y 1.002 ha) por medio de mallas eléctricas para asignar las cargas animales (alta: 12 corderos/ha y baja: 8 corderos/ha, respectivamente). Por el sistema de pastoreo utilizado, cada combinación de pastura y carga fue dividida en dos franjas de pastoreo. (Figura 11 y 12).

Figura 11. Vista del área experimental.



Figura 12. Esquema del área experimental.



### 3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar (2) con un arreglo de parcelas sub-divididas. Los factores analizados y los niveles aplicados en cada uno se detallan en el Cuadro 27, mientras que los tratamientos resultantes (16) se pueden observar en el Cuadro 28.

Cuadro 27. Factores y niveles analizados en el experimento.

Factores	Niveles
Especie de leguminosa	<i>Lotus corniculatus</i> cv. INIA Draco <i>Lotus pedunculatus</i> cv. Maku <i>Lotus subbiflorus</i> cv. El Rincón <i>Trifolium repens</i> cv. L.E. Zapicán
Carga animal	8 corderos/ha 12 corderos/ha
Suplementación	Sin PEG* Con PEG*

\*PEG: polietilen glicol

Cuadro 28. Descripción de los tratamientos.

Pastura	<i>L. corniculatus</i>				<i>L. pedunculatus</i>				<i>L. subbiflorus</i>				<i>T. repens</i>			
Carga (an/ha)	8		12		8		12		8		12		8		12	
Suplemento	H <sub>2</sub> O	PEG	H <sub>2</sub> O	PEG	H <sub>2</sub> O	PEG	H <sub>2</sub> O	PEG	H <sub>2</sub> O	PEG	H <sub>2</sub> O	PEG	H <sub>2</sub> O	PEG	H <sub>2</sub> O	PEG
An/trat.	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + \delta_k + (\beta\delta)_{jk} + [\epsilon_{ik} + \epsilon_{ijk}] + \gamma_l + (\beta\gamma)_{jl} + (\delta\gamma)_{kl} + (\beta\delta\gamma)_{jkl} + [\epsilon_{il} + \epsilon_{ijl} + \epsilon_{ikl} + \epsilon_{ijkl}]$$

donde:

$Y_{ijkl}$  : es el resultado de la combinación (en unidades de producto) de los efectos del i-ésimo bloque, j-ésima pastura, k-ésima carga animal y l-ésima suplementación.

$\mu$  : media general del experimento.

$\alpha_i$  : efecto aleatorio del bloque, distribuido normalmente con media 0 y varianza  $\sigma_\alpha^2$  y los  $\alpha_i$  independientes.

$\beta_j$  : efecto aleatorio de la pastura, distribuido normalmente con media 0 y varianza  $\sigma_\beta^2$  y los  $\beta_j$  independientes.

$\delta_k$  : efecto aleatorio de la carga animal, distribuido normalmente con media 0 y varianza  $\sigma_\delta^2$  y los  $\delta_k$  independientes.

$\gamma_l$  : efecto aleatorio de la suplementación, distribuidos normalmente con media 0 y varianza  $\sigma_\gamma^2$  y los  $\gamma_l$  independientes.

$\epsilon_{ij}$  : efecto aleatorio del error de la parcela.

$(\beta\delta)jk$  : efecto aleatorio de la interacción entre la pastura y carga animal, distribuido normalmente con media 0 y varianza  $\sigma_{\beta\delta}^2$  y los  $(\beta\delta)jk$  independientes.

$[\epsilon ik + \epsilon ijk]$  : efecto aleatorio del error de la sub-parcela.

$(\beta\gamma)jl$  : efecto aleatorio de la interacción entre la pastura y la suplementación, distribuido normalmente con media 0 y varianza  $\sigma_{\beta\gamma}^2$  y los  $(\beta\gamma)jl$  independientes.

$(\delta\gamma)kl$  : efecto aleatorio de la interacción entre la carga animal y la suplementación, distribuido normalmente con media 0 y varianza  $\sigma_{\delta\gamma}^2$  y los  $(\delta\gamma)kl$  independientes.

$(\beta\delta\gamma)jkl$  : efecto aleatorio de la interacción triple entre la pastura, la carga animal y la suplementación, normalmente distribuidos con media 0 y varianza  $\sigma_{\beta\delta\gamma}^2$  y  $(\beta\delta\gamma)jkl$  independientes.

$[\epsilon il + \epsilon ijl + \epsilon ikl + \epsilon ijkl]$  : efecto aleatorio del error experimental.

Los análisis de varianza se realizaron mediante el procedimiento GLM (SAS Institute, 1999) para evaluar si los efectos de los tratamientos sobre las variables estudiadas fueron estadísticamente diferentes entre sí, siendo las medias de los tratamientos contrastadas por el test LSD ( $P < 0.05$ ).

Para el correcto análisis de algunas variables de respuesta se utilizaron las covariables que estaban influyendo en la expresión de la variable en cuestión (peso vivo lleno y vacío, condición corporal, AOB, GR, características de lana), resultando el modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + \delta_k + (\beta\delta)jk + [\epsilon ik + \epsilon ijk] + \gamma_l + (\beta\gamma)jl + (\delta\gamma)kl + (\beta\delta\gamma)jkl + \pi(\mathbf{x}_{ijk} - \mathbf{x}) + [\epsilon il + \epsilon ijl + \epsilon ikl + \epsilon ijkl]$$

donde:

$\pi(\mathbf{x}_{ij} - \mathbf{x})$ : efecto aleatorio de la covariable.

Para el estudio de las características de la pastura, se utilizó el mismo modelo estadístico sin tener en cuenta los términos que incluyen la variable suplementación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + \delta_k + (\beta\delta)jk + [\epsilon ik + \epsilon ijk]$$

donde:

**Y<sub>ijk</sub>** : es el resultado de la combinación (en unidades de producto) de los efectos del i-ésimo bloque, j-ésima pastura y k-ésima carga animal.

$\mu$  : media general del experimento.

$\alpha_i$  : efecto aleatorio del bloque, distribuido normalmente con media 0 y varianza  $\sigma_\alpha^2$  y los  $\alpha_i$  independientes.

$\beta_j$  : efecto aleatorio de la pastura, distribuido normalmente con media 0 y varianza  $\sigma_\beta^2$  y los  $\beta_j$  independientes.

$\delta_k$  : efecto aleatorio de la carga animal, distribuido normalmente con media 0 y varianza  $\sigma_\delta^2$  y los  $\delta_k$  independientes.

$\epsilon_{ij}$  : efecto aleatorio del error de la parcela.

$(\beta\delta)_{jk}$  : efecto aleatorio de la interacción entre la pastura y carga animal, distribuido normalmente con media 0 y varianza  $\sigma_{\beta\delta}^2$  y los  $(\beta\delta)_{jk}$  independientes.

$[\epsilon_{ik} + \epsilon_{ijk}]$  : efecto aleatorio del error de la sub-parcela.

Para el caso de las variables analizadas y que no demostraron tener una distribución normal (ej: terneza, pH, temperatura, color de músculo y grasa, determinaciones de parámetros del suelo), fueron utilizados tres factores de corrección ( $\sqrt[3]{\cdot}$ , Ln y 1/Ln), eligiendo para cada caso el que se adaptara en forma más ajustada a la Normalidad para su posterior análisis.

Para la determinación de la relación entre las variables medidas tanto en animales como en la pastura, y las asociaciones entre ambos (correlaciones y regresiones), se utilizaron los procedimientos CORR y REG del SAS (SAS, 1999). Para la determinación del modelo de predicción de la terneza de la carne se utilizó el procedimiento STEPWISE (SAS, 1999).

### **3.5. DETERMINACIONES**

#### **3.5.1. Pastura**

##### **3.5.1.1. Disponibilidad y altura del forraje**

Se estimó la disponibilidad de forraje (kg MS/ha) al comienzo y al final de cada período de ocupación (1<sup>era</sup> y 3<sup>era</sup> semana para el forraje ofrecido y 2<sup>da</sup> y 4<sup>ta</sup> semana en cada ciclo para el forraje de rechazo, respectivamente), destacándose que se evaluaron 4

ciclos de pastoreo de 28 días de duración cada uno. Para ello, se cortaron 6 y 10 rectángulos (20 cm x 50 cm: 0.1 m<sup>2</sup> de área) con tijera eléctrica de esquilar al ras de suelo para la carga alta y baja, respectivamente (Anexo 3A). En este sentido, el número de rectángulos fue equivalente a la carga, dada la diferencia de área adjudicada a cada una.

Dentro de cada rectángulo se determinaron cinco alturas de forraje mediante el uso de una regla graduada, tomando como criterio el punto más alto de contacto del frente de forraje verde (Anexo 3B). Dentro del rectángulo, también se realizó una lectura de altura de forraje comprimido usando el Rising Plate Meter (RPM; Earle y McGowan, 1979; Anexo 3C). Las muestras extraídas de forraje fresco se colocaban en bolsas de nylon adecuadamente identificadas con la fecha de muestreo, franja de pastoreo, tratamiento y número de muestra al cual correspondían.

Las muestras provenientes de los rectángulos (del forraje ofrecido y del rechazado) se pesaban individualmente al llegar al laboratorio. Luego se realizaba un pool, mezclando las muestras con especial cuidado para obtener cuatro submuestras representativas, dos de las cuales eran utilizadas para el análisis de la composición botánica y las restantes para la determinación del porcentaje de materia seca del material muestreado y de valor nutritivo del forraje. Las muestras para determinación de materia seca eran pesadas y secadas individualmente a 60°C en una estufa de aire forzado hasta alcanzar un peso constante (alrededor de 48h), de manera de determinar el porcentaje de materia seca del forraje ofrecido y rechazado, el cual fue calculado de la siguiente forma:

$$\text{MS (\%)} = \frac{\text{Peso seco de la muestra (g)} * 100}{\text{Peso fresco de la muestra (g)}}$$

Después de secadas las muestras, se embolsaban y etiquetaban para su posterior utilización en la determinación del valor nutritivo. Los resultados del porcentaje de materia seca se promediaban para ser aplicados a cada peso verde de las muestras originales tomadas a nivel de cada rectángulo. Así se podía calcular la disponibilidad por unidad de área, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)} = \frac{\text{Peso seco de la muestra (kg)} * 10.000 \text{ m}^2}{0.1 \text{ m}^2 \text{ (área del rectángulo)}}$$

Adicionalmente, se realizaron 30 determinaciones de altura de forraje con regla graduada y RPM en cada franja de pastoreo, las cuales fueron realizadas en forma de zig-zag, para el forraje disponible, rechazado y a la mitad del período de ocupación.

### **3.5.1.2. Valor nutritivo**

Para esta determinación se analizaron las muestras utilizadas para la estimación de la disponibilidad de forraje correspondientes a la franja de la 2<sup>da</sup> quincena de cada ciclo, en la cual también se realizaba el muestreo de selectividad animal. Para ello, se reunieron las dos submuestras almacenadas por tratamiento y se las molió en un molino Willey (usando una malla 1 mm), tanto para el forraje disponible como de rechazo (por separado).

Las muestras fueron divididas en dos nuevas submuestras, una de las cuales fue enviada al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela. Allí, se determinó la proteína cruda (PC), para el forraje ofrecido: escaneando las muestras con un espectrofotómetro NIRSystems Model 65000, con un rango de longitud de onda de 480 a 2500 nm y a intervalos de 2 nm; y para el forraje rechazado se utilizó el método Kjeldhal (1984), con un analizador Tecator 1030. Para el resto de las determinaciones, se utilizaron los mismos métodos tanto para el forraje ofrecido como para el rechazado, los cuales consistieron en:

- Fibra detergente ácida (FDA) y neutra (FDN) por el método Van Soest (1982).
- Digestibilidad de la materia orgánica (DMO) por el método Tilley y Terry (1963).

### **3.5.1.3. Taninos condensados**

Luego de molidas las muestras, éstas eran divididas en dos, una para valor nutritivo y la otra para la determinación de taninos condensados. Esta última fue etiquetada y enviada al Laboratorio de Calidad de Granos de INIA La Estanzuela, donde se estimaba el nivel de taninos totales por el método descrito por Maxson y Rooney (1972). En las plantas de leguminosas templadas, los taninos totales se componen casi exclusivamente de taninos condensados (McLeod, 1974; Swain, 1979; citados por Montossi, 1995), por lo tanto, se consideraron como equivalentes.

### **3.5.1.4. Composición botánica**

Dos de las submuestras obtenidas de los cortes de disponibilidad de forraje ofrecido y de rechazo (inicio y fin de cada período de ocupación de los animales) eran utilizadas para estimar la composición botánica de la pastura. Cada muestra era procesada por separado, dividiéndose en primera instancia el forraje verde del seco, y luego dentro del verde se separaban; la fracción especie de leguminosa evaluada de cada tratamiento y el resto del forraje (“otros”). Dentro de la fracción leguminosa, se procedió a separar por componentes morfológicos: tallo, hoja e inflorescencia. Todas las fracciones eran pesadas en verde (por muestra) y secadas en un sobre de papel en una estufa de aire forzado a 60°C hasta alcanzar peso constante. Luego se determinaba su peso seco, de modo de calcular el porcentaje de cada componente de la muestra en base seca.

### **3.5.1.5. Estructura vertical del tapiz**

Previo al ingreso de los animales a la nueva franja, en la primera semana de cada ciclo de pastoreo, se estimó la composición vertical de tapiz mediante la técnica que emplea el instrumento “Inclined Point Quadrat” (Punto Cuadrado Inclinado; Anexo 3D), desarrollada por Warren Wilson (1963). Este instrumento permite establecer la distribución vertical de los distintos componentes de la pastura, determinando así la composición botánica por estratos de altura. Dichos componentes se separaban por estado fenológico (verde o seco), morfología (hoja, tallo o pecíolo e inflorescencia) y especies (leguminosa correspondiente al mejoramiento u “otra”). Para todos los tratamientos, se realizaron alrededor de 200 contactos por muestreo.

### **3.5.2. Animales**

#### **3.5.2.1. Peso vivo**

El peso vivo lleno (PVLL) se determinó al inicio del experimento y luego semanalmente, así como también al final del mismo. El peso vivo vacío (PVV; entre 22 y 24 horas de ayuno) se determinó al inicio del experimento, al finalizar cada ciclo de pastoreo (28 días) y al final del experimento. Las determinaciones se realizaron con una balanza electrónica (True Test Ltd.) con una precisión de 0.5 kg.

#### **3.5.2.2. Condición corporal**

La condición corporal se realizó al inicio del ensayo y cada 14 días, coincidiendo con las pesadas y con la finalización de cada período de ocupación, utilizándose la escala de Russel *et al.* (1969), la cual se determina palpando la columna vertebral detrás de la última costilla. La escala tiene un rango de 0 a 5 puntos, siendo 0 un animal muy flaco próximo a morir y 5 un animal extremadamente gordo (Anexo 4).

#### **3.5.2.3. Lana**

Para el cálculo del crecimiento de la lana durante el período experimental ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{día}$ ), se utilizó el método de parches (Coop, 1953, citado por Birgham, 1974). Este se realizó esquilando al ras de piel en un área determinada (aproximadamente  $100\text{ cm}^2$ ), a la altura de la tercera costilla del lado derecho del animal. Se realizó un parche al inicio y otro al final del experimento (en el mismo sitio), donde se registraban las medidas de los lados y la diagonal del rectángulo efectuado, para determinar el área del mismo, en ambos casos. Las muestras eran etiquetadas y embolsadas individualmente para luego ser sometidas a condiciones ambientales controladas ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $65 \pm 2\%$  de humedad por 48h), siendo luego pesadas y enviadas al Laboratorio de Lanasy del

Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) para determinar el rendimiento al lavado, el diámetro, el largo de mecha y el coeficiente de variación de las fibras.

El rendimiento al lavado de la fibra se determinó mediante un tren de lavado con agua caliente a 64, 60, 55,  $50 \pm 3^\circ\text{C}$  en cuatro piletas secuenciales (3 minutos en cada una), de 70 l cada una con detergente no iónico al 29% con concentraciones decrecientes (160, 90 y 60 ml, respectivamente), siendo la última pileta la de enjuague. Posteriormente, las muestras se secaron en una estufa de circulación de aire a  $105^\circ\text{C}$ , luego de lo cual se acondicionaron y pesaron. Para la determinación del largo de fibra (mm), se tomaron diez fibras al azar por muestras, las cuales se midieron con una regla milimetrada. El diámetro de la fibra, su coeficiente de variación y el porcentaje de fibras por encima de 30.5 micras se determinaron con un equipo Laserscan.

La esquila se realizó con peine alto (“cover comb”) entre los días 7 y 8 de setiembre, utilizando el método Tally-Hi. En ese momento se determinó el peso del vellón sucio, barriga y barrido de cada animal. Por medio del valor de rendimiento al lavado (proveniente del laboratorio) se calculó el peso de vellón limpio y crecimiento de la lana limpia a nivel del parche.

#### **3.5.2.4. Composición botánica, valor nutritivo y concentración de taninos condensados de la dieta**

Para la estimación de estos parámetros se utilizaron 2 capones fistulados a nivel del esófago, los que ingresaban al comienzo de la 3<sup>ra</sup> semana de cada ciclo de pastoreo junto con los corderos. Ambos capones muestreaban todas las pasturas (tratamientos) en forma secuencial, variando ésta con el ciclo (Cuadro 29). A pesar de que los animales con fistula esofágica fueron de mayor edad que los corderos empleados en el experimento, se supone que este factor no afecta la selección de la dieta (Hodgson y Rodriguez, 1971, citados por Montossi *et al.*, 1997).

Cuadro 29. Secuencia de muestreo con animales fistulados.

<b>Ciclo</b>	<b>Secuencia de muestreo</b>
1 <sup>er</sup>	<i>L. pedunculatus</i> – <i>T. repens</i> – <i>L. subbiflorus</i> – <i>L. corniculatus</i>
2 <sup>do</sup>	<i>T. repens</i> – <i>L. subbiflorus</i> – <i>L. corniculatus</i> – <i>L. pedunculatus</i>
3 <sup>er</sup>	<i>L. subbiflorus</i> – <i>L. corniculatus</i> – <i>L. pedunculatus</i> – <i>T. repens</i>
4 <sup>to</sup>	<i>L. corniculatus</i> – <i>L. pedunculatus</i> – <i>T. repens</i> – <i>L. subbiflorus</i>

Los dos capones fistulados consumían libremente el día de entrada a cada parcela (pastura), manteniendo a los mismos encerrados en bretes portátiles por la noche. Al día siguiente se realizaba el muestreo para el cual se retiraban las cánulas de los animales y se les colocaba una bolsa colectora de nylon resistente y transparente, que permitía observar el pasaje del bolo alimenticio y así poder determinar el momento apropiado de finalización de la colecta (Anexo 5A). Luego, se los dejaba pastorear libremente (los dos juntos), extrayéndose 2 muestras de ingesta por animal y por tratamiento (Anexo 5B). Al

día siguiente, estos animales se movían a la segunda especie, repitiéndose este proceso hasta que los 2 animales muestrearan todas las pasturas. A las muestras colectadas se les eliminaba el exceso de saliva, se las embolsaban, etiquetaban y luego conservaban a -20°C.

En el Laboratorio de Pasturas de la Unidad Experimental “Glencoe”, se pesaban las muestras en forma individual y luego se las dividía en tres submuestras; una era usada para la estimación de la materia seca, otra para el análisis del valor nutritivo y de los taninos condensados, y la tercera para la determinación de la composición botánica. La submuestra para la determinación de la materia seca era pesada, secada en la estufa de aire forzado a 100°C hasta alcanzar un peso constante y luego pesada nuevamente. La segunda submuestra se secó a 60°C hasta alcanzar un peso constante, se juntaron las muestras 1 y 2 de cada extracción formando un pool por fistulado y por extracción.

Después de ser molida la muestra (pool), con un molino (Perten), fue dividida en dos, etiquetadas y enviadas: una al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela para el análisis de PC, FDN, FDA y DMO, y la otra al Laboratorio de Calidad de Granos de INIA La Estanzuela para el análisis de taninos. Estas determinaciones se realizaron por los mismos métodos que para el valor nutritivo del forraje de rechazo, y para los taninos condensados de la pastura.

La última submuestra fue analizada por la técnica descrita por Clark y Hodgson (1986), donde se evaluó la proporción de los diferentes componentes de la dieta colectada. La determinación se hizo en los mismos términos que para la composición botánica del disponible (restos secos, tallos o pecíolo y hojas de la especie leguminosa del mejoramiento por separados y “otros”).

#### **3.5.2.5. Tamaño de bocado**

Durante el período de recolección de la extrusa por parte de los animales fistulados se contabilizaba el número de bocados necesarios para formar esa muestra, que junto con la determinación del peso de la misma en el laboratorio, permitieron calcular el peso de bocado promedio para cada una.

#### **3.5.2.6. Conducta de pastoreo**

La conducta de pastoreo se realizó el segundo día de la 4<sup>a</sup> semana de pastoreo en cada ciclo (día 22 del ciclo). Todos los animales eran identificados numerándolos con pintura en los flancos, de manera de poder determinar cada 15 minutos la actividad que estaba realizando cada uno, ya sea pastoreo, rumia, descanso (incluye caminar, jugar, actividades sociales) o consumo de agua (Anexo 6). Esto se realizó durante las horas luz del día (desde las 8:30 hasta 16:45 horas inclusive). Para ello, ese día, se adelantaba la suplementación con PEG y agua de la mañana y atrasaba la de la tarde.

Conjuntamente, se determinó la tasa de bocados, mediante la medición del tiempo empleado por los animales en realizar 20 bocados, según la metodología desarrollada por Jamieson y Hodgson (1979). Esto se realizaba en cuatro momentos del día; dos en la mañana y dos en la tarde (durante las horas de concentración de pastoreo).

La conducta animal fue llevada a cabo por seis observadores que atendían simultáneamente dos o tres tratamientos. Para controlar la variación individual entre los observadores, estos rotaban cada 1:15 horas, aproximadamente.

### **3.5.2.7. Consumo de forraje**

El consumo de forraje de los corderos se estimó en base a la utilización de cápsulas de sesquióxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , Captec (NZ) Ltda., Auckland). Dichas cápsulas fueron introducidas a la mitad de los animales de cada tratamiento, los días 28 y 29 de agosto, por medio de un aplicador (Anexo 7). Los siete días posteriores a la aplicación de las cápsulas se utilizaron para lograr la estabilización en la tasa de liberación del cromo en el rumen. Luego, por ocho días (del 9 al 16 de setiembre inclusive) se procedió a la extracción de muestras de materia fecal en dichos animales, dos veces por día (coincidentemente con las suplementaciones de PEG y agua). Con las extracciones de los primeros cuatro días (semana uno), se formó un pool de muestras por animal, repitiéndose este proceso para los restantes cuatro días (semana dos). Este muestreo y el de los fistulados en el esófago se realizaron en la misma franja.

Durante cada período de extracción, las muestras iban siendo colocadas en frascos identificados por animal y semana, tratando de coleccionar una cantidad similar de materia fecal por vez, para que el pool a nivel de cada animal y tratamiento fuera lo más homogéneo posible. Los frascos permanecían en una estufa de aire forzado a  $60^\circ\text{C}$  durante el muestro, y luego hasta terminar el proceso de secado, cuando las muestras alcanzaban un peso constante, proceso que transcurría por un período aproximado de 48h desde la colocación de la última muestra en el frasco. Posteriormente, dichas muestras eran molidas con un molino (Perten), homogeneizadas y luego de su etiquetado enviadas al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua de INIA La Estanzuela para la determinación de la concentración de Cr ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) de acuerdo a los procedimientos descriptos por Parker *et al.* (1989).

Los animales a los que se les colocaron las cápsulas de cromo, fueron seleccionados al azar a razón de cuatro corderos por tratamiento, dos por bloque, totalizando 64 animales.

La estimación del consumo se realizó utilizando la siguiente fórmula (adaptado de Parker *et al.*, 1992):

$$\text{Consumo (g MO/día)} = \frac{\text{TL/CH}}{(1 - \text{DMO})}$$

Donde: TL = tasa de liberación del marcador (193 g Cr/día). (\*)

CH = concentración de Cr en las heces (g Cr/kg MO).

DMO = digestibilidad de la materia orgánica. (\*\*)

(\*) En base a la información de la compañía Captec NZ Ltda..

(\*\*) Proveniente de las muestras de los fistulados de esófago.

#### **3.5.2.8. Concentración de amonio ruminal**

La concentración de amonio ruminal (NH<sub>4</sub>) indica la efectividad del PEG en unirse a los taninos condensados (Waghorn *et al.*, 1987a, citados por Montossi, 1995). Esta determinación se realizó los mismos días en que fueron introducidas las cápsulas de Cr y en los mismos animales. Para ello, se extrajo líquido ruminal introduciéndoles a los animales un caño de goma hasta el rumen y succionando líquido del mismo por medio de una bomba de vacío.

Posteriormente, las muestras eran colocadas en tubos de ensayo (identificados), se les agregaban dos gotas de HCl, se las congelaba (-20°C) y se las enviaba al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela para determinar la concentración de amonio por el método descrito por Waghorn *et al.* (1987a), citados por Montossi (1995).

#### **3.5.2.9. Manejo sanitario**

Cada 14 días se realizaron análisis coproparasitarios a todos los animales del experimento, donde las muestras eran enviadas al Laboratorio de Sanidad Animal de INIA Tacuarembó para ser analizadas. Si bien no se incluyó en el diseño experimental la evaluación del efecto de los TC sobre los parásitos gastrointestinales, se hizo un seguimiento exhaustivo de la evolución de los mismos. *A priori* se discutió dosificar a los animales cuando éstos alcanzaran niveles de infección muy elevados, lo cual sucedió una sola vez en todo el período experimental. El procedimiento utilizado para estimar la concentración de parásitos gastrointestinales fue el conteo de los huevos por gramo de materia fecal (HPG), mediante la técnica de McMaster modificada por Williamson *et al.* (1994).

### **3.5.2.10. Características de la canal**

Mediante el uso de la ultrasonografía, el 6 de setiembre (previo al embarque), se midió a cada animal, el área del ojo del bife (AOB) y la cobertura de grasa del espacio intercostal entre la 12<sup>da</sup> y 13<sup>era</sup> costilla del flanco izquierdo, resultante del promedio de 3 mediciones separadas del punto C (Owen, 1993, citado por Russel, 1995). El equipo utilizado fue un ALOKA 500K con un transductor de 3.5 Mhz y 172 mm de largo y un acoplador acústico para mejorar la calidad de la imagen obtenida. Las imágenes se almacenaban para su posterior procesamiento informático, donde se estimaron los parámetros mencionados (Anexo 8).

Los días 19 y 20 de setiembre se realizó la faena de los corderos en el Frigorífico CALTES S.A., donde se registraron los pesos de las canales calientes. Al día siguiente, se tomó el peso de la canal fría (luego de 24 horas a 4°C) para obtener la merma por frío. En la mitad de los animales de cada tratamiento, elegidos al azar, se tomaron medidas del punto GR del lado izquierdo en las reses frías a nivel de la 12<sup>da</sup> costilla, a 110 mm de la línea media (Kirton y Morris, 1989; Anexo 9A).

Posteriormente, a las 24h de frío, las canales de los animales seleccionados entraron al desosado, extrayéndosele el músculo *Longissimus dorsi* y la pierna sin hueso y sin garrón de la media res izquierda (debidamente etiquetados). Las piernas con cuadril fueron pesadas por separado y el *Longissimus dorsi* fue transportado hasta el Laboratorio de Tecnología de la Carne del INIA Tacuarembó. En éste se evaluó el espesor de grasa sobre éste con una regla graduada (apreciación de 0.1 cm).

Los animales seleccionados para las mencionadas mediciones tenían que ser representativos, debiendo mantener el promedio de peso y la variabilidad del grupo, al igual que la condición corporal promedio. Para ello se seleccionaron dos corderos por tratamiento y bloque (64 en total).

### **3.5.2.11. Otras determinaciones en el frigorífico**

Durante la faena fueron pesados de forma individual, con una precisión de 5g, los siguientes componentes de los animales: cabeza, corazón, hígado, tracto gastrointestinal y cuero.

### **3.5.2.12. Calidad de carne**

Los mismos animales que fueron seleccionados para obtener la información de canal, se utilizaron para obtener la información de calidad de carne, registrándose la temperatura y pH a la hora, 3 y 24 horas *pos mortem* en la res izquierda, entre la 12<sup>da</sup> y 13<sup>er</sup> costilla (Anexo 9A y B). Se utilizó un equipo manual (Orion 210A) para medir el pH, siendo estandarizado a dos pH buffer (4 y 7). Entre mediciones, el sensor del equipo

se limpiaba con alcohol y enjuagaba con agua. La medición de la temperatura del músculo *Longissimus dorsi* se realizó con este músculo intacto con un termómetro (Barnnant) y una termocupla del tipo E. Esta medición se realizaba aproximadamente en el centro geométrico del músculo (10 cm posterior a la 13<sup>er</sup> costilla).

En las muestras del *Longissimus dorsi* se analizó el color (carne y grasa) y luego se las envasó al vacío (conservando su identidad). Después de un período de maduración de 10 días a 2°C, en la cámara del Laboratorio de Tecnología de la Carne de INIA Tacuarembó, se efectuó el análisis de terneza.

Las mediciones de color se realizaron sobre el *Longissimus dorsi*, donde se determinó con un colorímetro de marca Minolta (modelo C-10) a las 24 h pos faena. Se tomaron las mediciones de los parámetros L\*, a\* y b\*, según el sistema Hunter (Brito, com. pers.), donde: L\*, a\* y b\* representan el grado de reflectancia de la luz, la escala de colores rojo-verde (valores mayores de a\* equivalen al color rojo) y la escala de colores azul-amarillo (valores mayores de b\* se orientan al azul), respectivamente.

Para el análisis de terneza se utilizaron dos trozos de 2.54 cm de espesor de los cortes del *Longissimus dorsi* cocidos a baño María, a una temperatura interna de 70°C por un período de 90 minutos. Las muestras se dejaron enfriar durante toda una noche, para proceder luego a trozar la carne en tamaños de 1 por 1 cm, siguiendo la orientación longitudinal de la fibra muscular. Las determinaciones de terneza se hicieron con un equipo marca Warner-Braztler, realizando 6 mediciones por animal y utilizando el promedio como valor final (Anexo 10).

### **3.5.3. Suelo**

En junio de 2002, se realizó un muestreo de suelo del área experimental. Para ello se sacaron varias muestras en cuatro estratos diferenciales (0-2.5, 2.5-5, 5-7.5 y 7.5-15 cm de profundidad), conformándose un pool por pastura y franja para cada bloque. Las muestras fueron extraídas con un calador, luego etiquetadas y enviadas al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua de INIA La Estanzuela para la determinación de los valores de pH en agua, C orgánico, N-NO<sub>3</sub>, P cítrico, K y S-SO<sub>4</sub>.

Las metodologías utilizadas para dichas determinaciones fueron las siguientes:

- pH en agua: con relación suelo-solución 1:2.5 y determinación potenciométrica (metodología del Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua de INIA La Estanzuela; Morón, com. pers.).
- C orgánico: digestión húmeda con dicromato de potasio (Tinsley, 1967).
- N-NO<sub>3</sub>: extracción con solución de SO<sub>4</sub>Cu en relación suelo-solución de 1:5 y determinación potenciométrica con electrodo de ion selectivo (metodología del

Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua de INIA La Estanzuela; Morón, com. pers.).

- P cítrico: extracción con solución de ácido cítrico al 0,5% en relación suelo-solución 1:10 y determinación colorimétrica con molibdato de amonio y ácido ascórbico (metodología del Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua de INIA La Estanzuela; Morón, com. pers.).

- K: extracción con acetato de amonio 1 N a pH 7 con relación suelo-solución de 1:10 y determinación por Emisión Atómica (metodología del Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua de INIA La Estanzuela; Morón, com. pers.).

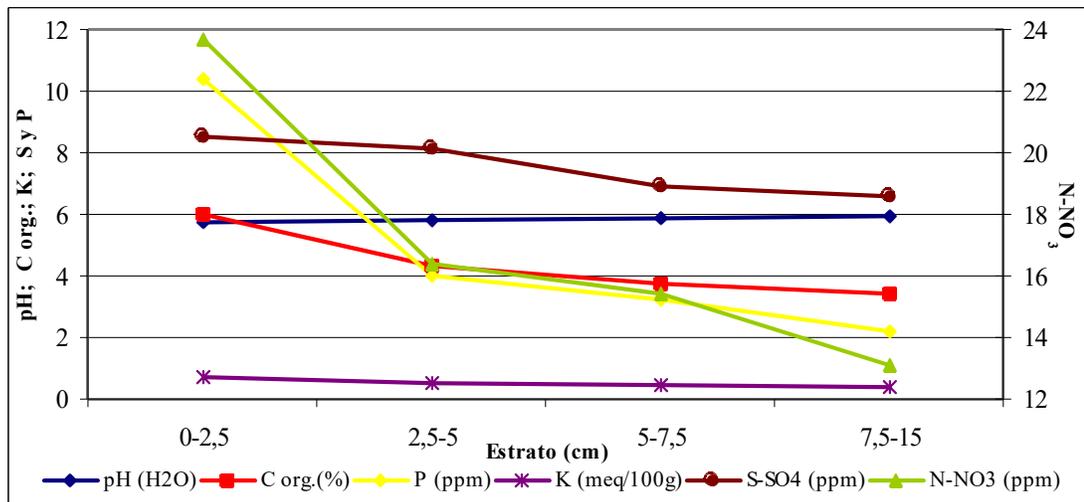
- S-SO<sub>4</sub> : extracción con solución de fosfato monocálcico de 500 mg P/ l en relación suelo-solución 1:2.5 y determinación por turbidimetría con cloruro de bario (metodología del Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua de INIA La Estanzuela; Morón, com. pers.).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE SUELO

Al observar la variación de la concentración de los distintos nutrientes en el perfil del suelo muestreado (0-15 cm) del área experimental, se presentó un marcado efecto ( $P < 0.01$ ) del estrato de profundidad de muestreo sobre los mismos, salvo para la concentración de S (Figura 13 y Anexo 11). En general, los valores de la concentración de los distintos nutrientes descienden a medida que se profundiza en el horizonte. El pH también fue afectado por el estrato de profundidad de muestreo, mostrando incrementos en su valor con el aumento en la profundidad de muestreo, aunque las variaciones fueron de escasa magnitud (5.7 a 6.0).

Figura 13. Concentración de pH en agua, C orgánico (%), P (ppm), K (meq/100 g), S-SO<sub>4</sub> (ppm) y N-NO<sub>3</sub> (ppm) según estrato de profundidad de muestreo del suelo.



La variación en la concentración de los dos nutrientes más importantes para el crecimiento del forraje (N y P), fue mayor al resto, acentuándose esta diferencia al pasar del primer estrato (0-2.5 cm) al segundo (2.5-5 cm) (Figura 13). Ello se debe al tipo de fertilizante utilizado, la frecuencia de las fertilizaciones realizadas, a la dinámica de movimiento de los distintos nutrientes y su translocación a las plantas.

Debido a la capacidad de fijación simbiótica de N de las leguminosas, el fósforo se vuelve el nutriente de mayor importancia para estas especies. A pesar que, según Durán (1985), estos suelos se caracterizan por un bajo contenido en este nutriente, en el estrato superior se encontraron valores medios a altos (10.4 ppm) en comparación con observaciones efectuadas sobre campo natural (6.6 y 5.1 ppm; Pérez Gomar *et al.*, 2000, 2001, respectivamente), consecuencia de las sucesivas fertilizaciones en cobertura

realizadas en los últimos cuatro años sobre el área experimental y a la escasa movilidad de este nutriente en el perfil del suelo. Sin embargo, estos valores fueron bajos en comparación a aquellos obtenidos sobre mejoramientos de campo con un mayor período de fertilización fosfatada (33.6 ppm; Pérez Gomar *et al.*, 2001). Los resultados encontrados para este nutriente y la variación de los mismos con la profundidad del suelo coinciden con aquellos observados por Pérez Gomar *et al.* (2001).

Los valores observados en el experimento concuerdan con los mencionados por Durán (1985), quien caracterizó a estos suelos por un buen nivel de fertilidad natural. A pesar que la concentración de C orgánico fue levemente menor a los registrados por Pérez Gomar *et al.* (2000) sobre campo natural y mejoramientos de campo ubicados en la misma Unidad Experimental, estos valores se consideran altos (Durán, 1985).

Debido a que no hubo una interacción estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre los efectos de la especie forrajera y el estrato del suelo (Anexo 11), los datos se analizaron por estrato de muestreo del suelo, los que se presentan en el Cuadro 30.

Salvo excepciones, no se observó un efecto marcado de la especie forrajera sobre las distintas determinaciones realizadas en el suelo, lo cual muestra una cierta homogeneidad en la concentración de nutrientes en el área experimental (Cuadro 30).

Cuadro 30. Concentración de pH en agua, C orgánico (%), P (ppm), K (meq/100 g), S-SO<sub>4</sub> (ppm) y N-NO<sub>3</sub> (ppm) por estrato de profundidad de muestreo del suelo según especie forrajera.

		Especie				
		D	M	R	TB	P
0-2.5 cm	pH	6.2 (0.55) <sup>1</sup> b	5.5 (0.59)a	sd <sup>2</sup>	5.6 (0.58)a	**
	C org.	6.2 (0.55)	6.9 (0.52)	4.9 (0.63)	6.3 (0.54)	ns
	N-NO <sub>3</sub>	16.6 (2.81)b	36.3 (3.59)a	14.3 (2.66)b	36.5 (3.60)a	*
	P	11.8 (2.47)	12.0 (2.49)	7.7 (2.05)	10.6 (2.36)	ns
	K	0.63 (-0.46)	0.71 (-0.34)	0.61 (-0.50)	0.90 (-0.11)	ns
	S-SO <sub>4</sub>	10.5	10.9	sd	6.8	ns
2.5-5.0 cm	pH	6.0 (0.56)	5.7 (0.57)	5.9 (0.57)	5.6 (0.58)	ns
	C org.	4.7 (0.65)	4.5 (0.67)	3.7 (0.76)	4.5 (0.66)	ns
	N-NO <sub>3</sub>	14.5 (2.67)	17.3 (2.85)	15.0 (2.70)	19.2 (2.96)	ns
	P	4.6 (1.53)	4.7 (1.56)	3.4 (1.21)	3.4 (1.22)	ns
	K	0.47 (-0.76)	0.50 (-0.70)	0.46 (-0.78)	0.55 (-0.60)	ns
	S-SO <sub>4</sub>	8.5	9.7	7.7	7.2	ns
5.0-7.5 cm	pH	6.0 (0.56)	5.8 (0.57)	5.9 (0.57)	sd	ns
	C org.	3.9 (0.73)	4.1 (0.71)	3.2 (0.85)	3.9 (0.74)	ns
	N-NO <sub>3</sub>	12.2 (2.50)	17.2 (2.84)	15.0 (2.71)	17.8 (2.88)	ns
	P	3.0 (1.11)	3.8 (1.34)	2.4 (0.89)	3.7 (1.32)	ns
	K	0.42 (-0.87)	0.45 (-0.79)	0.42 (-0.87)	0.56 (-0.58)	ns
	S-SO <sub>4</sub>	5.3	9.9	6.3	5.7	ns
7.5-15.0 cm	pH	6.1 (0.55)	6.0 (0.56)	6.0 (0.56)	5.8 (0.57)	ns
	C org.	3.8 (0.75)	3.5 (0.81)	3.0 (0.92)	3.5 (0.81)	ns
	N-NO <sub>3</sub>	15.2 (2.72)	11.2 (2.42)	11.9 (2.48)	14.3 (2.66)	ns
	P	2.2 (0.77)	2.7 (0.98)	1.7 (0.54)	2.3 (0.83)	ns
	K	0.37 (-0.98)b	0.41 (-0.89)b	0.36 (-1.00)b	0.53 (-0.64)a	*
	S-SO <sub>4</sub>	6.5	6.9	6.1	6.8	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; pH: pH en agua (unidades); C org.: carbono orgánico (%); N-NO<sub>3</sub>: nitrógeno en forma de nitrato (ppm), P: fósforo cítrico (ppm); S-SO<sub>4</sub>: azufre en forma de sulfato (ppm) y K: potasio (meq/100 g).

<sup>1</sup> Información entre paréntesis corresponde a valores corregidos utilizados para el análisis estadístico por ajuste de normalidad de los datos obtenidos. Factor de corrección utilizado: pH y C org. (1/Ln) y N-NO<sub>3</sub>, P y K (Ln).

<sup>2</sup> sd: sin datos suficientes para evaluación estadística.

## 4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE PASTURAS

### 4.2.1. Forraje ofrecido

#### 4.2.1.1. Disponibilidad de forraje

Hodgson y Milne (1978), citados por Montossi (1995), sugieren que la disponibilidad de forraje es uno de los factores más relacionados con el consumo y la productividad animal. Aguirrezabala (1989), citado por Aguirrezabala y Oficialdegui (1993), menciona la consistencia en la literatura en mostrar incrementos en el consumo animal cuando se incrementa la disponibilidad de forraje dentro de determinados rangos. Este parámetro, además modifica el valor nutritivo de lo consumido por los animales mediante su efecto sobre la oportunidad de selección de la dieta (Carámbula, 1996). Los resultados de disponibilidad del forraje ofrecido obtenidos en el presente experimento se presentan en el Cuadro 31.

Cuadro 31. Disponibilidad del forraje ofrecido (kg MS/ha) por ciclo de pastoreo y promedio experimental según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	2507	2904	2334	2688	ns	2576	2641	ns	ns
2	2184bc	2190b	1790c	2590a	*	2123	2254	ns	ns
3	3036	2305	2025	3600	ns	2706	2777	ns	ns
4	2603b	2425b	1778c	3621a	**	2389b	2824a	**	ns
<b>Promedio</b>	2583ab	2456b	1982b	3125a	*	2449b	2624a	*	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ), \*:  $P < 0.05$  y \*\*:  $P < 0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Los valores de disponibilidad de forraje ofrecido fueron, en todo momento y para todas las especies y cargas evaluadas, altos ( $> 1500$  kg MS/ha), no siendo esta característica en ningún momento una limitante aparente para el consumo animal (Milne, 1990, citado por Montossi, 1995).

Los altos valores presentados en el 1<sup>er</sup> ciclo se deben a la acumulación de forraje producida, debido al cierre de los mejoramientos en otoño recomendado para el comienzo del engorde de corderos pesados (Montossi *et al.*, 1998c). A partir del 2<sup>do</sup> ciclo, las disponibilidades de forraje comenzaron a reflejar características propias de las especies forrajeras implicadas, aunque no del efecto de la carga animal. Así, se puede observar que la producción de forraje del Trébol blanco cv. Zapicán (TB) fue significativamente mayor a las especies restantes a partir del 2<sup>do</sup> ciclo de pastoreo.

En el 3<sup>er</sup> ciclo de pastoreo se observó una disminución en las diferencias entre las especies forrajeras, teniendo éste factor sólo una tendencia ( $P < 0.10$ ) a afectar la disponibilidad de forraje. Ello podría ser consecuencia de un repunte en el crecimiento de las pasturas (visualizado a través de la oferta de forraje) explicado por las mayores temperaturas mínimas y máximas, y el menor número de heladas registradas en dicho ciclo con respecto a los ciclos anteriores (Cuadros 23 y 24).

Probablemente, debido a las condiciones climáticas del año, suelos de media a alta fertilidad y fisiológicas del TB (asociadas a la intensidad y frecuencia de pastoreo utilizadas), hicieron que esta especie tuviera una alta producción en esta época del año y una alta respuesta a las condiciones benignas (manejo y climáticas) de crecimiento que se presentaron. Esto significó, en el promedio del experimento, una disponibilidad de forraje de 21.0, 27.2 y 57.7% mayor de dicha especie con respecto al Lotus cv. INIA Draco (D), cv. Maku (M) y cv. El Rincón (R), respectivamente, aunque estas diferencias alcanzaron significancia estadística sólo para la comparación con las dos últimas leguminosas.

Dentro de los ciclos de pastoreo, el R se ubicó como la especie de menor producción de forraje, mientras que D y M se comportaron de forma intermedia, aunque no siempre fueron diferentes significativamente del R, lo que produjo que en el total del experimento no se establecieron diferencias estadísticas significativas entre estas tres especies de Lotus. La producción del R presenta un crecimiento bajo de fines de otoño e invierno frente a otras especies perennes (Carámbula *et al.*, 1994b), lo cual explica las menores producciones de forraje encontradas en esta especie.

Entre el 1<sup>er</sup> y 3<sup>er</sup> ciclo de pastoreo, debido a las buenas condiciones ambientales que se presentaron durante todo el período experimental, la carga animal no afectó la producción de forraje de las diferentes opciones forrajeras utilizadas. Sin embargo, el efecto de la carga animal para el 4<sup>to</sup> fue tan importante que existieron diferencias significativas que se trasladaron al promedio del experimento. Probablemente, para las condiciones que se presentaron en el presente experimento, las cargas evaluadas no fueron tan extremas para producir contrastes importantes del punto de vista de la producción de forraje.

No se observó una interacción estadísticamente significativa entre la especie forrajera y la carga animal en las evaluaciones efectuadas a nivel de ciclos, así como para el promedio del experimento (Cuadro 31 y Anexo 12).

#### **4.2.1.2. Altura de forraje (regla graduada)**

En el Cuadro 32, se presentan los resultados de las alturas del forraje ofrecido a los animales. Con la excepción del 1<sup>er</sup> ciclo, donde la acumulación de forraje posiblemente interfirió en los resultados obtenidos, en los restantes ciclos y en el total del experimento, se mantuvieron las diferencias entre especies forrajeras para la altura de entrada de los animales a las franjas de pastoreo, siendo el TB el de mayor altura, D el intermedio, mientras que M y R fueron los menores. Evidentemente, el efecto del hábito de crecimiento propio de cada especie, en combinación con la época del año, afectaron el comportamiento de las mismas frente a este parámetro de medición de la disponibilidad del forraje. La mayor altura del TB estaría determinada por una tasa de crecimiento superior al resto de las especies para el período invernal (Risso, com. pers.),

mientras que en el caso del D, su altura sería consecuencia de su hábito de crecimiento intermedio a semipostrado (Rebuffo, 1998). Los que presentaron menor altura se debe, en el caso del M a su hábito de crecimiento semipostrado y rizomatoso (Risso, 2001), mientras que en el caso del R, si bien crece de forma semierecta, posee un bajo rendimiento de fines de otoño a invierno (Carámbula *et al.*, 1994b) lo que explicaría su menor altura en este período.

Cuadro 32. Altura de forraje ofrecido (cm) por ciclo de pastoreo y promedio experimental según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	15.4a	12.4b	9.8c	16.4a	**	13.4	13.6	ns	ns
2	8.9b	7.0c	7.0c	11.1a	**	7.9b	9.0a	**	ns
3	7.4b	4.6c	4.6c	9.3a	**	6.2	6.8	ns	ns
4	11.5b	7.1c	6.8c	14.6a	**	9.3b	10.8a	*	ns
<b>Promedio</b>	10.8b	7.8c	7.1c	12.9a	**	9.2b	10.1a	*	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ), \*:  $P<0.05$  y \*\*:  $P<0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Los efectos de la carga animal se comienzan a observar a partir del 2<sup>do</sup> ciclo de pastoreo, como lo indica la bibliografía (Carámbula, 1996; Arocena y Dighiero, 1999; Guarino y Pittaluga, 1999; Correa *et al.*, 2000; De Barbieri *et al.*, 2000 y Camesasca *et al.*, 2002), donde el comportamiento de la altura del forraje es inverso a la carga animal, mostrándose ello en el 2<sup>do</sup> y 4<sup>to</sup> ciclo, y en el promedio del experimento. En el 3<sup>er</sup> ciclo, debido a las buenas condiciones climáticas para este mes (mayores temperaturas mínimas y máximas), y al menor número de heladas en comparación con el 1<sup>er</sup> y 2<sup>do</sup> ciclo (Cuadros 23 y 24), provocaron que el aumento relativo del crecimiento de las pasturas disminuyera el efecto de la carga animal.

No se observó una interacción estadísticamente significativa entre la especie forrajera y la carga animal dentro de las determinaciones efectuadas a nivel de los ciclos así como para el promedio del experimento (Cuadro 32 y Anexo 13).

#### 4.2.1.3. Altura comprimida del forraje (Rising Plate Meter; RPM)

En el Cuadro 33, se resumen los resultados de la altura comprimida del forraje ofrecido, medida a través del RPM, para cada ciclo y en el promedio del experimento. Esta medición, además de la altura, tiene en cuenta la densidad de la pastura (Earle y McGowan, 1979). Al ingresar los animales a las franjas de pastoreo por primera vez (1<sup>er</sup> ciclo), no existían diferencias por los mismos motivos que ya fueron expuestos para la disponibilidad de forraje y la medición de la altura del mismo. Luego, los valores de esta

característica tienden a mantener las diferencias observadas en la altura de forraje medido por regla graduada entre las especies y las cargas animales. A diferencia con la altura de regla, la carga animal también presentó efecto sobre este parámetro en el 3<sup>er</sup> ciclo.

Cuadro 33. Altura comprimida de forraje ofrecido (unidades) por ciclo de pastoreo y promedio experimental según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	14.5	12.2	11.4	15.5	ns	13.1	13.7	ns	ns
2	10.0b	8.9c	8.9c	11.7a	**	9.1b	10.6a	**	ns
3	9.8b	6.7c	7.0c	11.2a	**	8.1b	9.3a	*	ns
4	10.2b	9.1b	8.3b	14.4a	*	9.9b	11.2a	**	ns
<b>Promedio</b>	11.1b	9.2c	8.9c	13.2a	*	10.0b	11.2a	**	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ), \*:  $P < 0.05$  y \*\*:  $P < 0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Al igual que para altura de regla, no se observó una interacción estadísticamente significativa entre los factores estudiados en las evaluaciones efectuadas ni a nivel de ciclos ni en el promedio del experimento (Cuadro 33 y Anexo 14).

Al comparar las diferentes formas de medir el forraje ofrecido, se puede observar que éste fue más sensible cuando se midió a través de la altura (tanto por regla como por el RPM), que cuando se calculó la disponibilidad por el método del corte. Lo mismo fue concluido en las tesis de Arocena y Dighiero (1999), Correa *et al.* (2000) y De Barbieri *et al.* (2000) sobre cultivos anuales invernales, y sobre praderas cultivadas (Camesasca *et al.*, 2002). A su vez, entre los métodos para la medición del forraje disponible, la altura de regla fue más sensible en evaluar diferencias asociadas al efecto de la especie forrajera, mientras que el uso del RPM fue más sensible al considerar el efecto de la carga animal.

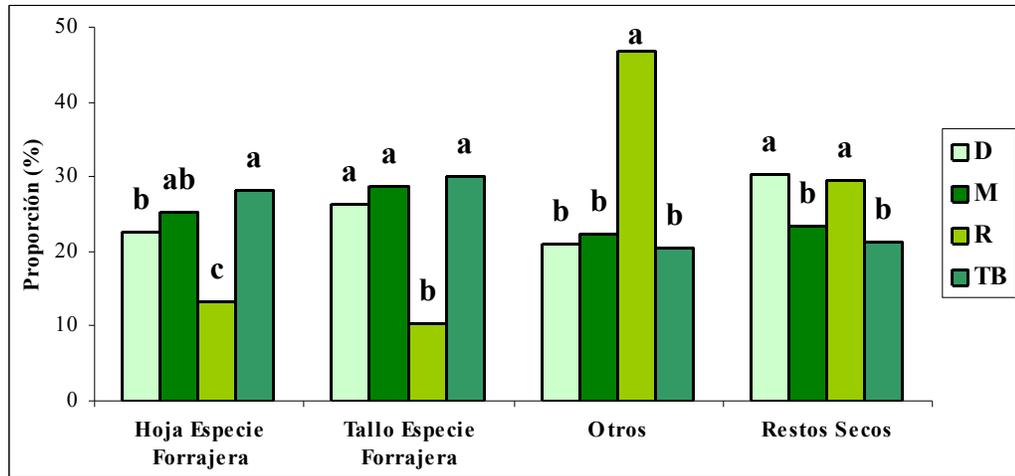
#### 4.2.1.4. Composición botánica del forraje

Independientemente de la carga animal y la especie forrajera considerada, las distintas proporciones de los componentes botánicos que integraron el forraje ofrecido para el promedio del experimento fueron: 22.3, 23.9, 27.7 y 26.2% para la hoja de la especie forrajera (H), el tallo de la especie forrajera (T), las otras especies (O) y los restos secos (RS), respectivamente. Cabe destacar que para el caso del TB, cuando se refiere al tallo de esta especie, en realidad se hace mención a su pecíolo.

La especie forrajera afectó de forma significativa a los distintos componentes de la pastura (H, T y O,  $P < 0.01$  y RS,  $P < 0.05$ ), para el promedio del período experimental

(Figura 14). Sin embargo, este efecto no se observó para el caso de la carga animal, tanto para el promedio del experimento, como para los diferentes ciclos de pastoreo evaluados (Cuadros 34, 35, 36 y 37).

Figura 14. Composición botánica (%) de las diferentes especies forrajeras para el período experimental.



Referencias: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de cada componente son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

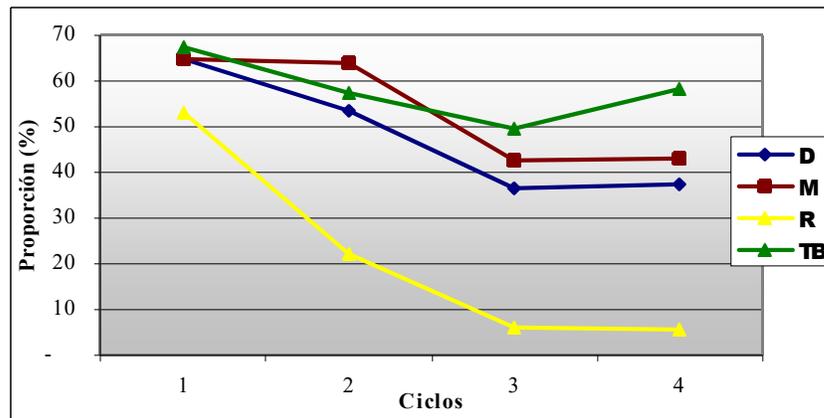
El M y el TB, no presentaron diferencias significativas en su composición botánica al considerarse el total del tiempo experimental. Contrariamente, el R se comportó de forma diferente a las especies restantes en todas sus fracciones (salvo en RS contra el D), donde los componentes T y H de esta especie no fueron más del 23.6% del total del forraje ofrecido. Por otro lado, el D se encuentra en una posición intermedia al resto de las especies, presentando una proporción de H mayor al R, igual al M, pero menor que al TB, siendo mayor la proporción de T y O que al R e igual que al M y al TB, pero teniendo una mayor proporción de RS que estas dos últimas, e igual al R.

Las diferencias observadas en composición botánica del forraje ofrecido son la consecuencia de la sumatoria de los efectos ocurridos en los distintos ciclos de pastoreo y de la estacionalidad de las especies evaluadas. En este sentido, todas las especies tienen su pico de producción en la primavera, pero con diferencias en su producción invernal. El D y el M son estivales sin reposo invernal (Rebuffo, 1998; Risso y Berretta, 1996), sin embargo, según Risso y Berretta (1996), el M es el cultivar del género Lotus de mayor producción otoño-invernal. A pesar que el R es considerado de estacionalidad invernal, su producción de fines de otoño a invierno es menor a las otras especies estudiadas ya que su aporte comienza a ser importante de fines de invierno en adelante

(Carámbula *et al.*, 1994b). El TB también es invernal, pero con un aporte otoño-invierno importante (39% de su producción total) (Risso y Berretta, 1996).

En el 1<sup>er</sup> ciclo, todas las especies forrajeras estaban compuestas por una proporción de leguminosas superior al 50%. Luego, con el transcurso del tiempo, dicha fracción cayó en todas las especies forrajeras debido al efecto del pastoreo y a la época del año, aunque se registró una caída diferencial de este componente según la especie forrajera considerada, observándose una marcada disminución en el caso del R, especialmente hacia el 2<sup>do</sup> ciclo, que no vuelve a aumentar en ninguno de los ciclos posteriores (Figura 15).

Figura 15. Evolución de la proporción de leguminosa sembrada (H + T; %) en el forraje ofrecido a través de los ciclos según la especie forrajera considerada.

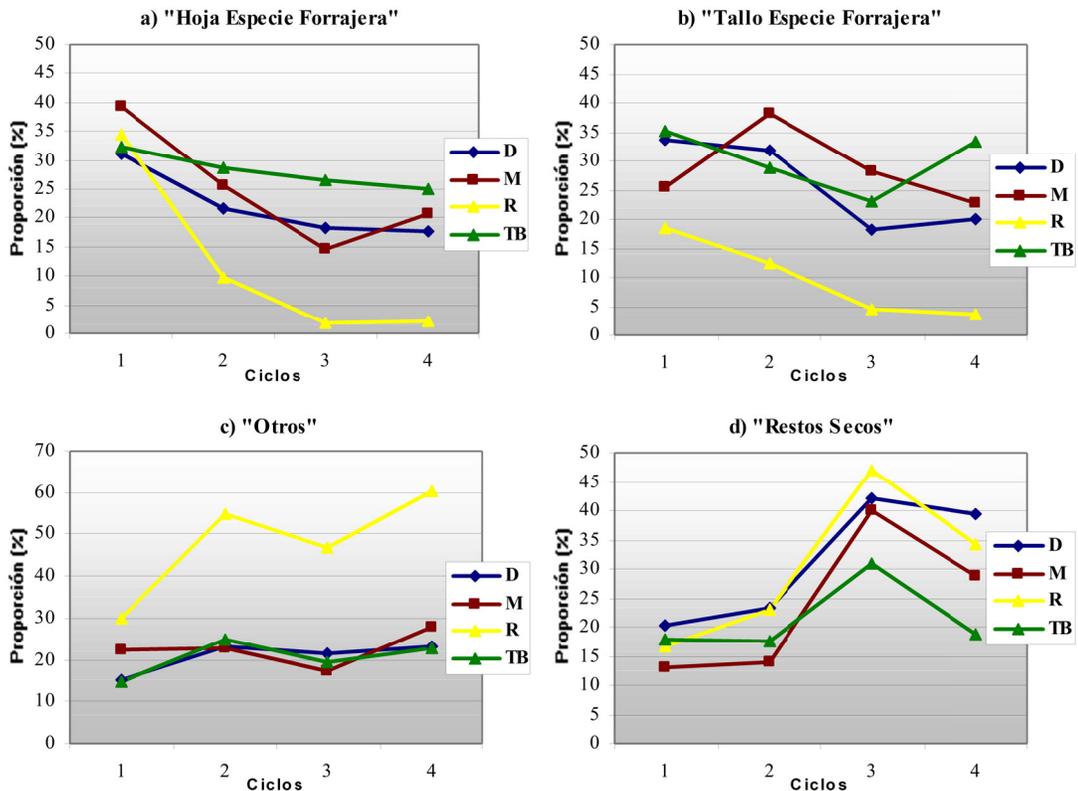


Referencias: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

La magnitud de la caída en el porcentaje de leguminosa fue consecuencia de la producción propia de cada especie para este período del año, en combinación con las condiciones de manejo y ambientales particulares que se presentaron durante el período experimental. Según Risso y Berretta (1996), en condiciones de pastoreo, el aporte exclusivo de la leguminosa implantada, para el período otoño-invierno en suelos sobre Cristalino, puede llegar a 1200, 1680 y 625 kg MS/ha para TB, M (cultivar del género Lotus de mayor producción para este período) y R, respectivamente, aunque según Risso (com. pers.) el TB es la especie con mayor aporte invernal debido a su mayor tasa de crecimiento para esta estación. La baja producción del R para este período explicaría la gran caída observada en el porcentaje de esta leguminosa registrada en el transcurso del experimento. Ello concuerda con los trabajos de Risso y Carámbula (1998), quienes argumentan que debido a que las plántulas del R son débiles y de crecimiento inicial lento, ofrecen un aporte invernal bajo en comparación con las otras leguminosas perennes evaluadas.

En la Figura 16, se presenta la evolución de los distintos componentes botánicos del forraje ofrecido a través del experimento según la especie forrajera considerada.

Figura 16. Evolución de la proporción de a) hoja de la especie (H; %), b) tallo de la especie (T; %), c) otros (O; %) y d) restos secos (RS; %) en el forraje ofrecido a través de los ciclos según la especie forrajera considerada.



Referencias: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Para el componente H, la especie forrajera comenzó a tener efecto a partir del 2<sup>do</sup> ciclo de pastoreo, donde el TB fue el que presentó mayor porcentaje de este componente, aunque en el 2<sup>do</sup> y 4<sup>to</sup> ciclo no se presentaron diferencias estadísticamente significativas con respecto a las otras dos especies perennes (D y M), pero sí con respecto al R. Este último, fue el que presentó la menor proporción de H en todo momento, consecuencia de la menor disponibilidad de leguminosa y la selección de los animales hacia este componente durante el pastoreo (Cuadro 34 y Figura 16a).

Cabe destacar que la carga animal no afectó la proporción de H dentro de las especies consideradas, comportamiento que se mantuvo para el resto de los componentes botánicos de las pasturas (Cuadros 34, 35, 36 y 37). Posiblemente, las cargas manejadas

en este experimento no fueron lo suficientemente extremas para afectar la composición botánica del forraje ofrecido.

La composición botánica del forraje ofrecido en el 1<sup>er</sup> ciclo difirió solamente en la proporción de T, ello se explica por la acumulación de forraje otoñal, manejo que disminuye las posibles diferencias en la composición entre estas especies bajo pastoreo (Cuadros 34, 35, 36 y 37).

Cuadro 34. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de hojas de la especie (H; %) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	31.1	39.3	34.6	32.4	ns	35.5	33.1	ns	ns
2	21.6a	25.6a	9.7b	28.6a	*	22.9	19.8	ns	ns
3	18.3b	14.5b	1.9c	26.5a	**	15.3	15.3	ns	ns
4	17.6a	20.6a	2.0b	25.0a	*	15.1	17.5	ns	ns
<b>Promedio</b>	22.5b	25.3ab	13.2c	28.1a	**	22.9	21.7	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Las tres especies perennes fueron las de mayor proporción de T para el total del período experimental, pero las mayores diferencias se presentaron a nivel de cada ciclo de pastoreo. Al igual que para el componente H, el R se mantuvo como la especie de menor proporción de T a lo largo del experimento (Cuadro 35 y Figura 16b).

Cuadro 35. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de tallos de la especie (T; %) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	33.5ab	25.4bc	18.5c	35.2a	*	27.9	28.3	ns	ns
2	31.8a	38.1a	12.5b	28.8a	*	27.8	27.8	ns	ns
3	18.1b	28.3a	4.4c	23.1ab	**	17.4	19.6	ns	ns
4	20.0b	22.6b	3.5c	33.4a	**	18.1	21.6	ns	ns
<b>Promedio</b>	26.2a	28.8a	10.4b	30.1a	**	23.2	24.5	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Entre las especies perennes, no existieron diferencias significativas en ningún ciclo para el componente O. Pero, como consecuencia de la disminución de la proporción de la leguminosa (T + H) en el R, esta fracción adquiere una mayor importancia relativa en esta especie, observándose diferencias significativas con

respecto al resto de las especies, las cuales se acentúan hacia el final del experimento (Cuadro 36 y Figura 16c). Esto es dable de esperar, ya que debido a la baja producción de fines de otoño e invierno que presenta el R (Carámbula *et al.*, 1994b), éste deja espacios vacíos, permitiendo así el crecimiento de otras especies originarias o no del campo natural, donde si bien no fue cuantificado, se destaca la contribución de especies anuales (principalmente la de *Vulpia australis*).

Cuadro 36. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de “otros” (O; %) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	15.2	22.3	30.1	14.6	ns	22.3	18.8	ns	ns
2	23.3b	22.6b	55.0a	25.0b	*	30.0	33.0	ns	ns
3	21.6b	17.3b	46.8a	19.6b	*	23.1	29.5	ns	ns
4	23.0b	27.8b	60.3a	22.8b	**	36.4	30.6	ns	ns
<b>Promedio</b>	20.9b	22.3b	46.8a	20.5b	**	27.2	28.1	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ), \*:  $P<0.05$  y \*\*:  $P<0.01$ .

a y b: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

En general, los RS fueron aumentando con el correr de los ciclos de pastoreo, llegando al máximo en el 3<sup>er</sup> ciclo. En el 4<sup>to</sup> ciclo, debido al comienzo del crecimiento primaveral, esta fracción tiende a disminuir (Cuadro 37 y Figura 16d).

Cuadro 37. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de restos secos (RS; %) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	20.3	13.0	16.8	17.8	ns	14.3	19.7	ns	ns
2	23.3	13.8	22.9	17.6	ns	19.3	19.5	ns	ns
3	42.0	40.0	46.9	30.8	ns	44.2	35.6	ns	ns
4	39.5a	28.9b	34.3ab	18.8c	*	30.4	30.3	ns	ns
<b>Promedio</b>	30.4a	23.5b	29.6a	21.2b	*	26.6	25.7	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ), \*:  $P<0.05$  y \*\*:  $P<0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

La especie forrajera también afectó de forma significativa al componente RS (Cuadro 37) en el 4<sup>to</sup> ciclo y en el promedio del período experimental, aunque también se observó esta tendencia en el 2<sup>do</sup> ciclo ( $P<0.10$ ). Las diferencias entre las especies podría explicarse por la distribución en la producción de forraje de las mismas y las especies que las acompañan en cada franja de pastoreo. El M presenta un mayor crecimiento en el período otoño-invierno que las otras especies de Lotus (Risso y Berretta, 1996), por lo que mantiene una mayor proporción de forraje verde, lo cual explica los menores valores

de RS. El TB no presenta diferencias hasta el 4<sup>o</sup> ciclo, donde, debido a su ciclo de producción de forraje, realiza un alto aporte de forraje verde, disminuyendo en consecuencia la proporción de RS. En el 3<sup>er</sup> ciclo, si bien aumentó considerablemente el porcentaje de esta fracción, no se observaron diferencias significativas entre especies.

La interacción entre los efectos de la especie forrajera y la carga animal, para las evaluaciones efectuadas, no fue estadísticamente significativa tanto para el promedio del experimento como en los diferentes ciclos de pastoreo (Cuadros 34, 35, 36, 37 y Anexos 15, 16, 17 y 18).

#### **4.2.1.5. Estructura vertical del forraje**

Los resultados obtenidos mediante el uso del “Punto Cuadrado Inclinado”(PCI), se presentan en forma porcentual en las Figuras 17, 18, 19 y 20 y en forma absoluta (número de contactos) en los Anexos 19, 20, 21 y 22, para el 1<sup>er</sup>, 2<sup>do</sup>, 3<sup>er</sup> y 4<sup>to</sup> ciclo de pastoreo, respectivamente. En ambos casos, la información se agrupa por estado fenológico (verde y seco), y por especie forrajera y morfología, utilizándose las siguientes combinaciones: la hoja de la leguminosa correspondiente a la especie forrajera (EH), el tallo/pecíolo de la especie forrajera (ET), la hoja de otras especies no sembradas en los mejoramientos de campo (OH), el tallo de otras especies (OT) y la inflorescencia de otras especies (OI).

En concordancia con los resultados de Camesasca *et al.* (2002), se observa una mayor concentración de contactos en la base de la pastura. Además, en general, se aprecia que el forraje verde es el mayor componente de la pastura y se concentra hacia los estratos superiores, inversamente a lo que ocurre con los restos secos. Dicha distribución del material verde/seco en el perfil está de acuerdo con los resultados de Montossi (1995), Montossi *et al.* (1994), citados por Montossi *et al.* (1996), y Camesasca *et al.* (2002). Desde el punto de vista de la especie forrajera, es la leguminosa quien realiza el mayor aporte en cada parcela de pastoreo, a excepción del R en los últimos ciclos de pastoreo (3<sup>er</sup> y 4<sup>to</sup>) (Anexos 19, 20, 21 y 22).

El forraje seco, en términos absolutos y relativos, fue mayor en el 3<sup>er</sup> ciclo en comparación con los ciclos precedentes, y distribuidos más homogéneamente en el perfil (Figuras 17, 18, 19 y Anexos 19, 20 y 21). Pero, esta fracción vuelve a disminuir en el 4<sup>to</sup> ciclo, debido al mayor crecimiento registrado en esta etapa, consecuencia de la época del año (comienzo de la primavera) y de las condiciones climáticas presentadas, a excepción del R, que debido al escaso número de plantas presentes, este componente hizo un menor aporte de forraje al esperado para esta época del año (Figura 20 y Anexo 22).

La altura del forraje varió con el transcurso del tiempo, presentándose los valores más altos al comienzo del experimento, debido a la acumulación de forraje ocurrida en

el otoño, y los más bajos en el 3<sup>er</sup> ciclo de pastoreo, consecuencia del efecto del pastoreo y momento del año. Con excepción del R, en el 4<sup>to</sup> ciclo se observa una recuperación en la altura del forraje ofrecido en las parcelas de las restantes especies forrajeras evaluadas, llegando en el caso del TB a su valor inicial (Figuras 17, 18, 19 y 20). Estos resultados concuerdan con la evolución registrada con la altura de regla (Cuadro 32).

En cuanto a la especie y morfología, se puede concluir que las hojas de la leguminosa se concentraron en los estratos medios, disminuyendo su proporción a medida que aumentaba o descendía la altura del forraje ofrecido (Anexos 19, 20, 21 y 22). Sin embargo, si a esta fracción se la estudia dentro de cada estrato, se observa un aumento de su aporte relativo en los estratos superiores (Figuras 17, 18, 19 y 20).

El componente tallo/pecíolo estuvo determinado básicamente por el aporte de la leguminosa introducida al mejoramiento de campo. La concentración de contactos de esta fracción fue mayor en los estratos inferiores, donde además su aporte relativo dentro del estrato era mayor que en los superiores (Figuras 17, 18, 19, 20 y Anexos 19, 20, 21 y 22). Su aporte dentro de cada estrato fue constante a través de los ciclos a excepción del tratamiento R, donde disminuyó a medida que transcurría el experimento. Los tallos observados de la fracción “otros” fueron importantes al comienzo del experimento (1<sup>er</sup> ciclo) y luego disminuyen, lo cual podría deberse a una sustitución en la composición de la fracción otros, pasando de especies forrajeras estivales con mayor proporción de tallos a especies invernales con mayor proporción de hojas y/o un cambio en la relación hoja/tallo en estos últimos debido al efecto del pastoreo (favoreciendo la producción de hojas).

El aporte de otras especies fue básicamente hojas. Esta fracción comenzó haciendo un bajo aporte (absoluta y relativamente), pero al transcurrir el tiempo fue tomando una mayor importancia, llegando en algún caso a ser el componente predominante de la pastura (caso del R) (Figuras 17, 18, 19, 20 y Anexos 19, 20, 21 y 22).

Las inflorescencias observadas fueron del componente otras especies, y su número y aporte fue escaso e insignificante. Estas se presentaron sólo en el 1<sup>er</sup> ciclo.

La carga animal no tuvo un efecto consistente, tanto dentro de cada ciclo como entre ciclos, sobre la composición y distribución botánica (fenología, especies y morfología) del forraje ofrecido analizado por medio del PCI, lo que concuerda con el estudio de la composición botánica del forraje presentado en la sección anterior (Cuadros 34, 35, 36, 37, Figuras 17, 18, 19, 20 y Anexos 19, 20, 21 y 22). Las posibles explicaciones serían, probablemente, a que las cargas animales evaluadas no fueron suficientemente contrastantes como para afectar dichos parámetros y al efecto de la especie forrajera, cuya importancia fue mayor a la de la carga animal. Tampoco se observó un efecto claro de este factor sobre la evolución de la altura de forraje, sin

embargo, dentro de cada especie forrajera la carga animal baja tendió a presentar una mayor altura de forraje ofrecido que la carga alta.

Las parcelas de R y M, si bien alcanzaron una menor altura del forraje, tuvieron una distribución de los contactos más homogénea entre estratos, a diferencia del D y TB, que mostraron mayor heterogeneidad de contactos entre estratos explicados por el hábito de crecimiento y la época del año, como ya fue mencionado al analizar la composición botánica del forraje ofrecido (Anexos 19, 20, 21 y 22).

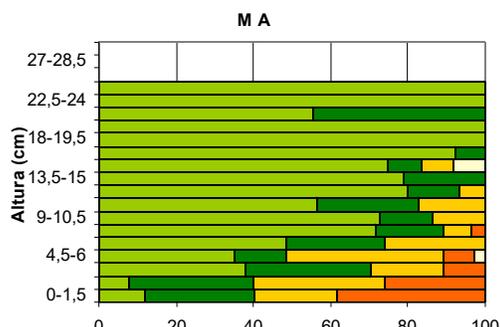
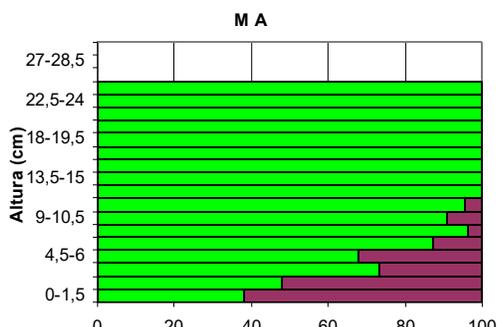
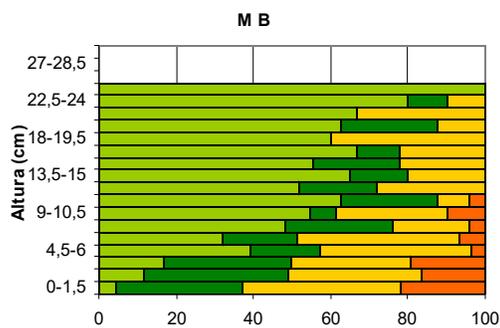
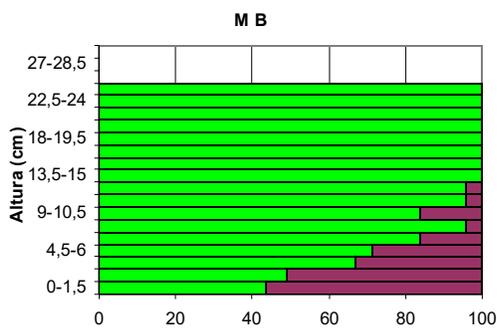
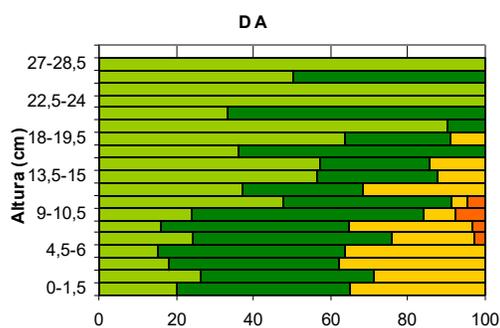
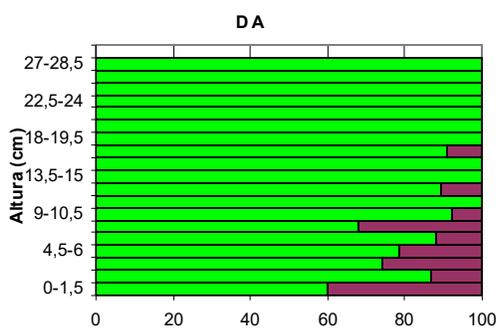
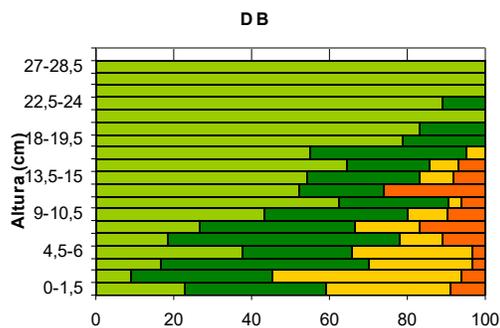
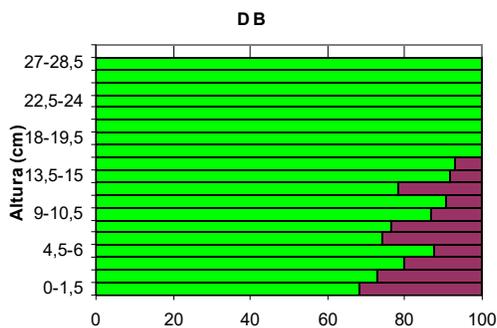
En términos generales, las parcelas de TB fueron las que tuvieron mayor proporción de la leguminosa sembrada versus otras especies. Además, éstas últimas se ubicaban en los estratos inferiores. En contraposición, se encontró que en las parcelas de R, con el correr del tiempo se fue sustituyendo la leguminosa sembrada por otras especies, donde en el 3<sup>er</sup> y 4<sup>to</sup> ciclo fueron ampliamente dominantes del tapiz a lo largo de todo el perfil. Las parcelas de D y M se comportaron de forma intermedia (Anexos 19, 20, 21 y 22).

En el TB, además de propagarse en el plano horizontal, la posición de sus hojas (paralelo al suelo) y la capacidad de reorientarlas con el objetivo de aumentar la radiación incidente (Formoso, 1996), tendrían un efecto de sombreado sobre los horizontes inferiores, limitando el crecimiento de otras especies por falta de luz. Sin embargo, el D tiene un tipo de crecimiento intermedio a semipostrado (Rebuffo, 1998) que permitiría la llegada de luz y acumulación de calor en la base del tapiz, con lo cual favorece el crecimiento de otras especies.

Para el caso del M, si bien esta es una especie de hábito de crecimiento semipostrado, rizomatoso y estolonífero, con una elevada capacidad colonizadora (Risso, 2001; Carámbula *et al.*, 1994a), lo cual iría en detrimento del posible crecimiento de otras especies, el aumento de estas últimas en el 2<sup>do</sup> y 3<sup>er</sup> ciclo podría deberse a problemas sanitarios que afectaron su follaje. Este problema sanitario, también podría ser la explicación del mayor aumento de los restos secos observados en el 3<sup>er</sup> ciclo en comparación a las otras parcelas (Anexo 21).

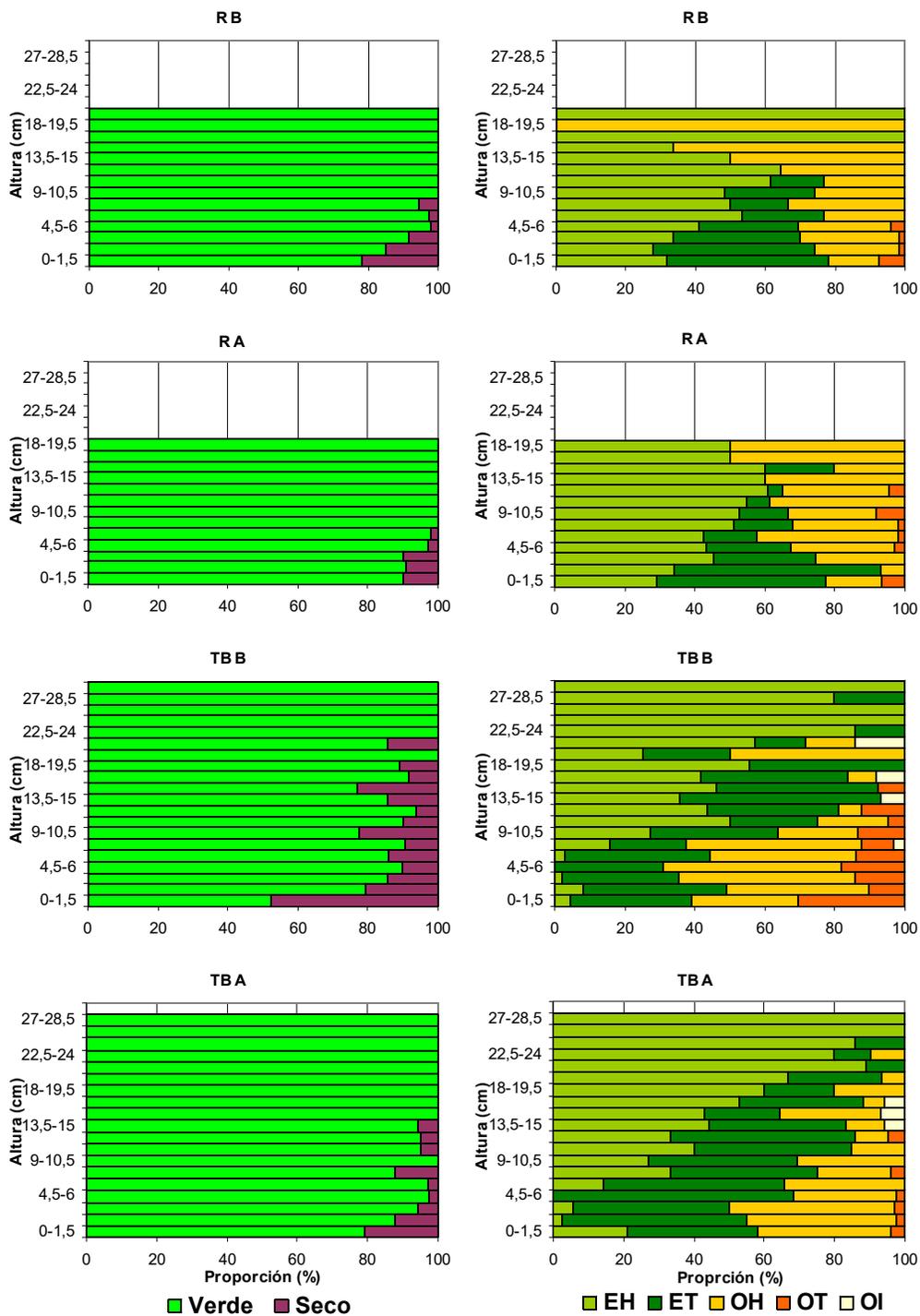
El aumento en la proporción de otras especies en las parcelas de R, se debería al espacio dejado por esta leguminosa debido a su escasa capacidad de competencia en este período del año y a las cargas utilizadas. El R durante el invierno tiene un aporte de forraje bajo (Carámbula, 1996), lo que sumado a la debilidad inicial de sus plántulas (Carámbula *et al.*, 1994b), al consumo animal durante el pastoreo y a los cortos períodos de recuperación pos pastoreo utilizados durante el experimento para esta especie, no le permitían recobrase y limitaría su aporte de producción de forraje durante el experimento.

Figura 17. Composición relativa de los diferentes estratos del tapiz por tratamiento para el 1<sup>er</sup> ciclo de pastoreo, según estado fenológico y componentes de las especies.



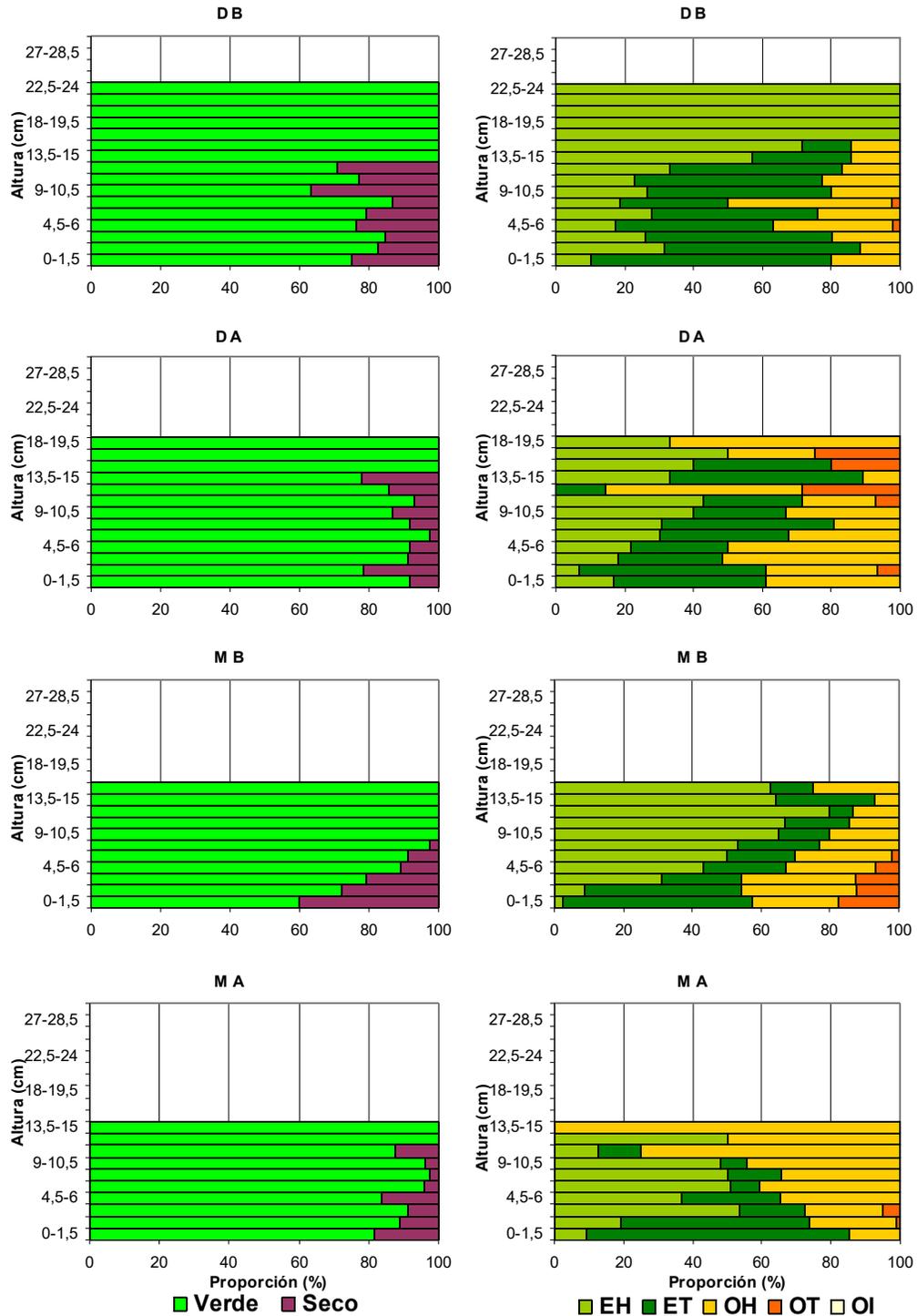
■ Verde ■ Seco

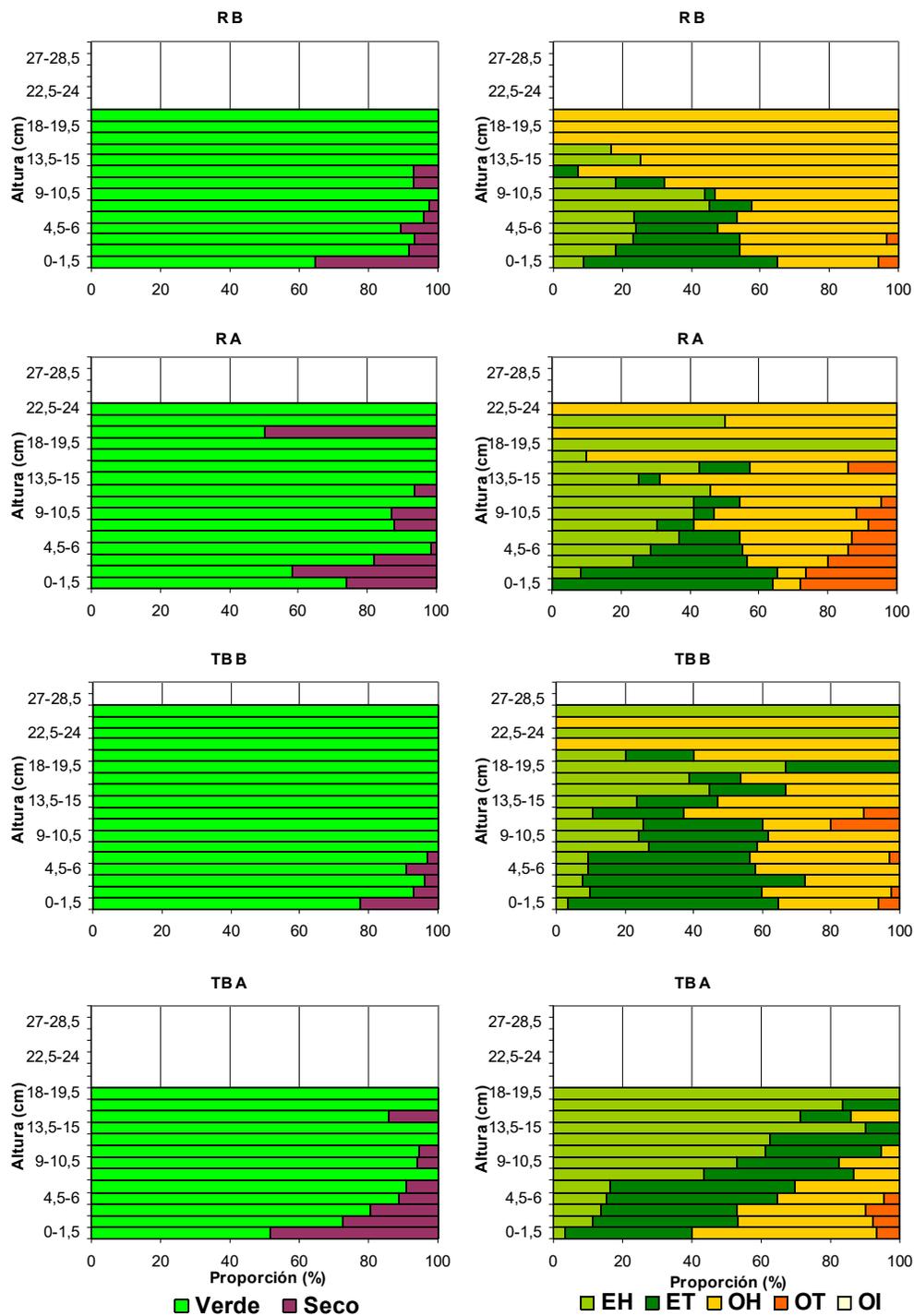
■ EH ■ ET ■ OH ■ OT ■ OI



Ref.: D B: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 8 corderos/ha; D A: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 12 corderos/ha; M B: *L. pedunculatus* cv. Maku, 8 corderos/ha y M A: *L. pedunculatus* cv. Maku, 12 corderos/ha.  
 R B: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 8 corderos/ha; R A: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 12 corderos/ha; TB B: *T. repens* cv. LE Zapicán, 8 corderos/ha y TB A: *T. repens* cv. LE Zapicán, 12 corderos/ha.

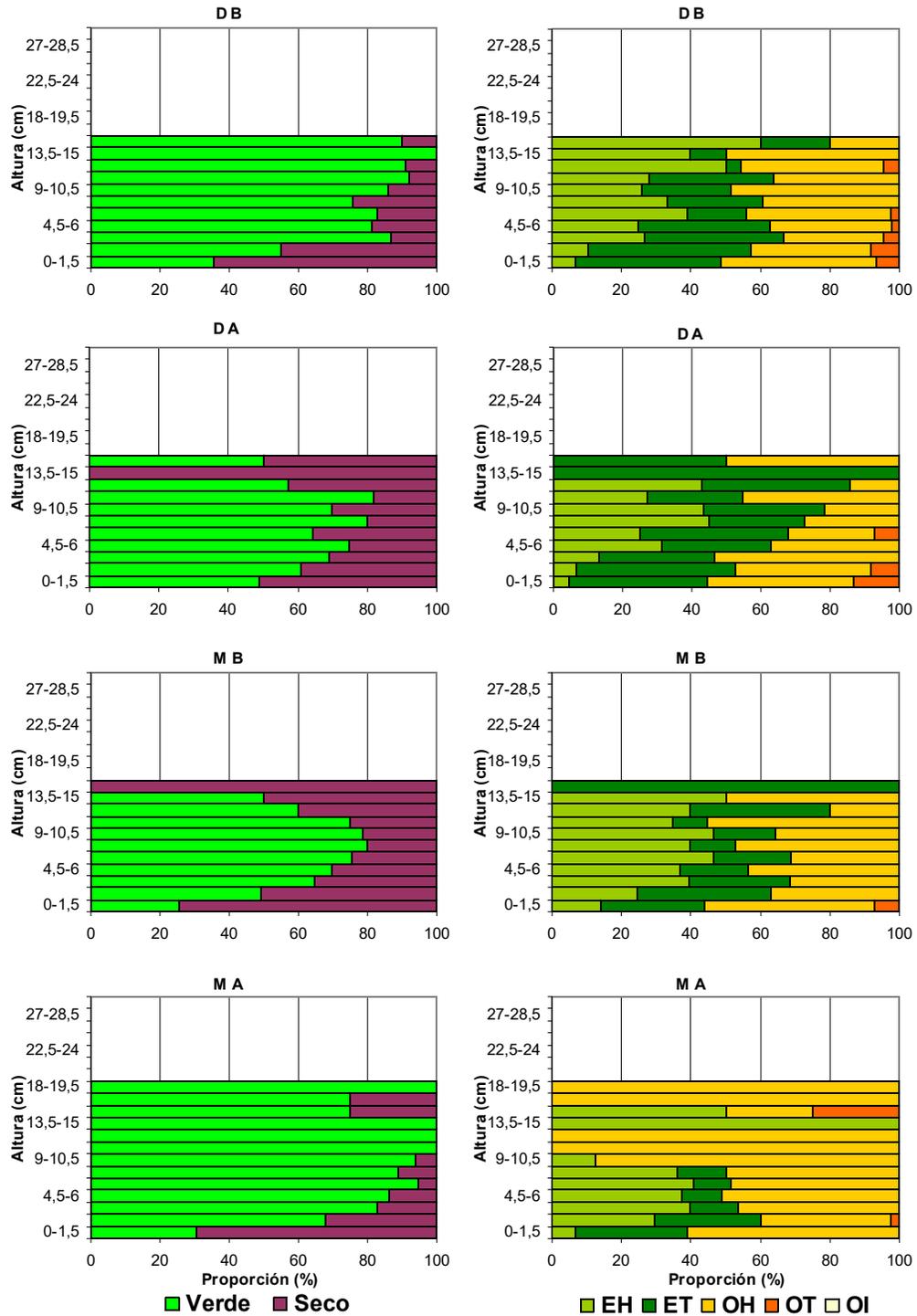
Figura 18. Composición relativa de los diferentes estratos del tapiz por tratamiento para el 2<sup>do</sup> ciclo de pastoreo, según estado fenológico y componentes de las especies.

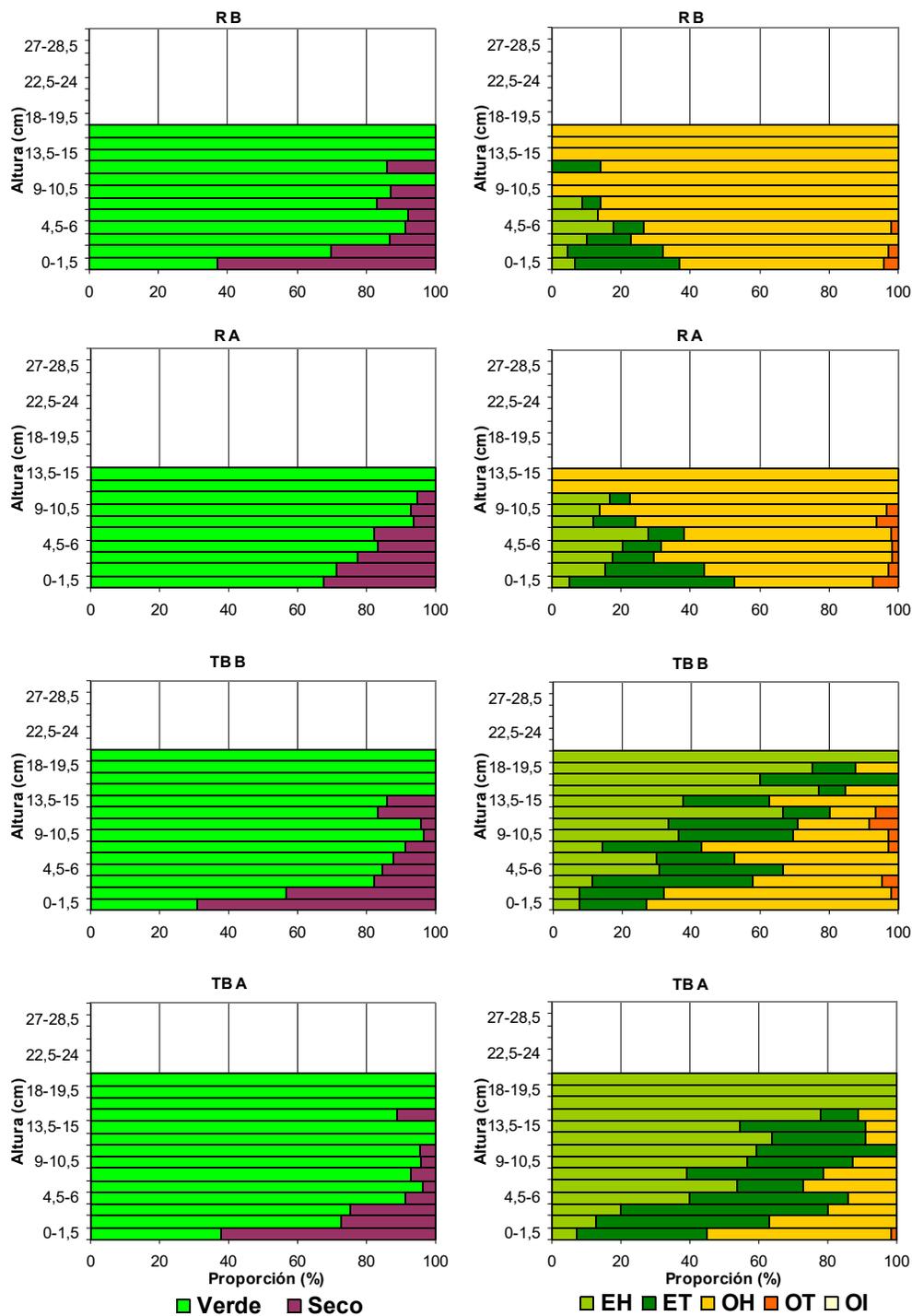




Ref.: D B: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 8 corderos/ha; D A: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 12 corderos/ha; M B: *L. pedunculatus* cv. Maku, 8 corderos/ha y M A: *L. pedunculatus* cv. Maku, 12 corderos/ha.  
 R B: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 8 corderos/ha; R A: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 12 corderos/ha; T B B: *T. repens* cv. LE Zapicán, 8 corderos/ha y T B A: *T. repens* cv. LE Zapicán, 12 corderos/ha.

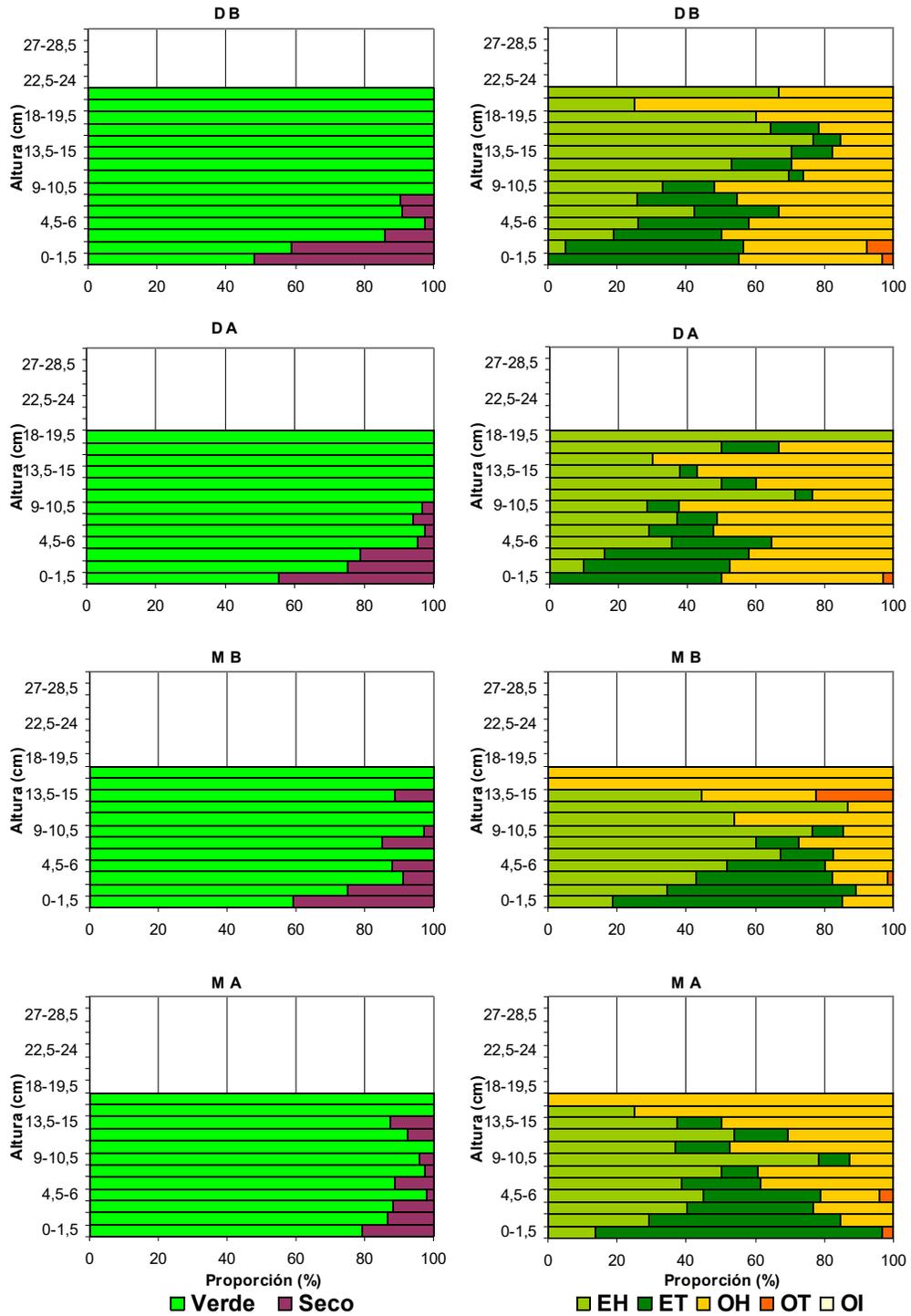
Figura 19. Composición relativa de los diferentes estratos del tapiz por tratamiento para el 3<sup>er</sup> ciclo de pastoreo, según estado fenológico y componentes de las especies.

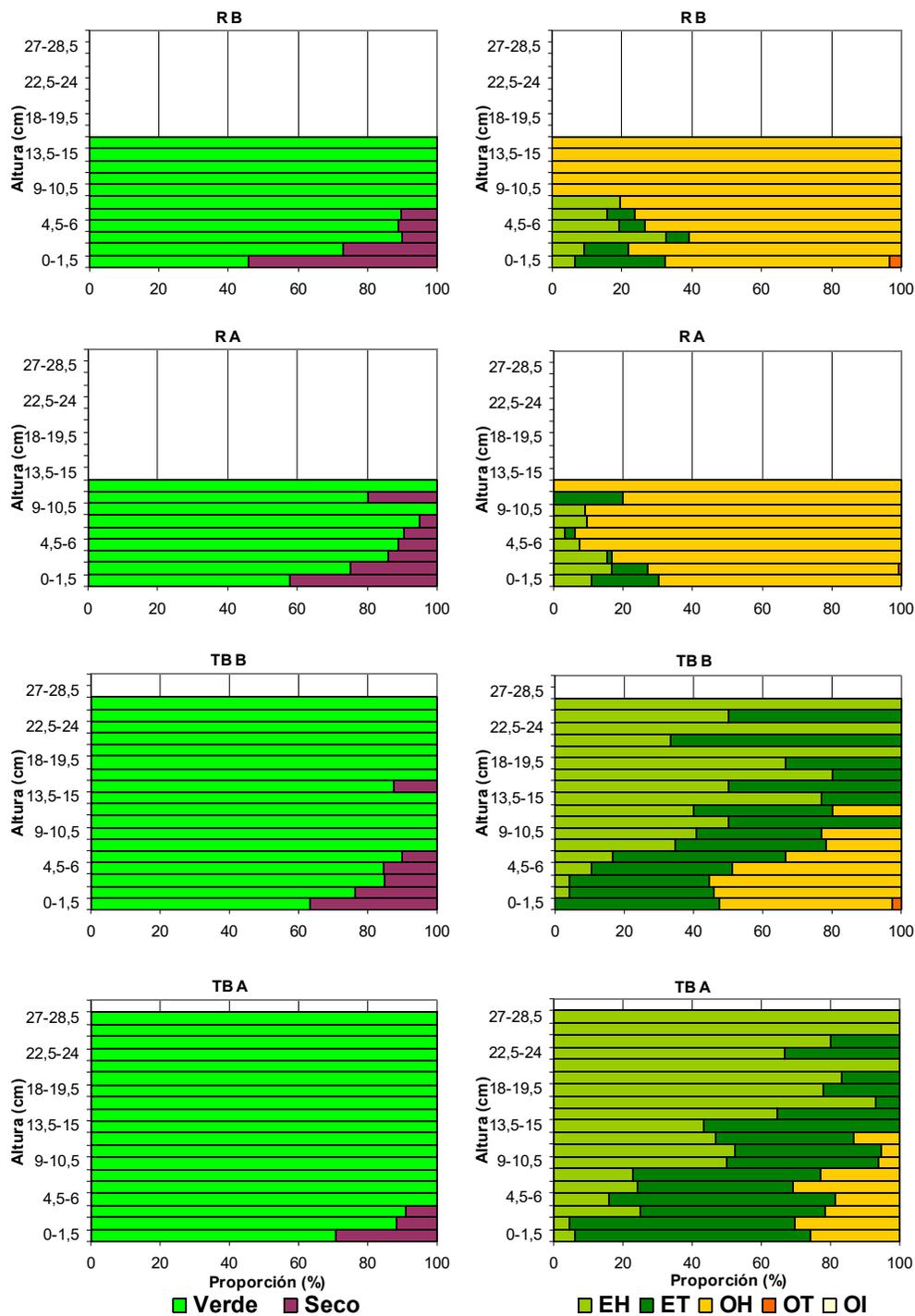




Ref.: D B: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 8 corderos/ha; D A: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 12 corderos/ha; M B: *L. pedunculatus* cv. Maku, 8 corderos/ha y M A: *L. pedunculatus* cv. Maku, 12 corderos/ha.  
 R B: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 8 corderos/ha; R A: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 12 corderos/ha; TB B: *T. repens* cv. LE Zapicán, 8 corderos/ha y TB A: *T. repens* cv. LE Zapicán, 12 corderos/ha.

Figura 20. Composición relativa de los diferentes estratos del tapiz por tratamiento para el 4<sup>to</sup> ciclo de pastoreo, según estado fenológico y componentes de las especies.



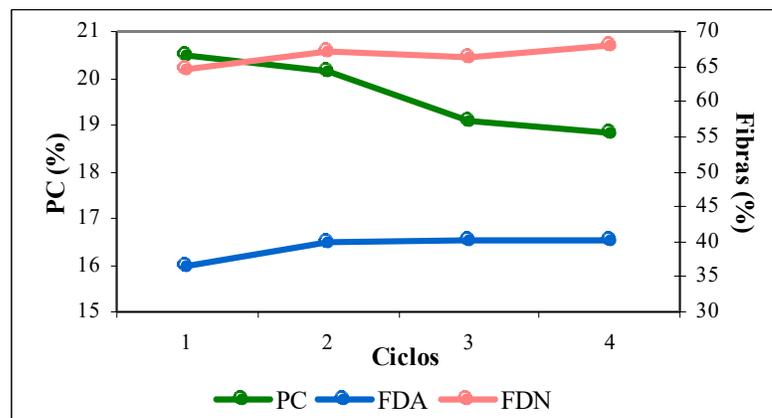


Ref.: D B: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 8 corderos/ha; D A: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 12 corderos/ha; M B: *L. pedunculatus* cv. Maku, 8 corderos/ha y M A: *L. pedunculatus* cv. Maku, 12 corderos/ha.  
 R B: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 8 corderos/ha; R A: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 12 corderos/ha; TB B: *T. repens* cv. LE Zapicán, 8 corderos/ha y TB A: *T. repens* cv. LE Zapicán, 12 corderos/ha.

#### 4.2.1.6. Valor nutritivo del forraje

A continuación se presenta la evolución del valor nutritivo del forraje ofrecido en términos de su proteína cruda (PC), fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutra (FDN) a través del tiempo (Figura 21). Tanto la FDA como la FDN se vieron levemente incrementadas con el correr del tiempo, mientras que con la PC ocurrió lo inverso, al igual que lo sucedido en el trabajo de Camesasca *et al.* (2002).

Figura 21. Evolución de los diferentes componentes del valor nutritivo del forraje ofrecido.



Para el promedio del experimento existió un efecto significativo de la especie sobre el contenido de PC, siendo el TB y el M las especies con mayor contenido y en el otro extremo se ubicó el R, mientras que el D se comportó de forma intermedia (Cuadro 38). A pesar de las diferencias, salvo el R en el 3<sup>er</sup> ciclo de pastoreo, en el resto de los ciclos y especies consideradas, el porcentaje de PC no sería limitante para la producción de corderos pesados, ya que según tablas del NRC (1985) corderos con un PV similar a los manejados durante el experimento (25 a 45 kg) y una ganancia promedio de 150 g/día requieren entre 14.1 y 15.3 % de PC en la dieta.

En los diferentes ciclos de pastoreo se observaron algunas tendencias estadísticas del efecto de la especie forrajera sobre el contenido de PC del forraje ofrecido (1<sup>er</sup> ciclo:  $P=0.098$ ; 3<sup>er</sup> ciclo:  $P=0.057$  y 4<sup>o</sup> ciclo:  $P=0.08$ ), dando como resultado un mayor contenido de PC del R frente al TB para el 1<sup>er</sup> ciclo y lo contrario para los dos últimos ciclos de pastoreo, mientras que los contenidos de PC de D y M aparecieron siempre en posiciones intermedias.

La carga animal, por su parte, no tuvo un efecto estadísticamente significativo para los diferentes ciclos, así como tampoco para el promedio del experimento. Similares resultados obtuvieron Camesasca *et al.* (2002), trabajando con pasturas mezcla

de TB/Lotus cv. San Gabriel en la misma Unidad experimental y en el mismo año de ejecución del presente trabajo experimental.

Cuadro 38. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la PC (%) del forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	19.4	21.7	22.0	18.9	ns	20.3	20.7	ns	ns
2	19.2	19.9	19.5	22.0	ns	20.1	20.2	ns	ns
3	19.6	19.9	15.0	21.8	ns	18.3	19.9	ns	ns
4	17.6	20.7	15.9	21.4	ns	19.0	18.7	ns	ns
<b>Promedio</b>	19.0b	20.5a	18.3c	21.0a	**	19.4	20.0	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ) y \*\*:  $P<0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

En el caso de la FDA, no se encontraron efectos estadísticamente significativos para los diferentes ciclos (Cuadro 39). Sin embargo, existió una tendencia ( $P=0.054$ ) para el total del experimento, siendo la especie de mayor proporción de esta fracción el R y la de menor el TB, mientras que las otras dos especies presentaron valores intermedios y no difiriendo de ninguna de las antes mencionadas. La carga animal tuvo un efecto estadísticamente significativo en la proporción de FDA para el total del experimento y una tendencia ( $P=0.082$ ) en el 3<sup>er</sup> ciclo, con un mayor valor en la carga alta, pero sin alcanzar diferencias estadísticamente significativas en el resto de los ciclos.

Cuadro 39. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la FDA (%) del forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	36.2	34.1	39.5	36.5	ns	39.0	34.1	ns	ns
2	39.3	41.5	44.3	34.1	ns	39.0	40.6	ns	ns
3	42.8	40.0	41.7	36.8	ns	44.6	36.0	ns	ns
4	41.2	41.9	41.4	35.9	ns	39.6	40.6	ns	ns
<b>Promedio</b>	39.9	39.4	42.7	35.8	ns	40.8a	38.0b	*	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ) y \*:  $P<0.05$ .

a y b: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Para el caso de la FDN, existió un efecto de la especie forrajera para el total del experimento, así como para el 2<sup>do</sup> y 4<sup>to</sup> ciclo, manteniéndose el orden de valores de FDA entre especies en todos los casos (Cuadro 40). El efecto de la especie forrajera se fue acentuando hacia el final del experimento y al igual que para el caso de la FDA, el R fue el de mayor contenido de esta fibra. Para el total del experimento, el M tuvo un

contenido intermedio, mientras que D y TB fueron los de menor valor. En el 3<sup>er</sup> ciclo se observó solamente una tendencia (P=0.094) coincidente con lo observado anteriormente. La carga animal, por su parte, sólo mostró una tendencia (P=0.058) a que el contenido de FDN fuera mayor en la carga baja en el ciclo 4.

Cuadro 40. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la FDN (%) del forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	61.4	65.9	67.5	63.5	ns	65.5	63.7	ns	ns
2	61.8c	69.3ab	72.6a	64.5bc	*	65.6	68.5	ns	ns
3	66.3	65.6	70.8	62.2	ns	67.1	65.3	ns	ns
4	63.2c	68.6b	73.3a	67.4bc	**	66.6	69.6	ns	ns
<b>Promedio</b>	63.2c	67.3b	71.6a	64.4c	**	66.3	67.0	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) no fue afectada por ninguno de los factores estudiados, tanto dentro de cada ciclo como para el total del experimento (Cuadro 41). Los valores de DMO se mantuvieron relativamente constantes a lo largo de todo el experimento, y los valores estuvieron de acuerdo con los obtenidos por Ayala (2001) para D (68% a fin de noviembre) y con los presentados en el Cuadro 3 para el R (67% en promedio, CIEDAG, citado por Formoso *et al.*, 2001). Sin embargo, el M presentó un valor de DMO mayor que en los trabajos revisados (49 y 56%; Carámbula *et al.*, 1994a y Risso y Berretta, 1996, respectivamente), mientras que el TB estuvo por debajo del rango mencionado por Mieres (com. pers.) para la estación de invierno (71.0 a 78.8%), probablemente debido a la importante acumulación de forraje producida por esta especie durante el experimento.

La interacción entre los efectos de la especie forrajera y la carga animal no fue estadísticamente significativa para ninguno de los parámetros de valor nutritivo analizados, tanto para el promedio del experimento como para los diferentes ciclos de pastoreo (Cuadros 38, 39, 40, 41 y Anexos 23, 24, 25 y 26).

Cuadro 41. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la DMO (%) del forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	75.7	72.1	65.2	68.5	ns	67.4	73.3	ns	ns
2	64.4	72.3	65.9	62.6	ns	64.5	68.1	ns	ns
3	63.9	70.4	79.5	67.9	ns	68.4	72.5	ns	ns
4	78.3	70.9	66.4	73.8	ns	74.7	70.0	ns	ns
<b>Promedio</b>	70.6	71.4	68.5	68.2	ns	68.8	70.5	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ).

a y b: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

#### 4.2.1.7. Concentración de taninos condensados del forraje

Contrariamente a lo que se esperaba, no se presentó un efecto significativo de la especie forrajera sobre la concentración de taninos condensados (Cuadro 42), así como tampoco se observó un efecto significativo tanto del factor carga animal como de la interacción entre ambos factores (Anexo 27).

Cuadro 42. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la concentración de TC (%) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	1.59	2.34	2.30	0.96	ns	1.87	1.73	ns	ns
2	1.55	1.68	0.86	1.23	ns	1.26	1.40	ns	ns
3	1.74	0.90	1.31	0.93	ns	1.43	1.01	ns	ns
4	1.06	1.26	1.17	0.74	ns	0.94	1.17	ns	ns
<b>Promedio</b>	1.48	1.55	1.40	1.00	ns	1.37	1.35	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ).

a y b: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Los valores de concentración TC en el forraje ofrecido registrados en el presente experimento fueron bajos con respecto a los citados por Kelman y Tanner (1990), citados por Ayala (2001), para *L. pedunculatus* (2.5 a 10.7%), y para los obtenidos en trabajos nacionales en *L. subbiflorus* (2.37-3.95%) y en *L. corniculatus* cv. INIA Draco (2.59%) (Ayala, 2001). Las posibles explicaciones tanto para la falta de efecto como para los bajos valores encontrados en M, D y R, podrían ser: a) alta fertilidad del suelo (Cuadro 15); b) pH del suelo relativamente alto (5.8) (Waghorn *et al.*, 1998; Ehlke y Legare, 1993, citados por Ayala, 2001) y c) condiciones de temperatura favorables para esta época del año, ya que la producción de TC es sensible a estos tres factores. Además, existe una interacción entre especie y ambiente sobre la producción de los mismos, donde especies de alto contenido de TC (*L. pedunculatus*) disminuyen su concentración

cuando las condiciones de crecimiento son buenas (Montossi, 1996), mientras que especies con contenidos de TC medios (*L. corniculatus* y *L. subbiflorus*) responden de manera no consistente (Ayala, 2001).

#### 4.2.2. Forraje de rechazo

##### 4.2.2.1. Disponibilidad de forraje

La disponibilidad del forraje rechazado sólo presentó significancia estadística por efecto de la especie forrajera para el 1<sup>er</sup> ciclo del experimento, mientras que en el total del experimento sólo se observó una tendencia por este factor (P=0.093) (Cuadro 43). Los mayores valores de disponibilidad de las parcelas de D vs. R y TB, y M vs. R en el 1<sup>er</sup> ciclo podrían deberse al mayor crecimiento de las especies estivales frente a las invernales como consecuencia de las condiciones ambientales aún favorables para ellas (temperaturas y heladas). Luego, en los siguientes ciclos la especie forrajera no tuvo un efecto sobre este parámetro ya que las condiciones ambientales combinadas con el efecto del pastoreo hacen que sus remanentes sean similares.

Cuadro 43. Disponibilidad del forraje rechazado (kg MS/ha) por ciclo de pastoreo y promedio experimental según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	2329a	2136ab	1820c	2015bc	*	2035	2115	ns	ns
2	2447	2313	2315	2212	ns	2207b	2436a	*	*
3	2088	2092	1949	2255	ns	1867b	2324a	*	ns
4	2728	2965	2525	2860	ns	2638	2901	ns	ns
<b>Promedio</b>	2398	2376	2153	2335	ns	2187b	2445a	**	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

La carga animal comenzó a afectar la disponibilidad del forraje rechazado desde el 2<sup>do</sup> ciclo de pastoreo a favor de la carga baja, siendo este efecto más significativo para el total del período. Si bien en el 4<sup>to</sup> ciclo la diferencia no fue significativa, esta diferencia se mantuvo (P=0.058). La disminución de la diferencia entre las cargas en el último ciclo podría estar explicada por posibles interferencias dadas por las altas tasas de crecimiento registradas, que en la mayoría de los tratamientos provocaron que el forraje rechazado fuera, incluso, mayor al ofrecido. A su vez, estas altas tasas de crecimiento se explican por las buenas condiciones ambientales y la época del año.

La interacción del efecto entre los factores en estudio sobre la disponibilidad del forraje rechazado fue estadísticamente significativa en el 2<sup>do</sup> ciclo de pastoreo (Anexo 28), explicado esencialmente porque las diferencias entre cargas se dieron básicamente intraespecie pero no entre especies.

#### 4.2.2.2. Altura de forraje (regla graduada)

Al igual que para altura del ofrecido existió un efecto significativo de la especie forrajera en la altura de rechazo en todo momento, debido al hábito de crecimiento de las diferentes especies forrajeras empleadas, manteniéndose el mismo orden entre las especies para el promedio del experimento, de mayor a menor, TB>D>R y M, respectivamente (Cuadro 44).

En general, las diferencias en la altura de ofrecido entre las especies forrajeras se mantuvieron para la altura del rechazo (Cuadros 32 y 44). El pastoreo provocó que en algunos casos las diferencias encontradas en el forraje ofrecido desaparecieran al analizar el forraje rechazado. En todos los ciclos, la mayor altura de forraje de rechazo fue encontrada en el TB, aunque en el 1<sup>er</sup> ciclo comparte esta posición con el D. Entre las otras tres especies no siempre hubieron diferencias estadísticamente significativas, pero cuando las hubieron, el D, de crecimiento semierecto, fue superior a las otras dos especies de Lotus, de crecimiento más postrado (M y R).

Cuadro 44. Altura del forraje rechazado (cm) por ciclo de pastoreo y promedio experimental según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	9.2a	6.6b	6.4b	8.7a	*	7.2	8.2	ns	ns
2	5.2b	4.7b	5.0b	7.3a	**	5.0b	6.1a	*	ns
3	7.4b	5.2c	6.2bc	11.7a	**	6.9b	8.4a	**	ns
4	8.8b	7.0b	7.1b	13.0a	**	8.3b	9.6a	**	ns
<b>Promedio</b>	7.6b	5.9c	6.2c	10.2a	**	6.8b	8.1a	**	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Como fue encontrado en otros experimentos en diferentes pasturas (Arocena y Dighiero, 1999; Guarino y Pittaluga, 1999; Correa *et al.*, 2000; De Barbieri *et al.*, 2000; Camesasca *et al.*, 2002), la carga animal afectó de forma significativa la altura del forraje rechazado, aumentando su significancia con el transcurso del tiempo. La carga baja fue la que tuvo los mayores valores. La falta de respuesta a este factor en el 1<sup>er</sup> ciclo se puede explicar por las altas disponibilidad en el forraje ofrecido y rechazado para el rango de dotación animal utilizado, y las buenas condiciones para el crecimiento vegetal.

La interacción de los efectos sobre la altura del forraje rechazado de los factores estudiados no fue estadísticamente significativa en el promedio del experimento, así como tampoco para las evaluaciones realizadas en los diferentes ciclos de pastoreo (Cuadro 44 y Anexo 29).

#### 4.2.2.3. Altura comprimida del forraje (Rising Plate Meter)

Este parámetro fue afectado por ambos factores en estudio y en forma similar a la altura de regla (Cuadro 45).

Al igual que en la altura de regla graduada del forraje rechazado, el TB fue la especie que tuvo mayor valor de RPM (Cuadros 44 y 45). Sin embargo, al considerar la densidad del forraje, este parámetro no mostró diferencias significativas entre las especies de Lotus. El mismo motivo explicaría la falta de efecto de este factor en el 1<sup>er</sup> ciclo de pastoreo en comparación con la altura de regla, ya que las especies que disminuyeron en altura habrían aumentado su densidad en mayor medida que las restantes especies.

Cuadro 45. Altura comprimida del forraje rechazado (unidades) por ciclo de pastoreo y promedio experimental según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	8.0	7.6	7.0	7.8	ns	6.9b	8.3a	**	ns
2	6.8b	6.9b	6.7b	9.1a	*	6.7b	8.0a	*	ns
3	8.5b	7.1b	8.4b	12.2a	**	8.0b	10.0a	*	ns
4	9.3b	8.4b	9.3b	13.7a	*	9.4b	10.9a	*	ns
<b>Promedio</b>	8.1b	7.5b	7.8b	10.7a	**	7.8b	9.3a	**	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ), \*:  $P < 0.05$  y \*\*:  $P < 0.01$ .

a y b: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

La altura comprimida del forraje rechazado de la carga animal baja fue significativamente mayor a la alta en todo momento. La diferencia en la significancia estadística de la carga animal observada para el 1<sup>er</sup> ciclo con la altura de regla, sería explicada porque el pastoreo habría afectado la densidad del forraje pero no la altura del mismo, particularmente por un efecto de aplastamiento del forraje acumulado en un mayor grado por la carga animal alta.

Para este parámetro, la interacción entre los efectos de los factores analizados no fue estadísticamente significativa, tanto para el promedio del experimento como para los distintos ciclos de pastoreo (Cuadro 45 y Anexo 30).

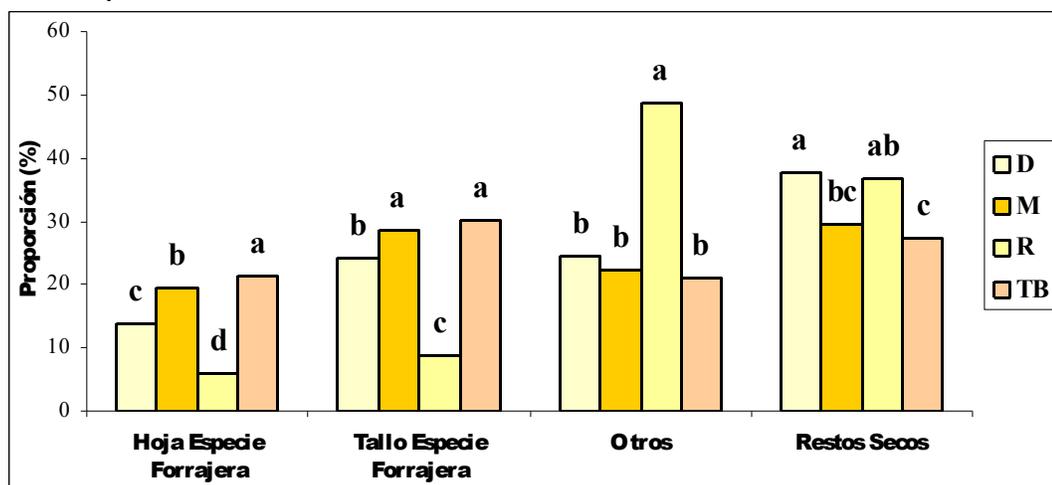
Al igual que para el forraje ofrecido, dentro de los parámetros de disponibilidad de forraje rechazado, la altura del forraje, particularmente aquella medida a través de la regla graduada, fue el más sensible al efecto de los factores estudiados.

#### 4.2.2.4. Composición botánica del forraje

Las mayores variaciones de los componentes botánicos del forraje de rechazo en comparación con el forraje ofrecido, se observan para las fracciones H y RS, dándose una disminución en el porcentaje de H (22.3 vs. 15.2%) y un aumento de los RS (26.2 vs. 32.8%) (Cuadros 34, 37, 46 y 49).

En el total del experimento, la mayoría de los componentes botánicos se vieron afectados significativamente por la especie forrajera (H, T y O,  $P < 0.01$ ), y en menor grado los restos secos ( $P = 0.055$ ) (Figura 22). Al igual que para el forraje ofrecido, la carga no tuvo efecto significativo sobre los distintos componentes en el promedio experimental. Tampoco se observó una interacción estadísticamente significativa entre los factores evaluados, tanto para el total del experimento, como para los ciclos individuales (Cuadros 46, 47, 48, 49 y Anexos 31, 32, 33 y 34).

Figura 22. Composición botánica (%) de las diferentes especies forrajeras para el período experimental.

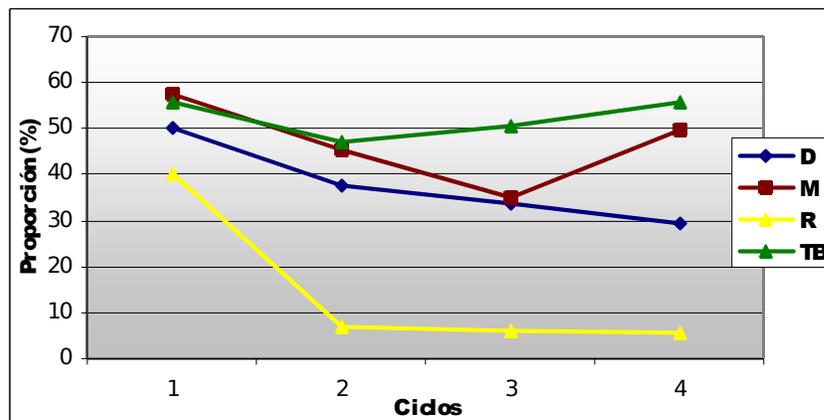


Referencias: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de cada componente son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

En el componente H, es donde se observan más claramente las diferencias entre las especies forrajeras, y en menor medida en el componente T. El componente leguminosa total (H + T) disminuye con el transcurso del experimento de igual forma que para el forraje ofrecido (Figura 23). Adicionalmente, la proporción de leguminosa en el forraje rechazado fue menor al ofrecido, lo que indica un consumo selectivo de los animales hacia esta fracción.

Figura 23. Evolución de las leguminosas sembradas (H + T; %) en el forraje de rechazo según especie forrajera.



Referencias: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

En el Cuadro 46, se muestran los resultados de la proporción de H en el forraje rechazado. En él se aprecia que la especie forrajera afectó de forma significativa la proporción de este componente a partir del 2<sup>do</sup> ciclo, aunque en el 1<sup>er</sup> ciclo hubo una tendencia ( $P=0.07$ ), mientras que la carga animal no tuvo un efecto importante tanto a nivel del total del período experimental como en los diferentes ciclos de pastoreo.

Cuadro 46. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de hojas de la especie (H; %) en el forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	17.0	28.7	16.3	20.8	ns	21.7	19.7	ns	ns
2	11.2b	13.4b	2.4c	20.1a	**	10.9	12.7	ns	ns
3	14.3b	13.6b	2.4c	23.9a	*	15.0	12.2	ns	ns
4	12.1b	20.8a	2.9c	22.9a	**	15.2	14.2	ns	ns
<b>Promedio</b>	13.7c	19.5b	6.1d	21.5a	**	15.5	14.8	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ), \*:  $P<0.05$  y \*\*:  $P<0.01$ .

a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Las diferencias observadas entre especies forrajeras en las H del forraje ofrecido (Cuadro 34) se acentuaron por efecto del pastoreo (Cuadro 46). Dentro de la fracción H del forraje rechazado, en el caso del R se mantuvieron, al igual que en el ofrecido (Cuadro 34), siendo las menores proporciones de esta fracción con una importante diferencia porcentual con respecto al resto de las especies. El TB mantuvo siempre una alta proporción de H en el forraje de rechazo, siendo esta, mayor al resto de las especies.

En la fracción T, al igual que para las H, el R presentó la menor proporción a lo largo del experimento (Cuadro 47). En el total del experimento, el efecto del pastoreo

repercutió en que se acentuaran y se hicieran más evidentes las diferencias entre las especies forrajeras que no se observaban para los T en el forraje ofrecido. Las especies de mayor proporción de esta fracción fueron para los casos del TB y del M, las que, con el correr de los ciclos, se fueron aumentando con respecto a las otras especies. El D por su parte, se comportó en forma intermedia, aunque no en todos los ciclos se mantuvieron estas diferencias con el resto de las especies.

En el 1<sup>er</sup> ciclo se presentó un efecto significativo de la carga animal sobre la proporción de T a favor de la carga alta, debido, posiblemente, a un mayor consumo porcentual a favor del componente H en esta carga, asociado a la alta disponibilidad de H (kg MS/ha), lo que provocó un aumento en la proporción de T.

Cuadro 47. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de tallos de la especie (T; %) en el forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	33.3	28.8	23.9	34.9	ns	33.5a	26.9b	*	ns
2	26.6a	32.1a	4.7b	26.8a	**	20.9	24.2	ns	ns
3	19.4	21.6	3.5	26.6	ns	19.8	15.7	ns	ns
4	17.2b	29.1a	2.9c	32.8a	**	20.8	20.3	ns	ns
<b>Promedio</b>	24.1b	28.6a	8.8c	30.3a	**	23.8	22.2	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ), \*:  $P < 0.05$  y \*\*:  $P < 0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Para el rechazo, si bien se observa que el R siempre tiene mayor proporción de O, en el 3<sup>er</sup> ciclo estas diferencias desaparecen con las otras especies forrajeras estudiadas (Cuadro 48).

De la misma forma que para el forraje ofrecido, no se observaron diferencias significativas entre las especies perennes en el componente O, a excepción del 4<sup>to</sup> ciclo, en que el TB y el M, por su alta tasa de crecimiento para este período en el primer caso (García, 1996) y su importante capacidad de colonizadora en el segundo (Carámbula *et al.*, 1994a), compitieron en mayor medida con otras especies no permitiendo que éstas aumentaran su proporción con respecto al ciclo anterior, a diferencia del D, que por su hábito de crecimiento intermedio a semipostrado posee menor capacidad de competencia permitiendo el desarrollo de otras especies (Rebuffo, 1998).

La carga animal tuvo un efecto estadísticamente significativo solo en el 1<sup>er</sup> ciclo de pastoreo a favor de la carga alta, pero luego este desaparece, sin presentarse un efecto de la misma en los otros ciclos y en el total del experimento.

Cuadro 48. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de “otros” (O; %) en el forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	21.5b	21.7b	34.3a	18.2b	*	19.3b	28.6a	**	ns
2	17.0b	22.1b	58.5a	27.4b	*	30.2	32.4	ns	ns
3	23.2	22.9	44.9	15.9	ns	24.0	29.5	ns	ns
4	36.2b	24.2bc	56.4a	20.7c	*	35.5	33.2	ns	ns
<b>Promedio</b>	24.5b	22.3b	48.6a	20.9b	**	27.6	30.5	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ), \*:  $P<0.05$  y \*\*:  $P<0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Para el caso de los RS, en el promedio del experimento se observa una tendencia ( $P=0.055$ ) a que estos sean afectados por la especie forrajera, manteniendo las diferentes especies una posición relativa similar que para el forraje ofrecido (Cuadro 37 y 49). Sin embargo, en este caso, tanto para el total del experimento como para los diferentes ciclos, el pastoreo selectivo disminuye las diferencias que existían en el ofrecido, ya que los animales seleccionan en favor de las fracciones verdes dentro de las diferentes pasturas dejando mayores cantidades de RS en las mismas, lo que disminuye las diferencias encontradas en el ofrecido.

En el 3<sup>er</sup> ciclo de pastoreo fue en el único donde realmente se observó un efecto estadísticamente significativo de la especie forrajera. Contrariamente a lo sucedido en los otros ciclos, en éste se vieron diferencias claras entre especies ( $R>M$  y  $D>TB$ ) en el forraje rechazado, no habiéndose observado un efecto de la especie forrajera en el ofrecido. La baja tasa de crecimiento del R, y por el otro lado, una alta tasa de crecimiento del TB en este ciclo podrían ser la posible explicación a la posición relativa obtenida entre las especies.

La carga animal no afectó de forma significativa al componente RS tanto a nivel de ciclo como en el promedio del experimento, al igual que en el forraje ofrecido (Cuadro 37 y 49).

Cuadro 49. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la proporción de restos secos (RS; %) en el forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	28.3	20.7	25.5	26.1	ns	25.5	24.8	ns	ns
2	45.2	32.3	34.4	25.7	ns	38.1	30.7	ns	ns
3	43.1b	41.9b	49.2a	33.6c	*	41.3	42.7	ns	ns
4	34.4	25.8	37.8	23.5	ns	28.5	32.3	ns	ns
<b>Promedio</b>	37.7	29.6	36.6	27.3	ns	33.1	32.5	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ) y \*:  $P<0.05$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

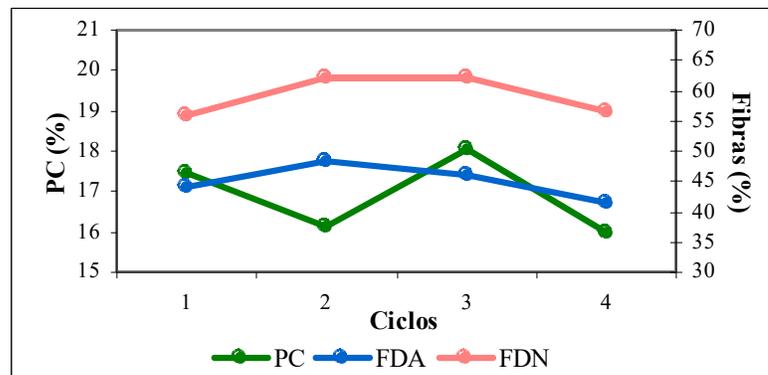
D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Al igual que para el caso de O, una alta variabilidad de muestreo en los RS sería la explicación para la falta de diferencias estadísticas entre valores agrónomicamente diferentes, especialmente para el factor especie forrajera en algunos ciclos.

#### 4.2.2.5. Valor nutritivo del forraje

A continuación se presenta la evolución del valor nutritivo en términos de proteína cruda (PC), fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutra (FDN) a través del tiempo (Figura 24). Tanto la FDA como la FDN se presentaron levemente incrementadas hasta el 2<sup>do</sup> ciclo, luego se mantienen prácticamente constantes y cuando las pasturas incrementan su crecimiento, disminuyen el contenido de fibras de las mismas (4<sup>to</sup> ciclo). Para el caso de la PC, no existió un patrón claro en su evolución, mostrando pequeñas fluctuaciones, presentando altos valores aún en el ciclo de menor contenido (4<sup>to</sup>).

Figura 24. Evolución de los diferentes componentes del valor nutritivo del forraje rechazado.



Si bien para el promedio del experimento no existió un efecto estadísticamente significativo de la especie forrajera sobre el contenido de PC, se observaron diferencias para el 4<sup>to</sup> ciclo, siendo el M y el TB las especies con mayor contenido y en el otro extremo el R, mientras que el D se comportó de forma intermedia, sin diferencias significativas con respecto al TB (Cuadro 50).

Cuadro 50. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la PC (%) del forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P

<b>1</b>	15.7	18.3	18.3	17.5	ns	17.3	17.6	ns	ns
<b>2</b>	15.6	17.7	14.5	16.9	ns	16.1	16.2	ns	ns
<b>3</b>	17.4	19.7	14.8	20.3	ns	18.5	17.6	ns	ns
<b>4</b>	15.4b	19.5a	11.5c	17.6ab	**	15.7	16.3	ns	ns
<b>Promedio</b>	16.0	18.8	14.8	18.1	ns	16.9	16.9	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ) y \*\*:  $P<0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Comparando la PC del forraje ofrecido con la del forraje rechazado, se observa que en todos los casos el valor de esta fracción era menor al retirar los animales de las franjas de pastoreo (Cuadros 38 y 50). Sin embargo, la magnitud de la caída en el nivel de PC varió a su vez, con la especie forrajera y el ciclo de pastoreo. Las mayores diferencias entre ambos forrajes se dieron para el D y el R en términos de especie forrajera, y en el 2<sup>do</sup> ciclo en términos de tiempo.

Al igual que para el forraje ofrecido y lo observado por Camesasca *et al.* (2002), la carga animal no afectó significativamente el contenido de PC del forraje rechazado en ningún ciclo de pastoreo en particular así como tampoco en el promedio de ellos.

Para este parámetro, no se observó un efecto estadísticamente significativo de la interacción entre los factores estudiados dentro de las evaluaciones realizadas tanto en el total del experimento como en ciclos de pastoreo individuales (Anexo 35).

En el caso de la FDA, no se encontraron efectos significativos de la especie forrajera para el total del experimento (Cuadro 51). Sin embargo, existieron diferencias significativas para el 1<sup>er</sup> y 4<sup>to</sup> ciclo, siendo la especie forrajera con mayor proporción de esta fracción el R y la de menor el TB, mientras que las otras dos especies presentaron valores intermedios. Para el 1<sup>er</sup> ciclo, los valores del D fueron iguales a los del R y similar situación se presentó en el 4<sup>to</sup> ciclo entre los valores de M y R. La carga animal tuvo un efecto importante en la proporción de FDA para el 1<sup>er</sup> ciclo y para el total del experimento, con mayores valores en la carga alta.

Cuadro 51. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la FDA (%) del forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
<b>1</b>	45.0ab	43.5b	47.9a	39.4c	**	45.8a	42.1b	*	ns
<b>2</b>	48.9	47.7	52.6	44.6	ns	49.9	47.0	ns	ns
<b>3</b>	48.3	45.5	47.3	42.5	ns	48.2	43.7	ns	ns
<b>4</b>	41.4b	42.2ab	46.0a	36.7c	**	41.7	41.5	ns	ns
<b>Promedio</b>	45.9	44.7	48.5	40.8	ns	46.4a	43.6b	**	*

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ), \*:  $P<0.05$  y \*\*:  $P<0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

La interacción entre los factores en estudio fue estadísticamente significativa, para el forraje remanente, únicamente para el total del experimento (Cuadro 51 y Anexo 36), explicado fundamentalmente por diferencias entre especies forrajeras para una misma carga animal.

Para las fracciones FDN y DMO no se observó un efecto estadísticamente significativo de la interacción entre los factores estudiados en las evaluaciones realizadas, tanto en los diferentes ciclos como en el promedio del experimento (Cuadros 52, 53 y Anexos 37 y 38).

Para el caso de la FDN, no existió un efecto significativo de la especie forrajera para el total del experimento como para los ciclos de pastoreo (Cuadro 52). La carga animal, por su parte, sólo mostró una tendencia ( $P=0.087$ ) a que el contenido de FDN fuera mayor en la carga alta en el 1<sup>er</sup> ciclo.

Cuadro 52. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la FDN (%) del forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	53.3	54.1	61.0	54.7	ns	58.7	52.8	ns	ns
2	68.7	66.7	59.0	53.8	ns	63.2	60.8	ns	ns
3	65.2	57.6	64.6	61.4	ns	64.5	59.9	ns	ns
4	56.4	55.9	67.3	46.6	ns	54.7	58.4	ns	ns
<b>Promedio</b>	60.9	58.6	63.0	54.1	ns	60.3	58.0	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ).

a y b: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

En el caso de la DMO, sólo se presentó una tendencia significativa en el 2<sup>do</sup> ciclo ( $P=0.09$ ) donde el valor de R fue menor al de TB, mientras que las otras especies no difirieron de las anteriormente mencionadas. Para el resto de los ciclos y el total del experimento, la especie forrajera no tuvo un efecto significativo sobre este parámetro. La carga animal no afectó significativamente a esta fracción dentro de los ciclos evaluados ni en el promedio de ellos (Cuadro 53).

Cuadro 53. Efecto de la especie forrajera y la carga animal (corderos/ha) sobre la DMO (%) del forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	49.2	52.6	58.9	63.0	ns	52.7	59.2	ns	ns
2	53.4	62.5	42.1	52.8	ns	51.4	54.0	ns	ns

<b>3</b>	67.2	55.4	52.5	61.8	ns	57.2	61.3	ns	ns
<b>4</b>	58.7	69.7	65.1	74.5	ns	67.4	66.6	ns	ns
<b>Promedio</b>	57.1	60.1	54.7	63.0	ns	57.2	60.3	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ).

a y b: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Si bien los valores de DMO fueron menores para el forraje remanente que para el ofrecido, para el caso de TB la diferencia encontrada fue menor que para las otras especies (Cuadros 41 y 53). Esto se debió quizás a que, para el caso del TB, la composición fue similar en el total de las fracciones de mayor valor nutritivo (H y T) entre el forraje ofrecido y el remanente (58.2 y 51.8% de leguminosa, respectivamente).

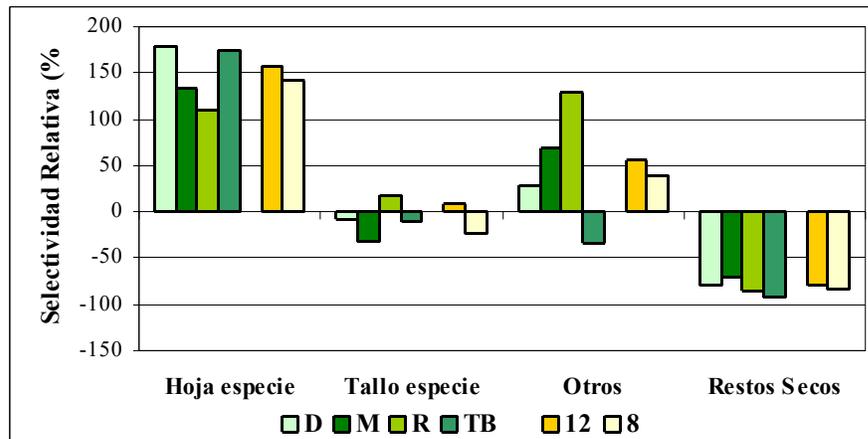
### 4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ANIMALES

#### 4.3.1. Selectividad animal

La selectividad animal afecta: a) el valor nutritivo de la dieta que cosechan los animales y b) el consumo y la productividad de los mismos. A su vez, donde la heterogeneidad de las comunidades vegetales es mayor, como es el caso del campo natural mejorado, los procesos de selección se tornan más importantes (Montossi *et al.*, 2000).

En el promedio del experimento, al estudiar lo que los animales realmente seleccionaron a través el uso de capones fistulados en el esófago, se puede observar que la proporción de H fue mayor y la de RS menor a la que se les ofrecía en el forraje (Figura 25). Los T por su parte, fueron consumidos en menor proporción a lo disponible en el tapiz, en la mayoría de las especies, aunque las diferencias fueron de menor magnitud que para los RS. Sin embargo, por el método de corte, sólo se encontró una disminución estadísticamente significativa de la proporción de H en el forraje rechazado en comparación con el ofrecido (Anexo 39), resaltando así la importancia del uso de animales fistulados en estudios de selectividad.

Figura 25. Efecto de la selectividad animal sobre la composición botánica de la dieta según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).



Referencias: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Además, estas tres fracciones (H, T y RS), con excepción de la fracción leguminosas del R, presentaron diferencias significativas en sus proporciones entre el forraje ofrecido y la dieta seleccionada dentro de cada nivel de los factores estudiados (Anexo 40). Ello concuerda con lo mencionado en la revisión bibliográfica realizada por Montossi (1995), quién destaca que la dieta consumida por animales en pastoreo generalmente contiene una mayor proporción de hojas y tejidos vivos y una menor proporción de tallos y tejidos muertos que la que se le ofrece al animal. Según Poppi *et al.* (1987), el material muerto es rechazado debido a su baja preferencia y a su inaccesibilidad en la base de la pastura (Figuras 17, 18, 19 y 20). Además, Hodgson (1990) sostiene que los animales tienden a concentrar su pastoreo en los estratos superiores del tapiz. Los resultados de estructura vertical del tapiz muestran la mayor concentración de material verde y hojas, tanto de la especie leguminosa (H) como de otras especies (O), en los horizontes superiores del tapiz, donde la dieta de los animales refleja la composición de los mismos (Figuras 17, 18, 19 y 20).

Si bien, con la excepción del TB, la Figura 25 muestra que la fracción O fue seleccionada por los animales, en las restantes especies forrajeras esta diferencia no es estadísticamente significativa si se la compara con los valores de esta fracción entre el forraje ofrecido y la dieta seleccionada (Anexo 40). Dicha selección tampoco se ve reflejada al comparar el forraje rechazado contra el ofrecido (Anexo 39). Ello puede estar indicando, dependiendo de la especie forrajera que se considere, un mayor crecimiento relativo de estas especies en comparación con las leguminosas implantadas, y/o a que el mayor consumo de H provoca que, si bien la fracción O son consumidas, en porcentaje no cambie o incluso se vea levemente incrementada. El comportamiento diferencial en la selección de la fracción O en el TB puede deberse a la ubicación de esta fracción en el perfil (Figuras 17, 18, 19, 20 y Anexos 19, 20, 21 y 22), donde a diferencia de las demás especies forrajeras, esta fracción se localizaba en la base del mismo, quedando menos accesible para su selección por parte de los animales, y a la

estructura de sus plantas, que con sus hojas cubren la superficie en los estratos superiores, lo que sumado a una alta densidad de plantas, compiten con las otras especies de las pasturas dejando así al componente botánico O menos disponible y accesibles aún.

Debido a las diferencias ocurridas en el momento de muestreo con los animales fistulados dentro de cada ciclo de pastoreo, el estudio estadístico en el índice de selección de los componentes botánicos y del valor nutritivo (PC, FDA, FDN y de TC), para los distintos factores estudiados, se realizará en base al promedio experimental.

En el Cuadro 54, se aprecia que si bien hubieron diferencias considerables en los valores del índice de selección entre las especies forrajeras para los distintos componentes botánicos, éstas sólo fueron estadísticamente significativas para la fracción RS.

Cuadro 54. Índices de selección (IS\*) para los distintos componentes botánicos de la pastura, según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).

Componente	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
Hoja especie forrajera	2.79	2.34	2.10	2.75	ns	2.57	2.42	ns	ns
Tallo especie forrajera	0.92	0.68	1.17	0.90	ns	1.08	0.76	ns	ns
Otros	1.28	1.68	2.30	0.65	ns	1.57	1.38	ns	ns
Restos Secos	0.21ab	0.30a	0.14bc	0.07c	*	0.21	0.16	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05) y \*: P<0.05.

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

IS\* = % del componente en la dieta / % del componente en el forraje ofrecido.

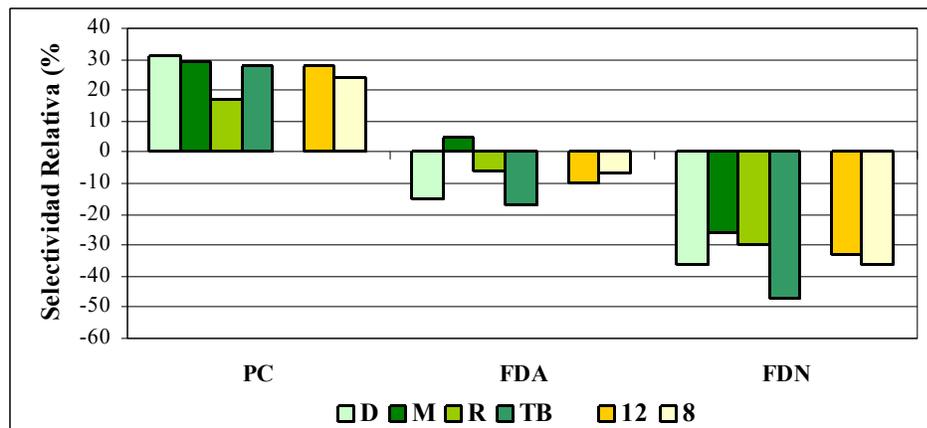
Las diferencias encontradas por efecto de la especie forrajera sobre la selección de RS se explicaría por la composición botánica del forraje ofrecido y la distribución de esta fracción en el perfil de la pastura. Así, a pesar que el D y el R tenían disponible mayor proporción de RS en el ofrecido, en el R esta fracción se ubicaba en los estratos inferiores, mientras que para el D y el M, éstos se distribuyeron de forma más homogénea en todo el perfil. Para el caso del TB, además de poseer una baja proporción de RS en el ofrecido en comparación con el resto de las especies, éstos se ubicaron en la base de la pastura. La combinación de dichas explicaciones, sumado a una mayor densidad de forraje del M, explicarían la menor selección realizada de los RS, mientras que la menor densidad del D permitió que a pesar de tener una alta proporción de esta fracción y distribuida a lo largo del perfil de la pastura, no presentara diferencias con el R, mientras que el TB fuera donde se hiciera una mayor selección en contra de esta fracción.

El factor carga animal no tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el índice de selección de los diferentes componentes botánicos, aunque presentó una tendencia ( $P=0.084$ ) a que los animales de la carga baja hicieran una mayor selección en contra de los RS que los de la carga alta. Dicha tendencia se explica por una mayor posibilidad de selección debido a la mayor asignación de forraje por individuo que poseía el tratamiento de carga baja.

La interacción entre los efectos de la especie forrajera y la carga animal no fue estadísticamente significativa para el índice de selección en ninguno de los componentes botánicos estudiados (Cuadro 54 y Anexo 41).

Desde el punto de vista del valor nutritivo, según Demment y Van Soest (1985), citados por Montossi (1995), los rumiantes pequeños tienden a seleccionar forrajes con alta tasa de fermentación, rápida producción de energía y alta velocidad de pasaje a través del rumen, lo cual se logra haciendo una selección a favor de la PC y en contra de las fibras (FDA y FDN). Ello sucedió tanto para las diferentes especies forrajeras como para las diferentes cargas animales utilizadas (Figura 26). Además, esta información concuerda con los resultados de selectividad de los componentes botánicos, donde fracciones con mayor contenido de PC (como la H) eran preferidas y las de menor contenido (RS) eran rechazadas.

Figura 26. Efecto de la selectividad animal sobre el valor nutritivo de la dieta por especie forrajera y carga animal (corderos/ha).



Referencias: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán y 8 y 12: corderos/ha.

Si se comparan los valores absolutos de PC, FDA y FDN de la dieta consumida contra los del forraje ofrecido, se observan los mismos resultados, un mayor contenido de PC y un menor contenido de FDN, y aunque no siempre estadísticamente significativo, menor contenido de FDA (Anexo 42) en la dieta de los animales fistulados.

Al estudiar los diferentes factores se observa que para la especie forrajera se detectaron diferencias en el índice de selección para las variables PC y FDN, mientras que no se observaron diferencias estadísticas para ninguno de los componentes del valor nutritivo asociados al factor carga animal, así como tampoco de la interacción entre los efectos de los factores estudiados (Cuadro 55 y Anexo 43).

Cuadro 55. Índices de selección para la PC, FDA y FDN, según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).

Variable	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
PC	1.31a	1.29a	1.17b	1.28a	*	1.28	1.24	ns	ns
FDA	0.85	1.05	0.94	0.83	ns	0.90	0.93	ns	ns
FDN	0.64b	0.74a	0.70ab	0.53c	**	0.67	0.64	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ), \*:  $P<0.05$  y \*\*:  $P<0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

IS = % del componente en la dieta / % del componente en el forraje ofrecido.

La menor selectividad observada sobre la PC en el R podría explicarse por una menor posibilidad de realizarla, dada por una menor oferta de forraje, de menor altura y con una menor proporción de leguminosas (H y T).

En cuanto a la FDN, se puede observar una mayor selección en contra de este parámetro en el TB y una menor selección en el M. El D tuvo un comportamiento intermedio entre dichas especies, mientras que el R tuvo una baja a media selectividad en contra de este indicador del valor nutritivo de la dieta.

Pese a las grandes diferencias en los valores encontrados en el índice de selección de TC para los distintos niveles de los factores, éstas no fueron significativas (Cuadro 56).

Como se observa en los valores presentados en el Cuadro 56, en todos los casos se seleccionó en contra de los TC. Los valores de concentración de TC en la dieta seleccionada fueron menores a los registrados en el forraje ofrecido, tanto para las diferentes especies forrajeras (género Lotus:  $P<0.05$ , y TB:  $P=0.065$ ) como en las cargas animales evaluadas ( $P<0.01$ ) (Anexo 44).

El índice de selección para TC no fue afectado por los factores evaluados (especie forrajera y carga animal). Tampoco se observó una interacción estadísticamente significativa entre los efectos de los factores evaluados (Cuadro 56 y Anexo 45).

Cuadro 56. Índice de selección para TC, según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).

Especie (E)					Carga (C)			ExC
D	M	R	TB	P	12	8	P	P

<b>Promedio</b>	0.46	0.52	0.28	0.50	ns	0.53	0.35	ns	ns
-----------------	------	------	------	------	----	------	------	----	----

Referencias: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB:

*T. repens* cv. LE Zapicán.

IS = % del componente en la dieta / % del componente en el forraje ofrecido.

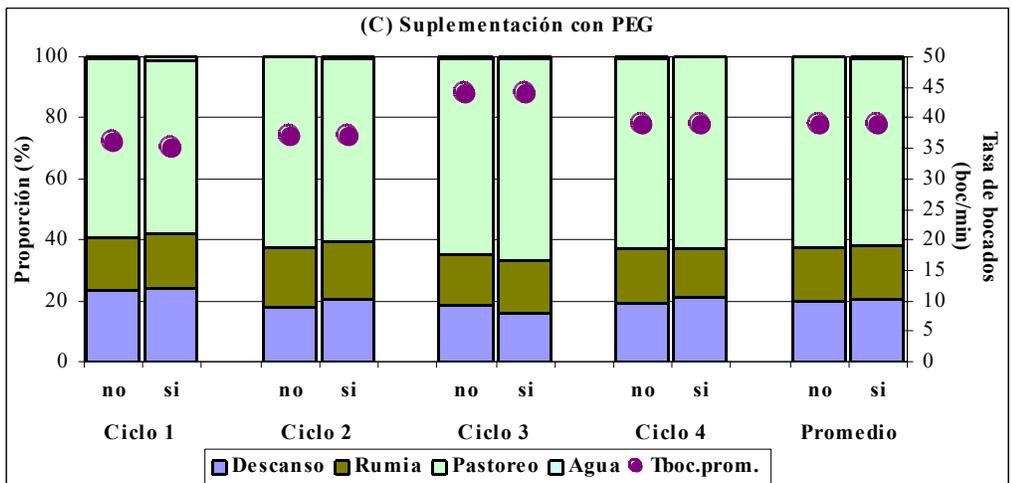
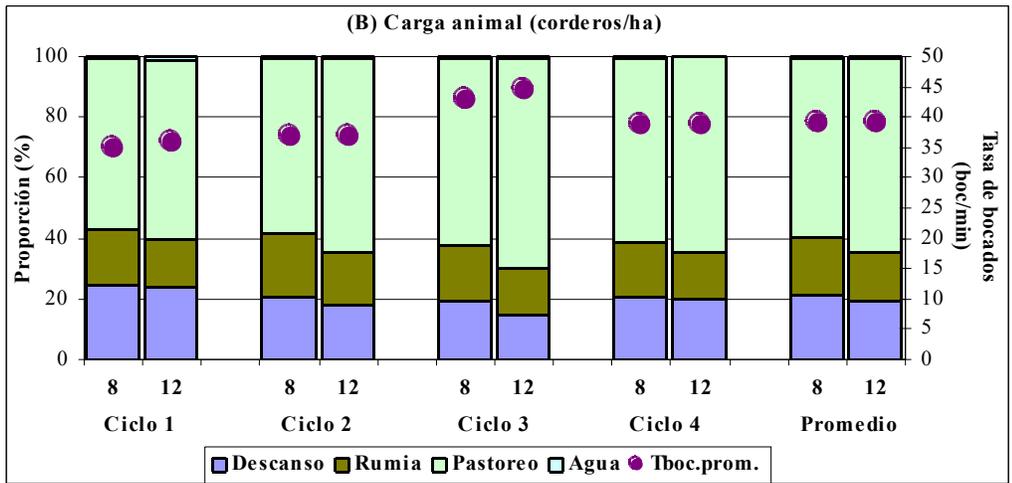
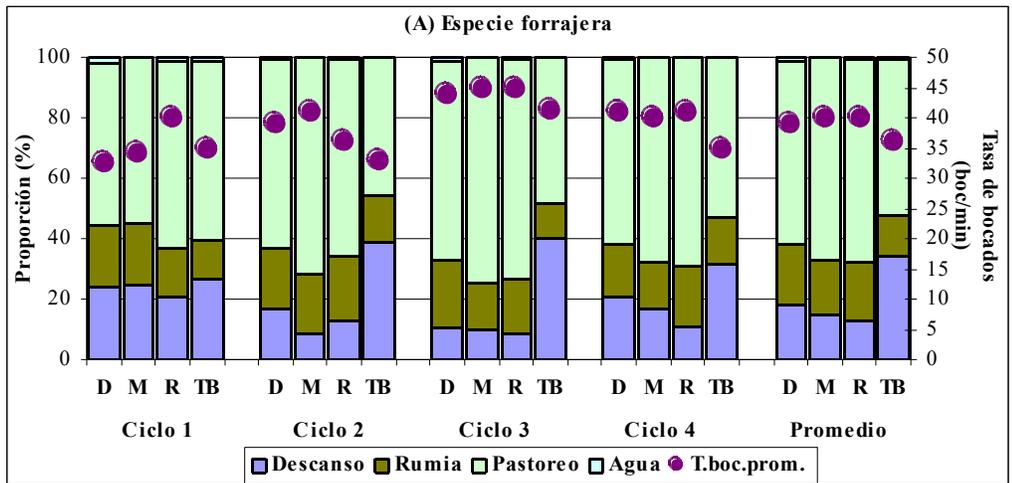
#### 4.3.2. Conducta animal

En la Figura 27, se presenta la información recabada sobre los componentes de la conducta animal en forma relativa (%) durante el período de evaluación considerado (aprox. 8:30 a 17:00 horas), según los distintos factores, mientras que en el Cuadro 57 se presentan los valores absolutos (minutos). La información climática correspondiente a los días de evaluación de la conducta animal de pastoreo se presenta en el Anexo 46.

En el promedio experimental, los corderos dedicaron un 62%, 18% y 20% a pastorear, rumiar y otras actividades, respectivamente, correspondientes a un período de observación de 510 minutos, con un promedio de 39 bocados/minuto en los momentos de concentración del pastoreo. El consumo de agua, en términos relativos, fue despreciable, lo que coincide con el bajo contenido de materia seca de las pasturas (22%) y la época del año, ya que según Forbes (1968), citado por la NRC (1985), el requerimiento de consumo de agua es 2 a 3 veces el consumo de materia seca, por lo que el agua aportada por el propio forraje estaría cubriendo este requerimiento. Ello concuerda con trabajos previos sobre verdeos invernales (Guarino y Pittaluga, 1999; Correa *et al.*, 2000) y sobre praderas cultivadas (Camesasca *et al.*, 2002).

Según Hodgson (1990), la mayor parte del pastoreo, en climas templados, ocurre durante las horas luz del día. Concordantemente, los animales pasaron la mayor parte del día pastoreando (Figura 27), observándose un marcado efecto, estadísticamente significativo de la especie forrajera sobre esta actividad, en los ciclos 2, 3, 4 y en el promedio del experimento, en donde los animales del M y del R realizaron aproximadamente 30 minutos más de pastoreo que los animales del D, los que a su vez pastoreaban 40 minutos más que los animales del TB (Cuadro 57).

Figura 27. Conducta de pastoreo y tasa de bocados en función de la especie forrajera (A), la carga animal (B) y la suplementación con PEG (C).



Cuadro 57. Tiempo de pastoreo, rumia, otras actividades (descanso) y consumo de agua (agua) (minutos/animal) por ciclo de pastoreo y promedio en función de la especie forrajera, la carga animal (corderos/ha) y la suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex C	Ex PEG	Cx PEG	ExCx PEG	
	D	M	R	TB	P	8	12	P	No	Si	P					
Pastoreo	1	273	280	318	304	ns	288	300	ns	300a	287b	*	ns	ns	ns	ns
	2	319a	365a	333a	233b	*	296	328	ns	317	308	ns	ns	ns	ns	ns
	3	335b	382a	371ab	246c	**	316b	351a	*	330	338	ns	ns	ns	ns	ns
	4	314ab	345a	353a	269b	*	311	329	ns	319	321	ns	ns	ns	ns	ns
	Prom.	310b	343a	344a	263c	**	303b	327a	*	317	313	ns	ns	ns	ns	**
Rumia	1	107	104	82	66	ns	95	84	ns	87	92	ns	ns	ns	ns	*
	2	101	101	110	80	ns	109	87	ns	101	95	ns	ns	ns	ns	ns
	3	114a	79bc	93ab	60c	*	93	80	ns	84	89	ns	ns	ns	ns	ns
	4	88	80	100	78	ns	93	80	ns	91	82	ns	ns	ns	*	ns
	Prom.	102	91	96	71	ns	98	83	ns	91	90	ns	ns	ns	*	ns
Consumo	1	121	126	105	135	ns	124	120	ns	120	124	ns	ns	ns	ns	ns
	2	86b	43b	65b	197a	*	103	93	ns	91b	105a	**	ns	ns	ns	ns
	3	54b	48b	42b	204a	*	99a	75b	*	94a	80b	**	ns	ns	ns	ns
	4	105b	84c	57d	162a	**	104	100	ns	98	106	ns	ns	ns	ns	ns
	Prom.	92b	76b	67b	174a	*	107	97	ns	101	104	ns	ns	ns	ns	ns
Descanso	1	9	0	5	6	ns	3	7	ns	3b	7a	*	ns	ns	ns	ns
	2	4	0	2	0	ns	2	1	ns	1	2	ns	ns	ns	ns	ns
	3	7a	1c	3b	0c	**	3	3	ns	3	3	ns	ns	ns	ns	ns
	4	4	0	0	1	ns	1	2	ns	2	1	ns	ns	ns	ns	ns
	Prom.	6a	0c	3b	2b	**	2	3	ns	2b	3a	*	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Según Lynch *et al.* (1992), citados por Correa *et al.* (2000), el consumo en el largo plazo está determinado por el tiempo de pastoreo dedicado por el animal, el cual se compone por la aprehensión, masticación y preparación del bolo que va a ser deglutido, y por el tiempo que el animal emplea caminando hacia un nuevo sitio, buscando y seleccionando. Con respecto a ello, la mayor disponibilidad de hojas (principal componente seleccionado en la dieta; Hodgson, 1990) del TB y su mayor concentración en los estratos superiores (Figuras 17, 18, 19, 20 y Anexos 19, 20, 21 y 22), permitirían un mayor consumo por bocado y menor tiempo entre bocado y bocado (Cuadro 58), lo que explicaría el menor tiempo de pastoreo observado en esta pastura. En el otro extremo, el mayor tiempo de pastoreo realizado por los animales del M y del R estaría explicado por una menor altura de forraje tanto de ofrecido como de rechazo (Cuadros 32 y 44), por lo que los animales de estas pasturas tendrían que caminar más entre bocados sucesivos a lo largo del proceso de pastoreo.

La carga animal tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el tiempo de pastoreo en el ciclo 3 y en el promedio experimental, en donde los animales de la carga baja tuvieron valores menores. Éstas diferencias podrían estar asociadas a la asignación de forraje por animal, lo que se refleja en las diferentes disponibilidades de rechazo alcanzadas (Cuadro 43). Así, los animales en la carga alta con una menor asignación por animal requieren de un mayor tiempo para buscar y seleccionar bocados sucesivos.

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa por efecto de la suplementación con PEG sobre el tiempo de pastoreo, pero ésta se presentó solamente en el 1<sup>er</sup> ciclo, explicada quizás por un acostumbamiento a la suplementación con PEG por parte de los animales, desapareciendo luego y sin efecto en el promedio de los ciclos evaluados.

En el análisis de las interacciones, se determinó un efecto estadísticamente significativo entre los efectos de los tres factores estudiados para el promedio del experimento (Cuadro 57 y Anexos 47a y b). Ello se debió a que el efecto de las especies forrajeras fue en general más importante que el efecto de la carga animal, por lo que los animales de algunas de las cargas bajas tuvieron un mayor tiempo de pastoreo que los de la carga alta (por ej. animales de la carga alta de TB menor tiempo de pastoreo que la mayoría de las cargas bajas de las restantes especies forrajeras). Al separar los resultados por el efecto de la carga animal en cada especie, se observa que las diferencias entre las especies forrajeras se estableció dentro de la carga baja, no así dentro de la alta, en donde los animales del D tuvieron en varias situaciones valores iguales a los de M y R. Además, no siempre se presentaron diferencias entre cargas dentro de una misma especie forrajera (M y TB).

A pesar de observarse diferencias porcentuales considerables en el tiempo de rumia entre especies forrajeras, éstas fueron estadísticamente significativas sólo en el 3<sup>er</sup> ciclo, en donde el D tuvo el mayor valor y el TB el menor. Este resultado pudo deberse a una mayor concentración de fibras en la extrusa en las especies del género *Lotus* con respecto al TB (Anexo 48). Dentro de las especies de *Lotus*, el tiempo que los animales dedicaban a rumiar fue inverso al tiempo que dedicaban a pastorear. Algunos autores (Hodgson, 1990; Penning *et al.*, 1991) afirman que la mayor parte del tiempo de rumia ocurre durante la noche, por lo que estas diferencias podrían variar si se considerara un período de 24 horas de evaluación de la conducta animal, aunque no necesariamente desaparecerían las diferencias, ya que según Penning *et al.* (1991) al aumentar el tiempo de pastoreo disminuye el tiempo dedicado a la rumia, permaneciendo constante el tiempo ocioso.

El tiempo de rumia no fue afectado significativamente por la carga animal, así como tampoco por la suplementación con PEG. Sin embargo, se observó una interacción triple estadísticamente significativa para el 1<sup>er</sup> ciclo de pastoreo, la cual provocó diferencias entre ciertos tratamientos, aunque puntuales y sin un patrón definido. A su

vez, se observó una significancia estadística para la interacción entre los efectos de la carga animal y la suplementación con PEG en el 4<sup>to</sup> ciclo y en el promedio experimental, explicada en el primer caso por el comportamiento de los animales de la carga baja, los cuales tuvieron un tiempo de rumia diferente según si recibían PEG (menor valor) o no (mayor valor), mientras que en el promedio del experimento, al abrirse el efecto de la interacción entre la carga animal y la suplementación con PEG, se observa que los animales de la carga baja tuvieron un mayor tiempo de rumia que los de la carga alta (Cuadro 57 y Anexo 47b).

En el tiempo de descanso, se registraron diferencias dentro de los distintos factores evaluados según el ciclo de pastoreo, pero sólo la especie forrajera tuvo un efecto estadísticamente significativo en el promedio del experimento. La especie forrajera comenzó a afectarlo en el 2<sup>do</sup> ciclo, acentuándose las diferencias hacia el final del experimento (último ciclo). En todos los casos, el TB fue la especie que presentó el mayor tiempo de descanso, en concordancia con el menor tiempo dedicado a pastorear y rumiar.

En el 3<sup>er</sup> ciclo, también se observó un efecto estadísticamente significativo de la carga animal, donde los corderos de la carga baja dedicaron un menor tiempo al pastoreo sustituyéndolo por un mayor tiempo dedicado al descanso.

La suplementación con PEG no tuvo un efecto claro sobre el tiempo de descanso, ya que en el 2<sup>do</sup> ciclo aumentó el tiempo dedicado a esta actividad, mientras que en el 3<sup>er</sup> ciclo lo hizo de forma inversa.

No se dieron interacciones estadísticamente significativas entre factores en el tiempo de descanso, tanto para los ciclos puntuales como para el promedio de ellos (Cuadro 57 y Anexos 47a y b).

Por otra parte, se encontraron diferencias en el consumo de agua por efecto de la especie forrajera y de la suplementación con PEG, pero debido al escaso tiempo que los animales dedicaban a esta actividad (escasos minutos), el estudio de estas diferencias no aparece como relevante en el proceso de pastoreo y en el posible uso de estos resultados para explicar la productividad animal.

Durante los momentos de pastoreo más intensos se registraba la tasa de bocados que hacían los animales (Cuadro 58). Los valores observados se encuentran dentro del rango de 30 y 50 bocados/minuto, que según Vallentine (1990), citado por Montossi (1995), son comunes en ovinos.

En el Cuadro 58, se aprecia que, dentro de los factores de evaluación principales, la especie forrajera fue la única donde se presentó un efecto estadísticamente significativo sobre la tasa de bocados, particularmente en el 4<sup>to</sup> ciclo y como una

tendencia (P=0.084) en el promedio experimental, mostrando interacciones entre ellos sólo en un ciclo de pastoreo (2<sup>do</sup>).

Cuadro 58. Tasa de bocados promedio (bocados/minuto) en los momentos de concentración del pastoreo por ciclo de pastoreo y promedio, según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex	Ex	Cx	ExCx
	D	M	R	TB	P	8	12	P	No	Si	P	C	PEG	PEG	PEG
1	32	34	40	35	ns	35	36	ns	36	35	ns	ns	ns	ns	ns
2	39	41	36	33	ns	37	37	ns	37	37	ns	ns	*	ns	*
3	44	45	45	41	ns	43	44	ns	44	44	ns	ns	ns	ns	ns
4	41ab	40b	41a	35c	**	39	39	ns	39	39	ns	ns	ns	ns	ns
Prom.	39	40	40	36	ns	39	39	ns	39	39	ns	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

El aumento en la tasa de bocados observado en el R sería consecuencia de la menor disponibilidad y altura de la pastura que se ofreció sobre esta especie a los corderos en el 4<sup>to</sup> ciclo, supuesto que se apoya en las conclusiones obtenidas en el trabajo de Penning *et al.* (1991). En contraposición, se encuentra el TB, que presentó una menor tasa de bocados explicado por un mayor consumo por bocado (Cuadro 60), lo que demuestra que las condiciones de la pastura permitieron expresar en mayor medida el potencial del consumo de los animales, particularmente cuando se consideran los aspectos de cantidad, estructura y valor nutritivo del forraje de TB (Hodgson, 1990).

Se registró un efecto estadísticamente significativo de la interacción entre la especie forrajera y la suplementación con PEG sobre la tasa de bocados. Dentro de las especies D, M y TB no se observaron diferencias por efecto de la suplementación, pero sí en el 2<sup>do</sup> ciclo para R. En el mismo ciclo, el efecto de los tres factores estudiados interactuó de forma significativa. Dicha interacción sería explicada en mayor medida por un efecto de la especie forrajera, donde los tratamientos con D y M presentaron mayores tasas de bocados que los de TB, y en menor medida por una interacción entre el efecto de la carga animal y el de la suplementación con PEG, dentro de las especies R y TB, en determinar dicho parámetro (Cuadro 58 y Anexos 49a y b).

#### 4.3.3. Metabolismo ruminal

En el 4<sup>to</sup> ciclo se determinó la concentración de amonio ruminal. Los valores normales se ubican entre 85 y 300 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l (Mieres, com. pers.), por lo que los promedios obtenidos en el presente experimento estarían ubicados en la parte inferior de este rango. No se observó un efecto significativo tanto en los factores principales como de sus interacciones (Cuadro 59 y Anexos 50a y b). Sin embargo, se observó una

tendencia (P=0.050) a que la especie forrajera afectara este parámetro. El D presentó el mayor valor, explicado posiblemente por diferencias en la estructura y composición de la misma frente a las otras especies de Lotus.

Cuadro 59. Concentración de amonio ruminal (mg/l) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex	Ex	Cx	ExCx
	D	M	R	TB	P	12	8	P	No	Si	P	C	PEG	PEG	PEG
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	109	92	93	99	ns	99	98	ns	95	101	ns	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

La falta de respuesta a la suplementación con PEG estaría explicada por los bajos valores de concentración de TC encontrados en la dieta seleccionada por los animales (Anexo 48).

#### 4.3.4. Consumo animal

El consumo por bocado es el componente del comportamiento ingestivo más sensible a la variación en las condiciones del tapiz (Poppi *et al.*, 1987; Hodgson, 1990 y Burlison *et al.*, 1991). Según Hodgson (1985), citado por Montossi *et al.* (1996), el mismo puede variar en un rango de 11 a 400 mg MO/bocado. Si bien los datos obtenidos fueron en base a MS (Cuadro 60), es muy probable que los valores expresados en MO estuvieran dentro del rango mencionado.

Cuadro 60. Consumo por bocado (mg MS/bocado) por ciclo de pastoreo y promedio, según especie forrajera y carga animal (corderos/ha).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			ExC
	D	M	R	TB	P	12	8	P	P
1	122	152	126	183	ns	151	141	ns	ns
2	81	93	74	114	ns	87	94	ns	ns
3	99	82	88	141	ns	103	101	ns	ns
4	146	150	122	186	ns	152	150	ns	ns
Promedio	114	119	103	156	ns	124	122	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05).

a y b: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E y C son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Pese a las importantes diferencias en el consumo por bocado entre especies forrajeras, éstas solamente presentaron una tendencia estadística a ser diferentes en el promedio del experimento (P=0.072), siendo el valor en el TB superior al del D y al del R, mientras que el M no presentó diferencias en este parámetro con las demás especies

forrajeras (Cuadro 60). Es posible que el uso de un mayor número de fistulados en el proceso de muestreo favoreciera una mayor detección de diferencias entre especies.

La carga animal no tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el consumo por bocado. Tampoco se observó una interacción estadísticamente significativa de la especie forrajera con la carga animal, tanto dentro de los diferentes ciclos de pastoreo como en el promedio de ellos (Cuadro 60 y Anexo 51).

El consumo diario de forraje, que según Poppi *et al.* (1987) es el factor más importante en determinar la performance animal, fue estimado en las últimas semanas del experimento, cuando los animales tenían 42.6 kg de PV lleno de promedio (esquilados). El mismo tuvo un valor promedio de 1.71 kg MO/animal/día (representando el 4% del PV) y no presentó un efecto estadísticamente significativo para ninguno de los factores estudiados y sus interacciones, a pesar que para el caso de la especie forrajera el valor absoluto varió hasta 0.74 kg/animal/día (Cuadro 61 y Anexos 52a y b). Ello podría estar asociado a la gran variabilidad en el consumo encontrada entre animales dentro de las especies forrajeras.

Cuadro 61. Consumo animal (kg MO/animal/día) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex	Ex	Cx	ExCx
	D	M	R	TB	P	8	12	P	no	si	P	C	PEG	PEG	PEG
kg MO/an/día	1.74	1.48	1.43	2.17	ns	1.69	1.72	ns	1.65	1.76	ns	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

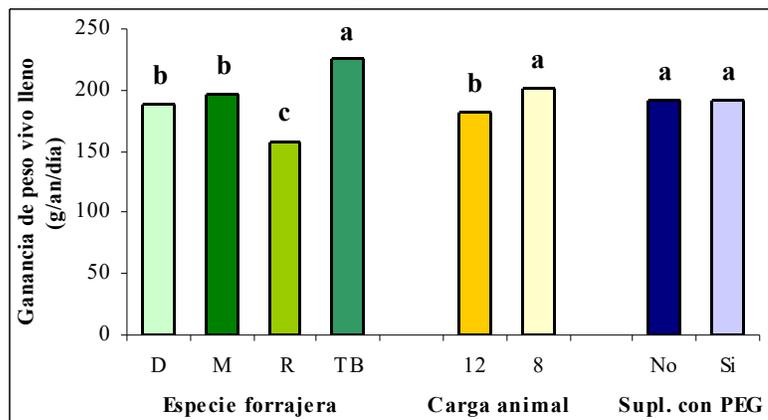
Los valores obtenidos para el presente experimento fueron mayores a la información nacional disponible, como son los estimados por Montossi (1995) trabajando con corderos (aproximadamente de 39.5 kg PV) pastoreando *Holcus lanatus*/TB y raigrás anual/TB durante la primavera, donde se obtuvieron valores de 1.07 y 0.86 kg MO/cordero/día, respectivamente. Éstas diferencias pueden ser consecuencia de un mayor PV y mayor valor nutritivo de la mayoría de las especies evaluadas, así como del efecto de la esquila sobre el consumo de corderos en engorde, ya que según lo destacado por Camesasca *et al.* (2002), considerando buenas condiciones de disponibilidad y valor nutritivo del forraje, es posible esperar incrementos en el consumo de alimento entre 42 y 62% en las dos semanas posteriores de ser esquilados los animales.

#### 4.3.5. Ganancia de peso vivo

Las ganancias de peso vivo lleno (GPVll) y vacío (GPVv) fueron en promedio de 192 y 182 g/animal/día, respectivamente. Al comparar los valores de las GPVll obtenidas en este experimento (M=196 y R=158 g/an/día) en comparación con otros estudios realizados sobre los mismos mejoramientos con cargas animales similares pero sobre suelos de la región Este. Se observa que estos resultados son mayores para el mismo año de evaluación en el Este (M=137 y R=111 g/an/día; UEPP, 2001), pero levemente inferiores a los obtenidos en el año anterior (M=211 y R=170 g/an/día; UEPP, 2000). Estos valores fueron superiores a los obtenidos por Norbis *et al.* (2001) en suelos de Cristalino, tanto para el año 1999 (R=41 g/an/día) como para el año 2000 (M=133 g/an/día y R=102 g/an/día). En la carga alta del TB, la GPVll (220 g/an/día) fue similar a la obtenida por Camesasca *et al.* (2002), con igual carga animal y en el mismo año, sobre una pradera de 2<sup>do</sup> año dominada por TB (203 g/an/día).

Ambas GPV se comportaron de forma similar frente a los factores estudiados, siendo afectadas por la especie forrajera y la carga animal, no así por la suplementación con PEG (Figuras 28, 29 y Cuadros 62 y 63).

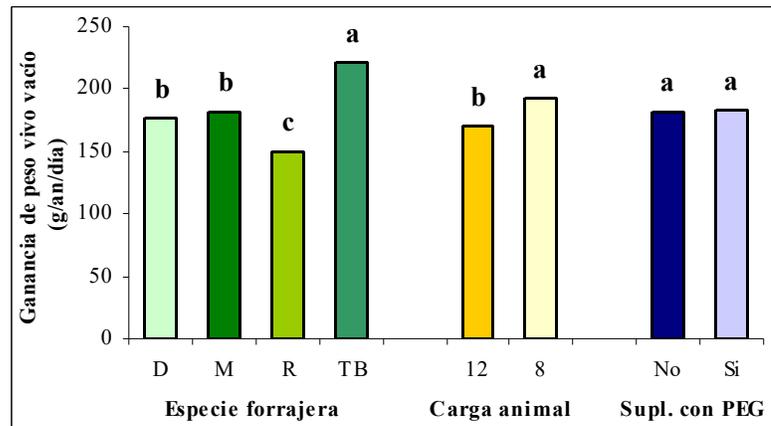
Figuras 28. Ganancia de peso vivo lleno (g/an/día) promedio durante el período experimental según especie forrajera, carga animal y suplementación con PEG.



Referencias: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de cada factor son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Figuras 29. Ganancia de peso vivo vacío (g/an/día) promedio durante el período experimental según especie forrajera, carga animal y suplementación con PEG.



Referencias: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de cada factor son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

La falta de respuesta a la suplementación con PEG se contradice con los resultados obtenidos en el experimento de Terrill *et al.* (1992b), citados por Liu *et al.* (1998), en donde valores de 0.47% TC en la MS fueron suficientes para aumentar la performance animal. Montossi (1995) menciona el valor de 0.5% TC como la concentración mínima necesaria para mejorar la producción de rumiantes de manera significativa, lo cual no ocurrió en el presente experimento (Cuadros 42, 62 y 63).

La acumulación de forraje otoñal, probablemente, sería la causa de ausencia de respuesta en el 1<sup>er</sup> ciclo tanto para el factor especie forrajera como para el factor carga animal. A partir del 2<sup>do</sup> ciclo ambos factores comienzan a tener efecto sobre las GPV lleno y vacío (Cuadros 62 y 63).

Cuadro 62. Ganancia de peso vivo lleno promedio (g/animal/día) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex C	Ex PEG	Cx PEG	ExCx PEG
	D	M	R	TB	P	12	8	P	No	Si	P				
1	253	278	267	252	ns	259	265	ns	269	256	ns	ns	ns	*	ns
2	167c	216b	147c	259a	**	178b	216a	*	200	194	ns	ns	ns	*	ns
3	190a	122b	89c	214a	**	133b	174a	**	148	159	ns	ns	ns	ns	ns
4	140bc	161ab	119c	176a	*	148	150	ns	145	153	ns	ns	ns	ns	ns
Prom.	188b	196b	158c	226a	**	182b	202a	**	192	192	ns	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

Cuadro 63. Ganancia de peso vivo vacío promedio (g/animal/día) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex	Ex	Cx	ExCx
-------	-------------	--	--	--	--	-----------	--	--	-----	--	--	----	----	----	------

	D	M	R	TB	P	12	8	P	No	Si	P	C	PEG	PEG	PEG
1	154	200	205	193	ns	186	189	ns	196	180	ns	ns	ns	ns	ns
2	173bc	197b	137c	241a	*	170b	204a	**	183	191	ns	*	ns	*	ns
3	162a	100b	74b	190a	**	115b	147a	*	132	131	ns	ns	*	ns	ns
4	217bc	232ab	181c	262a	*	210	235	ns	216	230	ns	ns	ns	ns	ns
Prom.	176b	182b	150c	221a	**	171b	193a	**	181	183	ns	*	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ), \*:  $P < 0.05$  y \*\*:  $P < 0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

En el promedio del experimento, tanto para GPV lleno como vacío, el TB fue el que presentó mayor valor, observándose valores intermedios para el D y el M, mientras que el R tuvo el menor valor. Éstas diferencias entre especies forrajeras se transformaron en valores porcentuales de 100, 83, 87 y 70% para GPVll y 100, 80, 82 y 68% GPVv, respectivamente. En general, este orden se mantuvo desde el 2<sup>do</sup> ciclo en adelante con excepción del D, el que tuvo un comportamiento errático, ya que mientras que en el 2<sup>do</sup> ciclo se ubicó en los de valor más bajo (junto al R), al ciclo siguiente aumentaron las ganancias ubicándose junto al TB como los de mayor valor.

Kenny y Reed (1984), citados por Arocena y Dighiero (1999), trabajando con diversas pasturas sobre cuatro tipos de suelo, establecieron que el 67% de la variación en la ganancia media diaria de los corderos durante los cuatro meses de evaluación, se explica por el nivel de PC y FDN a pesar de la alta variabilidad en la disponibilidad de las diferentes pasturas. En este sentido, en el presente experimento las especies forrajeras que presentaron una mayor y menor GPV diaria (TB y R, respectivamente) correspondieron con las que en la dieta animal presentaban mayor y menor contenido de PC, y menor y mayor proporción de FDN, respectivamente (Anexo 48). Estas diferencias en la dieta se explicarían por la composición botánica de las diferentes pasturas a las que los animales tenían acceso (Cuadro 14) y a la ubicación de los mismos dentro del tapiz (Anexos 19, 20, 21 y 22), especialmente en lo que a la fracción H se refiere. Así, para el caso del TB (mayor GPV promedio), además de presentar la mayor proporción de esta fracción (H), conjuntamente con el M, esta fracción se localizaron en los estratos superiores del tapiz, quedando de forma más accesible para su consumo por los animales, mientras que por el contrario, para el R (menor GPV promedio) la fracción H se encontraba en menor proporción y de forma menos accesible.

Según Carámbula (1996), la carga animal afecta la performance animal, lo que se observó en ambas GPV en el 2<sup>do</sup> y 3<sup>er</sup> ciclo a favor de la baja, dado por una mayor asignación de forraje por animal y siendo estos resultados concordantes con aquellos obtenidos sobre mejoramientos de campo por Norbis *et al.* (2001), sobre praderas cultivadas por San Julián *et al.* (2000), Camesasca *et al.* (2002), y sobre verdeos invernales por Arocena y Dighiero (1999), Gurarino y Pittaluga (1999), Correa *et al.* (2000) y De Barbieri *et al.* (2000). Ello se vio reflejado en la conducta de pastoreo, en

donde los animales de la carga alta tuvieron un mayor tiempo de pastoreo en promedio (Cuadro 57). No sucedió lo mismo en el 4<sup>to</sup> ciclo, donde para el caso de la GPVv existió una tendencia ( $P=0.084$ ) pero no hubo efecto sobre la GPVll, explicándose estos resultados posiblemente por una asignación de forraje menos limitante para expresar el potencial de consumo animal, ya que en ambas cargas el forraje rechazado fue mayor al ofrecido, debido al excelente crecimiento de las pasturas durante el período mencionado. Ello concuerda con la falta de respuesta de la carga animal en el consumo de materia orgánica estimada en este período (Cuadro 61). En el promedio del experimento, el efecto estadísticamente significativo de disminuir la carga animal significó, aproximadamente, un 11 y 13% más de GPV lleno y vacío individual, respectivamente.

La suplementación con PEG no afectó la GPVll, mientras que la GPVv sólo presentó una tendencia ( $P=0.057$ ) en el 1<sup>er</sup> ciclo, donde los animales que no recibían PEG tuvieron una mayor ganancia de peso, explicada probablemente por un mayor tiempo de pastoreo de los mismos, provocando un consumo superior (Cuadro 57). La falta de respuesta en los siguientes ciclos podría explicarse por la alta cantidad y calidad del forraje ofrecido a los animales y a las altas tasas de GPV dadas durante el experimento (Barry *et al.*, 2001).

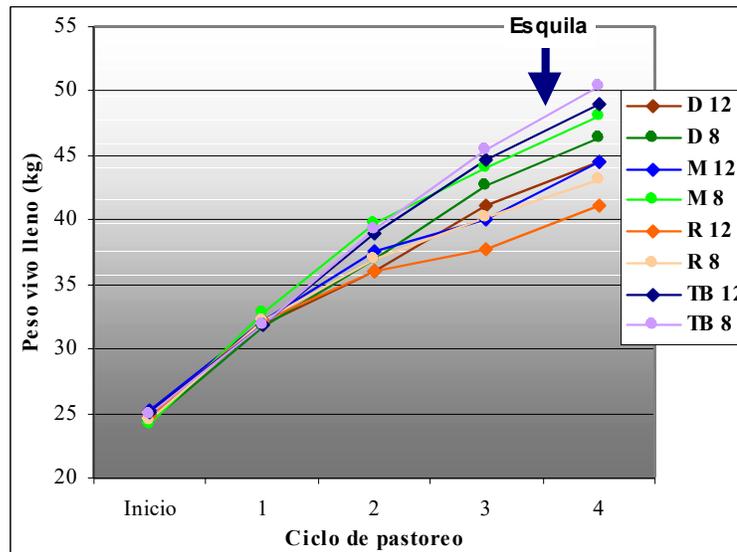
La GPVll presentó una interacción estadísticamente significativa entre el efecto de la carga animal y la suplementación con PEG, en el 1<sup>er</sup> y 2<sup>do</sup> ciclo, atribuida principalmente a una disminución en la GPVll de los corderos de la carga alta cuando eran suplementados con PEG, pero que no se mantuvo en el resto de los ciclos así como tampoco afectó el promedio del experimento (Cuadro 62 y Anexo 53a y b).

En la GPVv también se observó una interacción estadísticamente significativa entre efecto de factores en el 2<sup>do</sup> ciclo (especie forrajera x carga animal y carga animal x suplementación con PEG) y en el 3<sup>er</sup> ciclo de pastoreo (especie forrajera x suplementación con PEG), pero en el promedio de los ciclos sólo se observó significancia estadística de la interacción entre el efecto de la especie forrajera y la carga animal, explicada básicamente, porque la carga baja del R no presentó diferencias con las cargas altas del D y M, y porque dentro del TB no se observaron diferencias entre las cargas (Cuadro 63 y Anexo 54a y b).

#### **4.3.6. Evolución de peso vivo**

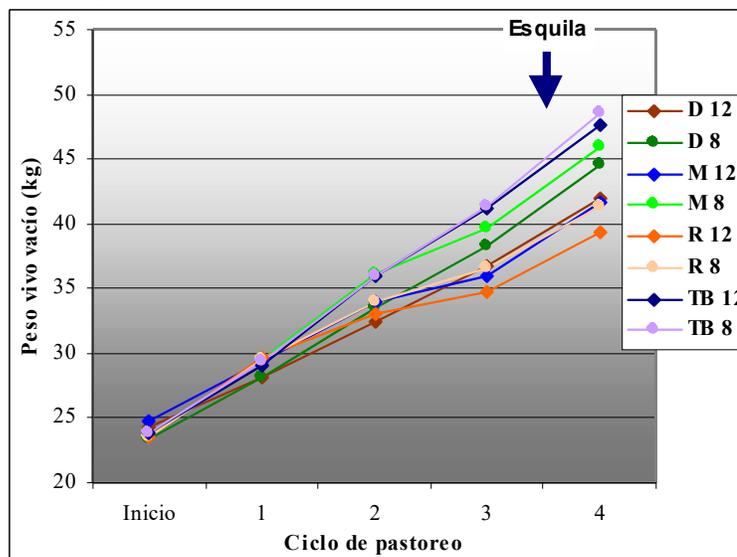
La evolución del peso vivo (PV) lleno y vacío de los corderos durante el experimento se presenta en las Figuras 30 y 31, respectivamente. El PV fue sumamente sensible a la especie forrajera y a la carga animal, no así para la suplementación con PEG (Cuadro 64 y 65).

Figura 30. Evolución de peso vivo lleno (kg) a través del período experimental según especie forrajera x carga animal (\*).



Referencias: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.  
 \* Ajustado por PV lleno inicial.

Figura 31. Evolución de peso vivo vacío (kg) a través del período experimental según especie forrajera x carga animal (\*).



Referencias: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.  
 \* Ajustado por PV vacío inicial.

Las diferencias encontradas en PV lleno y vacío por efecto de la especie forrajera y la carga animal comienzan a evidenciarse al final del 2<sup>do</sup> ciclo. Estas diferencias se explican por el efecto de dichos factores sobre las GPV tanto lleno como vacío, las que

además se van acumulando en el tiempo, provocando que sean de mayor magnitud hacia el final del experimento, existiendo un efecto estadísticamente significativo de ambos factores sobre el PV al final del experimento, aún a pesar que, para el caso de la carga animal, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en las GPV en el 4<sup>to</sup> ciclo.

Cuadro 64. Peso vivo lleno promedio (kg/animal) al inicio del experimento y al final de cada ciclo de pastoreo según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex C	Ex PEG	Cx PEG	ExCx PEG
	D	M	R	TB	P	12	8	P	No	Si	P				
Inicio	24.6	24.7	24.6	25.0	ns	25.0a	24.4b	**	24.7	24.8	ns	ns	ns	ns	ns
1 <sup>1</sup>	31.8	32.5	32.2	31.8	ns	32.0	32.1	ns	32.2	31.9	ns	ns	ns	*	ns
2 <sup>1</sup>	36.5b	38.6a	36.4b	39.1a	**	37.1b	38.2a	**	37.9	37.5	ns	*	ns	*	ns
3 <sup>1</sup>	41.8b	42.1b	39.0c	45.1a	**	40.9b	43.1a	**	42.0	41.9	ns	*	ns	ns	ns
4 <sup>12</sup>	45.5b	46.3b	42.1c	49.7a	**	44.8b	47.0a	**	45.9	46.0	ns	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ), \*:  $P < 0.05$  y \*\*:  $P < 0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

<sup>1</sup> Ajustado por PV lleno inicial.

<sup>2</sup> Incluye peso de lana esquilada.

Cuadro 65. Peso vivo vacío promedio (kg/animal) al inicio del experimento y al final de cada ciclo de pastoreo según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex C	Ex PEG	Cx PEG	ExCx PEG
	D	M	R	TB	P	12	8	P	No	Si	P				
Inicio	23.8	24.1	23.5	23.8	ns	24.1a	23.5b	**	23.8	23.9	ns	ns	ns	*	ns
1 <sup>1</sup>	28.1	29.4	29.6	29.2	ns	29.1	29.1	ns	29.3	28.9	ns	ns	ns	ns	ns
2 <sup>1</sup>	33.0c	35.0b	33.5c	36.0a	**	33.9b	34.9a	**	34.4	34.3	ns	ns	ns	ns	ns
3 <sup>1</sup>	37.5b	37.8b	35.7c	41.3a	**	37.1b	39.0a	**	38.1	38.0	ns	*	ns	ns	ns
4 <sup>12</sup>	43.2b	43.9b	40.4c	48.1a	**	42.7b	45.1a	**	43.8	44.0	ns	*	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ), \*:  $P < 0.05$  y \*\*:  $P < 0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

<sup>1</sup> Ajustado por PV vacío inicial.

<sup>2</sup> Incluye peso de lana esquilada.

En todos los tratamientos los corderos llegaron al PV lleno mínimo de embarque (34 kg). Sin embargo, las diferencias en GPV provocaron al final del experimento una superioridad de 8, 10 y 18% para PV lleno y 7, 9 y 19% para PV vacío del D, M y TB, respectivamente, con respecto al R, si bien el PV del D y del M no presentaron diferencias entre sí. Las diferencias por efecto de la carga animal, por su parte, fueron de 5 y 6% mayores en la baja con respecto a la alta para PV lleno y vacío, respectivamente.

Se observó una interacción estadísticamente significativa entre el efecto de la carga animal y el de la suplementación con PEG sobre el PV lleno, pero que no se

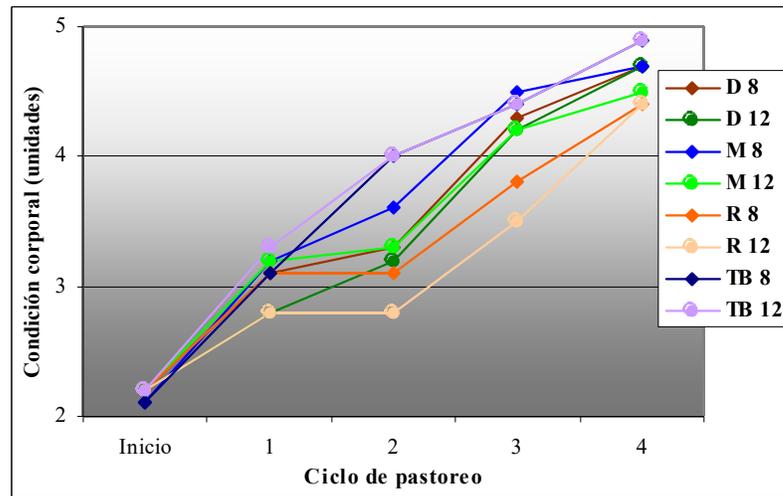
reflejó en el PV vacío, mientras que al inicio del experimento, por azar en el sorteo, ocurrió una interacción de estos factores en el PV vacío pero sin repercusiones posteriores. Las interacciones entre los efectos de la especie forrajera y la carga animal, observadas en el PV lleno (final del 2<sup>do</sup> y 3<sup>er</sup> ciclo) y vacío (final del 3<sup>er</sup> y 4<sup>to</sup> ciclo), se deben a que las diferencias entre cargas animales se presentaron básicamente dentro de cada especie forrajera, pero no en todos los casos ocurrieron entre la carga alta y baja de especies forrajeras diferentes (ej. carga alta del D y del M son iguales a la carga baja del R), y a que el TB no presenta diferencias entre cargas y ambos valores son, para el caso del PV vacío, superiores al resto de las combinaciones (Cuadros 64, 65 y Anexos 55a, b, 56a y b).

#### **4.3.7. Condición corporal**

En la Figura 32, se presenta la evolución de la condición corporal (CC) de los animales a lo largo del período experimental, para la interacción especie forrajera x carga animal. Los corderos iniciaron el experimento con igual CC promedio, sin embargo, con el transcurso de los ciclos (final del 2<sup>do</sup> ciclo en adelante) comenzaron a presentarse diferencias significativas debidas al efecto de la especie forrajera (Cuadro 66). Ello se debe a las diferentes GPV registradas entre las especies forrajeras, ya que según Montossi *et al.* (1998c) y Field *et al.* (1992), citados por Arocena y Dighiero (1999), mayores tasas diarias de ganancia generan mayores proporciones de grasa en la misma. Consecuentemente, las CC finales mantienen las mismas diferencias entre especies forrajeras que las GPV.

A pesar de observarse diferencias entre cargas en las GPV, este factor sólo tuvo una tendencia a afectar la CC al final del 2<sup>do</sup> ( $P=0.079$ ) y 3<sup>er</sup> ciclo ( $P=0.057$ ). Ello se debe a que las diferencias en valores absolutos entre ambas GPV no fueron suficientes, como en el caso de las especies forrajeras, como para repercutir significativamente y ser detectado sobre el grado de engrasamiento a través del uso de este método subjetivo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Correa *et al.* (2000) con corderos sobre verdeos de invierno, quienes afirman que esta característica no necesariamente refleja significativamente las variaciones en PV que se manifiestan por efecto de la carga animal. Sin embargo, Arocena y Dighiero (1999) y Camesasca *et al.* (2002), trabajando con verdeos de invierno y praderas cultivadas, respectivamente, encontraron efecto de la carga animal sobre la CC.

Figura 32. Evolución de la condición corporal (unidades) a través del período experimental según especie forrajera x carga animal (\*).



Referencias: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.  
\* Ajustado por CC inicial.

Cuadro 66. Condición corporal promedio (unidades) al inicio del experimento y al final de cada ciclo de pastoreo según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex C	Ex PEG	Cx PEG	ExCx PEG	
	D	M	R	TB	P	8	12	P	No	Si	P					
<b>Inicio</b>	2.2	2.1	2.2	2.2	ns	2.2	2.2	ns	2.2	2.2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>1<sup>1</sup></b>	3.0	3.2	3.0	3.2	ns	3.1	3.0	ns	3.2a	2.9b	*	ns	ns	ns	ns	ns
<b>2<sup>1</sup></b>	3.3bc	3.5b	2.9c	4.0a	*	3.5	3.3	ns	3.4	3.4	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>3<sup>1</sup></b>	4.2a	4.3a	3.7b	4.4a	*	4.2	4.1	ns	4.2	4.1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>4<sup>1</sup></b>	4.7b	4.6b	4.4c	4.9a	**	4.7	4.6	ns	4.7	4.6	ns	ns	*	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ), \*:  $P < 0.05$  y \*\*:  $P < 0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

<sup>1</sup> Ajustado por CC inicial.

La suplementación con PEG solamente afectó la CC al final del 1<sup>er</sup> ciclo, explicada por una tendencia a una menor GPV de los animales suplementados, pero dada por un menor tiempo de pastoreo de estos animales en este ciclo por un probable efecto de acostumbramiento al proceso de suplementación y no por un efecto directo de los TC.

De las interacciones, la especie forrajera con la suplementación con PEG fue la única estadísticamente significativa, en donde el suplementar a los animales del M provocó una disminución en la CC (Cuadro 66 y Anexo 57a y b).

#### 4.3.8. Producción y calidad de lana

La producción de lana se analizará en términos de la producción vellón. En este sentido, no se observaron diferencias por efecto de los factores estudiados tanto a nivel del peso de vellón sucio (PVS) como del peso de vellón limpio (PVL) (Cuadro 67).

La falta de respuesta del peso de vellón por la carga animal pudo deberse a que ellas no fueron suficientemente extremas como para afectarlo, y a la estación del año, ya que según Rattray *et al.* (1987), citados por Montossi *et al.* (1998c), la respuesta al incremento en la asignación de forraje en las razas de diámetro de fibra medio a grueso varía con la estación del año, siendo el invierno la estación con menor respuesta por dicho motivo, por lo que no sería dable esperar grandes aumentos en la producción individual con el aumento de los niveles de alimentación. Estos resultados concuerdan con los de Montossi *et al.* (1998c), Arocena y Dighiero (1999), Correa *et al.* (2000) y Camesasca *et al.* (2002).

Cuadro 67. Producción de lana vellón sucia y limpia (kg/cordero) y crecimiento de lana sucia y limpia ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{día}$ ) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Variable	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex	Ex	Cx	ExCx	
	D	M	R	TB	P	8	12	P	No	Si	P	C	PEG	PEG	PEG	
P. vell. sucio	3.1	3.0	2.9	3.1	ns	3.1	3.0	ns	3.0	3.0	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P. vell. sucio*	3.1	3.0	3.1	2.9	ns	3.0	3.0	ns	3.0	3.0	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P. vell. limpio	2.4	2.3	2.2	2.4	ns	2.4	2.3	ns	2.3	2.3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P. vell. limpio*	2.4	2.3	2.4	2.2	ns	2.3	2.3	ns	2.3	2.3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Crec. sucio	1244	1241	1122	1282	ns	1293a	1152b	**	1220	1225	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Crec. limpio	970	957	871	994	ns	1005a	892b	*	940	957	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ), \*:  $P<0.05$  y \*\*:  $P<0.01$ .

a y b: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

\* Ajustado por peso vivo vacío.

Sin embargo, se dieron diferencias estadísticamente significativas por efecto de la carga animal en el crecimiento de lana tanto sucia como limpia, a favor de la carga baja, que no se tradujeron en diferencias en el peso de vellón (Cuadro 67). Ello puede ser debido a que en el peso de vellón se incluyó la lana producida previo al experimento y/o a que las diferencias no fueron tan grandes como para reflejarse en el peso de vellón. Las diferencias entre las cargas animales pueden estar explicadas por una mayor asignación de forraje en la carga baja (mayor disponibilidad de forraje ofrecido y rechazado; Cuadros 31 y 43, respectivamente) que permitiría un mayor consumo individual y una posibilidad de selección mayor, y con ello realizar una dieta de mayor valor nutritivo (Allden, 1979, Rodríguez, 1987, citados por Camesasca *et al.*, 2002). Ello concuerda con los resultados de Correa *et al.* (2000) y Arocena y Dighiero (1999), quienes obtuvieron diferencias en el crecimiento de lana (sucia y limpia) sin diferencias en el peso de vellón (sucio o limpio) o en las características de la lana, manejando cargas

de 25 y 35 corderos/ha sobre verdeos anuales invernales. De Barbieri *et al.* (2000), también obtuvieron diferencias en este parámetro, con mayores valores en la carga baja al evaluar dotaciones de 15, 30 y 45 corderos/ha sobre verdeos anuales invernales, pero explicado por un diámetro y largo de la fibra mayor en estos animales.

No se registró una significancia estadística de la interacción entre los efectos de los factores estudiados, tanto en peso de vellón como en crecimiento de lana (Cuadro 67 y Anexo 58a y b).

En cuanto a las características de calidad de la lana, no se presentaron diferencias por efecto de los factores estudiados (Cuadro 68), a pesar de las diferencias observadas entre cargas animales en el crecimiento de lana. Estos resultados concuerdan por los obtenidos por Correa *et al.* (2000), quienes tuvieron la misma respuesta sobre un cultivo anual invernal.

Cuadro 68. Características de calidad de la lana (muestreada a nivel de parche) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Variable	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex	Ex	Cx	ExCx
	D	M	R	TB	P	8	12	P	No	Si	P	C	PEG	PEG	PEG
Diámetro (μ)	28.7	29.4	28.4	28.8	ns	29.0	28.6	ns	28.7	29.0	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	24.2	23.9	22.5	24.1	ns	23.6	23.7	ns	23.8	23.5	ns	ns	ns	ns	ns
Rend. (%)	77.2	77.5	77.6	77.1	ns	77.8	76.9	ns	77.0	77.7	ns	ns	ns	ns	ns
L.M. (cm)	4.4	4.5	4.3	4.4	ns	4.4	4.4	ns	4.4	4.4	ns	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a y b: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; Diámetro: diámetro de la fibra; CV: coeficiente de variación del diámetro de la fibra; Rend.: rendimiento al lavado y L.M.: largo de mecha.

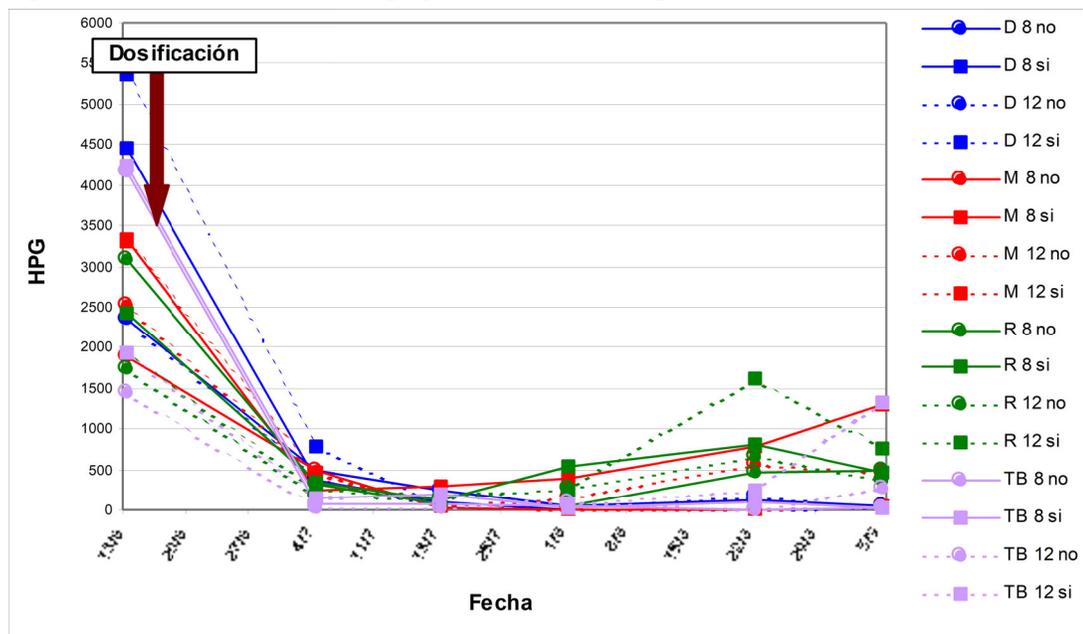
Dentro de las interacciones evaluadas, se obtuvo una significancia estadística entre los efectos de la especie forrajera y la carga animal en el diámetro de la fibra, explicada por una diferencia entre cargas dentro del M y del TB, y a una superioridad de la carga baja del M y de la carga alta del TB con respecto a la mayoría de las combinaciones restantes (Cuadro 68 y Anexo 59a y b).

#### 4.3.9. Sanidad

En la Figura 33 se puede apreciar que los corderos tenían una alta carga parasitaria al comienzo del experimento, por lo que se procedió a la administración de antihelmínticos en dosis supresivas a todos los tratamientos. Considerando a 900 HPG como umbral de dosificación, se observa que luego de la dosis inicial, los animales de todos los tratamientos se mantuvieron en niveles de infestación bajos. Ello se explicaría

por: el manejo previo del área experimental (2 años libre de ovinos), el que determinó que ésta se pudiera considerar como “segura”, ya que según Nari y Cardozo (1987) períodos de descanso superiores a cuatro meses permite la destrucción de gran cantidad de larvas infestantes; el alto contenido de PC de las pasturas utilizadas (Kahn *et al.*, 2000, citados por Castells, 2002); el sistema de pastoreo utilizado (Salles, 2002; Nari y Cardozo, 1987) y a las dosificaciones realizadas (inicial y 20 de junio). Lo mismo ocurrió en el experimento de Guarino y Pittaluga (1999) en verdes invernales. Los tres tratamientos que superaron dicho umbral se debieron a animales puntuales, probablemente más susceptibles, que elevaban el promedio y no al tratamiento en su conjunto.

Figura 33. Evolución de la carga parasitaria (HPG) por tratamiento.



Referencias: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

#### 4.3.10. Características de la canal

##### 4.3.10.1. Determinaciones *in vivo*

Diversos trabajos nacionales e internacionales han demostrado la utilidad de las mediciones de ultrasonido como predictoras *in vivo* del peso de los cortes de alto valor y de la composición de la canal de ovinos (Cadavez *et al.*, 1999, citados por San Julián *et*

*al.*, 2002). Utilizando esta técnica se determinó el área del ojo del bife (AOB) y la cobertura de grasa del espacio intercostal entre la 12<sup>da</sup> y 13<sup>era</sup> costilla (Punto C) (Cuadro 69).

Los valores de AOB y Punto C obtenidos se encuentran dentro del rango de datos obtenidos en diversos trabajos de investigación realizados por el INIA e INAC sobre una base de información generada en un período de 4 a 5 años en machos castrados de la raza Corriedale (entre 5.4 y 16.8 cm<sup>2</sup> y 1.0 a 7.2 mm para AOB y Punto C, respectivamente; San Julián *et al.*, 2002), a excepción del Punto C del TB que estaría levemente por encima del rango mencionado. Sin embargo, los valores de AOB están por debajo de aquellos obtenidos por Arocena y Dighiero (1999) y los de Camesasca *et al.* (2002). Estos últimos autores también obtuvieron mayores valores en el Punto C. Posiblemente, el diferente origen genético de los animales utilizados en los trabajos científicos mencionados estén contribuyendo a las diferencias encontradas entre los mismos, un ejemplo es la amplitud de valores genéticos encontrados para esta característica por INIA-SUL (1999, 2000 y 2001) para la raza Ideal en el Uruguay.

Cuadro 69. Área del ojo de bife (cm<sup>2</sup>) y espesor del Punto C (mm) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Variable	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex C	Ex PEG	Cx PEG	ExCx PEG
	D	M	R	TB	P	12	8	P	No	Si	P				
AOB	10.2b	10.2b	8.5c	11.5a	**	9.7	10.5	ns	10.1	10.0	ns	ns	ns	*	ns
Punto C	5.7b	5.5b	4.0c	7.4a	*	5.2b	6.0a	**	5.7	5.6	ns	ns	ns	ns	ns
AOB *	10.3a	10.1a	8.9b	11.0a	*	9.8	10.4	ns	10.1	10.0	ns	ns	ns	ns	ns
Punto C *	5.8	5.4	4.4	6.9	ns	5.3b	6.0a	*	5.6	5.6	ns	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; AOB: área del ojo de bife y Punto C: cobertura de grasa sobre el Punto C.

\* Ajustado por peso vivo vacío esquilado.

El AOB y el Punto C se vieron afectados por la especie forrajera, donde los animales de mayor PV (Cuadros 64 y 65) fueron los que tuvieron mayores valores (TB>D y M>R). Las diferencias en el Punto C se deberían exclusivamente al PV, ya que al corregirlo por dicho parámetro desaparecen las diferencias entre las especies forrajeras. Wise (1978), citado por Jeremiah (2000), afirma que incrementos en el AOB están asociados a aumentos en el PV. Sin embargo, para el presente experimento las diferencias no sólo se explicarían por el PV, ya que una vez corregido por éste igualmente se mantienen ciertas diferencias (D, M y TB>R), aunque éstas fueron de menor magnitud y de menor significancia estadística (Cuadro 69).

Camesasca *et al.* (2002), quienes estudiando el efecto de la carga animal sobre la característica *in vivo* de la canal, obtuvieron la misma respuesta en el AOB, explicando estas diferencias por el alto nivel nutricional utilizado (particularmente alto nivel de PC)

que habría afectado la composición de la ganancia, determinando una mayor deposición de tejido muscular respecto al tejido graso. En este sentido, varios autores citados por Ely *et al.* (1979) (Andrews y Orskov, 1970; Howes, 1970 y Norton *et al.*, 1970), mencionan que el nivel de proteína en la canal (básicamente músculo) se incrementa linealmente con el aumento de proteína en la dieta mientras que el extracto etéreo que compone la canal (básicamente grasa) disminuye. Sin embargo, no parecería que ello fuera la causa principal, ya que asumiendo al AOB y al Punto C como reflejo de la fracción proteína y extracto etéreo de la canal, respectivamente, no se observó una disminución del espesor del Punto C en las especies forrajeras con mayor AOB (Cuadro 69), explicado quizás por los altos valores de PC en la dieta (rango de 20.9 a 26.3%) (Anexo 48). Los presentes resultados concuerdan con los de Theriez *et al.* (1982), citados por Scales (1993), quienes no obtuvieron diferencias en la proporción de carne magra por efecto de la relación PC digestible:energía metabolizable.

La carga animal afectó de forma significativa solamente el espesor de grasa en el Punto C. Sin embargo, una vez que el mismo fue corregido por el PV se mantiene el efecto pero con menor significancia estadística, por lo tanto, las diferencias en el Punto C se deberían a diferencias en la composición de la canal y no a diferencias en el PV. Las mayores ganancias registradas en la carga baja serían la causa de la mayor deposición de grasa dentro de la canal (Chestnutt, 1994).

La suplementación con PEG no tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el AOB así como tampoco sobre el Punto C. Sin embargo, se observó una interacción significativa del efecto de este factor con el de la carga animal sobre el AOB, provocando que los valores de los animales de la carga alta suplementados fueran menores a los de la carga baja con o sin suplementación, pero este efecto desapareció al ajustarse estos parámetros por el PV vacío (Cuadro 69 y Anexo 60a y b).

#### 4.3.10.2. Determinaciones *pos mortem*

En el Cuadro 70, se presentan los resultados de las determinaciones realizadas en los animales sobre la producción y calidad de canal a nivel de planta frigorífica. En él se observa que el peso de la canal, tanto caliente (PCC) como fría (PCF), estuvo afectada por la especie forrajera y la carga animal, mientras que la suplementación con PEG no tuvo un efecto significativo.

Cuadro 70. Resultados de producción y calidad de canal según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Variable	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex C	Ex PEG	Cx PEG	ExCx PEG
	D	M	R	TB	P	12	8	P	No	Si	P				
PVv (kg)	39.8b	40.5b	37.1c	44.7a	**	39.4b	41.7a	**	40.4	40.7	ns	*	ns	ns	ns
Rend. (%)	48.8a	47.0b	44.2c	50.1a	**	47.1	47.9	ns	47.6	47.5	ns	ns	ns	ns	ns
PCC (kg)	19.4b	19.3b	16.3c	22.4a	**	18.8b	19.9a	**	19.3	19.4	ns	ns	ns	**	ns
PCF (kg)	19.0b	18.8b	15.9c	22.0a	**	18.4b	19.4a	*	18.9	18.9	ns	ns	ns	**	ns

<b>M.F. (%)</b>	2.0	2.0	2.5	2.1	ns	2.1	2.2	ns	2.1	2.2	ns	ns	ns	ns	ns
<b>GR (mm)</b>	9.2b	8.4c	4.5d	12.6a	**	7.5b	9.8a	**	8.9	8.5	ns	*	ns	ns	ns
<b>GR*(mm)</b>	9.1	8.5	7.5	9.7	ns	8.1b	9.3a	**	9.0	8.5	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Gr.b. (mm)</b>	4.7	3.6	2.0	5.7	ns	4.0	4.0	ns	4.0	4.0	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Gr.b.*(mm)</b>	4.7	3.7	4.5	3.2	ns	4.2	3.7	ns	4.0	4.0	ns	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ), \*:  $P<0.05$  y \*\*:  $P<0.01$ .

a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; PVv: peso vivo vacío final, esquilado y en establecimiento; Rend.: rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza; PCC: peso de canal caliente; PCF: peso de canal fría; M.F.: merma por frío; GR: punto GR y Gr.b.: cobertura de grasa sobre el bife a nivel de la 12<sup>o</sup> costilla.

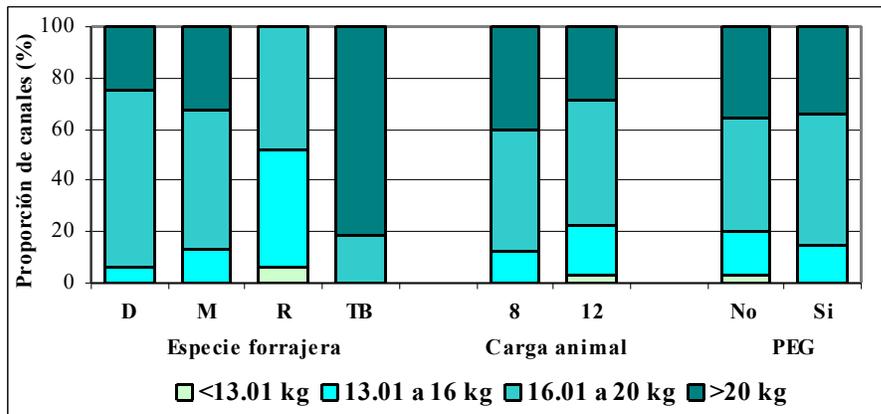
\* Ajustado por peso de la canal caliente.

Al no observarse un efecto estadísticamente significativo de la especie forrajera y la carga animal sobre la merma por frío (Cuadro 70), las diferencias en el PCC y en el PCF entre especies forrajeras (TB>D y M>R) y cargas animales (carga baja>carga alta) estarían explicadas por las diferencias obtenidas en el PVv pre faena, y para el caso de la especie forrajera, magnificado por las diferencias en el rendimiento en la 2<sup>da</sup> balanza. Camesasca *et al.* (2002), revisando información de diferentes trabajos de investigación observaron que mayores PV pre faena determinaban mayores pesos de canal. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Arocena y Dighiero (1999), Correa *et al.* (2000), De Barbieri *et al.* (2000), Camesasca *et al.* (2002) y San Julián *et al.* (2002).

El efecto de la especie forrajera significó, en términos relativos, un PCF de los animales de 19, 18 y 38% mayor a los que pastoreaban R para D, M y TB, respectivamente, mientras que el efecto de la carga animal produjo un PCF de 5% mayor en la carga baja con respecto a la alta.

El PCF es uno de los principales determinantes del precio que recibe el productor, por lo que el incremento del mismo redundará en mejores precios. En la Figura 34 se observa que dentro de los rangos de pesos utilizados en mayor medida por los principales frigoríficos a nivel nacional para determinar precios y premios (SUL, 2002a), el TB (100% mayor a 16 kg) sería la especie forrajera que accede a los mejores precios, mientras que el R sería el de menor proporción de canales con mejores precios, mientras que en términos de la carga animal, la baja sería la de mayor proporción de canales de mayor valor y con un efecto no tan claro sobre las proporciones por efecto de la suplementación con PEG.

Figura 34. Distribución de las canales por rango de peso frío (kg) según especie forrajera, carga animal y suplementación con PEG (PEG).



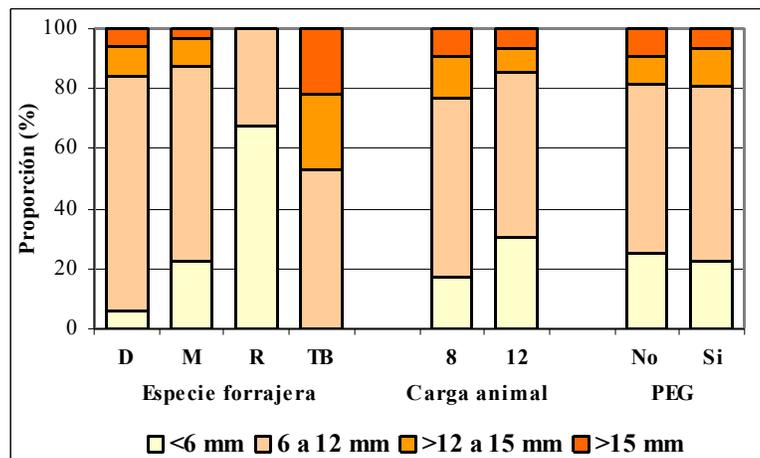
Referencias: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Dentro de las interacciones entre los factores estudiados, no se observó un efecto estadísticamente significativo de las mismas sobre el rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza y sobre la merma por frío. Sin embargo, se presentó un efecto significativo entre carga animal y suplementación con PEG sobre las determinaciones de PCC y PCF, explicada la misma sobre la base que dentro de la carga baja se observan diferencias en dichas características entre los animales con (mayor) o sin (menor) suplementación, y a que dentro de los animales sin suplementación no se presentaron diferencias entre las cargas animales utilizadas (Cuadro 70 y Anexo 61a y b).

Al igual que para el peso de canal, la profundidad de la grasa y tejidos en el punto GR (GR), utilizado comercial y científicamente como estimador del grado de cobertura de grasa de la canal (Montossi *et al.*, 2002), fue afectada por la especie forrajera y por la carga animal, mientras que la suplementación con PEG no tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre este parámetro.

El rango óptimo (mejores precios) para esta determinación (GR) para los estándares de exportación para el caso de Nueva Zelanda se ubican en el rango de 6 y 12 mm (de los Campos *et al.*, 2002). Las especies forrajeras con mayor proporción de valores de GR dentro de dicho rango fueron el D y el M, mientras que el R presentó una alta proporción por debajo del mismo (68%) (Figura 35). En contraposición, el TB presentó una proporción importante de valores superiores al rango óptimo (47%), sin embargo, un 53% de los mismos no superó el límite máximo admitido internacionalmente de 15 mm para esta característica (Montossi *et al.*, 2002).

Figura 35. Distribución de valores de GR (mm) por rango según especie forrajera, carga animal y suplementación con PEG (PEG).



Referencias: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Las diferencias en GR ocurridas por efecto de la especie forrajera (TB>D>M>R) se debería mayoritariamente al PCC, ya que al corregir los valores por esta característica las mismas desaparecen. Ello concuerda con los resultados de Hopkins *et al.* (1995) sobre distintas opciones de alimentación de corderos en engorde (PCC promedio=25 kg) para GR y profundidad de grasa, y con los de Montossi *et al.* (2002) (PCF promedio=14.8 kg) para GR, aunque para este último caso el ajuste se hizo por PCF.

Dentro de la carga animal, al igual que para la determinación del Punto C, las diferencias en GR (carga baja>carga alta) no estarían explicadas únicamente por las diferencias en el peso de canal alcanzado, ya que corregidos los valores, igualmente se observan diferencias por este motivo, aunque menores en valores absolutos (Cuadro 70). Estos resultados concuerdan con aquellos obtenidos por Chesnutt (1994) en dos planos de alimentación, quien afirma que mayor peso de canal determina mayor nivel de engrasamiento de la misma, aunque se contradicen con los encontrados por Camesasca *et al.* (2002) para este factor sobre el valor de GR ajustado.

Las diferencias en GR para el factor carga animal se deberían, entonces, a una composición diferencial de las canales. A pesar de los resultados variables y contradictorios a nivel internacional, se acepta que cuando se comparan distintos niveles de engrasamiento de las canales a través del punto GR sobre un mismo peso de canal, hay un pequeño efecto inducido por el nivel nutricional aumentando el grado de engrasamiento (Montossi *et al.*, 2002). Esta afirmación explicaría, además, porqué la especie forrajera no presentó diferencias en GR al ajustarse por PCC, mientras que la carga animal sí lo hizo. Las diferencias en el plano nutricional se pueden observar en las disponibilidades de forraje rechazado, en donde no se obtuvieron diferencias por efecto

de la especie forrajera, mientras que sí las hubo por efecto de la carga animal debido a las diferentes asignaciones de forraje por animal (Cuadro 50).

La determinación de GR presentó un efecto estadísticamente significativo de la interacción entre los efectos de la especie forrajera y la carga animal. Sin embargo, estas diferencias se deberían exclusivamente a diferencias en el PCC ya que una vez ajustado por el mismo dichas diferencias desaparecen (Cuadro 70 y Anexo 61a y b).

Las diferencias observadas en las determinaciones de Punto C y GR no se vieron reflejadas en la cobertura de grasa sobre el bife (GRb) en los diferentes factores evaluados. Éstos tampoco presentaron un efecto estadísticamente significativo una vez ajustados por el PCC (Cuadro 70). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Camesasca *et al.* (2002), al evaluar diferentes sistemas de pastoreo y género animal, aunque no con aquellos obtenidos en la evaluación del efecto de la carga animal, donde obtuvieron diferencias en el valor de GRb absoluto, pero que ajustados por el PCC desaparecían.

Las diferentes interacciones sobre la GRb entre los factores evaluados, en este experimento, no fueron estadísticamente significativos (Cuadro 70 y Anexo 61a y b).

Dentro de los cortes sin hueso más valiosos, se evaluó el efecto de los diferentes factores sobre el peso de pierna con cuadril sin hueso (PPSH; Cuadro 71), ya que este corte explica en mayor proporción (36%) el valor total de la canal (de los Campos *et al.*, 2002).

Cuadro 71. Peso de pierna sin hueso (PPSH; kg) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex	Ex	Cx	ExCx
	D	M	R	TB	P	12	8	P	No	Si	P	C	PEG	PEG	PEG
PPSH	2.096b	2.090b	1.754c	2.394a	**	2.050	2.117	ns	2.079	2.088	ns	ns	ns	ns	ns
PPSH*	2.085	2.096	2.057	2.095	ns	2.084	2.083	ns	2.085	2.082	ns	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ) y \*\*:  $P < 0.01$ .

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán y PPSH: peso de pierna sin hueso (kg).

\* Ajustado por PCC.

El PPSH estuvo afectado de forma significativa por la especie forrajera, la cual determinó que los animales sobre el TB presentaran mayores valores, los de D y M valores intermedios y los pertenecientes al R los menores valores. Sin embargo, estas diferencias se deberían principalmente a las diferencias en el peso de canal, ya que al ajustar los valores de PPSH por sus respectivos valores de PCC desaparece el efecto de la especie forrajera (Cuadro 71). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Montossi *et al.* (2002) al evaluar canales de corderos pesados provenientes de dos

mejoramientos de campo sobre Cristalino, donde los mayores PPSH se correspondieron con mayores pesos de canal.

La carga animal y la suplementación con PEG no mostraron un efecto estadísticamente significativo sobre el PPSH (Cuadro 71). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Correa *et al.* (2000), aunque difieren con los de Arocena y Dighiero (1999), Guarino y Pittaluga (1999), De Barbieri *et al.* (2000) y Camesasca *et al.* (2002), quienes obtuvieron diferencias entre cargas animales. En este último caso al corregir los valores por PCF, las diferencias desaparecían entre las diferentes cargas animales utilizadas.

Si se considera como un rango óptimo para el frigorífico los PPSH de 1.6 a 2.2 kg (Montossi *et al.* 2002), se observa que la especie forrajera afectó marcadamente la distribución de rango de peso de las piernas, mientras que el efecto de la carga animal fue leve y el de la suplementación con PEG nulo (Cuadro 72). El R fue la especie con mayor proporción de piernas dentro de este rango, pero con un 12.3% de las mismas por debajo el óptimo.

Cuadro 72. Distribución de las de piernas sin hueso (kg) dentro de los diferentes rangos de peso según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Rango	Especie forrajera				Carga animal		PEG	
	D	M	R	TB	8	12	No	Si
<1.6 kg	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	6.3	3.1	3.1
1.6 a 2.2 kg	68.8	68.8	87.5	12.5	59.4	59.4	59.4	59.4
>2.2 kg	31.3	31.3	0.0	87.5	40.6	34.4	37.5	37.5

Referencias: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón y TB: *T. repens* cv. LE Zapicán.

El efecto de la interacción entre los factores evaluados sobre el PPSH, ajustados o no por el peso de canal, no fue estadísticamente significativo (Cuadro 71 y Anexo 62a y b).

#### 4.3.11. Características de otros componentes del animal

Además de las determinaciones realizadas sobre la canal, se efectuaron determinaciones adicionales de otros componentes del animal (cabeza, cuero, hígado, corazón y tracto gastrointestinal), los que se presentan en el Cuadro 73.

Para el rango de PVv final alcanzado (30.5 a 52.0 kg), los valores obtenidos para los diferentes componentes no canal del animal estuvieron en un promedio de 1.5 (1.3 a 1.9), 4.4 (2.6 a 6.2), 1.3 (0.9 a 1.7) y 6.6 (4.1 a 9.4) kg para el peso de cabeza, peso de cuero, peso de hígado + corazón y peso de tracto gastrointestinal (TGI), respectivamente. Al referirlos al PV de los corderos, estos valores significaron un promedio de 3.8 (3.2 a 5.1), 10.9 (8.0 a 15.4), 3.3 (2.4 a 3.9) y 16.5 (10.4 a 23.2) % del

PVv para el peso de la cabeza, el cuero, el hígado + corazón y el TGI, respectivamente. En este sentido, Olthoff y Dickerson (1989), trabajando con ovejas adultas de entre 3 y 4 años de edad, de las razas Suffolk, Rambouillet, Dorset y Finnesheep (87, 67, 62 y 52 kg PV con 72 horas de ayuno) obtuvieron valores relativos al PVv (no considera contenido de la digesta remanente luego de 72 horas de ayuno) de 9.9, 10.5, 10.5 y 10.2% de cuero, 1.2, 1.3, 1.4 y 1.6% de hígado, 0.42, 0.50, 0.52 y 0.54% de corazón y 5.5, 5.9, 6.4 y 7.3% de TGI (sin grasa interna ni de riñonada), respectivamente. Los mismos autores, trabajando evaluaron el efecto del plano de alimentación (a nivel de mantenimiento y *ad libitum*) sobre los diferentes componentes del animal (piel, corazón, hígado, pulmón, riñón, bazo, estómagos, intestino delgado, intestino grueso, grasa interna y grasa de la riñonada) de ovejas adultas de las razas mencionadas y cruza, encontraron diferencias en el contenido (como porcentaje del PVv) de hígado, grasa interna y grasa de la riñonada, explicado por una mayor deposición de grasa en los animales alimentados *ad libitum*.

Los diferentes factores evaluados no tuvieron un efecto estadísticamente significativo tanto sobre el peso de la cabeza como sobre el valor del mismo ajustado por PVv. Tampoco se observó un efecto estadísticamente significativo de la interacción entre los efectos de los mismos sobre dicho componente (Cuadro 73 y Anexo 63a y b).

Cuadro 73. Componentes no canal del animal (kg) según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Variable (kg)	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex	Ex	Cx	ExCx
	D	M	R	TB	P	8	12	P	No	Si	P	C	PEG	PEG	PEG
Cabeza	1.53	1.57	1.48	1.59	ns	1.55	1.54	ns	1.54	1.54	ns	ns	ns	ns	ns
Cuero	4.45ab	4.49ab	3.79b	4.92a	*	4.57	4.25	ns	4.40	4.43	ns	ns	*	ns	*
H. y C.	1.35a	1.35a	1.14b	1.46a	*	1.36a	1.29b	*	1.31	1.34	ns	ns	ns	ns	ns
TGI	6.39	6.82	6.78	6.63	ns	6.61	6.69	ns	6.56	6.75	ns	ns	ns	ns	ns
Cabeza*	1.55	1.56	1.56	1.50	ns	1.53	1.56	ns	1.55	1.54	ns	ns	ns	ns	ns
Cuero*	4.51	4.47	4.09	4.60	ns	4.51	4.33	ns	4.42	4.42	ns	ns	*	ns	*
H. y C.*	1.37	1.34	1.24	1.35	ns	1.34	1.32	ns	1.31	1.34	ns	ns	ns	ns	ns
TGI*	6.53	6.80	7.39	5.93	ns	6.48	6.84	ns	6.61	6.72	ns	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ) y \*:  $P<0.05$ .

a y b: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; H. y C.: hígado y corazón, y TGI: tracto gastrointestinal.

\* Ajustado por peso vivo vacío final esquilado.

El peso del cuero fue afectado de forma estadísticamente significativa solamente por el factor especie forrajera y debido básicamente a los diferentes PVv alcanzados por las mismas (Cuadro 73).

Además, se registró un efecto significativo de la interacción especie forrajera x suplementación con PEG y de la interacción triple, que se mantuvieron al ajustar los datos por PVv. En el primer caso, se explicaría básicamente porque a pesar de no

observarse diferencias entre el D y el M con respecto a las restantes especies forrajeras, éstas presentaron diferencias estadísticamente significativas con respecto al R y al TB al abrirse el análisis estadístico de las especies por sus combinaciones con la suplementación con PEG, y en menor medida al incremento del peso del cuero de los animales con suplementación con PEG con respecto a los que no la recibían dentro del D. Una vez corregidos los valores de peso de cuero por PVv se mantuvieron diferencias por el efecto de la especie forrajera (TB>R) y, además, dentro de algunas especies forrajeras (D y R) hubo diferencia entre los animales que fueron suplementados o no con PEG, aunque con efecto inverso dentro de ellas (Cuadro 73 y Anexo 63a y b).

Al evaluar el peso del hígado y corazón de forma conjunta, se observa que el peso de los mismos se vio afectados de forma estadísticamente significativa por la especie forrajera (D, M y TB>R) y por la carga animal (carga baja>carga alta), debido principalmente a los PVv alcanzados (Cuadro 73).

Las diferentes interacciones entre los factores evaluados no tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre el peso del hígado y corazón en las determinaciones realizadas (Cuadro 73 y Anexo 63a y b).

El TGI no fue afectado por los diferentes factores evaluados. Sin embargo, al corregir el peso del mismo por el PVv se observó una tendencia ( $P=0.075$ ) a que éste fuera afectado por la especie forrajera, donde los animales del R presentaron mayor TGI que los animales del D y del TB, mientras que el M fue igual a todas las restantes especies (Cuadro 73). Ello sería una de las causas que explican las diferencias en rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza (Cuadro 70).

No hubo un efecto estadísticamente significativo de la interacción entre los distintos factores evaluados sobre el peso del TGI, tanto en valores absolutos como ajustados por el PVv (Cuadro 73 y Anexo 63a y b).

#### **4.3.12. Calidad de la carne**

Es deseable reducir la temperatura del músculo después de la muerte del animal para minimizar las pérdidas de proteínas e inhibir el crecimiento de bacterias, sin que este descenso sea tan abrupto que determine acortamiento de las fibras musculares por efecto del frío (Brito, 2002). En el Cuadro 74, se presenta la temperatura a la hora, 3 y 24 horas de faenados los animales, en donde se puede apreciar que la especie forrajera afectó de forma significativa las dos primeras determinaciones. Según Bray *et al.* (1994), citados por Camesasca *et al.* (2002), el tamaño de la canal y el aislamiento producido por la grasa subcutánea (indicada por medidas de GR) modifican la temperatura. El efecto tuvo mayor significancia a la hora de faenados que a las 3 horas, en donde, además, desaparecen las diferencias entre el D y el M con respecto al TB. Sin embargo, a las 24 horas *pos mortem*, las canales no presentaron diferencias en temperatura.

A pesar de obtenerse diferencias en el engrasamiento (GR) entre las cargas animales, no se observó un efecto estadísticamente significativo de este factor sobre el descenso de la temperatura *pos faena*, explicado por la leve diferencia en valores absolutos entre los valores de GR, lo que sucedió además entre las especies D y M. La suplementación con PEG, por su parte, no tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre las diferentes determinaciones de temperatura (Cuadro 74).

Cuadro 74. Evolución de la temperatura y el pH de la canal y fuerza de desgarramiento del músculo *Longissimus dorsi* según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Variable	FC	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex	Ex	Cx	ExCx	
		D	M	R	TB	P	12	8	P	No	Si	P	C	PEG	PEG	PEG	
Temp.1	=	23.6b	23.2b	20.7c	26.1a	**	23.3	23.5	ns	23.5	23.2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Temp.3	R <sup>3</sup>	16.8a	17.0a	14.4b	17.7a	*	16.0	16.9	ns	16.5	16.4	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Temp.24	=	4.2	4.4	4.2	4.2	ns	4.2	4.4	ns	4.3	4.3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
pH 1	Ln	6.4	6.4	6.5	6.4	ns	6.4	6.4	ns	6.4	6.4	ns	ns	ns	ns	ns	ns
pH 3	Ln	6.2	6.1	6.2	6.2	ns	6.2	6.2	ns	6.2	6.1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
pH 24	Ln	5.8	5.8	5.8	5.8	ns	5.8	5.8	ns	5.8	5.8	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F.D.	Ln	1.63	1.60	1.71	1.60	ns	1.65	1.61	ns	1.61	1.66	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; Temp.1, Temp.3 y Temp.24: temperaturas medidas a 1, 3 y 24 horas *pos mortem* (°C); pH 1, pH 3 y pH 24: pH determinado a 1, 3 y 24 horas *pos mortem*; F.D.: fuerza de desgarramiento (kgF, inverso de la terneza); FC: factor de corrección utilizado; =: ninguno; R<sup>3</sup>: raíz cúbica y Ln: logaritmo neperiano.

El pH muscular de los animales vivos se sitúa en un rango de 7.1-7.3 y tiene un descenso, en los músculos típicos, de hasta 5.5-5.7 a las 48 horas *pos mortem* (Garrido y Bañón, 2000). Las diferencias encontradas en temperatura a la hora y a las 3 horas de faenados los animales no se tradujeron en diferencias de pH en las diferentes determinaciones realizadas (1, 3 y 24 horas *pos mortem*) (Cuadro 74). Los factores carga animal y suplementación con PEG tampoco afectaron las diferentes determinaciones de pH.

Entre otras, las preferencias de los consumidores son afectadas en gran magnitud por la terneza de la carne, considerándola como la característica más importante dentro del concepto de calidad y determinante de la repetición de la compra (Brito *et al.*, 2002). Los resultados de terneza, obtenidos como inverso a la fuerza de desgarramiento (FD; kgF) del músculo *L. dorsi*, no fueron afectados por el efecto de ninguno de los factores evaluados. Las explicaciones para ello estarían dadas por la inexistencia de diferencias en el descenso del pH y en las diferencias de temperatura, y cuando las hubieron estas fueron de escasa magnitud (Brito *et al.*, 2002). De cualquier manera, las escasas

diferencias encontradas entre los tratamientos aplicados sobre la terneza están fuertemente influenciadas por el protocolo utilizado para determinar el valor de la misma, el cual incluye 10 días de maduración de la carne. Este proceso de acondicionamiento favorece el ablandamiento de las fibras musculares, haciendo que diferencias en la terneza de la carne originales en el proceso pre faena y faena se reduzcan (Brito *et al.*, 2002). Camesasca *et al.* (2002), no tuvieron diferencias en la terneza de la carne a pesar de obtener diferencias en distintas determinaciones de temperatura y pH, y sugieren que los 10 días de maduración en cámara de frío sería la explicación de esa resultante, debido al importante efecto que tiene la misma en homogeneizar distintos niveles de terneza obtenidos en los animales al momento de la faena (Brito *et al.*, 2002; Koohmaraie *et al.*, 1995, citados por Camesasca *et al.*, 2002).

El efecto de las diferentes interacciones entre los factores evaluados no tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre la temperatura, pH y terneza de la carne en las diferentes determinaciones realizadas (Cuadro 74 y Anexo 64a y b).

Los valores encontrados tanto de temperatura como de pH y terneza (Cuadro 74), se encuentran dentro del rango observado por Brito *et al.* (2002) para canales de corderos (machos y hembras) de diferentes genotipos y menores a 12 meses de edad, provenientes de diferentes regímenes alimenticios en base a pasturas mejoradas (Anexo 65). Para el caso del pH, los valores fueron, además, similares a los valores preliminares obtenidos para el trabajo mencionado y para el de Wheeler y Koohmaraie (1994).

Pike *et al.* (1993), citados por Jiménez de Aréchaga *et al.* (2002), recomiendan una tasa de glicólisis intermedia, representada por un pH a las 3 horas de 6.1, para producir carnes más tiernas. Conjuntamente, Locker (1989) señala que los animales jóvenes son los que poseen mayor terneza en sus cortes, particularmente aquellos de mayor valor económico. Ambos factores, en adición al proceso de maduración y a las buenas ganancias de peso ocurridas durante el experimento, serían la explicación de los bajos valores de FD registrados. Los mismos fueron levemente inferiores a los obtenidos por Camesasca *et al.* (2002). Bickerstaffe (1996), citado por Brito *et al.* (2002), menciona que los valores de terneza estandarizados por la industria cárnica de Estados Unidos y de Nueva Zelanda, para retener o acceder a nuevos mercados, deberán ser menores a una FD de 5 kg, mercados a los cuales se hubiese accedido con este tipo de animales según los resultados obtenidos en el presente experimento (Cuadro 74).

Según Adams y Huffman (1972), citados por Osório y Sañudo (1996), el color de la carne juega uno de los roles más relevantes dentro de los que hacen al aspecto físico de la carne, ya que es el factor más importante de calidad que el consumidor puede apreciar al momento de decidir la compra del producto. Según Osório y Astiz (1996), citados por Camesasca *et al.* (2002), la apariencia física de la carne es la principal característica en que se basa el consumidor para hacer una elección inicial.

El color es afectado por factores pre faena como son especie animal, edad, sexo y tipo de alimentación (Albertí, 2000) y por factores pos faena como son condiciones de enfriado y descenso del pH (Brito *et al.*, 2002).

Como se observa en el Cuadro 75, la especie forrajera y la suplementación con PEG no tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre los parámetros de luminosidad-brillo ( $L^*$ ), índice de rojo ( $a^*$ ) e índice de amarillo ( $b^*$ ) de color del músculo. Sin embargo, la carga animal afectó significativamente la luminosidad del músculo ( $L^*m$ ), resultando mayor su valor en la carga alta, pero sin efecto sobre los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  del mismo. Esta diferencia, si bien posee significancia estadística, en términos absolutos es de escasa magnitud como para ser una limitante al momento de la comercialización, ya que el consumidor no detectaría pequeñas diferencias en los parámetros de color de la carne (San Julián, com. pers.). En este sentido, Osório y Sañudo (1996) mencionan la falta de repetitibilidad en el espacio y en el tiempo de los métodos subjetivos de medición de color, por lo que los consumidores no apreciarían esta diferencia. Además, los valores de  $L^*$  encontrados en el presente estudio serían aceptables ya que según Brito (com. pers.), citado por Camesasca *et al.* (2002), y valores problemáticos serían aquellos que son los menores a 25 (“cortes oscuros”), raramente encontrados en este tipo de animales, o mayores a 40 (“cortes pálidos”).

Cuadro 75. Parámetros de color de músculo y grasa a nivel del *L. dorsis* según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Factor	F.C.	Especie (E)					Carga (C)			PEG			Ex C	Ex PEG	Cx PEG	ExCx PEG
		D	M	R	TB	P	12	8	P	No	Si	P				
$L^*m$	1/Ln	36.4	37.2	36.7	38.2	ns	37.7b	36.5a	*	36.6	37.6	ns	ns	ns	ns	ns
$a^*m$	Ln	19.8	20.1	19.6	19.8	ns	19.8	19.8	ns	19.8	19.8	ns	ns	ns	ns	ns
$b^*m$	$R^3$	8.5	8.6	7.8	8.4	ns	8.3	8.3	ns	8.1	8.4	ns	ns	ns	ns	ns
$L^*g$	Ln	73.0ab	70.8b	sd	75.0a	*	72.1	76.0	ns	73.2	72.6	ns	nc	nc	nc	nc
$a^*g$	$R^3$	4.5	3.9	sd	3.6	ns	4.0	4.0	ns	3.9	4.1	ns	nc	nc	nc	nc
$b^*g$	$R^3$	10.6	11.1	sd	10.4	ns	10.1	11.3	ns	10.7	10.7	ns	nc	nc	nc	nc

Referencias: ns: no significativo ( $P>0.05$ ), \*:  $P<0.05$ , sd: sin información suficiente para evaluación estadística y nc: no corresponde.

a y b: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí ( $P<0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán;  $L^*$ : grado de luminosidad-brillo (0 a 100);  $a^*$ : rango de colores del rojo (+) al verde (-);  $b^*$ : rango de colores del amarillo (+) al azul (-); m: músculo; g: grasa; F.C.: factor de corrección utilizado; 1/Ln: inverso del logaritmo neperiano; Ln: logaritmo neperiano y  $R^3$ : raíz cúbica.

Channon y Leury (1992a), comparando diferentes dietas (*Trifolium yannicum* vs. *Lolium rigidum*), no encontraron diferencias sobre el pH del músculo (*L. dorsis*), ni sobre la luminosidad del mismo, pero sí en el color. Sin embargo, en otro trabajo realizado por los mismos autores (1992b), animales alimentados a mantenimiento y luego realimentados no mostraron diferencias en el color de la carne en comparación con animales sin restricciones.

El efecto de las distintas interacciones entre los factores evaluados sobre los parámetros de color de músculo no presentaron significancia estadística (Cuadro 75 y Anexo 66a y b).

Debido a la escasez de información obtenida para R de color de grasa, y a la variabilidad en el número de los restantes tratamientos, la evaluación de los distintos parámetros se reduce a estudiar el efecto de los factores principales, excluyendo al R (Cuadro 75). Los parámetros de  $a^*$  y  $b^*$  de la grasa no presentaron diferencias de significancia estadística por efecto de los distintos factores evaluados. Por su parte, el  $L^*$  fue afectado de forma significativa por la especie forrajera pero no por los restantes factores evaluados. El TB presentó un mayor valor que el M, mientras que el D no tuvo diferencias con respecto a las especies anteriores.

Tanto el valor de  $L^*$ , como los de  $a^*$  y  $b^*$  de músculo y grasa se encuentran cercanos a los promedios y rangos reportados por Brito *et al.* (2002) en evaluaciones nacionales sobre diferentes regímenes alimenticios (Anexo 65).

#### 4.3.13. Producción por unidad de superficie

La producción por unidad de superficie está fuertemente influenciada por la interacción planta-animal, en la cuál se debe lograr un adecuado balance entre la producción de forraje, en el consumo del mismo y en la producción animal (cantidad y calidad de producto). Dentro de las decisiones de mayor importancia que afectan esta interacción se encuentran la elección de la o las especies forrajeras a utilizar así como la carga animal a usar sobre ella/as (Carámbula, 1996).

De los factores evaluados en el presente experimento, la especie forrajera y la carga animal tuvieron un marcado efecto sobre la producción individual y por unidad de superficie, mientras que la suplementación con PEG no tuvo una influencia significativa sobre los parámetros productivos (Cuadro 76).

Las diferencias estadísticamente significativas obtenidas en producción de carne equivalente por hectárea entre las distintas especies forrajeras evaluadas representaron un aumento de 14.8, 15.3 y 39.9% para D, M y TB con respecto a la especie de menor producción (R), respectivamente. Estas diferencias estarían explicadas por la producción de PV por superficie ya que no se observaron diferencias estadísticas en la producción de lana entre las mismas (Cuadro 76).

Cuadro 76. Producción individual y por unidad de superficie según especie forrajera, carga animal (corderos/ha) y suplementación con PEG (PEG).

Variable	Especie (E)					Carga (C)			PEG		
	D	M	R	TB	P	12	8	P	No	Si	P
PVvi (kg/animal)	23.8	24.1	23.5	23.8	ns	24.1a	23.5b	**	23.8	23.9	ns

<b>PVvf (kg/animal)</b>	39.8b	40.5b	37.1c	44.7a	**	39.4b	41.7a	**	40.4	40.7	ns
<b>GPVv (g/an/día)</b>	176b	182b	150c	221a	**	171b	193a	**	181	183	ns
<b>CC final (unidades)</b>	4.7b	4.6b	4.4c	4.9a	**	4.7	4.6	ns	4.7	4.6	ns
<b>Producción por hectárea</b>											
<b>Peso Vivo (kg)<sup>1</sup></b>	157b	162b	131c	208a	**	186a	143b	**	163	165	ns
<b>Canal caliente (kg)</b>	192b	191b	161c	223a	**	225a	159b	**	192	192	ns
<b>PPSH (kg)</b>	21b	21b	17c	24a	**	25a	17b	**	21	21	ns
<b>Lana Vellón (kg)</b>	31	30	29	31	ns	36a	24b	**	30	30	ns
<b>Carne eq. (kg)</b>	233b	234b	203c	284a	**	273a	204b	**	237	239	ns

Referencias: ns: no significativo (P>0.05), \*\*: P<0.01.

a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; PVvi: peso vivo vacío inicial; PVvf: peso vivo vacío final esquilado y corregido por peso vivo vacío inicial; GPVv: ganancia de peso vivo vacío promedio; CC final: condición corporal final; PPSH: peso de pierna sin hueso y Carne eq.: carne equivalente (no incluye lana no vellón).

<sup>1</sup> Producción del período experimental.

La cantidad de forraje, su valor nutritivo y la estructura de la vegetación a la que el animal tiene acceso, incide decisivamente en su consumo, comportamiento y productividad en pastoreo (Stobbs, 1974; Arnold, 1981; Hodgson, 1982; Legendre y Fortín, 1989; Fryxell, 1991; citados por Montossi *et al.*, 2000). En este sentido, el TB presentó mayor disponibilidad de forraje de MS (Cuadros 31 y 43) y de H (581, 621, 261 y 878 kg MS/ha para el ofrecido y 329, 426, 131 y 707 kg MS/ha para el rechazado, para D, M, R y TB, respectivamente), mayor accesibilidad a la fracción H (principal componente de la dieta; Hodgson, 1990) (Figuras 17, 18, 19, 20 y Anexos 19, 20, 21 y 22), alto contenido de PC y menor proporción de fibras (FDA y FDN) en la dieta (Anexo 48; Kenny y Reed, 1984, citados por Arocena y Dighiero, 1999), lo cual determinó una GPV diaria superior y en consecuencia mayor producción de PV por hectárea. En el extremo opuesto, el R fue la especie forrajera con menor producción de PV por hectárea determinada por una menor GPV diaria, consecuencia de una menor disponibilidad de forraje (MS y H) tanto ofrecido como rechazado, menor altura de forraje, menor accesibilidad a la fracción H, menor proporción de PC y mayor de fibras (FDA y FDN). Las dos especies restantes (M y D) tuvieron un comportamiento intermedio, destacándose la similitud en la respuesta productiva entre ellas.

Por otra parte, la ganancia de peso vivo por animal, según Hodgson (1990), declina progresivamente con el incremento de la carga, mientras que la ganancia por unidad de superficie se maximiza a una carga (carga óptima), dependiendo de la especie forrajera y la categoría animal, cayendo a ambos lados de ésta. Sin olvidar las exigencias del mercado a tomar en cuenta para establecer el límite inferior en performance animal, sobre el cual ajustar la carga.

En el promedio del experimento, el efecto significativo de disminuir la carga animal significó, aproximadamente, un 12% más de GPV individual, la que no

compensó la disminución en el número de animales por unidad de superficie, provocando menores producciones a cargas bajas (23.1 y 25.3% menos producción de PV y carne equivalente por hectárea, respectivamente). Debe tenerse en cuenta que tanto los animales de la carga baja como los de la carga alta cumplieron con las exigencias de mercado, por lo tanto, esta mayor producción se pudo capitalizar en términos económicos (Cuadro 76). La producción de lana (vellón) individual no se resintió al variar la carga animal manejada (Cuadro 67), por lo que el aumento de la misma (50% superior) significó un consiguiente aumento de la producción de lana vellón por hectárea (50% mayor).

Además, las diferencias en los PV y rendimientos alcanzados entre especies forrajeras se tradujeron en incrementos estadísticamente significativos del 19.3, 18.6 y 38.5% en PCC por unidad de superficie para D, M y TB con respecto a R, respectivamente. Para el caso de la carga animal, se produjo un 42.1% más de PCC por hectárea en la carga alta como consecuencia de la mayor producción de PV (kg/ha) y a que no se registraron diferencias en sus rendimientos (Cuadros 70 y 76).

Los valores de producción de PV (164 kg/ha) y lana vellón (30 kg vellón/ha) por hectárea promedio experimental obtenidos fueron menores a los registrados sobre praderas convencionales dominadas por TB en similar período de evaluación (281 kg PV/ha y 43 kg vellón/ha) manejando una carga de 12 corderos/ha (Camesasca *et al.*, 2002) y a los obtenidos sobre verdeos anuales invernales de 298, 307 y 288 kg PV/ha y 58, 74 y 88 kg vellón/ha para 24, 32 y 40 corderos/ha, respectivamente (Arocena y Dighiero, 1999), aunque superiores a los valores obtenidos por De Barbieri *et al.* (2000) sobre verdeos anuales invernales (-99, 114 y 89 kg PV/ha y 90, 64 y 32 kg vellón/ha para 45, 30 y 15 corderos/ha respectivamente). Las diferencias radicaron, básicamente, en las diferentes cargas animales y GPV diaria que pudieron mantener las diferentes pasturas.

Las producciones de PV alcanzadas sobre R fueron similares a las obtenidas por Norbis *et al.* (2001) con cargas animales similares (10 vs. 9 corderos/ha) pero en un período de engorde considerablemente menor (110 vs. 177 días).

## **5. ASOCIACIONES DENTRO Y ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS Y DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

En el presente capítulo se presentarán las asociaciones dentro y entre las variables de interés de las pasturas y los animales, en base a la información generada en el transcurso del experimento.

### **5.1. RELACIONES ENTRE CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS**

#### **5.1.1. Asociación entre disponibilidad y altura de forraje**

##### **5.1.1.1. Forraje ofrecido**

En comparación con la medición de disponibilidad de forraje, la altura de la pastura tiene la ventaja de ser un parámetro de simple medición y de menor costo relativo (Hodgson, 1990, Webby y Pengelly, 1986, citados por Correa *et al.*, 2000). Además, según Hodgson (1985), citado por Arocena y Dighiero (1999), la altura del tapiz es la característica que racionaliza mejor la respuesta en producción de forraje para pasturas mantenidas en estado vegetativo.

En los Anexos 67 y 68 se presentan las ecuaciones de regresión con sus respectivos parámetros estadísticos, entre la disponibilidad de materia seca (MS), materia verde (MVS) y hoja de leguminosa verde (HV) del forraje en base seca, con respecto a la altura de regla graduada y altura comprimida (RPM), respectivamente, considerando la especie forrajera para el forraje ofrecido. Dichas regresiones se generaron a partir de los resultados de disponibilidad de forraje promedio y sus correspondientes alturas promedio (regla graduada y RPM) para los diferentes métodos de medición realizados (dentro del rectángulo y en la parcela).

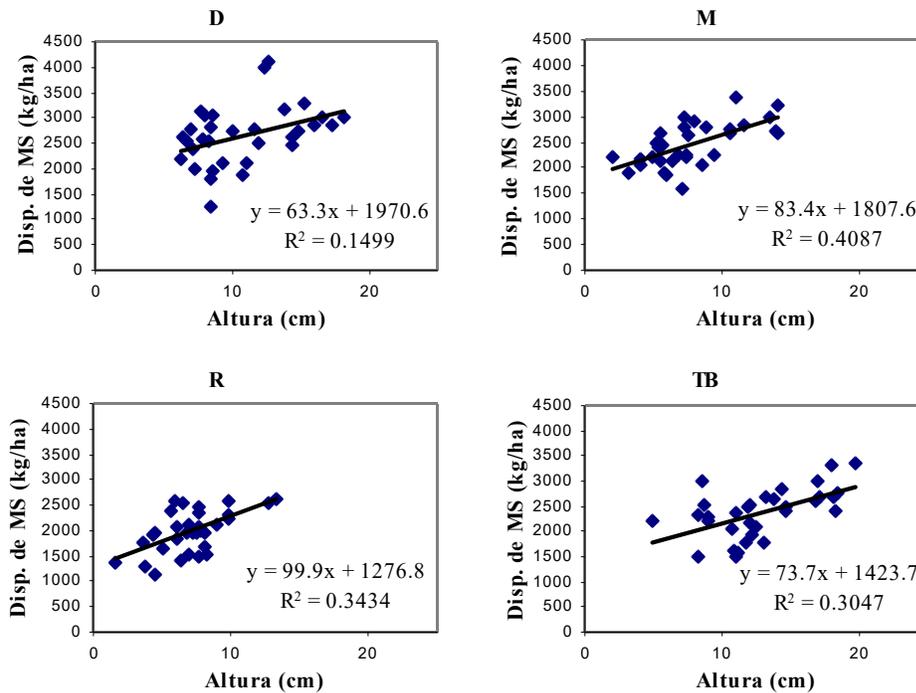
En general, la altura de regla tuvo un mayor ajuste para el forraje ofrecido que la altura comprimida (Anexos 67 y 68). La medición por la altura de regla graduada tiene la ventaja de ser más barata y de fácil manejo, por lo que a continuación se analizarán las diferentes regresiones con respecto a ésta.

Dentro del forraje ofrecido, la disponibilidad de MVS presentó un mayor ajuste ( $R^2$ ) que la MS y HV, independientemente de la especie forrajera y método de medición, mientras que dentro de las especies forrajeras evaluadas, el M presentó un ajuste mayor a las restantes especies, y desde el punto de vista de los métodos de medición, la altura de regla dentro del rectángulo fue la que tuvo mejor ajuste (Figuras 36, 37 y 38 y Anexo 67).

En la Figura 36, se aprecia que al aumentar la altura de forraje aumenta de forma lineal la disponibilidad de MS del mismo, en los rangos evaluados para las distintas

especies forrajeras utilizadas. El incremento de MS por centímetro de altura del forraje ofrecido fue de 63, 84, 100 y 74 kg/ha, con un ajuste del 15, 41, 34 y 30% para D, M, R y TB, respectivamente. Las especies forrajeras con mayor densidad de forraje (M y R) presentaron un mayor coeficiente de determinación y menores alturas máximas. Para el caso del M ello fue consecuencia de su hábito de crecimiento semipostrado y rizomatoso (Risso, 2001), mientras que para el caso del R, si bien crece de forma semierecta, posee un bajo rendimiento de fines de otoño e invierno (Carámbula *et al.*, 1994b), por lo que la alta densidad del forraje sería atribuida a las especies de campo natural presentes en dicho mejoramiento, básicamente especies invernales, las que se caracterizan por poseer mayor concentración de MS.

Figura 36. Asociaciones entre la altura de regla dentro del rectángulo y la disponibilidad de MS (kg/ha) del forraje ofrecido para el total del período experimental, según especie forrajera.



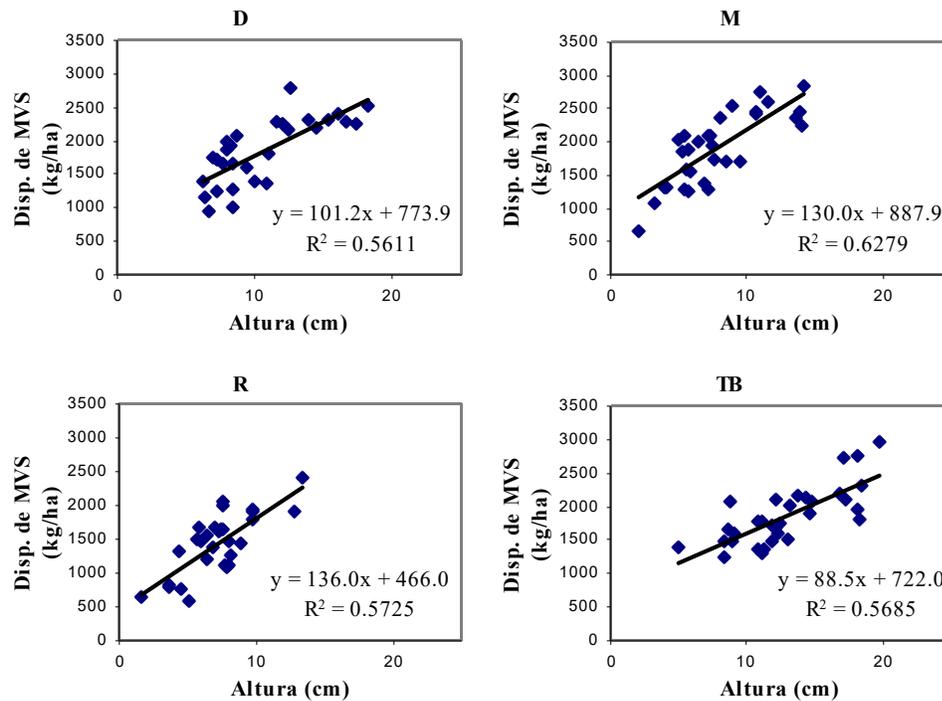
En mejoramiento de campos con M, Ayala *et al.* (2001) mencionan niveles de incremento de disponibilidad de MS de 152 kg/ha por cada centímetro de incremento en la altura de forraje, con un  $R^2=52\%$ , mientras que para *Lotus corniculatus* los mismos autores citan valores de 120 kg MS/ha por cada centímetro de incremento en la altura del forraje. Ambos valores son superiores a los obtenidos en el presente experimento. Montossi *et al.* (1998b), trabajando con un mejoramiento de *T. repens* y *L. corniculatus* durante invierno, en dos años consecutivos, obtuvieron incrementos de 215 kg MS/ha por cada centímetro de aumento en la altura, con un ajuste moderado a alto ( $R^2=66\%$ ).

Sin embargo, valores más cercanos a los obtenidos en el presente experimento han sido reportados por Arocena y Dighiero (1999), Guarino y Pittaluga (1999), Correa *et al.* (2000) y De Barbieri *et al.* (2000) sobre verdes anuales invernales, y por Camesasca *et al.* (2002) sobre praderas cultivadas, quienes obtuvieron niveles de incremento de 98, 78, 123 y 108 kg MS/ha por cada centímetro de aumento en la altura de forraje, con un ajuste de la regresión de 54, 48, 38 y 73% para los verdes anuales invernales, respectivamente, y de 116 y 93 kg MS por cada centímetro de aumento en la altura de forraje, con un ajuste de 40 y 51% sobre pradera cultivada, bajo sistema de pastoreo rotativo y continuo, respectivamente.

Montossi (1995) destaca que la dieta consumida por los animales en pastoreo generalmente contiene una mayor proporción de hojas y tejidos vivos y menor proporción de tallos y tejidos muertos que la que se le ofrece al animal. Debido a ello, se evaluó la relación entre la altura del forraje y la disponibilidad de MVS y HV (Figuras 37 y 38).

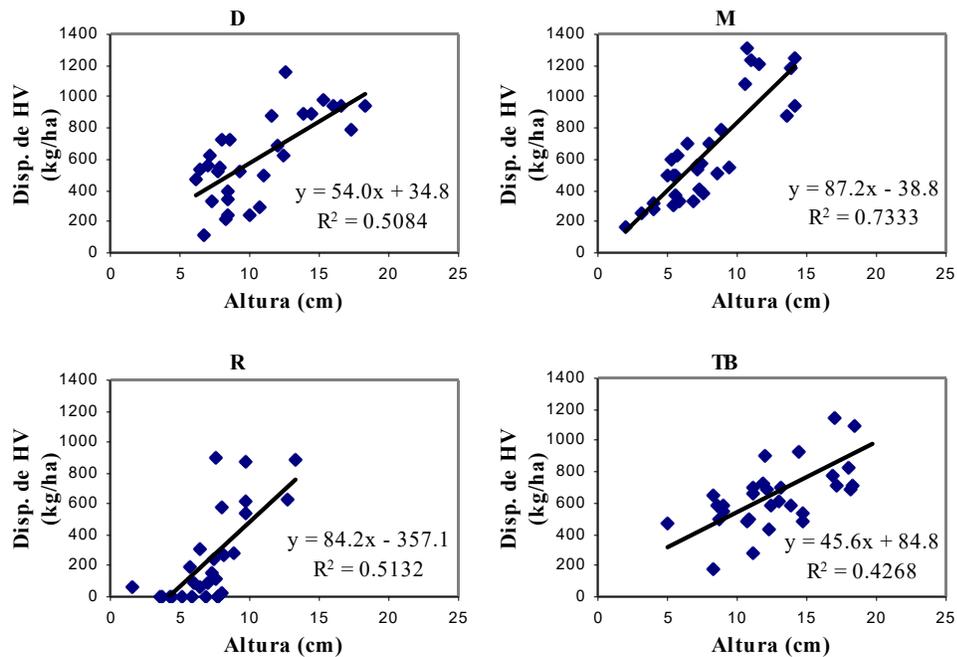
Tanto la disponibilidad de MVS como la de HV (kg/ha) fueron explicadas en mayor medida por la altura de regla, que la disponibilidad de MS para todas las especies forrajeras evaluadas y métodos de medición de la altura (Figuras 36, 37, 38 y Anexo 67). Este aumento en el ajuste de la altura de forraje con la disponibilidad de MVS y HV se debería a la posición de los restos secos en el perfil del tapiz, los que se ubicaron en los estratos inferiores (Figuras 17, 18, 19 y 20), sin tener una influencia mayor sobre cambios en la altura del tapiz.

Figura 37. Asociaciones entre la altura de regla dentro del rectángulo y la disponibilidad de MVS (kg/ha) del forraje ofrecido para el total del período experimental, según especie forrajera.



Al asociar la altura de forraje con la disponibilidad de HV (kg/ha) se observaron variaciones en el ajuste con respecto a la MVS, dependiendo de la especie forrajera en consideración. El M fue la única especie que aumentó considerablemente el coeficiente de determinación por pasar de utilizar MVS a HV (63 a 73%), mientras que las restantes especies forrajeras disminuyeron el ajuste de la regresión por dicho motivo (Anexo 67). El aumento en el ajuste del M estaría asociado a su hábito de crecimiento semipostrado y rizomatoso, y a la morfología de la planta, la que concentra sus tallos en los estratos inferiores y sus hojas en los estratos superiores (Carámbula, 2001; Risso, 2001). El D, por su parte, posee hábito de crecimiento intermedio a semipostrado (Rebuffo, 1998), lo que implica que los tallos cobran mayor importancia en la determinación de la altura del forraje, lo que explicaría la disminución del ajuste de esta especie. Para el caso del R, la disminución del coeficiente de determinación se debería a que el aumento de la altura estaría determinada en mayor medida por el aporte de otras especies que acompañaban a la especie leguminosa, mientras que para el caso del TB la altura del forraje estaría determinada en mayor medida por la altura de los tallos (pecíolos) del TB y no por sus hojas, las que se concentran en el estrato superior, debido a la morfología de la especie (Figuras 17, 18, 19 y 20).

Figura 38. Asociaciones entre la altura de regla dentro del rectángulo y la disponibilidad de HV (kg/ha) del forraje ofrecido para el total del período experimental, según especie forrajera.



Con el objetivo de mejorar el ajuste entre las variables estudiadas, se generaron pares de datos altura-disponibilidad de forraje (MS, MVS, HV), mediante la estratificación por clases según altura de regla cada 2 cm (Hodgson, com. pers.) (Anexo 69). Al igual que en el trabajo de Camesasca *et al.* (2002), el ajuste de las regresiones se incrementa marcadamente en todos los casos con este método de análisis ( $R^2 > 46\%$ ). A excepción del TB, en que todas sus disponibilidades se ajustaron de forma similar con la altura del forraje ( $R^2$  entre 94 y 96%), las disponibilidades de MVS y HV presentaron una mayor asociación con la altura del forraje que la disponibilidad de MS.

### 5.1.1.2. Forraje de rechazo

En los Anexos 70 y 71, se presentan las ecuaciones de regresión con sus respectivos parámetros estadísticos, entre la disponibilidad de materia seca (MS), materia verde (MVS) y hoja de leguminosa verde (HV) del forraje en base seca, con respecto a la altura de regla graduada y altura comprimida (RPM), respectivamente, considerando la especie forrajera para el forraje rechazado. Dichas regresiones se generaron de igual forma que lo especificado para el forraje ofrecido.

A diferencia del forraje ofrecido, no se presentó una gran diferencia de ajuste en la forma de medir la altura de forraje (regla graduada o RPM), en la mayor parte de los

casos, con la disponibilidad de forraje (kg MS, MVS u HV/ha). Sin embargo, al discriminar por método de medición, se observó que para las asociaciones dentro del rectángulo, la regla graduada tuvo un mayor ajuste, mientras que para las asociaciones utilizando las mediciones en la parcela, el RPM tuvo un ajuste superior al de la regla graduada.

La asociación entre la altura de regla y la disponibilidad de forraje rechazado fue menor, en todos los casos, que con la disponibilidad de forraje ofrecido (Anexos 67 y 70), mientras que para la altura comprimida del forraje sucedió lo mismo con las asociaciones realizadas con las mediciones dentro del rectángulo y lo inverso con las realizadas con las mediciones en la parcela (Anexos 68 y 70).

Para las mediciones de altura realizadas con regla graduada, dentro del forraje rechazado, a excepción del R, la disponibilidad de MVS presentó un mayor ajuste ( $R^2$ ) que la de MS, independientemente del método de medición, aunque para el TB esta diferencia fue mínima. La asociación entre la altura de forraje y la disponibilidad de HV tuvo un ajuste inferior a la disponibilidad de MVS para el caso del D y del R, aunque para el M y el TB el ajuste fue superior. Dentro de las especies forrajeras evaluadas, las diferentes disponibilidades del M presentaron un mayor ajuste que las restantes especies, con la altura dentro del rectángulo, y desde el punto de vista del método de medición, la altura de regla dentro del rectángulo tuvo un mejor ajuste que la altura promedio de la parcela, a excepción del TB, en que ambos métodos de medición tuvieron ajustes similares (Anexo 70).

Para las mediciones de altura realizadas con el RPM, la asociación entre la altura y la disponibilidad de forraje, para D y M, tuvo un mayor ajuste para MVS que para MS y HV de las mismas, mientras que para R y TB el mayor ajuste lo tuvo la MS respecto a la MVS y la HV. El TB fue la especie con mayor ajuste al realizarse las mediciones dentro del rectángulo. Sin embargo, al realizarse las mediciones en la parcela el M tuvo el mayor ajuste con MS y MVS, mientras que con HV fue el TB la especie con mayor ajuste entre la altura de forraje y la disponibilidad. Al analizarse los métodos de medición, a excepción del TB que no tuvo un comportamiento consistente, las especies restantes tuvieron un mayor ajuste entre altura y disponibilidad de forraje si este era medido a nivel de la parcela (Anexo 71).

Al igual que para el caso del forraje ofrecido, se generaron pares de datos altura-disponibilidad de forraje (MS, MVS, HV), mediante la estratificación por clases según altura de regla cada 1 cm (Hodgson, com. pers.), con el objetivo de mejorar el ajuste entre las variables estudiadas (Anexos 72). De igual forma que para el forraje ofrecido, el ajuste de las regresiones se incrementa marcadamente en todos los casos con este método ( $R^2 > 44\%$ ). Mediante esta metodología las disponibilidades que se ajustaron mejor con la altura del forraje rechazado variaron con la especie forrajera. Así, para el D y el M, las disponibilidades con mayor ajuste con la altura del forraje correspondieron a

MVS ( $R^2=86\%$  en ambos casos) y HV ( $R^2=83$  y  $92\%$ , respectivamente), mientras que para el R ajustó mejor la MS ( $R^2=92\%$ ) y MVS ( $R^2=91\%$ ), y para el TB la de HV ( $R^2=84\%$ ).

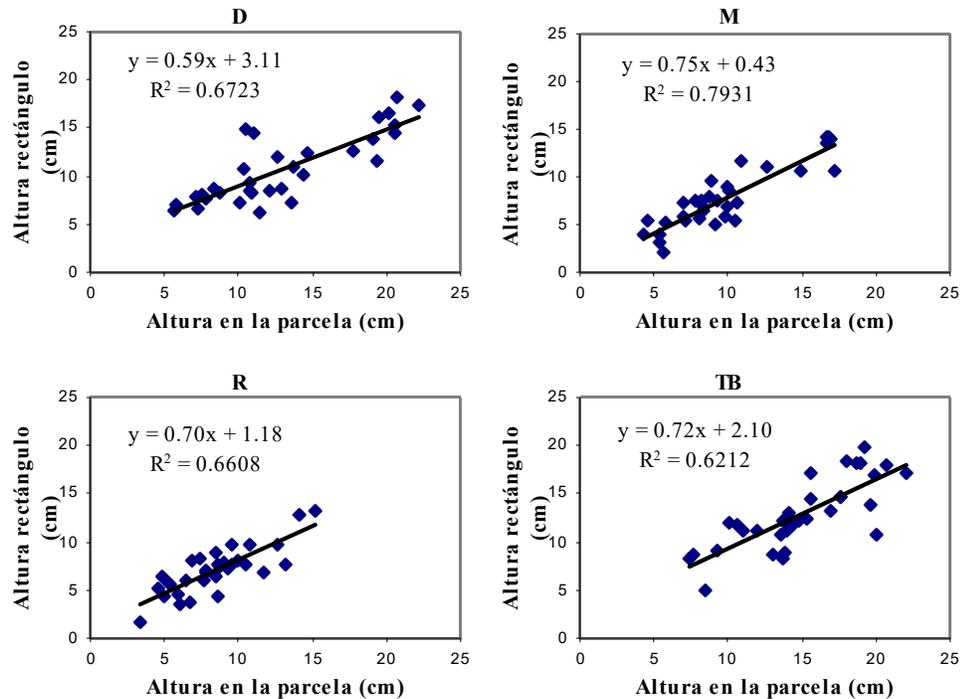
### **5.1.2. Asociación entre altura de forraje dentro del rectángulo y en la parcela**

En el Anexo 73, se presentan las ecuaciones de regresión, con sus respectivos parámetros estadísticos, entre las diferentes formas de medir la altura (regla graduada y RPM) y para los diferentes métodos de medición utilizados (dentro del rectángulo y en la parcela) para el forraje ofrecido y rechazado, según especie forrajera.

Dentro del forraje ofrecido, todos los modelos evaluados fueron estadísticamente significativos, con una asociación de tipo lineal positiva. Sin embargo, se observó que la asociación entre los diferentes métodos de medición fue superior para la altura de regla que para la altura comprimida (RPM) para las cuatro especies forrajeras utilizadas. El ajuste de la regla dentro del rectángulo o en la parcela fue en todos los casos mayor al  $60\%$  en el forraje ofrecido (Figura 39), mientras que el RPM tuvo ajustes inferiores a dicho valor (Anexo 73). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Camesasca *et al.* (2002) sobre una pradera cultivada con una amplia dominancia de TB (regla graduada:  $R^2=70\%$  y RPM:  $R^2=28\%$ ). Sin embargo, para la regla graduada, el valor de ajuste obtenido para las diferentes especies forrajeras evaluadas en el presente experimento fue superior al alcanzado en el trabajo de Correa *et al.* (2000) sobre verdeos anuales invernales de raigrás y triticale ( $R^2=45\%$ ).

Para el forraje rechazado, la asociación entre métodos de medición (dentro del rectángulo o en la parcela), en general, tuvo un menor ajuste que para el forraje ofrecido, a excepción del TB en el que ambas alturas (de regla y comprimida) aumentaron su coeficiente de determinación, destacándose el alto valor de ajuste entre la altura de regla dentro del rectángulo y en la parcela ( $R^2=81\%$ ). Los modelos de regresión lineal evaluados entre métodos de medición dentro de las diferentes alturas (de regla o comprimida) fueron estadísticamente significativos para el M, R y TB, no así para el D. Dentro del M y el R, el ajuste para la altura comprimida fue superior al de la altura de regla ( $46$  y  $45\%$  versus  $26$  y  $29\%$ , respectivamente) (Anexo 73).

Figura 39. Asociaciones entre la altura de regla del forraje ofrecido en la parcela y dentro del rectángulo (cm) según especie forrajera.

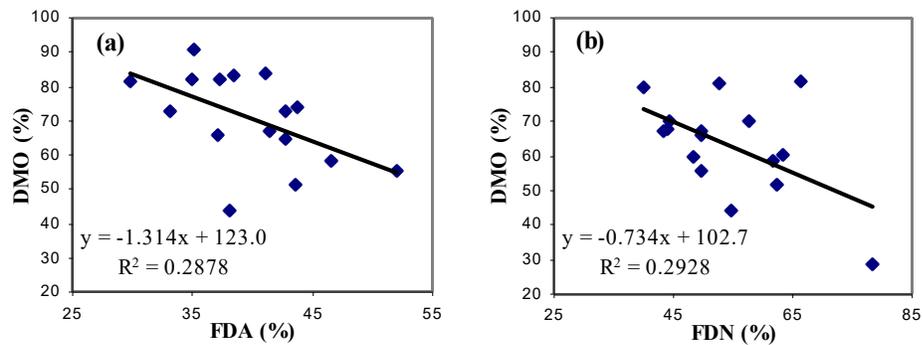


### 5.1.3. Asociación entre características del valor nutritivo del forraje

En los Anexos 74 y 75, se presentan las ecuaciones de regresión, con sus respectivos parámetros estadísticos, entre los diferentes parámetros del valor nutritivo de la pastura (PC, FDA, FDN y DMO) según especie forrajera, para el forraje ofrecido y rechazado, respectivamente.

Dentro de los parámetros del valor nutritivo, el más utilizado como determinante del valor nutritivo del forraje es la DMO (Poppi *et al.*, 1987; Hodgson, 1990). Según Waghorn y Barry (1987), citados por Camesasca *et al.* (2002), este parámetro depende principalmente de la proporción de los constituyentes de la pared celular. En este sentido, Arocena y Dighiero (1999), Correa *et al.* (2000), De Barbieri *et al.* (2000) y Camesasca *et al.* (2002), señalan una disminución de la DMO al aumentar los componentes fibrosos (FDA y FDN). Sin embargo, en el presente experimento, los modelos de regresión lineal entre la DMO y los componentes fibrosos, no fueron significativos, salvo el caso de la asociación entre FDA y DMO para el D en el forraje ofrecido ( $R^2=29\%$ ), y para el caso de la FDN y DMO para el TB en el forraje rechazado ( $R^2=29\%$ ) (Figura 40 y Anexos 74 y 75).

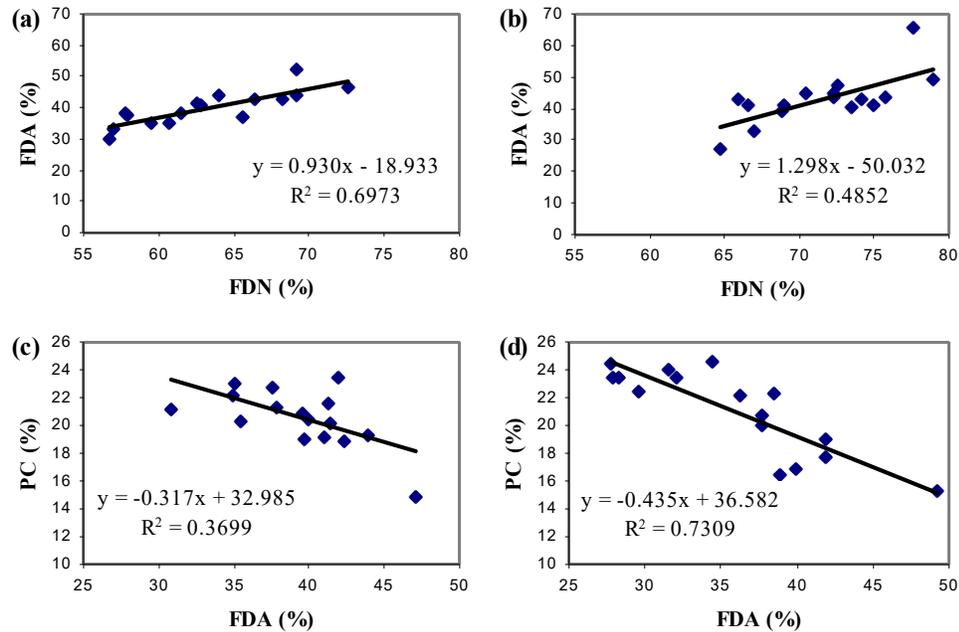
Figura 40. Asociación entre (a) la FDA y la DMO del forraje ofrecido del D, y entre (b) la FDN y la DMO del forraje rechazado del TB.



Dentro del forraje ofrecido, las asociaciones entre los parámetros de valor nutritivo tuvieron valores de ajuste que variaron según la especie forrajera en consideración. Así, el M y el R tuvieron bajos valores de  $R^2$  entre dichos parámetros, a excepción de la asociación entre PC y FDA, y FDA y FDN, respectivamente, en las que se obtuvieron valores de ajuste medios ( $R^2=37\%$  y  $R^2=49\%$ , respectivamente). Para el caso del D, el ajuste entre estos parámetros varió entre medio y bajos, a excepción de FDA con FDN, en la cual se obtuvo un  $R^2=70\%$  y donde por cada unidad porcentual de incremento en la FDN, el valor de FDA se incrementa 0.93 unidades porcentuales. Para el caso del TB, las asociaciones entre los parámetros de valor nutritivo fueron medios, destacándose la alta asociación existente para esta especie entre el contenido de PC y de FDA con un  $R^2=73\%$ , donde por cada aumento porcentual que se registra en el contenido de FDA se ve disminuida la PC en 0.44 unidades porcentuales (Figura 41 y Anexo 74).

El ajuste de las asociaciones entre los parámetros de valor nutritivo del forraje rechazado fue bajo a nulo en todas las especies forrajeras evaluadas (Anexo 75).

Figura 41. Asociaciones entre la FDN y la FDA para las especies (a) D y (b) R, y entre la FDA y la PC para las especies (c) M y (d) TB.



#### 5.1.4. Asociación entre características cuantitativas y cualitativas del forraje

En los Anexos 76 al 83, se presentan las ecuaciones de regresión, con sus respectivos parámetros estadísticos, entre las características cuantitativas de la pastura (altura de regla y comprimida medidas dentro del rectángulo y en la parcela, disponibilidad de MS, MVS, HV y proporción de H, T, RS y O) y los diferentes parámetros de valor nutritivo del forraje (PC, FDA, FDN y DMO) según especie forrajera para el forraje ofrecido y rechazado, respectivamente. Dichas regresiones se generaron a partir de los resultados promedio obtenidos en la franja donde se realizaron las determinaciones del valor nutritivo.

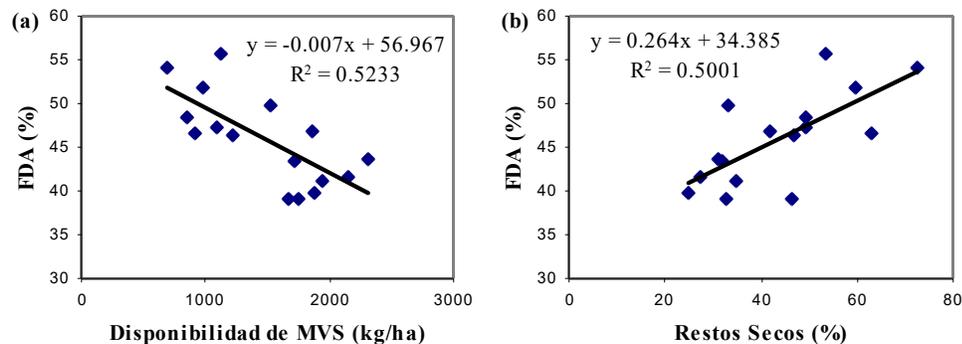
En el forraje ofrecido, las características cuantitativas de las pasturas, en las especies forrajeras evaluadas, tuvieron escasa a baja influencia en explicar el valor de los diferentes parámetros del valor nutritivo del mismo. Al discriminar por especie forrajera, se observa que en el caso del D y del TB, los ajustes de estas asociaciones ( $R^2$ ) fueron, en la mayoría de los casos, menores al 20%, mientras que para el caso del M, hubo una baja a moderada asociación ( $20\% > R^2 < 50\%$ ) entre varias de las características cuantitativas y el contenido de FDA. El R fue la especie forrajera en la cual los parámetros cuantitativos del forraje tuvieron una mayor influencia sobre el contenido de PC y de FDN, con ajustes bajos a moderados ( $20\% > R^2 < 50\%$ ) (Anexos 76, 77, 78 y 79).

Las características cuantitativas del forraje rechazado tuvieron, en general, un mayor ajuste con los parámetros del valor nutritivo del forraje que para el forraje ofrecido (Anexos 76 al 83).

Dentro de las ecuaciones de regresión obtenidas para el forraje de rechazo, se destacan, por su alto ajuste ( $R^2 > 50\%$ ), para el D la asociación de la FDA (%) con la disponibilidad de MVS (kg/ha), y con los RS (%) (Figura 42); para el M la asociación entre la FDA (%) y la altura del forraje medida en el rectángulo (Figura 43); para el R la asociación de la PC (%) con la disponibilidad de HV (kg/ha), H, T y O (%) (Figura 44) y entre el contenido de FDA (%) y la altura de forraje tanto dentro del rectángulo como en la parcela (Figura 45), y para TB la asociación de la FDN (%) con la disponibilidad de MVS (kg/ha) y con la fracción RS (%) (Figura 46).

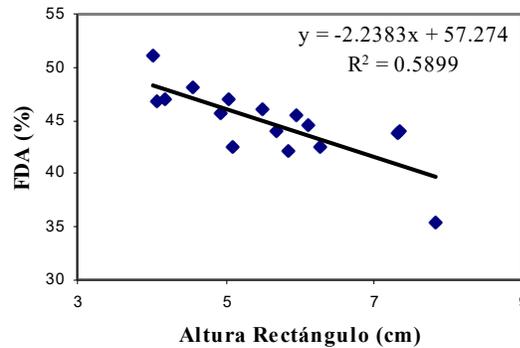
En la Figura 42, se puede observar que dentro del forraje rechazado de D, la FDA se asocia de forma lineal y negativa con la disponibilidad de MVS y lineal y positiva con los RS, donde por cada kilogramo de incremento en la MVS o unidad porcentual de los RS, la FDA disminuye 0.008 y aumenta 0.264 unidades porcentuales, explicando dichos factores el 52 y 50% de la variación en el contenido de FDA, respectivamente.

Figura 42. Asociaciones entre la FDA (%) y (a) disponibilidad de MVS (kg/ha), y (b) Restos Secos (%) para el forraje rechazado de *Lotus corniculatus* cv. INIA Draco.



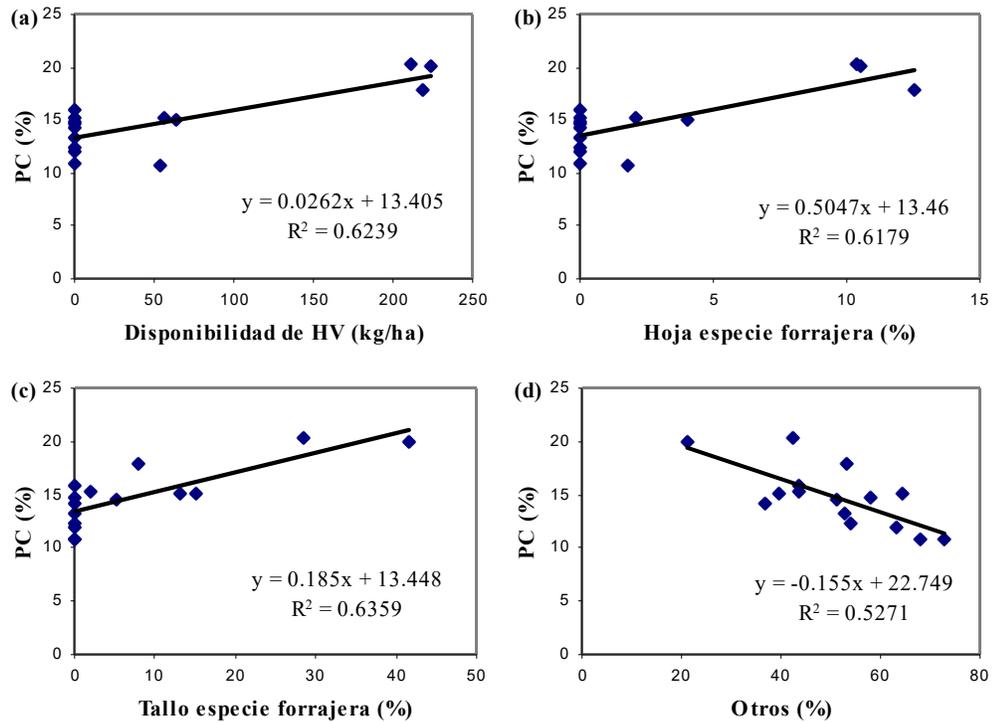
Dentro del forraje rechazado de M, la FDA se asocia de forma lineal y negativa con la altura de forraje dentro del rectángulo, explicando este factor un 59% de la variación en la FDA, donde por cada centímetro de incremento en la altura, la FDA disminuye 2.238 unidades porcentuales (Figura 43).

Figura 43. Asociación entre la FDA (%) y la altura (cm) de forraje rechazado dentro del rectángulo para *Lotus pedunculatus* cv. Maku.



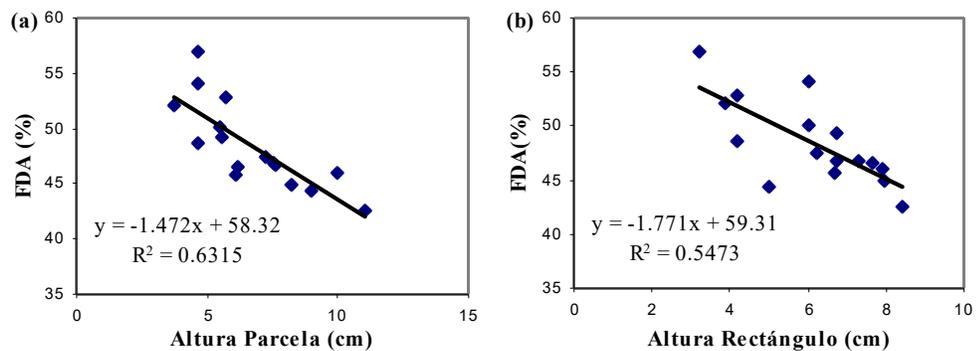
En situaciones particulares como el caso de crecimiento de corderos en las etapas tempranas de desarrollo, factores tales como el nivel de PC en la dieta, la relación entre proteína degradable y no degradable en el rumen y la relación proteína y energía en la dieta, adquieren importancia (Montossi, com. pers., citado por De Barbieri *et al.*, 2000). El contenido de PC del forraje rechazado de R estuvo asociado de forma lineal y positiva con la disponibilidad de HV ( $R^2=62\%$ ), con la proporción de H ( $R^2=62\%$ ) y con la de T ( $R^2=64\%$ ), y de forma negativa con la proporción de O ( $R^2=53\%$ ) dentro del forraje. Por cada unidad de incremento en dichas fracciones, el contenido de PC aumenta 0.026, 0.505, 0.185 y disminuye 0.155 unidades porcentuales, respectivamente (Figura 44). Según Carámbula *et al.* (1994b), esta especie hace un limitado aporte cuantitativo en el período invernal pero de muy buena calidad, que permite aumentar el contenido de PC de la pastura, complementando de esta forma al campo natural.

Figura 44. Asociaciones entre la PC (%) y (a) disponibilidad de HV (kg/ha), (b) hoja de la especie forrajera (%), (c) tallo de la especie forrajera (%) y (d) “otros” (%) para el forraje rechazado de *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón.



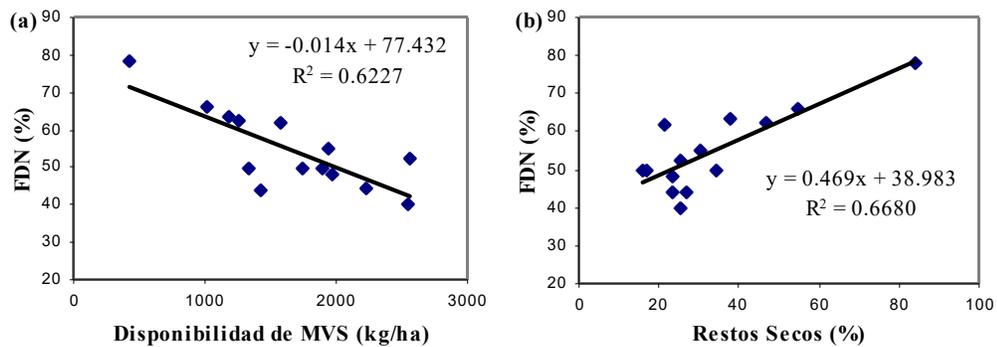
La fracción FDA del forraje rechazado de R, se asoció de forma lineal y negativa con la altura de regla, tanto en la parcela ( $R^2=63\%$ ) como dentro del rectángulo ( $R^2=55\%$ ), disminuyendo su proporción en 1.472 y 1.771 unidades porcentuales por cada centímetro de aumento en la altura de forraje, respectivamente (Figura 45).

Figura 45. Asociaciones entre la FDA (%) y altura del forraje rechazado (cm) (a) en la parcela, y (b) dentro del rectángulo, para el *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón.



Dentro del forraje rechazado de TB se destaca la alta asociación entre la FDN con la disponibilidad de MVS (kg/ha;  $R^2=62\%$ ) y con la fracción RS (%;  $R^2=67\%$ ). La asociación fue de tipo lineal, negativa en el primer caso y positiva en el segundo, con variaciones 0.014 y 0.469 unidades porcentuales por cada incremento en kilogramos o unidades porcentuales de dichas variables, respectivamente (Figura 46).

Figura 46. Asociaciones entre la FDN (%) y (a) disponibilidad de MVS (kg/ha), y (b) Restos Secos (%) para el forraje rechazado de *Trifolium repens* cv. Zapicán.



La DMO de la pastura es un importante factor en controlar el consumo, el cual varía con la cantidad de forraje, la proporción verde y la madurez del mismo (Birrell, 1989, citado por De Barbieri *et al.*, 2000), y las especies consideradas (Montossi, com. pers., citado por De Barbieri *et al.*, 2000). Dentro de las asociaciones realizadas para las diferentes especies forrajeras, para el forraje ofrecido solamente se obtuvo una asociación media entre los RS y la DMO en el R ( $R^2=34\%$ ), mientras que dentro del forraje rechazado los modelos lineales que fueron significativos ( $P<0.05$ ) fueron: DMO con altura de regla y con altura comprimida dentro del rectángulo y con la proporción de T para el D ( $R^2=26$  a  $35\%$ ); DMO con altura de regla en la parcela, disponibilidad de MVS y de HV para el TB ( $R^2=23$  a  $31\%$ ) (Anexos 76 al 83).

## 5.2. RELACIONES ENTRE CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS Y DE PRODUCCIÓN ANIMAL

### 5.2.1. Conducta animal

Los animales en pastoreo presentan un ciclo diario que es marcadamente consistente y se repite cada día con cambios mínimos (Vallentine, 1990, citado por Montossi, 1995). El ganado normalmente divide su día en períodos alternativos de pastoreo, rumia y descanso. El tiempo de pastoreo (TP) depende de las condiciones de la pastura y los animales, en general, varía en relación inversa con la altura de la pastura y con el forraje disponible (Allden y Whittaker, 1970; Penning *et al.*, 1991; Phillips y Leaver, 1985; Burlinson, 1987; citados por Montossi, 1995). El tiempo de rumia (TR)

varía con la cantidad y digestibilidad de la ingesta, aunque también depende del tiempo de pastoreo, ya que según Penning *et al.* (1991), al aumentar el mismo disminuye el tiempo de rumia, permaneciendo constante el tiempo de descanso (TD).

Dentro de las asociaciones existentes entre los parámetros de conducta animal se destaca la alta asociación entre el TP y el TD, el cuál tuvo un  $R^2 > 40\%$  para todas las especies forrajeras evaluadas (Anexo 84). Estos parámetros se asociaron de forma directa e inversa. Milne (1990), citado por Montossi (1995), menciona que animales en pastoreo con disponibilidades mayores a 1500 kg MS/ha, no tienen dificultad para satisfacer su apetito. Ello explicaría los importantes ajustes entre TP y TD obtenidos, ya que durante el período experimental los valores de disponibilidad fueron superiores al mismo. Este mismo resultado fue obtenido por Camesasca *et al.* (2002) sobre una pradera convencional de 2<sup>do</sup> año dominada por TB.

En el Anexo 85, se presentan las ecuaciones de regresión, con sus respectivos parámetros estadísticos, entre los diferentes componentes de la conducta animal (TP, TR, TD y TA (tiempo dedicado a consumir agua)) y la DMO (%), RS (%), disponibilidad de MS, MVS y HV (kg/ha), altura de regla y altura comprimida dentro del rectángulo para el forraje ofrecido, mientras que en el Anexo 86 se presentan para el forraje rechazado.

Los parámetros de conducta animal estuvieron más asociados con las diferentes determinaciones realizadas para el forraje ofrecido en comparación con el forraje rechazado. De los parámetros de conducta animal, los que presentaron mayor asociación con las variables medidas en el forraje fueron TP y TD, no siendo significativos estadísticamente los modelos con TR y TA, tanto para el forraje ofrecido como para el forraje rechazado, posiblemente explicado porque la mayor parte del pastoreo se desarrolla durante las horas de luz (Hodgson, 1990), mientras que la actividad de rumia se realiza básicamente durante las horas nocturnas (Hodgson, 1990; Penning *et al.*, 1991). El TA fue despreciable, ya que los animales cubrían sus requerimientos con el agua contenida en el forraje debido al bajo contenido de MS (22%) (Forbes, 1968, citado por NRC, 1985), lo que explicaría los bajos valores asociativos y predictivos de los modelos. Dentro de las especies forrajeras evaluadas se destaca el bajo ajuste del TB en todas las asociaciones evaluadas, siendo en la mayoría de los casos estadísticamente no significativos los modelos evaluados (Anexo 85 y 86).

De las asociaciones de interés productivo se destacan, dentro del forraje ofrecido, los ajustes obtenidos para el TP con la proporción de RS, disponibilidad de MVS y la altura comprimida dentro del rectángulo para el D, con disponibilidad de MVS y de HV, la altura de regla y la altura comprimida dentro del rectángulo para el M, y con la disponibilidad de MVS, altura de regla y altura comprimida dentro del rectángulo para el R, con valores de  $R^2$  de 53, 58, 50, 44, 58, 77, 66, 59, 64 y 70%, respectivamente

(Anexo 85). Estas variables se asociaron de forma lineal y negativa, a excepción de la fracción RS, la cual se asoció de forma lineal pero positiva.

Como forma de visualizar los resultados obtenidos, a continuación se presentan las Figura 47 y 48, en donde se muestran las asociaciones existentes entre el TP y la disponibilidad de MVS, y entre el TP y la altura de regla del forraje ofrecido, respectivamente, para las diferentes especies forrajeras. En ellas se observa claramente, la asociación lineal y negativa entre las variables asociadas, con una disminución en el TP de 0.062, 0.052 y 0.049 minutos/animal por cada kilogramo de aumento en la disponibilidad de MVS, y una disminución de 5.4, 9.7 y 7.7 minutos/animal por cada centímetro de aumento en la altura del forraje ofrecido, para D, M y R respectivamente. Mientras que, por otro lado, el TB tuvo asociaciones bajas para estas relaciones ( $R^2 < 0.10$ ), explicado por las altas disponibilidades de forraje ofrecido (mayores a 2500 kg MS/ha), mantenidas en estado vegetativo, con una alta proporción de H en los estratos superiores (Anexos 19, 20, 21 y 22), accesibles para el consumo de los animales. Según Stobbs (1974), Arnold (1981), Hodgson (1982), Legendre y Fortin (1989), Fryxell (1991), citados por Montossi *et al.* (2000), estas variables inciden decisivamente sobre el comportamiento animal en pastoreo.

Figura 47. Asociaciones entre el tiempo de pastoreo promedio (TP; min/animal) y la altura de regla graduada (cm) del forraje ofrecido según especie forrajera.

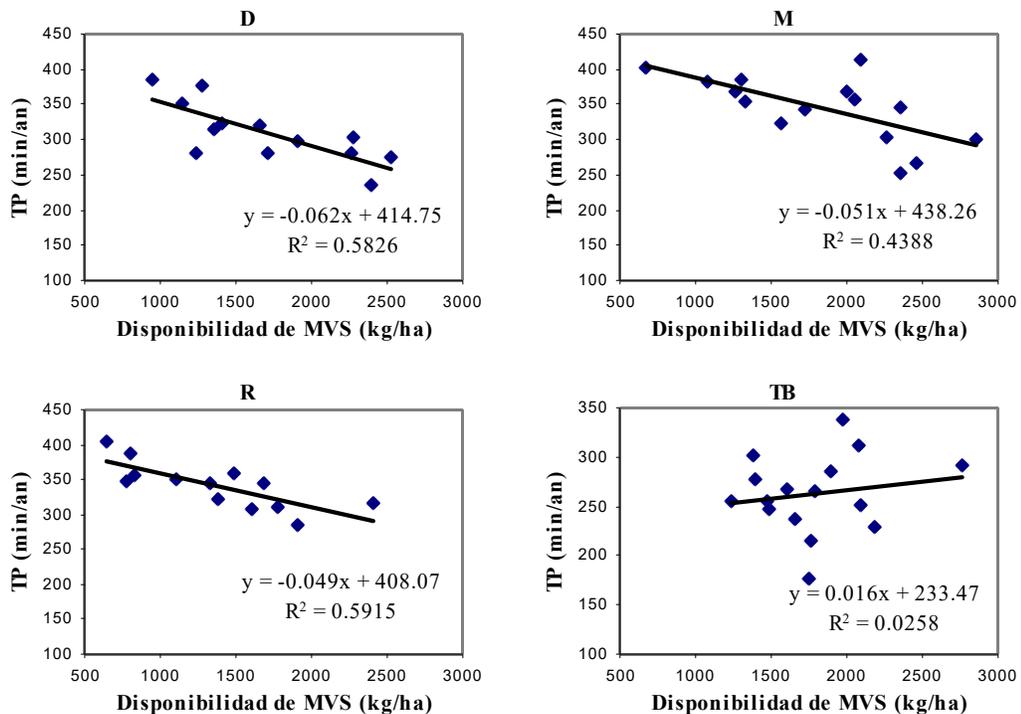
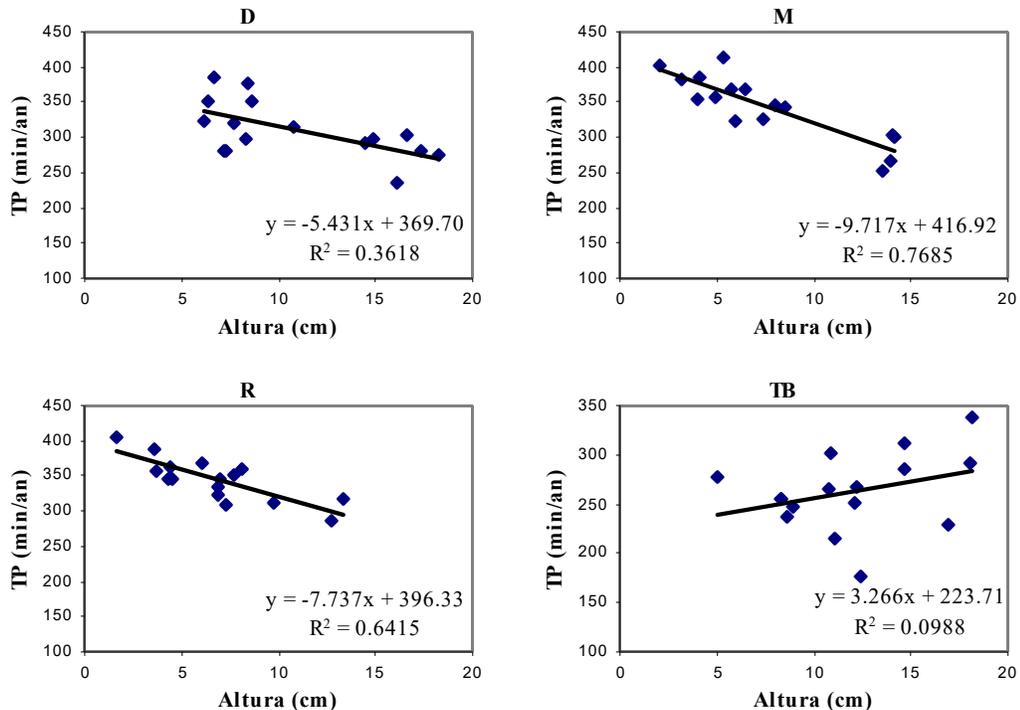


Figura 48. Asociaciones entre el tiempo de pastoreo promedio (TP; min/animal) y la disponibilidad de MVS (kg/ha) ofrecida según especie forrajera.



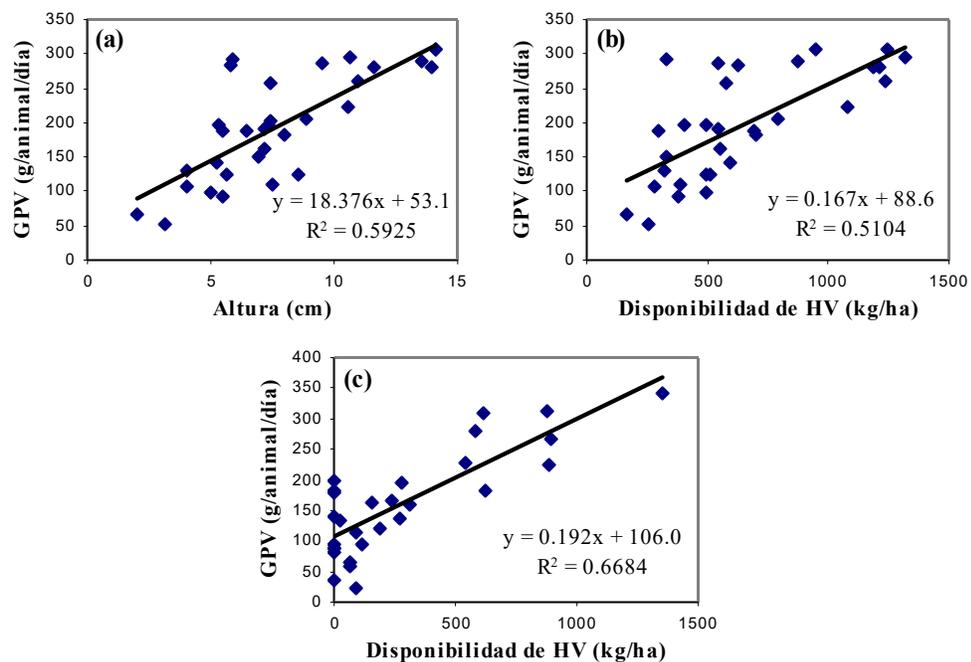
### 5.2.2. Ganancia de peso vivo

Las características del forraje (cantidad, valor nutritivo y estructura) que se le ofrece al animal en pastoreo afectan su comportamiento productivo (Hodgson, 1990; Stobbs, 1974; Arnold, 1981; Hodgson, 1982; Legendre y Fortin, 1989; Fryxell, 1991; citados por Montossi *et al.*, 1996). La disponibilidad de forraje guarda relación estrecha con el comportamiento productivo animal: a) cuantitativas (afectando en forma directa el volumen de forraje consumido y su calidad), y b) cualitativas (afectando la selectividad animal) (Millot *et al.*, 1987, citados por Carámbula, 1996). Cuanto mayor es la entrega de forraje mejor es la performance animal y cuanto más alto es el porcentaje de material verde mejor será su comportamiento (Smith *et al.*, 1982, citados por Carámbula, 1996), aunque esta asociación está afectada por el rango de valores de la variable en cuestión (Montossi, com. pers.). Según Hodgson (1990), la altura de la pastura indisturbada es el indicador más útil para los propósitos de manejo, siendo esta la variable más simple para predecir la respuesta, tanto vegetal como animal. Esto es particularmente cierto cuando las diferencias en características tales como área foliar, densidad de hojas y estructura del tapiz están altamente relacionadas con diferencias en la altura (Carámbula, 1996).

De las distintas regresiones evaluadas entre diferentes parámetros de la pastura (altura de regla dentro del rectángulo y en la parcela, altura comprimida dentro del

rectángulo y en la parcela, disponibilidad de MS, MVS y HV, PC, FDA, FDN y DMO) y la GPV para el forraje ofrecido y rechazado (Anexos 87 y 88), salvo excepciones, se observa que sólo existió una asociación estadísticamente significativa y con un ajuste interesante ( $R^2 > 35\%$ ) entre los parámetros cuantitativos del forraje ofrecido y la GPV para el M. Dentro de dicha especie forrajera, las variables que presentaron mayor ajuste con la GMD correspondieron a la altura de regla y comprimida dentro del rectángulo ( $R^2 = 59$  y  $60\%$ , respectivamente), mientras que de las diferentes disponibilidades de ella, la HV fue la que presentó un ajuste superior ( $R^2 = 51\%$ ). Sin embargo, el mayor ajuste ( $R^2 = 67\%$ ) para las regresiones evaluadas se obtuvo en el R, entre la disponibilidad de HV y la GMD, en donde por cada kilogramo de aumento en la disponibilidad de HV, la GPV promedio de los corderos se incrementó  $0.19$  g/animal (Figura 49).

Figura 49. Asociaciones entre a) altura de forraje ofrecido (cm) para M, b) disponibilidad de HV(kg/ha) para M, c) disponibilidad de HV (kg/ha) para R, y GPV (g/animal/día).



### 5.3. RELACIONES ENTRE CARACTERÍSTICAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL

#### 5.3.1. Asociaciones entre la conducta animal y la ganancia de peso vivo

En el Anexo 89, se presentan las asociaciones entre los diferentes parámetros de la conducta animal y la GMD. En él se puede observar que en los modelos evaluados, dichas variables no estuvieron asociadas de forma significativa, salvo excepciones, de

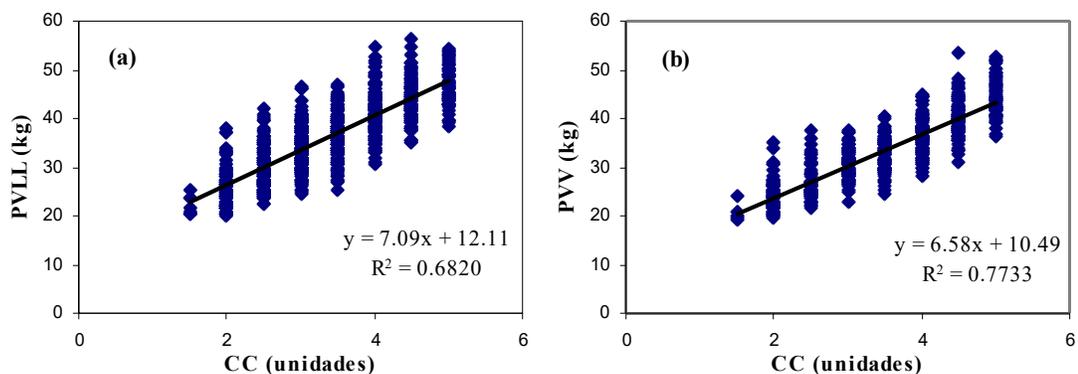
las cuales la relación entre el TP y la GPV sería de interés productivo pero cuyo valor de  $R^2$  fue bajo (18%).

### 5.3.2. Asociaciones entre el peso vivo y la condición corporal

Dentro de las principales ventajas del uso de la CC propuestas para ovinos en sistemas ganaderos son: su bajo costo, escasa necesidad de infraestructura, sencilla medición (especialmente para un gran número de animales), facilidad de aprendizaje, consistencia y precisión en las mediciones en el tiempo a nivel de cada observador y entre diferentes observadores, permite comparar el estado nutricional de ovinos independientemente de diferencias debidas a otros factores (llenado del TGI, cantidad de lana presente en cada animal, del sistema productivo, etc.). Sin embargo, cabe mencionar que tiene por principal desventaja que pérdidas de peso repentinas asociadas a estrés importantes de tipo nutricional o sanitario no pueden ser detectadas de forma inmediata por la CC (Montossi *et al.*, 1998a).

La CC estuvo altamente asociada con el PVLL ( $R^2=68\%$ ) y con el PVV ( $R^2=77\%$ ), en ambos casos de forma lineal y positiva, en donde por cada unidad de incremento de CC se produce un incremento de 7.1 y 6.6 kg, respectivamente (Figura 50 y Anexo 90). Estos ajustes fueron levemente menores a los encontrados por Camesasca *et al.* (2002) sobre praderas convencionales, similares a los de Correa *et al.* (2000) y superiores a los encontrados por Arocena y Dighiero (1999), Guarino y Pittaluga (1999) y De Barbieri *et al.* (2000), sobre verdeos anuales invernales.

Figura 50. Asociaciones entre el peso de vivo (a) lleno y (b) vacío y la condición corporal.



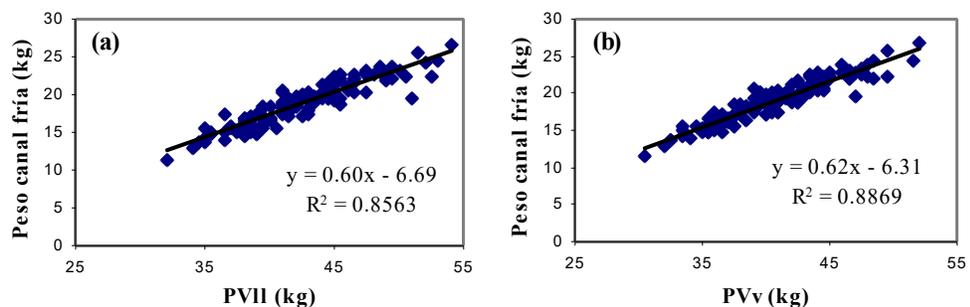
El mayor ajuste encontrado entre la CC y el PVV con respecto al PVLL, se explicarían por diferencias en el contenido del TGI el cuál determina una mayor variabilidad en los valores de PVLL. Estas diferencias, a su vez, estarían determinadas por las diferencias bases forrajeras utilizadas.

### 5.3.3. Asociaciones entre las características pre y pos faena

En el momento actual, dentro de los animales que cumplen con los requisitos exigidos por el operativo “Cordero Pesado”, la forma en que se determina el precio que recibe el productor es el PCC que alcanza cada animal (Azzarini y Pereira, 2001, citados por San Julián *et al.*, 2002). Por lo tanto, al productor le serían de utilidad aquellas variables que se determinaran en el establecimiento y que estimen de mejor forma el rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza y el PCC de los animales en el frigorífico, y que permitan así determinar el momento de faena más conveniente para su sistema de producción.

De las cinco determinaciones realizadas *in vivo* (PVII, PVv, CC, AOB y Punto C), las que se ajustaron mejor con el PCC fueron PVII ( $R^2=88\%$ ) y PVv ( $R^2=90\%$ ), en donde por cada kilogramo de incremento en el PVII y en el PVv, aumentó 0.622 y 0.636 kg el PCC, respectivamente. De ellas se destaca, además, el bajo coeficiente de variación (5.4 y 4.9%, respectivamente) de los modelos lineales obtenidos (Figura 51 y Anexo 91). El ajuste alcanzado entre PVv y PCC fue inferior al obtenido por San Julián *et al.* (2002) sobre información obtenida en la raza Corriedale ( $R^2=94\%$ ). Al agregar más variables al modelo de predicción del PCC no se obtuvieron grandes mejoras en el ajuste de los mismos (PVv y CC:  $R^2=92\%$  y PVv, Punto C y AOB:  $R^2=94\%$ ). Arocena y Dighiero (1999), Guarino y Pittaluga (1999), Correa *et al.* (2000), De Barbieri *et al.* (2000) y Camesasca *et al.* (2002) obtuvieron valores similares de ajuste entre el PVv y el PCC ( $R^2$  de aprox. 90%). Estos últimos autores obtuvieron, además, igual respuesta al incluir Punto C y AOB en el modelo de predicción, pasando de un  $R^2$  de 88 al 93%.

Figura 51. Asociaciones entre a) el peso vivo lleno (PVII) y b) el peso vivo vacío (PVv) en el establecimiento previo al embarque con el peso de canal fría.



El rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza por su parte tuvo una mayor asociación con las diferentes determinaciones de ultrasonido (AOB y Punto C, con un  $R^2$  de 50 y 46%, respectivamente). Sin embargo, la CC es una herramienta más sencilla para ser adoptada por el productor y su ajuste ( $R^2=45\%$ ) no difirió de forma importante con el de las características anteriores (Anexo 91). El PV tanto lleno como vacío presentó menor ajuste con el rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza ( $R^2=37\%$  para ambas asociaciones), aunque al

incluirse la CC final en la predicción del rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza, el ajuste mejora, alcanzando un R<sup>2</sup> de 53% (Cuadro 77).

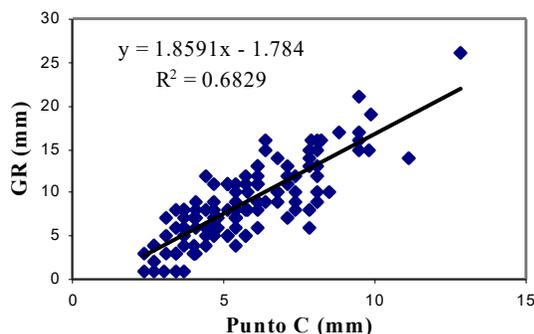
Cuadro 77. Ecuaciones de regresión para la predicción del rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza a partir del peso vivo lleno y vacío, en el establecimiento y condición corporal final.

Modelo	R <sup>2</sup>	C.V.(%)	E.S.	P	n
Rend = 0.408 PVll + 30.097	0.3705	5.1	2.411	<.0001	126
Rend = 0.417 PVv + 30.583	0.3737	5.1	2.405	<.0001	126
Rend = 0.229 PVll + 4.247 CC + 17.891	0.5305	4.4	2.089	<.0001	126
Rend = 0.237 PVv + 4.208 CC + 18.217	0.5329	4.4	2.084	<.0001	126

Referencias: C.V.: coeficiente de variación; E.S.: error estándar (%); Rend: rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza; P: probabilidad del modelo; PVll; peso vivo lleno en el establecimiento; PVv: peso vivo vacío en el establecimiento y CC: condición corporal final.

El rango óptimo (mejores precios) de valores de GR para los estándares de exportación para el caso de Nueva Zelanda se ubican entre 6 y 12 mm (de los Campos *et al.*, 2002), con un límite máximo admitido internacionalmente de 15 mm (Montossi *et al.*, 2002). Si bien a nivel nacional actualmente no se considera esta característica en el momento de fijar el precio, en un futuro puede ser uno de los factores a ser considerados para ello, en cuyo caso su predicción sería de interés (San Julián *et al.*, 2002). De los factores capaces de ser determinados *in vivo*, el que presentó una mayor asociación con el GR fue el Punto C (R<sup>2</sup>=68%), de forma lineal y positiva, en donde por cada milímetro de incremento en el Punto C el GR se incrementaba en 1.86 mm (Figura 52 y Anexo 91).

Figura 52. Asociación entre el punto C y el espesor del tejido en el punto GR.



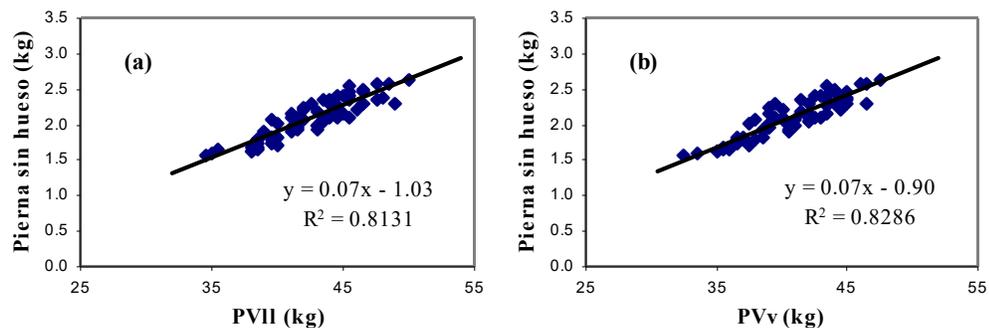
La CC es una determinación más sencilla y barata que el Punto C, sin embargo, su ajuste con la medida de GR fue medio (R<sup>2</sup>=44%). El ajuste obtenido en el presente experimento para dicha asociación fue superior a la obtenida en trabajos anteriores sobre verdeos anuales invernales (Guarino y Pittaluga, 1999) y sobre praderas convencionales (Camesasca *et al.*, 2002), aunque menor al alcanzado por Arocena y Dighiero (1999) sobre verdeos anuales invernales (Anexo 91). La variación en el ajuste se explicaría por los rangos de CC manejados en los distintos trabajos y la mínima unidad utilizada para dicha variable (0.5 vs. 0.25 unidades de CC).

Al utilizarse conjuntamente el Punto C y la CC en la predicción de GR se alcanza un  $R^2$  de 74%, que si bien es superior a los anteriormente mencionados no difiere en gran medida del ajuste obtenido por usar únicamente el Punto C, pero con la ventaja de que la inclusión de la CC no incrementa de forma significativa los costos. Si además se incluye en el modelo el PVv se pueden alcanzar ajustes de  $R^2=76\%$ .

Dentro de los cortes sin hueso más valiosos se encuentra la pierna sin hueso (PSH), la cual explica el 36% del valor total de la canal (de los Campos *et al.*, 2002). Entre las variables medidas *in vivo*, las que presentaron un grado de asociación interesante con esta característica fueron el PV, tanto lleno como vacío, con un  $R^2=81$  y 83%, donde se observaron incrementos de 0.073 y 0.074 kg de PSH por cada kilogramos de incremento en el PV, respectivamente (Figura 53 y Anexo 91). Dichos coeficientes de determinación fueron superiores a los alcanzados por San Julián *et al.* (2002) utilizando PVv como único determinante del peso de PSH (75%) o en las diferentes combinaciones con CC, Punto C y AOB (75 a 78%), y al alcanzado por Camesasca *et al.* (2002) al asociar PVv con el peso de PSH ( $R^2=76\%$ ).

Cabe destacar que todos los modelos evaluados en este ítem fueron altamente significativos ( $P<0.0001$ ) (Anexos 91).

Figura 53. Asociaciones entre el peso vivo a) lleno y b) vacío, en el establecimiento con el peso de pierna sin hueso.



#### 5.3.4. Asociaciones entre las características pos faena

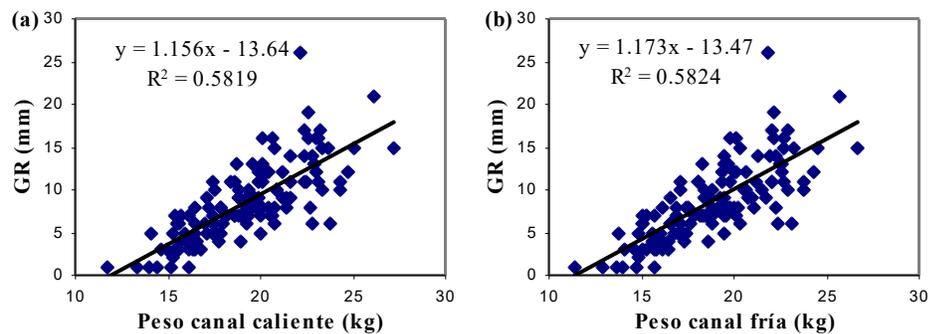
En el Anexo 92, se presentan las asociaciones evaluadas entre las características *pos mortem* (PCC, PCF, rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza, merma por frío, GR y PSH), con sus respectivos parámetros estadísticos. Todos los modelos evaluados fueron altamente significativos ( $P<0.0001$ ).

El PCC tuvo una media-alta asociación con el GR ( $R^2=58\%$ ), el rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza ( $R^2=68\%$ ) y el peso de PSH ( $R^2=94\%$ ). Dicha característica estuvo altamente

asociada con el PCF ( $R^2=99.6\%$ ), de forma lineal y positiva, con un valor de “b” muy cercano a 1, lo que explica la similitud de los modelos y sus parámetros estadísticos (Figuras 54, 55, 56 y Anexo 92).

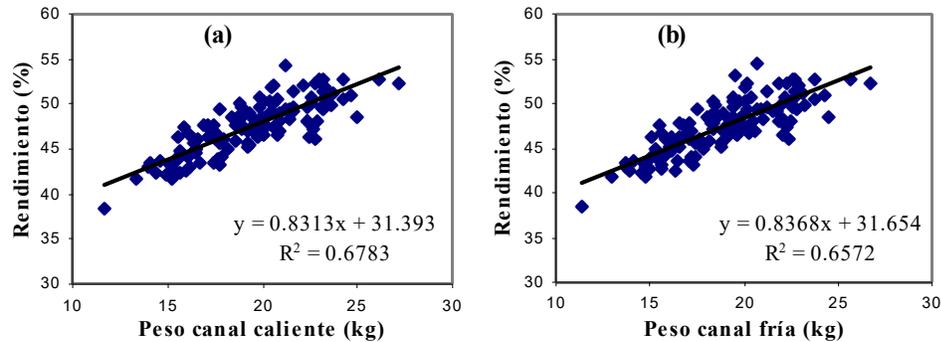
Según Chestnutt (1994), el incremento en el peso de la canal tiene un efecto significativo sobre el nivel de engrasamiento. Lee (1986), por su parte, obtuvo una relación lineal y positiva entre peso de canal y el espesor de grasa medido en el punto GR. La relación entre GR y el peso de la canal debe ser considerada para cada categoría y raza, ya que el intercepto y la pendiente de esta asociación se modifica por ello (Purchas, 1994). En la Figura 54, se muestra la relación existente entre el espesor del punto GR y el peso de canal, observando una relación lineal y positiva, en donde por cada kilogramo de aumento en el PCC o PCF el espesor de grasa en el punto GR aumenta 1.156 y 1.173 mm, respectivamente, con una asociación entre variables, tanto para PC caliente como frío, de  $R^2=58\%$ . Para estas variables, Camesasca *et al.* (2002) encontraron mayores asociaciones ( $R^2=71\%$ ) y mayores incrementos en el espesor de grasa en el punto GR por cada kilogramo de aumento en el PCC (1.517 mm).

Figura 54. Asociaciones entre: a) el peso de canal caliente y b) fría con el espesor del punto GR.



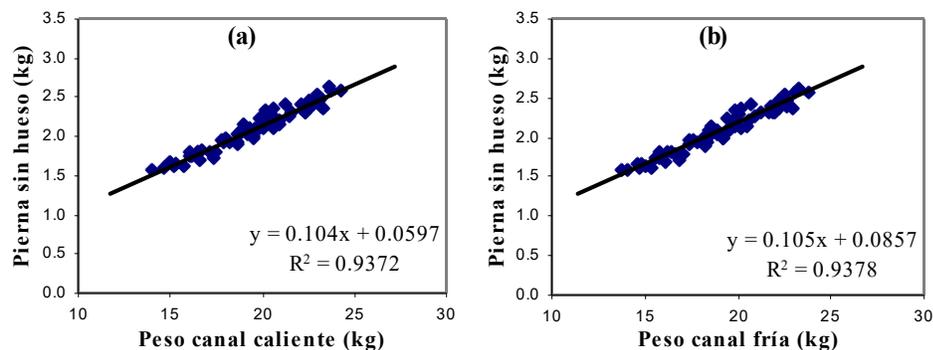
El PCC y PCF también estuvieron asociados al rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza, con un  $R^2$  de 68 y 66%, en donde por cada kilogramo de incremento en el peso de canal el rendimiento aumentó 0.83 y 0.84 unidades porcentuales, respectivamente. El ajuste encontrado para estas variables fue superior al obtenido por Camesasca *et al.* (2002) con una pendiente marcadamente menor ( $b=0.49$  kg). Las diferencias podrían deberse a que en dicho experimento el rango de peso de canal alcanzado fue menor al del presente experimento (Figura 55 y Anexo 92).

Figura 55. Asociaciones entre a) el peso de canal caliente y b) fría con el rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza.



Además, el PCC y el PCF se asociaron con el peso de PSH de forma lineal y positiva, con un importante nivel de ajuste ( $R^2=94\%$ ), con incrementos de 0.104 y 0.105 kg de PSH por cada kilogramo de aumento en el PCC y PCF, respectivamente (Figura 56 y Anexo 92). Los valores de ajuste y pendiente encontrados en dichos modelos fueron mayores a los obtenidos por De Barbieri *et al.* (2000) con PCC ( $R^2=87\%$  y  $b=0.047$ ) y por Camesasca *et al.* (2002) con PCC y PCF ( $R^2=87$  y  $87\%$ , y  $b=0.084$  y  $0.085$  kg, respectivamente). Los  $R^2$  alcanzados en el presente experimento fueron, además, levemente superiores a los obtenidos por Correa *et al.* (2000) con PCC y PCF (87 y 88%, respectivamente) y, para el de peso de PSH con PCC, marcadamente superior al encontrado por Arocena y Dighiero (1999) ( $R^2=50\%$ ) y al encontrado por de los Campos *et al.* (2002) ( $R^2=62\%$ ), aunque en este último se incluyeron animales Merino y cruce Corriedale por Texel, a pesar de que la mayoría de la información correspondía a machos castrados de la raza Corriedale.

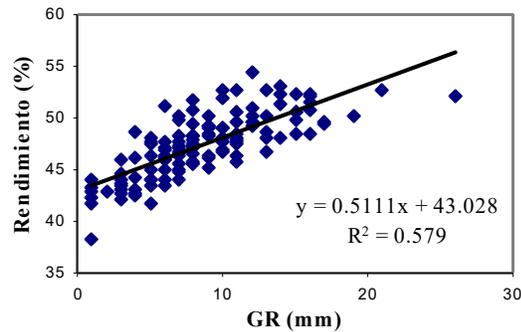
Figura 56. Asociaciones entre a) el peso de canal caliente y b) fría con el peso de pierna sin hueso.



El espesor de tejido en el punto GR estuvo asociado con el rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza ( $R^2=58\%$ ), con incrementos de 0.51 unidades porcentuales por cada milímetro

de aumento en el valor de GR (Figura 57 y Anexo 92). Camesasca *et al.* (2002) obtuvieron un ajuste similar ( $R^2=56\%$ ) manejando información de corderos Corriedale hembras y machos de forma conjunta, pero con una pendiente inferior ( $b=0.34$  kg).

Figura 57. Asociación entre el rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza y el espesor del punto GR.



### 5.3.5. Asociaciones entre variables de calidad de carne

Encuestas realizadas a nivel de góndola de supermercado indican que las preferencias de los consumidores radican en la terneza, considerándola como la característica más importante dentro del concepto de calidad y determinante en la repetición de la compra (Brito *et al.*, 2002).

#### 5.3.5.1. Análisis de correlación

Las variables que presentaron correlaciones significativas ( $P<0.05$ ) con la terneza fueron la temperatura a las 24 horas pos faena y el parámetro  $b^*m$  (Cuadro 78 y Anexo 93). Los valores de  $(r)$  encontrados para dichas características fueron inferior y superior, respectivamente, a los obtenidos por Camesasca *et al.* (2002) para las variables más correlacionadas con la terneza ( $a^*m$ : -0.20 y  $L^*g$ : 0.22). Brito *et al.* (2002) obtuvieron un valor de  $(r)$  superior para la temperatura a las 24 horas (-0.42) y similar para  $b^*m$  (-0.29) con un nivel de significancia superior para ambas características ( $P<0.0001$ ). Sin embargo, en dicho trabajo las variables más correlacionadas con la terneza fueron temperatura a la hora (-0.59) y a las 3 horas pos faena (-0.66), aunque también obtuvieron correlaciones estadísticamente significativas ( $P<0.0001$ ) con las variables  $L^*m$ ,  $a^*m$ , grado de terminación, PCC y GR. Las diferencias en los valores de correlación y nivel de significancia entre los trabajos podrían explicarse por la cantidad de muestras analizadas y el rango de valores de terneza obtenidos, mayor para el caso de Brito *et al.* (2002). Así, los bajos valores de fuerza de corte alcanzados en el presente experimento se deberían a los valores de pH alcanzado a las 3 horas (Pike *et al.*, 1993, citados por Jiménez de Aréchaga *et al.*, 2002), la baja edad de los animales (Locker, 1989), las altas ganancias (Purchas, 1994) obtenidas durante el experimento y al proceso de maduración (10 días).

Cuadro 78. Coeficientes de correlación (r) de las variables significativas analizadas con terneza.

Variables	Terneza	Probabilidad
Temp 24	0.0516	0.0035
b*m	-0.3017	0.0154

Referencias: Temp 24: temperatura medida a las 24 horas *pos mortem*, y b\*m: rango de colores del amarillo (+) al azul (-) del músculo *L. dorsi*.

Según Brito *et al.* (2002), la temperatura y el pH medido a la hora, 3 y 24 horas *pos mortem* influyen sobre la calidad de la carne. En este caso, sólo la temperatura a la hora y 3 horas *pos mortem* presentaron correlaciones con otras características medidas *pos faena*, no así la determinada a las 24 horas, mientras que el pH no presentó correlación estadísticamente significativa con ninguna de ellas (Cuadro 79 y Anexo 93). Mayores pesos de canal caliente o fría, pierna sin hueso, espesores de GR y grasa sobre el bife correspondían a mayores valores de temperatura a la hora y 3 horas *pos faena*, debido al efecto de aislamiento que ejerce la grasa y a una menor superficie relativa de contacto entre la canal y el ambiente refrigerado, en dichos casos.

Cuadro 79. Coeficientes de correlación (r) de variables analizadas con la temperatura medida a la hora y 3 horas *pos mortem*.

Variable	G.bife	GR	PPSH	PCC	PCF
Temp.1	0.7460	0.7308	0.7002	0.7614	0.7608
Temp.3	0.6288	0.6507	0.5833	0.5810	0.5870

Referencias: G.bife: cobertura de grasa sobre el bife a nivel de la 12° costilla; GR: punto GR; PPSH: peso de pierna sin hueso; PCC: peso de canal caliente y PCF: peso de canal fría.

El color de la carne es afectado por las condiciones de enfriado y de descenso de pH (Brito *et al.*, 2002). En el presente experimento, las variables pH y temperatura determinadas en los diferentes momentos (1, 3 y 24 horas *pos mortem*) no estuvieron significativamente asociados con los parámetros de color de la carne, a excepción de los parámetros b\*m y L\*g con el pH determinado a las 24 horas *pos mortem* ( $r = -0.27$  y  $0.31$ , respectivamente) y el L\*g con la temperatura a la hora *pos faena* ( $r = 0.48$ ) (Anexo 93).

### 5.3.5.2. Predicción de la terneza

Para determinar el modelo que mejor predijera la terneza se utilizó el procedimiento STEPWISE del SAS (SAS, 1999), exigiendo un  $P < 0.15$  para la permanencia de los distintos parámetros dentro del mismo. Para ello se incluyeron todas las variables determinadas *pos mortem*. El modelo resultante presentó un ajuste de 34.5%, con una  $P = 0.0035$  ( $n = 41$ ). Los parámetros que se incluyeron en el modelo, sus coeficientes y nivel de significancias dentro del mismo se presentan en el Cuadro 80.

Cuadro 80. Parámetros del modelo de predicción de la terneza.

Parámetro	Factor de corrección	Coefficiente estimado	Nivel de signif.
Intercepto	-	-15.219	0.0131
L*m	1/Ln	27.406	0.0037
a*m	Ln	-1.751	0.0493
L*g	Ln	3.476	0.0065
G.bife	-	-0.077	0.0285

Referencias: L\*: grado de luminosidad-brillo (0 a 100); a\*: rango de colores del rojo (+) al verde (-); m: músculo; g: grasa; Gr.b.: cobertura de grasa sobre el bife a nivel de la 12° costilla; 1/Ln: inverso del logaritmo neperiano y Ln: logaritmo neperiano.

En otro trabajo nacional realizado por Brito *et al.* (2002) se lograron modelos de regresión con un mayor ajuste que el encontrado en este trabajo, con ajustes de 44 y 45% utilizando temperatura medida a las 3 horas ( $P < 0.0001$ ) y a la hora ( $P < 0.0250$ ), respectivamente. Mientras que, cuando se le incluyó al modelo color del músculo y de la grasa la significancia del mismo disminuyó. Camesasca *et al.* (2002) trabajando con los mismos parámetros que en el presente experimento, no alcanzaron un modelo estadísticamente significativo.

## **6. CONCLUSIONES**

De los factores evaluados, la especie forrajera (*Lotus corniculatus* cv. INIA Draco, *Lotus pedunculatus* cv. Maku, *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón, y *Trifolium repens* cv. LE Zapicán) tuvo un importante impacto sobre los parámetros evaluados tanto en la pastura como en los animales. El *T. repens* cv. LE Zapicán presentó, en general, una mayor producción de forraje con un predominio de esta especie en el mejoramiento, lo cual determinó un mayor valor nutritivo del forraje y mejor estructura del tapiz. Las diferencias entre el *L. corniculatus* cv. INIA Draco y el *L. pedunculatus* cv. Maku en comparación con el *L. subbiflorus* cv. El Rincón estuvieron dadas por el aporte de la especie en el mejoramiento y su ubicación en el tapiz, lo cual determinó diferencias en el valor nutritivo del forraje y accesibilidad para los corderos a los componentes de mayor valor nutritivo a favor de las dos primeras.

Las diferencias entre las especies forrajeras encontradas en el forraje afectaron la producción animal tanto pre como pos faena. Los mayores valores se obtuvieron sobre el *T. repens* cv. LE Zapicán, mientras que los menores ocurrieron sobre el *L. subbiflorus* cv. El Rincón. A pesar de las diferencias encontradas en el forraje entre el *L. corniculatus* cv. INIA Draco y el *L. pedunculatus* cv. Maku, éstas se comportaron de forma similar e intermedia a las restantes especies en las determinaciones realizadas en los animales y en las canales. Así, el *T. repens* cv. LE Zapicán, el *L. corniculatus* cv. INIA Draco y el *L. pedunculatus* cv. Maku tuvieron una producción de carne equivalente por hectárea 40%, 15% y 15% mayor al *L. subbiflorus* cv. El Rincón, respectivamente.

La carga animal tuvo un impacto menor que la especie forrajera sobre la pastura. Desde el punto de vista animal, las cargas utilizadas provocaron diferencias en la producción y accesibilidad del forraje pero no fueron lo suficientemente contrastantes como para provocar diferencias importantes en su valor nutritivo.

Aunque en menor medida a la especie forrajera, la carga animal también afectó la ganancia de peso vivo diaria, el peso vivo de los corderos, el peso de la canal y su cobertura de grasa, siendo mayores los valores en la carga baja, pero con una producción de carne equivalente por hectárea 34% superior en la carga alta.

Los taninos condensados, evaluados por medio de la suplementación con polietilén glicol, en el presente experimento y bajo las condiciones particulares del mismo, no afectaron ninguno de los diferentes parámetros evaluados *in vivo* y *pos mortem* en los animales.

Se encontraron asociaciones muy interesantes entre la altura de regla graduada y la disponibilidad de forraje (materia verde seca y hoja de leguminosa verde) pre pastoreo, con ajustes variables según la especie forrajera. A su vez, el *T. repens* cv. LE

Zapicán presentó una asociación importante entre los componentes fibrosos y el contenido de proteína cruda. En el forraje rechazado algunos de los parámetros cuantitativos fueron capaces de predecir con una exactitud media ciertos parámetros del valor nutritivo, variando éstos con la especie forrajera. Estas asociaciones confirman información previa generada por INIA, lo cual indicaría el importante potencial del uso de la regla para estimar parámetros productivos de las pasturas y los animales.

La condición corporal presentó un potencial interesante para predecir el peso vivo, mientras que, entre las determinaciones pre y pos faena, se destaca la alta asociación existente entre el peso vivo con el peso de la canal y con el corte de valor para la industria evaluado (pierna sin hueso). La determinación que mejor estimó el grado de engrasamiento de la canal, de forma media a alta, correspondió al espesor de grasa sobre el bife en el punto C, determinado este último por la técnica de ultrasonografía.

Independientemente de la especie forrajera o la carga animal utilizada, las disponibilidades de forraje, tanto pre como pos pastoreo, manejadas durante el período experimental (>1700 kgMS/ha) fueron superiores a los normalmente observadas para este período del año en la región de Basalto tanto para pasturas naturales como mejoradas. Estos niveles de productividad pueden ser explicados por las condiciones climáticas favorables que se presentaron para el crecimiento de las pasturas. El forraje presentó, además, un alto valor nutritivo, accesible para su consumo por parte de los animales, y en general, con una alta proporción de leguminosas en el forraje. Esto permitió alcanzar ganancias de peso vivo, que a nivel nacional se pueden considerar como muy altas para la raza Corriedale.

El 100% de los animales cumplieron con las exigencias del Operativo “Corderos Pesados” en términos de peso vivo y grado de terminación, pero con un amplio rango de pesos y niveles de engrasamiento de las canales, así como de pesos de piernas sin hueso.

Los parámetros de calidad de la carne presentaron buenos valores, destacándose los excelentes niveles de terneza obtenidos (1.63 kgF) según los estándares internacionales.

Los resultados experimentales alcanzados demuestran el alto potencial de producción de forraje de alto valor nutritivo de las leguminosas evaluadas sobre suelos de profundidad media a alta y alta fertilidad en la región de Basalto, y la posibilidad del uso estratégico de los mismos para la producción de carne ovina de calidad.

## 7. RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar alternativas de alimentación y manejo para la producción de carne ovina de calidad sobre mejoramientos de campo de 2<sup>do</sup> año, orientado a la región de Basalto. El mismo se realizó en la Unidad Experimental “Glencoe” perteneciente a la Estación Experimental INIA Tacuarembó, por un período de 110 días (30 de mayo al 18 de setiembre de 2001), utilizándose corderos machos castrados de raza Corriedale de 8-9 meses de edad y un peso vacío inicial de 24 kg. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con un arreglo de parcelas sub-divididas determinando 16 tratamientos, resultantes de la combinación de 3 factores: especie de leguminosa forrajera (*Lotus pedunculatus* cv. Maku (Maku), *Lotus subbliflorus* cv. El Rincón (Rincón), *Lotus corniculatus* cv. INIA Draco (Draco) y *Trifolium repens* cv. LE Zapicán (Zapicán)), carga animal (8 y 12 corderos/hectárea), y evaluación del efecto de taninos condensados (con y sin suplementación con polietilen glicol).

Las variables evaluadas fueron: a) en el suelo; pH en agua, carbono orgánico, concentración de nitratos, fósforo cítrico, potasio y sulfatos; b) en la pastura (pre y pos pastoreo); disponibilidad (kgMS/ha) y altura del forraje (regla graduada y rising plate meter (RPM)), composición botánica, valor nutritivo (proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN) y ácida (FDA), y digestibilidad de la materia orgánica (DMO)), y solamente en el forraje pre pastoreo; concentración de taninos condensados y estructura vertical del tapiz; c) en los animales; peso vivo lleno (PVll) y vacío (PVv), condición corporal (CC), conducta animal (tiempo dedicado a pastorear (TP), rumiar (TR), descansar (TD), consumir agua (TA) y tasa de bocados), composición botánica y valor nutritivo (PC, FDN, FDA y concentración de taninos condensados) de la dieta, consumo por bocado y por animal, concentración de amonio ruminal, área del ojo del bife (AOB) y cobertura de grasa (Punto C) medida por ultrasonografía, crecimiento y calidad de lana (diámetro de la fibra, coeficiente de variación, largo de mecha y rendimiento al lavado); d) en las canales; peso de la canal caliente (PCC) y fría (PCF), cobertura de grasa (GR) y peso de pierna sin hueso (PPSH); e) otros componentes del animal (no canal): peso de la cabeza, cuero, tracto gastrointestinal (TGI), hígado y corazón; f) en la carne; temperatura, pH, color y terneza del músculo *Longissimus dorsi*.

Los resultados de los análisis de suelos mostraron variabilidad únicamente en el estrato superior (0-2.5 cm) para pH (6.2 Draco, 5.5 Maku y 5.6 Zapicán;  $P < 0.01$ ) y concentración de nitratos (16.6 Draco, 36.3 Maku, 14.3 Rincón y 36.5 ppm Zapicán;  $P < 0.05$ ). La especie forrajera afectó significativamente la producción de forraje (2583, 2456, 1982 y 3125 kgMS/ha;  $P < 0.05$ ), altura de regla (10.8, 7.8, 7.1 y 12.9 cm;  $P < 0.01$ ), altura comprimida (11.1, 9.2, 8.9 y 13.2 unidades de RPM;  $P < 0.05$ ), composición botánica (hoja de la especie forrajera: 22.5, 25.3, 13.2 y 28.1%,  $P < 0.01$ ; tallo de la especie forrajera: 26.2, 28.8, 10.4 y 30.1%,  $P < 0.01$ ; otras especies: 20.9, 22.3, 46.8 y 20.5%,  $P < 0.01$ ; y restos secos: 30.4, 23.5, 29.6 y 21.2%,  $P < 0.05$ ) y el valor nutritivo del

forraje pre pastoreo (PC: 19.0, 20.5, 18.3 y 21.0%,  $P<0.01$ , y FDN: 63.2, 67.3, 71.6 y 64.4%,  $P<0.01$ ), y la altura de regla (7.6, 5.9, 6.2 y 10.2 cm;  $P<0.01$ ), altura comprimida (8.1, 7.5, 7.8 y 10.7 unidades de RPM;  $P<0.01$ ), y la composición botánica del forraje pos pastoreo (hoja de la especie forrajera: 13.7, 19.5, 6.1 y 21.5%,  $P<0.01$ ; tallo de la especie forrajera: 24.1, 28.6, 8.8 y 30.3%,  $P<0.01$ ; y otras especies: 24.5, 22.3, 48.6 y 20.9%,  $P<0.01$ ) para Draco, Maku, Rincón y Zapicán, respectivamente.

La carga de 8 corderos/ha presentó una mayor producción de materia seca (2624 vs. 2449 kg/ha,  $P<0.05$  y 2445 vs. 2187 kg/ha,  $P<0.01$ ), altura de regla (10.1 vs. 9.2 cm,  $P<0.05$  y 8.1 vs. 6.8 cm,  $P<0.01$ ), altura comprimida (11.2 vs. 10.0 unidades de RPM,  $P<0.01$  y 9.3 vs. 7.8 unidades de RPM,  $P<0.01$ ) y proporción de FDA (38.0 vs. 40.8%,  $P<0.05$  y 43.6 vs. 46.4%,  $P<0.01$ ) del forraje pre y pos pastoreo, respectivamente, que la carga de 12 corderos/ha.

La selectividad animal, evaluada a través del índice de selección, fue afectada por la especie forrajera en los parámetros restos secos (0.21, 0.30, 0.14 y 0.07;  $P<0.05$ ), dentro de los componentes botánicos, y PC (1.31, 1.29, 1.17 y 1.28;  $P<0.05$ ) y FDN (0.64, 0.74, 0.70 y 0.53;  $P<0.01$ ), dentro del valor nutritivo, para Draco, Maku, Rincón y Zapicán, respectivamente. Este factor afectó, además, la conducta de pastoreo de los animales (TP: 310, 343, 344 y 263 minutos/an/510 minutos,  $P<0.01$ ; TD: 92, 76, 67 y 174 minutos/an/510 minutos,  $P<0.05$ ; y TA: 6, 0, 3 y 2 minutos/an/510 minutos,  $P<0.01$ ), la ganancia de PVv (176, 182, 150 y 221 g/an/día;  $P<0.01$ ) y en consecuencia el PVv (43.2, 43.9, 40.4 y 48.1 kg/an;  $P<0.01$ ) de los mismos, la CC (4.7, 4.6, 4.4 y 4.9 unidades;  $P<0.01$ ), el AOB (10.2, 10.2, 8.5 y 11.5 cm<sup>2</sup>;  $P<0.01$ ), el AOB ajustado por PVv (10.3, 10.1, 8.9 y 11.0 cm<sup>2</sup>;  $P<0.05$ ), el Punto C (5.7, 5.5, 4.0 y 7.4 mm;  $P<0.05$ ), el PCF individual (19.0, 18.8, 15.9 y 22.0 kg;  $P<0.01$ ), el GR (9.2, 8.4, 4.5 y 12.6 mm;  $P<0.01$ ), el cuero (4.5, 4.5, 3.8 y 4.9 kg;  $P<0.05$ ), el hígado + corazón (1.4, 1.4, 1.1 y 1.5 kg;  $P<0.05$ ) y el PPSH (2.10, 2.09, 1.75 y 2.39 kg;  $P<0.01$ ), para Draco, Maku, Rincón y Zapicán, respectivamente. Al ajustarse el Punto C y el peso de los componentes no canal por el PVv pre faena, y el GR y PPSH por el PCC, las diferencias entre especies desaparecieron.

La carga animal afectó la conducta de pastoreo de los animales (TP: 303 y 327 minutos/an/510 minutos,  $P<0.05$ ), la ganancia de PVv (193 y 171 g/an/día;  $P<0.01$ ), el PVv de los corderos (45.1 y 42.7 kg;  $P<0.01$ ), el Punto C (6.0 y 5.2 mm;  $P<0.01$ ), el Punto C ajustado por PVv (5.3 y 6.0 mm;  $P<0.05$ ), el PCF (19.4 y 18.4 kg;  $P<0.01$ ), el GR (9.8 y 7.5 mm;  $P<0.01$ ), el GR ajustado por el PCC (9.3 y 8.1 mm;  $P<0.01$ ), el peso del hígado + corazón (1.36 y 1.29 kg;  $P<0.05$ ) para las cargas de 8 y 12 an/ha, respectivamente. Al ajustarse el peso del hígado + corazón por el PVv, las diferencias entre cargas desaparecen.

Los taninos condensados, evaluados por medio de la suplementación con polietileno glicol, en el presente experimento y bajo las condiciones particulares del

mismo, no afectaron ninguno de los diferentes parámetros evaluados *in vivo* y *pos mortem* en los animales.

Se evaluaron diferentes asociaciones entre parámetros de las pasturas, entre las que se destacan: altura de regla (Alt) con la disponibilidad pre pastoreo de materia verde (MVS) y hoja de la leguminosa verde (HV) en base seca (kgMVS/ha= 101 Alt + 774,  $R^2=0.56$ ; kgMVS/ha= 130 Alt + 888,  $R^2=0.63$ ; kgMVS/ha= 136 Alt + 466,  $R^2=0.57$  y kgMVS/ha= 89 Alt + 722,  $R^2=0.57$ ; kgHV/ha= 54 Alt + 35,  $R^2=0.51$ ; kgHV/ha= 87 Alt - 39,  $R^2=0.73$ ; kgHV/ha= 84 Alt - 357,  $R^2=0.51$  y kgHV/ha= 46 Alt + 85,  $R^2=0.43$ ; para Draco, Maku, Rincón y Zapicán, respectivamente). Sin embargo, al aplicarse el método de estratificación (cada 2 y 1 cm para el forraje pre y pos pastoreo, respectivamente), el ajuste entre la disponibilidad de MS, MVS y HV con la altura de forraje incrementó. Solamente, en el caso del forraje pre pastoreo del Zapicán, se encontró una asociación importante entre los componentes fibrosos y el contenido de PC, mientras que, entre las características cuanti y cualitativas del forraje pos pastoreo se destacan las asociaciones entre: a) Draco: disponibilidad de MVS y FDA; b) Maku: altura de regla y FDA; c) Rincón: disponibilidad de HV y PC; altura de regla y FDA; y d) Zapicán: disponibilidad de MVS y FDN.

La ganancia de PV se asoció de forma moderada con la altura del forraje y con la disponibilidad de HV pre pastoreo para el Maku ( $g/an/día= 18.376 \text{ Alt} + 53.1$ ,  $R^2=0.59$  y  $g/an/día= 0.168 \text{ kgHV/ha} + 88.6$ ,  $R^2=0.51$ ) y con la disponibilidad de HV pre pastoreo para el Rincón ( $g/an/día= 0.192 \text{ kgHV/ha} + 106$ ,  $R^2=0.67$ ). Mientras que, dentro de las características animales, se obtuvieron asociaciones significativas y de interés entre: a) pre faena: CC y PVv; b) pre y pos faena: PVv con PCC y PCF; Punto C y GR; PVv y PPSH; y c) pos faena: PCC y PCF con GR; PCC y PCF con rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza; PCC y PCF con PPSH; GR y rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza.

Se destaca que bajo las condiciones del experimento, el 100% de los animales utilizados cumplieron con las exigencias del Operativo “Corderos Pesados”, aunque se presentaron diferencias productivas significativas por efecto de la especie forrajera (157, 162, 131 y 208 kgPV/ha;  $P<0.01$ ; 192, 191, 161 y 223 kgPCC/ha;  $P<0.01$ ; 21, 21, 17 y 24 kgPPSH/ha;  $P<0.01$ ; para Draco, Maku, Rincón y Zapicán, respectivamente), y la carga animal (143 y 186 kgPV/ha;  $P<0.01$ ; 159 y 225 kgPCC/ha;  $P<0.01$ ; 17 y 25 kgPPSH/ha;  $P<0.01$ ; 24 y 36 kg lana vellón/ha;  $P<0.01$ ; para 8 y 12 an/ha, respectivamente).

Palabras claves: corderos, leguminosas, carga, taninos condensados, calidad de carne.

## 8. SUMMARY

The present study had the principal objective to evaluate different feeding and management alternatives for the production of quality lamb meat, grazing on 2<sup>nd</sup> year improved swards, oriented to sheep farming in the Basaltic region. The trial was carried out at “Glencoe” Reserch Unit, which belongs to the INIA Tacuarembó Experimental Research Station, for a period of 110 days (from May 30<sup>th</sup> to September 18<sup>th</sup> of 2001), using Corriedale wether lambs with 8-9 months of age and 24 kg initial fasted liveweight. The experimental design applied was randomized blocks with a sub-divided plots arrangement, resulting into 16 treatments, which were the combination of 3 factors: a) forage legume species (*Lotus pedunculatus* cv. Maku (Maku), *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón (Rincón), *Lotus corniculatus* cv. Draco (Draco) and *Trifolium repens* cv. LE Zapicán (Zapicán)), b) stocking rates (8 y 12 lambs/hectare), and c) the evaluation of condensed tannins effect (with or without polyethylene glycol supplementation).

The evaluated variables were: a) on soil; water pH, organic carbon, nitrate, citric phosphorus, potassium and sulfate concentration; b) on pasture (pre and pos grazing); herbage mass (kgDM/ha) and sward height (by ruler and rising plate meter (RPM)), botanical composition, nutritive value (crude protein (CP), neutral and acid detergent fiber (NDF and ADF), and organic matter digestibility (OMD)), and only for pre grazing forage; condensed tannins concentration (CT) and sward structure; c) on animals; full and fasted liveweight (FuLW and FaLW), condition score (CS), animal behavior (grazing (GT), ruminating (RuT), resting (ReT), water intake time (WT) and biting rate), diet botanical composition and nutritive value (CP, NDF, ADF and CT concentrations), bite and daily forage intakes, ruminal ammonia concentration, rib eye area (REA) and fat depth (FD) by ultrasound scanning, wool growth and quality (fiber diameter, coefficient of variation, fiber length and clean fleece weight); d) on carcasses; hot and cold carcass weight (HCW and CCW), fat cover (GR) and boneless leg weight (BLW); e) others animal components (non-carcass): head, skin, gastrointestinal tract (GIT), liver and heart weight, f) on meat; temperature, pH, color and tenderness of *Longissimus dorsi* muscle.

Soil analysis results showed an important variation only on the superior strata (0-2.5 cm) for pH (6.2 Draco, 5.5 Maku and 5.6 Zapicán;  $P<0.01$ ) and nitrate concentration (16.6 Draco, 36.3 Maku, 14.3 Rincón, and 36.5 ppm Zapicán;  $P<0.05$ ). The forage legume species affected significantly pre grazing herbage production (2583, 2456, 1982 and 3125 kgDM/ha;  $P<0.05$ ), sward height (10.8, 7.8, 7.1 and 12.9 cm;  $P<0.01$ ), compressed sward height (11.1, 9.2, 8.9 and 13.2 RPM units;  $P<0.05$ ), botanical composition (forage legume species's leaf: 22.5, 25.3, 13.2 y 28.1%,  $P<0.01$ ; forage legume species's stem: 26.2, 28.8, 10.4 y 30.1%,  $P<0.01$ ; others species: 20.9, 22.3, 46.8 y 20.5%,  $P<0.01$ ; and dead material: 30.4, 23.5, 29.6 and 21.2%,  $P<0.05$ ) and forage nutritive value (CP: 19.0, 20.5, 18.3 and 21.0%,  $P<0.01$ , and NDF: 63.2, 67.3, 71.6 y 64.4%,  $P<0.01$ ), and pos grazing sward height (7.6, 5.9, 6.2 and 10.2 cm;  $P<0.01$ ),

compressed sward height (8.1, 7.5, 7.8 and 10.7 RPM units;  $P<0.01$ ), and botanical composition (forage legume species's leaf: 13.7, 19.5, 6.1 and 21.5%,  $P<0.01$ ; forage legume species's stem: 24.1, 28.6, 8.8 and 30.3%,  $P<0.01$ ; and others species: 24.5, 22.3, 48.6 and 20.9%,  $P<0.01$ ) for Draco, Maku, Rincón y Zapicán, respectively.

The stocking rate of 8 lambs/ha presented higher dry matter production (2624 vs. 2449 kg/ha,  $P<0.05$  and 2445 vs. 2187 kg/ha,  $P<0.01$ ), sward height (10.1 vs. 9.2 cm,  $P<0.05$  and 8.1 vs. 6.8 cm,  $P<0.01$ ), compressed sward height (11.2 vs. 10.0 RPM units,  $P<0.01$  and 9.3 vs. 7.8 RPM units,  $P<0.01$ ) and ADF proportion (38.0 vs. 40.8%,  $P<0.05$  and 43.6 vs. 46.4%,  $P<0.01$ ), either pre or pos grazing, respectively, than the stocking rate of 12 lambs/ha.

Animal selection, evaluated through the use of a selection index, was affected by forage legume species: within the botanical components, dead material (0.21, 0.30, 0.14 and 0.07;  $P<0.05$ ), and within the nutritive value, CP (1.31, 1.29, 1.17 and 1.28;  $P<0.05$ ) and NDF (0.64, 0.74, 0.70 and 0.53;  $P<0.01$ ), for Draco, Maku, Rincón y Zapicán, respectively. This factor also affected animal grazing behavior (GT: 310, 343, 344 and 263 minutes/an/510 minutes,  $P<0.01$ ; ReT: 92, 76, 67 and 174 minutes/an/510 minutes,  $P<0.05$ ; and WT: 6, 0, 3 and 2 minutes/an/510 minutes,  $P<0.01$ ), FaLW gain (176, 182, 150 and 221 g/an/day;  $P<0.01$ ), FaLW (43.2, 43.9, 40.4 and 48.1 kg/an;  $P<0.01$ ), CS (4.7, 4.6, 4.4 and 4.9 units;  $P<0.01$ ), REA (10.2, 10.2, 8.5 and 11.5 cm<sup>2</sup>;  $P<0.01$ ), REA adjusted by FaLW (10.3, 10.1, 8.9 and 11.0 cm<sup>2</sup>;  $P<0.05$ ), FD (5.7, 5.5, 4.0 and 7.4 mm;  $P<0.05$ ), CCW (19.0, 18.8, 15.9 and 22.0 kg;  $P<0.01$ ), GR (9.2, 8.4, 4.5 and 12.6 mm;  $P<0.01$ ), skin weight (4.5, 4.5, 3.8 and 4.9 kg;  $P<0.05$ ), liver + heart weight (1.4, 1.4, 1.1 and 1.5 kg;  $P<0.05$ ) and BLW (2.10, 2.09, 1.75 and 2.39 kg;  $P<0.01$ ), for Draco, Maku, Rincón and Zapicán, respectively. When FD and non-carcass components weight were adjusted by pre slaughter FaLW, and GR and BLW by HCW, these differences found disappeared.

Stocking rate affected animal grazing behavior characteristics (GT: 303 and 327 minutes/an/510 minutes  $P<0.05$ ), FaLW gain (193 and 171 g/an/day;  $P<0.01$ ), lambs FaLW (45.1 and 42.7;  $P<0.01$ ), FD (6.0 and 5.2 mm;  $P<0.01$ ), FD adjusted by FaLW (5.3 and 6.0 mm;  $P<0.05$ ), CCW (19.4 and 18.4 kg;  $P<0.01$ ), GR (9.8 and 7.5 mm;  $P<0.01$ ), GR adjusted by HCW (9.3 and 8.1 mm;  $P<0.01$ ), liver + heart weight (1.36 and 1.29 kg;  $P<0.05$ ) for the stocking rates of 8 and 12 an/ha, respectively. When liver + heart weight was adjusted by FaLW, the differences between stocking rates disappeared.

CT evaluated through the use of polyethylene glycol supplementation, in the present trial and in the particular conditions of running it, did not affect any of the *in vivo* and *pos mortem* characteristics evaluated on animals.

The relationships between different pasture characteristics were considered in the statistical analysis, in which, can be highlighted: sward height (H) with pre grazing

green herbage mass (GHM) and green legume leaf (GLL) on dry matter ( $\text{kgGHM/ha} = 101.2 H + 774$ ,  $R^2=0.56$ ;  $\text{kgGHM/ha} = 130.0 H + 888$ ,  $R^2=0.63$ ;  $\text{kgGHM/ha} = 136.0 H + 466$ ,  $R^2=0.57$  and  $\text{kgGHM/ha} = 88.5 H + 722$ ,  $R^2=0.57$ ;  $\text{kgGLL/ha} = 54.0 H + 34.8$ ,  $R^2=0.51$ ;  $\text{kgGLL/ha} = 87.2 H - 38.8$ ,  $R^2=0.73$ ;  $\text{kgGLL/ha} = 84.2 H - 357.2$ ,  $R^2=0.51$  and  $\text{kgGLL/ha} = 45.6 H + 84.8$ ,  $R^2=0.43$ ; for Draco, Maku, Rincón y Zapicán, respectively). Although, using a sampling stratified method for further evaluations, considering intervals (of 2 and 1 cm for pre and post grazing forage, respectively), the precision between DM, GHM and GLL herbage mass with sward height substantially increased. Only, for Zapicán and in the case of pre grazing swards, it was founded an important association between fiber components and CP content, meanwhile, between sward quantitative and qualitative characteristics after grazing, it can be highlighted the following associations: a) Draco: GHM herbage mass and ADF; b) Maku: sward height and ADF; c) Rincón: GLL herbage mass and CP; sward height and ADF; and d) Zapicán: GHM herbage mass and NDF.

LW gain was associated, with a medium to high levels of accuracy, with sward height and with pre grazing GLL mass for Maku ( $\text{g/an/day} = 18.376 H + 53.1$ ,  $R^2=0.59$  and  $\text{g/an/day} = 0.168 \text{ kgGLL/ha} + 88.6$ ,  $R^2=0.51$ ) and with pre grazing GLL mass for Rincón ( $\text{g/an/day} = 0.192 \text{ kgGLL/ha} + 106$ ,  $R^2=0.67$ ). Meanwhile, between animal characteristic, there were obtained interesting associations between: a) pre slaughter: CS and FaLW; b) pre and post slaughter: FaLW with HCW and CCW; FD and GR; FaLW and BLW; and c) post slaughter: HCW and CCW with GR; HCW and CCW with yield; HCW and CCW with BLW; GR and yield.

It is pointed out that under the experimental conditions of the present study, 100% of the animals achieved the requirements of the Uruguayan “Heavy Lamb” market, but with significant productive differences related with the effect of a) forage legume species (157, 162, 131 and 208  $\text{kgLW/ha}$ ;  $P<0.01$ ; 192, 191, 161 and 223  $\text{kgHCW/ha}$ ;  $P<0.01$ ; 21, 21, 17 and 24  $\text{kgBLW/ha}$ ;  $P<0.01$ ; for Draco, Maku, Rincón and Zapicán, respectively), and b) stocking rates (143 and 186  $\text{kgLW/ha}$ ;  $P<0.01$ ; 159 and 225  $\text{kgHCW/ha}$ ;  $P<0.01$ ; 17 and 25  $\text{kgBLW/ha}$ ;  $P<0.01$ ; 24 and 36  $\text{kg fleece/ha}$ ;  $P<0.01$ ; for 8 and 12  $\text{an/ha}$ , respectively).

Key words: lambs, legumes, stocking rate, condensed tannins, meat quality.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. AERTS, R.; MCNABB, W.; MOLAN, A.; BRAND, A.; BARRY, T.; PETERS, J. 1999. Condensed tannins from *Lotus corniculatus* y *Lotus pedunculatus* exert different effects on the in vitro rumen degradation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (Rubisco) protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(1): 79-85.
2. AGUIRREZABALA, M.; OFICIALDEGUI, R. 1993. Simulación del consumo bovino y ovino en condiciones de pastoreo. *Producción Ovina*, 6: 89-110.
3. ALBERTÍ, P. 2000. Medición del color. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Cañequé, V.; Sañudo, C., eds. INIA, España. p. 157-166.
4. ALLDEN, W.; WHITTAKER, I. 1970. The determination of herbage intake by grazing sheeps: the inter-relationships of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research*, 21: 755-766.
5. AROCENA, C.; DIGHIRO, A. 1999. Evaluación de la producción y calidad de carne de cordero sobre una mezcla forrajera de avena y raigrás, bajo los efectos de la carga animal, suplementación y sistema de pastoreo para la región de Basalto. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. 168 p.
6. AYALA W.; CARÁMBULA, M. 1996. Mejoramientos extensivos en la región Este: implantación y especies. En: Producción y manejo de pasturas. Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A., eds. INIA Tacuarembó. p. 169-175. (Serie Técnica 80)
7. AYALA W.; BERMÚDEZ, R.; CARÁMBULA, M.; RISSO, D.; TERRA, J. 1999. Diagnóstico, propuestas y perspectivas de pasturas en la región Este. En: Producción animal. Unidad Experimental Palo a Pique. INIA Treinta y Tres. p. 1-41. (Serie Actividades de Difusión 195)
8. AYALA, W. 2001. Defoliation management of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.). PhD. Thesis. Massey University, New Zealand. 288 p.
9. AZZARINI, M. 1999. Producción de carne ovina a partir de los sistemas laneros. En: Cordero pesado SUL: carne ovina con sello de calidad. SUL. p. 12-14.
10. BARRY, T.; MCNABB, W. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. (Review article) *British Journal of Nutrition*, 81: 263-272.

11. BARRY, T.; MCNEILL, D.; MCNABB, W. 2001. Plant secondary compounds: their impact on forage nutritive value and upon animal production. En: International Grassland Congress, 19<sup>th</sup>. Proceedings. p. 445-452.
12. BEMHAJA, M. 1996. Producción de pasturas en Basalto. En: Producción y manejo de pasturas. Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A., eds. INIA Tacuarembó. p. 231-240. (Serie Técnica 80)
13. BEMHAJA, M. 1998. Mejoramiento de campo en Basalto profundo evaluación de leguminosas: géneros, especies y variedades. En: Seminario de actualización en tecnologías para Basalto. Berretta, E., ed. INIA Tacuarembó. p. 33-42. (Serie Técnica 102)
14. BERMÚDEZ, R.; CARÁMBULA, M.; AYALA, W. 2001. Manejo de implantación de Lotus Maku. En: Lotus Maku: manejo, utilización y producción de semillas. Risso, D.; Albicette, M., eds. INIA La Estanzuela; INIA Treinta y Tres. p. 3-8. (Serie Técnica 119)
15. BERRETTA, E.; RISSO, D.; BEMHAJA, M. 2001. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de Basalto. En: Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. Risso, D.; Berretta, E., eds. INIA Tacuarembó. p. 1-37. (Boletín de Divulgación 76)
16. BIRGHAM, M. 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.
17. BLACK, J.; KENNY, P. 1984. Factors affecting diet selection by sheep. II. Height and density of pasture. *Australian Journal Agricultural Research*, 35: 565-578.
18. BRITO, G. 2002. Factores que afectan el rendimiento y la calidad de canales. En: Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica: avances obtenidos: carne ovina de calidad (1998-2001). Montossi, F., ed. INIA Tacuarembó. p. 51-57. (Serie Técnica 126)
19. BRITO G.; SAN JULIÁN, R.; MONTOSI, F.; CASTRO, L.; ROBAINA, R. 2002. Caracterización de la terneza, pH, temperatura y el 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). Montossi, F., ed. INIA Tacuarembó. p. 131-139. (Serie Técnica 126)

20. BURLINSON, A.; HODGSON, J.; ILLUS, A. 1991. Sward canopy structure and the bite dimensions and bite weight of grazing sheep. *Grass and Forage Science*, 46: 29-38.
21. 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<sup>do</sup> 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. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. 299 p.
22. CARÁMBULA, M.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E. 1994a. *Lotus pedunculatus*: adelantos sobre una forrajera que promete. INIA Treinta y Tres. 14 p. (Serie Técnica 45)
23. CARÁMBULA, M.; CARRIQUIRY, E.; AYALA, W. 1994b. Mejoramientos de campo con *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón. INIA Treinta y Tres. 24 p. (Boletín de Divulgación 44)
24. CARÁMBULA, M. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo: Hemisferio Sur. 524 p.
25. CARÁMBULA, M. 2001. Manejo de Lotus Maku para producción de forraje. En: Lotus Maku: manejo, utilización y producción de semillas. Risso, D.; Albicette, M., eds. INIA La Estanzuela; INIA Treinta y Tres. p. 11-21. (Serie Técnica 119)
26. CARTER, E.; THEODOROU, M.; MORRIS, P. 1999. Responses of *Lotus corniculatus* to environmental change. 2. Effect of elevated CO<sub>2</sub>, temperature and drought on tissue digestion in relation to condensed tannin and carbohydrate accumulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(11): 1431-1440.
27. CASTELLS, D. 2002. Nuevo enfoque en el control parasitario de ovinos. En: Resistencia genética del ovino y su aplicación en sistemas de control integrado de parásitos. Montevideo: Hemisferio Sur. p. 17-24.
28. CASTRO, L. 2002. La carne y su calidad. En: Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica: avances obtenidos: carne ovina de calidad (1998-2001). Montossi, F., ed. INIA Tacuarembó. p. 47-49. (Serie Técnica 126)
29. CHANNON, H.; LEURY, B. 1992a. Comparison on feed type on meat quality attributes of lamb. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 19: 168.

30. CHANNON, H.; LEURY, B. 1992b. Effect of feeding strategy and growth path on subcutaneous fat depth and meat quality of lamb. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 19: 169.
31. CHESTNUTT, D. 1994. Effect of lamb growth rate and growth pattern on carcass fat levels. *British Society of Animal Production*, 58: 77-85.
32. CLARK, D.; HODGSON, J. 1986. Techniques to estimate botanical composition of diet samples collected from oesophageal fistulates. Palmerton North: DSIR. Mimeograph.
33. CORREA, D.; GONZÁLEZ, F.; PORCILE, V. 2000. Evaluación del efecto carga, frecuencia de pastoreo y suplementación energética sobre la producción y calidad de carne de corderos sobre una mezcla de triticale (*Triticale secale*) y raigrás (*Lolium multiflorum*) para la región de Areniscas. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. 271 p.
34. CRUSH, J.; KEOGH, R. 1998. A comparison of the effects of Lotus and white clover on some nutrient cycling factors. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 60: 83-87.
35. DE BARBIERI, L.; RADO, F.; XALAMBRI, L. 2000. Efectos de la carga y de la suplementación sobre la producción y calidad de carne de corderos pesados pastoreando *Avena byzantina* en la región Este. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. 136 p.
36. DE LOS CAMPOS, G.; DIGHIERO, A.; SAN JULIÁN, R.; MONTOSI, F.; DE MATTOS, D.; CASTRO, R.; 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). Montossi, F., ed. INIA Tacuarembó. p. 99-108. (Serie Técnica 126)
37. DE LOS CAMPOS, G.; MONTOSI, F. 2002. La cadena de producción-transformación de carne ovina en Uruguay: análisis de la evolución de la última década y perspectivas. En: Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica: avances obtenidos: carne ovina de calidad (1998-2001). Montossi, F., ed. INIA Tacuarembó. p. 25-38. (Serie Técnica 126)
38. DE VILLIERS, J.; BOTHA, W.; WANDRAG, J. 1994. The performance of lambs on kikuyu as influenced by stocking rate and grazing system. *South African Journal of Animal Science*, 24 (4): 133-139.

39. DOUGLAS, G.; WANG, Y.; WAGHORN, G.; BARRY, T.; PURCHAS, R.; FOOTE, A.; WILSON, G. 1995. Liveweight gain and wool production of sheep grazing *Lotus corniculatus* and lucerne (*Medicago sativa*). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 38: 95-104.
40. DOUGLAS, G.; STIENZEN, M.; WAGHORN, G.; FOOTE, A. 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.
41. DURAN, A. 1985. Orden II: Suelos Melánicos. En: Los suelos del Uruguay. Montevideo: Hemisferio Sur. p. 116-186.
42. EARLE, C.; MCGOEAN, A. 1979. Evaluation and calibration of an automated rising plate for estimate dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 19: 337-343.
43. ELY, D.; GLENN, B.; MAHYUDDIN, M.; KEMP, J.; THRIFT, F.; DEWEESE, W. 1979. Drylot vs pature: early-weaned lamb performance to two slaughter weights. *Journal of Animal Science*, 48(1): 32-37.
44. FERNÁNDEZ, N.; MILLER, A.; RÍOS, M. 1998. Uso de técnicas de alimentación preferencial de corderos en sistemas intensivos de producción ovina. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. 141 p.
45. FORMOSO, F. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. En: Producción y manejo de pasturas. Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A., eds. INIA Tacuarembó. p. 1-19. (Serie Técnica 80)
46. 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. p. 7-24.
47. GALLINAL, R. 1990. Mejoramiento de campos naturales con *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón. En: Seminario Nacional de Campo Natural, 2º, 15-16 Nov. 1990, Tacuarembó, Uruguay. INIA, Sociedad Uruguaya de Pasturas Naturales, Facultad de Agronomía, Plan Agropecuario. Montevideo: Hemisferio Sur. p. 255-262.
48. GANZÁBAL, A. 1997a. Alimentación de ovinos con pasturas sembradas. INIA Las Brujas. 44 p. (Serie Técnica 84)

49. GANZÁBAL, A. 1997b. Suplementación de ovinos en condiciones de pasturas mejoradas. En: Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. INIA La Estanzuela. p. III- 1-4. (Serie Actividades de Difusión 129)
50. GANZÁBAL, A.; MONTOSI, F.; BANCHERO, G.; SAN JULIÁN, R.; DE BARBIERI, I. 2001. Producción ovina intensiva. En: Sistemas ovinos intensivos del litoral sur del Uruguay: enfoques de la investigación, la transferencia de tecnología y la producción. INIA Tacuarembó. p. 49-78. (Boletín de Divulgación 78)
51. GARCÍA, J. 1996. Variedades de Trébol Blanco. INIA La Estanzuela. 15 p. (Serie Técnica 70)
52. GARIBOTTO, G. 2001. Cordero liviano vs. cordero pesado: criterios para determinar el precio de indiferencia. *Cangüé*, 21: 19-22.
53. GARRIDO, M.; BAÑÓN, S. 2000. Medida del pH. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Cañequé, V., Sañudo, C., eds. INIA, España. p. 145-155.
54. GUARINO, L.; PITTALUGA, F. 1999. Efecto de la carga animal y la suplementación sobre la producción y calidad de carne y lana de corderos Corriedale sobre una mezcla de Triticale y Raigrás en la región de Areniscas. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. 128 p.
55. HODGSON, J. 1990. Grazing management, science into practice. Whittemore, C.; Simpson, K., eds. Longman Scientific and Technical. 203 p.
56. HOPKINS, D.; HOLST, P.; HALL, D. 1995. Effect of grain or silage supplementation on meat quality of cryptorchid lambs grazing lucerne or annual grass-clover pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 35: 461-465.
57. INIA; SUL. 1999. Evaluación genética de carneros de la central de prueba de progenie de la raza Ideal: prueba de progenie de la raza Ideal: análisis combinado generaciones 1997-1998. Sociedad de criadores de Ideal del Uruguay, SUL, INIA. 22 p.
58. INIA; SUL. 2000. Evaluación genética de carneros de la central de prueba de progenie de la raza Ideal: prueba de progenie de la raza Ideal: análisis combinado generaciones 1997-1998-1999. Sociedad de criadores de Ideal del Uruguay, SUL, INIA. 20 p.
59. INIA; SUL. 2001. Evaluación genética de carneros de la central de prueba de progenie de la raza Ideal: prueba de progenie de la raza Ideal: análisis combinado

- generaciones 1997-1998. Sociedad de criadores de Ideal del Uruguay, SUL, INIA. 18 p.
60. INIA. 2002. Día de campo. Unidad Experimental Palo a Pique. INIA Treinta y Tres. 4 p.
61. JAMIESON W.; HODGSON J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*, 34: 261-271.
62. JEREMIAH, L. 2000. The effects of chronological age, slaughter weight, and gender on lamb: a review. Lacombe, Alberta, Canada: Agriculture and Agri-Food. Research Centre.
63. JIMÉNEZ DE ARÉCHAGA, C.; PRAVIA, M.; XAVIER, M. 2002. Caracterización de la terneza en el proceso de producción de carne vacuna en el Uruguay y su predicción utilizando las principales variables *pos mortem*: pH, temperatura y color. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. 134 p.
64. KAHN, L.; WALKDEN-BROWN, S.; LEA, J. 2001. Pastures enriched with *Lotus pedunculatus* do not enhance resistance and resilience to helminth infection. *World Advanced Association Veterinary Parasitology*.
65. KIRTON, A.; MORRIS, C. 1989. The effect of mature size, sex and breed on patterns of change during growth and development. En: Meat Production and Processing. New Zealand Society of Animal Production. Purchas, R.; Butler-Hogg, B.; Davies, A., eds. p. 73-87. (Occasional Publication 11)
66. KJELDHAL, J. 1984. Official methods of analysis. 14. ed. Washington, D.C.: Association of Official Agricultural Chemists.
67. LEE, G. 1986. Growth and carcass composition of ram and wether lambs fed at two levels of nutrition. *Aust. J. Exp. Agric.*, 26: 275-278.
68. LIU, F.; HODGSON, J.; BARRY, T. 1997. Comparative studies of herbage intake and performance of lambs grazing Yorkshire fog (*Holcus lanatus*) and perennial ryegrass (*Lolium perenne*) pastures in winter. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 40: 463-474.
69. LIU, F.; HODGSON, J.; BARRY, T. 1998. Effects of grazing sequence and condensed tannins on ingestive behavior, herbage intake, and performance of lambs grazing Yorkshire fog pasture. *New Zealand of Agricultural Research*, 41: 359-366.

70. LOCKER, R. 1989. Muscle into meat. En: Meat Production and processing. Purchas, R.; Butler-Hogg, B.; Davies, A., eds. New Zealand Society of Animal Production. p. 173-183. (Occasional Publication 11)
71. MAXSON, E.; ROONEY, L. 1972. Evaluation of methods for tannin analysis en sorghum grain. *Cer. Chem.*, 49: 719-729.
72. MCNABB, W.; WAGHORN, G.; BARRY, T.; SHELTON, I. 1993. The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the digestion and metabolism of methionine, cystine and inorganic sulphur in sheep. *British Journal of Nutrition*, 70: 647-661.
73. MCNABB, W.; WAGHORN, G.; PETERS, J.; BARRY, T. 1996. The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the solubilization and degradation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase (EC 4.1.1.39; Rubisco) protein in the rumen and the sites of Rubisco digestion. *British Journal of Nutrition*, 76: 535-549.
74. MIN, B.; MCNABB, W.; BARRY, T.; KEMP, P.; WAGHORN, G.; MCDONALD, M. 1999. The effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon reproductive efficiency and wool production in sheep during late summer and autumn. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 132: 323-334.
75. MIN, B.; FERNANDEZ, J.; BARRY, T.; MCNABB, W.; KEMP, P. 2001. The effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon reproductive efficiency and wool production in ewes during autumn. *Animal Feed Science and Technology*, 92: 185-202.
76. MONTOSI, F. 1995. Comparative studies on the implications of condensed tannins in the evaluation of *Holcus lanatus* and *Lolium spp.* swards for sheep performance. PhD. Thesis. Massey University, New Zealand. 228 p.
77. MONTOSI, F. 1996. El valor nutricional de los taninos condensados en el género *Lotus*. En: Producción y manejo de pasturas. INIA Tacuarembó. p. 107-111. (Serie Técnica 80)
78. MONTOSI, F.; RISSO, D.; FIGURINA, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. En: Producción y manejo de pasturas. INIA Tacuarembó. p. 93-105. (Serie Técnica 80)
79. MONTOSI, F.; HODGSON, J.; MORRIS, S. 1997. Herbage intake, ingestive behavior and diet selection, and effects of condensed tannins upon body and wool growth in lambs grazing *Lolium perenne* and *Holcus lanatus* swards in summer. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 40: 449-461.

80. MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; DE MATTOS, D.; BERRETTA, E.; ZAMIT, W.; LEVRATTO, J.; RÍOS, M. 1998a. 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. INIA Tacuarembó. p. 185-193. (Serie Técnica 102)
81. MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; DE MATTOS, D.; BERRETTA, E.; RÍOS, M.; ZAMIT, W.; LEVRATTO, J. 1998b. Alimentación y manejo de la oveja de cría durante el último tercio de gestación en la región de Basalto. En: Seminario de actualización en tecnologías para Basalto. INIA Tacuarembó. p. 195-208. (Serie Técnica 102)
82. MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; 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. INIA Tacuarembó. p. 243-256. (Serie Técnica 102)
83. MONTOSSI, F.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETTA, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica. INIA Tacuarembó. 84 p. (Serie Técnica 113)
84. MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; BANCHERO, G.; GANZÁBAL, A.; RISSO, D.; DE BARBIERI, I.; DIGHIRO, A.; DE MATTOS, D.; DE LOS CAMPOS, G.; MEDEROS, A.; CASTRO, L.; ROBAINA, R.; ABRAHAM, D. 2002. Sistema 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). Montossi, F., ed. INIA Tacuarembó. p. 59-83. (Serie Técnica 126)
85. MOTT, G. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. International Grasslands Congress, 8<sup>th</sup>. Proceedings. p. 606-611.
86. NARI, A.; CARDOZO, H. 1987. 1. Nematodos gastrointestinales. En: Enfermedades de los lanares. Tomo I: Enfermedades parasitarias. Morlán, J.; Durán del Campo, A.; Mari, J., eds. Montevideo: Hemisferio Sur. p. 1-57.
87. NIEZEN, J.; WAGHORN, T.; WAGHORN, G.; CHARLESTON, W. 1993. Internal parasites and lamb production – a role for plants containing condensed tannins? Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, 53: 235-238.

88. NIEZEN, J.; WAGHORN, G.; CHARLESTON, W. 1998. Establishment and fecundity of *Ostertagia circumcincta* and *Trichostrongylus* in lambs fed lotus (*Lotus pedunculatus*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Veterinary Parasitology*, 78(1): 13-21.
89. 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 ovino. SUL. p. 48-65.
90. NRC. 1985. Nutrient Requirements of Sheep. 6. rev. ed. Washington D.C.: National Academy Press. 99 p.
91. OLTHOFF, J.; DICKERSON, G. 1989. Composition of the whole body and component fractions in mature ewes from seven breeds. *Journal of Animal Science*, 67: 2565-2575.
92. OSÓRIO, J.C.; SAÑUDO, C. 1996. Qualidade da carne ovina. Programa de treinamento em ovinocultura. Porto Alegre, RS, Brasil: Federação Brasileira dos Criadores de ovinos carne. Febrocarne. 100 p.
93. PARKER, W.; MCCUTCHEON, S.; CARR, D. 1989. Effect of herbage type and level of intake on the release of chromic oxide from intraruminal controlled release capsule in sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 32: 537-546.
94. PARKER, W.; MORRIS, S.; MCCUTCHEON, S. 1992. Chromic oxide controlled release capsule for measurement of herbage intake in ruminants. *Herbage Intake Workshop*. Massey University, New Zealand.
95. PENNING, P.; ROOK, A.; ORR, R. 1991. Patterns of ingestive behavior of sheep continuously stocked on monocultures of ryegrass or white clover. *Applied Animal Behavior Science*, 31: 237-250.
96. PEREZ GOMAR, E.; BEMHAJA, M.; RISSO, D.; BERRETTA, E. 2000. Contenido de fósforo y carbono orgánico en suelos bajo campo natural y mejorado. En: Jornada de producción animal y pasturas en Basalto. INIA Tacuarembó. p. 47. (Serie Actividades de Difusión 239)
97. PEREZ GOMAR, E.; BEMHAJA, M.; MORON, A.; RISSO, D. 2001. Resultados de análisis de contenido de fósforo en suelos bajo campo natural y mejorado. En: Día de campo. Producción animal y pasturas en Basalto. Unidad Experimental Glencoe. INIA Tacuarembó. p. 9. (Serie Actividades de Difusión 271)

98. POPPI, D.; HUGHES, T.; L'HULLIER, P. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. En: Livestock feeding on pasture. New Zealand Society of Animal Production. p. 55-63. (Occasional Publication 10)
99. PURCHAS, R. 1989. On-farm factors affecting meat quality characteristics En: Meat Production and processing. Purchas, R.; Butler-Hogg, B.; Davies, A., eds. New Zealand Society of Animal Production. p. 159-171. (Occasional Publication 11)
100. PURCHAS, R. 1994. Sheep production. Meat production. Department of Animal Science, Massey University. Handbook (course); 17.352.
101. REBUFFO, M. 1998. *Lotus corniculatus* INIA Draco: características agronómicas. En: Jornada de Lechería y Pasturas. INIA La Estanzuela. p. 103-106. (Serie Actividades de Difusión 163)
102. RISSO, D.F.; COLL, J.; ZARZA, A. 1990. Evaluación de leguminosas para mejoramientos extensivos en suelos sobre Cristalino. En: Seminario Nacional de Campo Natural, 2º, 15-16 Nov. 1990, Tacuarembó, Uruguay. INIA, Sociedad Uruguaya de Pasturas Naturales, Facultad de Agronomía, Plan Agropecuario. Montevideo: Hemisferio Sur. p. 231-241.
103. RISSO, D.; BERRETTA, E. 1996. Mejoramiento de campos en suelos sobre Cristalino. En: Producción y manejo de pasturas. Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A., eds. INIA Tacuarembó. p. 193-211. (Serie Técnica 80)
104. RISSO, D.; CARAMBULA, M. 1998. Lotus El Rincón: producción y utilización de los mejoramientos. Risso, D.; Carámbula, M., eds. Montevideo: INIA. 32 p. (Boletín de Divulgación 65)
105. RISSO, D. 2001. Introducción. En: Lotus Maku: manejo, utilización y producción de semillas. Risso, D.; Albicette, M., eds. INIA La Estanzuela; INIA Treinta y Tres. (Serie Técnica 119)
106. 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). Montossi, F., ed. INIA Tacuarembó. p. 39-45. (Serie Técnica 126)
107. ROBERTSON, H.; NIEZEN, J.; WAGHORN, G.; CHARLESTON, W.; JINLONG, M. 1995. The effect of six herbages on liveweight, wool growth and faecal egg count of parasitised ewe lambs. Proceedings of the New Zealand of Animal Production, 55: 199-201.

- 108.RODRÍGUEZ, A. 1983. Conceptos a tener en cuenta en la utilización de pasturas con lanares. Boletín Técnico Ovinos y Lanar, 8: 7-14.
- 109.RUSSEL, A.; DONEY, J.; GUNN, R. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. Journal of Agriculture Science, 72: 451-454.
- 110.RUSSEL, A. 1995. Ultrasonography and Body Composition in Sheep. En: Goddard, P. Veterinary Ultrasonography. The Macaulay Land Use Research Institute, Craigiebuckler, Aberdeen, UK: CAB International. p. 15-323.
- 111.SALLES, J. 2002. Métodos de control integrado de las parasitosis gastrointestinales. En: Jornada técnica: Parásitos gastrointestinales de los ovinos: situación actual y avances de la investigación. INIA Tacuarembó. p. 23-26. (Serie Actividades de Difusión 299)
- 112.SAN JULIAN, R.; MONTOSI, F.; RISSO, D.; BERRETTA, E.; FIGURINA, G.; RÍOS, M.; FRUGONI, J.; ZAMIT, W.; LEVRATTO, J. 1998. Alternativas tecnológicas para la intensificación de la producción de carne ovina en sistemas ganaderos del basalto: I. Producción de corderos livianos. En: Seminario de actualización en tecnologías para Basalto. INIA Tacuarembó. p. 229-242. (Serie Técnica 102)
- 113.SAN JULIAN, R.; MONTOSI, F.; SCAGLIA, G.; CASTRO, L.; CANEPA, G.; ROBAINA, R.; ABRAHAM, D. 2000. Carne ovina de calidad: alternativas generadas por INIA para Basalto y Cristalino. <http://www.e-campo.com/sections/news/print.php/uuid.A57332CA%2D11D4%2DA53B0006292E2740/>
- 114.SAN JULIAN, R.; DE LOS CAMPOS, G.; MONTOSI, F.; DE MATTOS, D.; 2002. Utilización de variables pre faena en la estimación de rendimiento carnicero y de variables pos faena de canales ovinas. En: Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica: avances obtenidos: carne ovina de calidad (1998-2001). Montossi, F., ed. INIA Tacuarembó. p. 85-98. (Serie Técnica 126)
- 115.SAS. 1999. SAS User's Guide: Statistics, Version 8. Cary, North Carolina, U.S.A.: SAS.
- 116.SCAGLIA, G.; MONTOSI, F.; SAN JULIÁN, R.; TERRA, J. 1999. Alternativas de producción de carne ovina de calidad para la región Este del Uruguay. En: Producción animal. Unidad Experimental Palo a Pique. INIA Treinta y Tres. p. 1-22. (Serie Actividades de Difusión 195)

- 117.SCALES, G. 1993. Carcass fatness in lambs grazing various forages at different rates of liveweight gain. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 36: 243-251.
- 118.SOEPARNO, D. 1987. Studies on the growth and carcass composition in Daldale weather lambs. I. The effect of dietary energy concentration and pasture species. *Australian Journal of Agricultural Research*, 38: 403-415.
- 119.SPECK P.; DAVIDSON, R.; DOBBIE, P.; SINGH, K.; CLARKE, N. 1995. Nutritional status affects meat tenderness in growing lambs. *Journal of Animal Science* (87<sup>th</sup> Annual Meeting Abstracts). p. 168.
- 120.SUL. 2002a. El Mercado de Carne Ovina, 28. Julio 2002. <http://www.sul.org.uy/>
- 121.SUL. 2002b. Gane con sus ovejas. *Lana noticias*, 130: 2-3.
- 122.TERRILL, T.; WAGHORN, G.; WOOLLEY, D.; MCNABB, W.; BARRY, T. 1994. Assay and digestion of <sup>14</sup>C-labelled condensed tannins in the gastrointestinal tract of sheep. *British Journal of Nutrition*, 72(3): 467-477.
- 123.TILLEY, J.; TERRY, R. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestion for forage crops. *Journal British Grasslands Society*, 18: 104-111.
- 124.TINSLEY, J. 1967. Soil Science. Manual of experiments. University of Aberdeen, Department of Soil Science. 124 p.
- 125.UEPP (Unidad Experimental Palo a Pique) 2000. Evaluación de Lotus El Rincón y Lotus Maku bajo pastoreo. En: Jornada Anual de Producción Animal. Guía de Campo. INIA Treinta y Tres. p. 5-6.
- 126.UEPP (Unidad Experimental Palo a Pique) 2001. Producción de corderos pesados sobre Lotus Maku y Lotus El Rincón. En: Jornada Anual de Producción Animal: guía de campo. INIA Treinta y Tres. p. 6-8.
- 127.VAN SOEST, J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, New York, U.S.A.: Cornell University Press. p. 23-38.
- 128.WAGHORN, G.; SHELTON, I.; MCNABB, W. 1994a. Effects of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on its nutritive value for sheep. 1. Non-nitrogenous aspects. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 123: 99-107.

129. WAGHORN, G.; SHELTON, I.; MCNABB, W.; MCCUTCHEON, S. 1994b. Effects of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on its nutritive value for sheep. 2. Nitrogenous aspects. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 123: 109-119.
130. WAGHORN, G. 1996. Condensed tannins and nutrient absorption from the small intestine. En: Canadian Society of Animal Science Annual Meeting. Animal Science Research and Development. Lethbridge, Canada. Proceedings. Rode, L., ed. p. 175-194.
131. WAGHORN, G.; SHELTON, I. 1997. Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on the nutritive value of pasture for sheep. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 128: 365-372.
132. WAGHORN, G.; DOUGLAS, G.; NIEZEN, J.; MCNABB, W.; FOOTE, A. 1998. Forages with condensed tannins – their management and nutritive value for ruminants. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 60: 89-98.
133. WAGHORN, G.; REED, J.; NDLOVU, L. 1999. Condensed tannins and herbivore nutrition. En: International Grassland Congress, 18<sup>th</sup>. Proceedings. p. 153-166.
134. WANG, Y.; WAGHORN, G.; BARRY, T.; SHELTON, I. 1994a. The effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on plasma metabolism of methionine, cystine and inorganic sulphate by sheep. *British Journal of Nutrition*, 72: 923-935.
135. WANG, Y.; WAGHORN, G.; DOUGLAS, G.; BARRY, T.; WILSON, G. 1994b. The effects of condensed tannin in *Lotus corniculatus* upon nutrient metabolism and upon body and wool growth in grazing sheep. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 54: 219-222.
136. WANG, Y.; DOUGLAS, G.; WAGHORN, G.; BARRY, T.; FOOTE, A. 1996a. Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon lactation performance in ewes. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 126: 353-362.
137. WANG, Y.; DOUGLAS, G.; WAGHORN, G.; BARRY, T.; FOOTE, A. 1996b. Effect of condensed tannins upon the performance of lambs grazing *Lotus corniculatus* and lucerne (*Medicago sativa*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 126: 87-98.
138. WANG, Y.; WAGHORN, G.; MCNABB, W.; BARRY, T.; HEDLEY, M.; SHELTON, I. 1996c. Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon the digestion of methionine and cysteine in the small intestine of sheep. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 127: 413-421.

139. WARREN WILSON, J. 1963. Estimation of foliage denseness and foliage angle by inclined point quadrat. *Australian Journal of Botany*, 11: 95-105.
140. WHEELER, T.; KOOHMARAIE, M. 1994. Prerigor and posrigor changes in tenderness of ovine longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, 71: 1232-1238.
141. WHITE, D.; MCCONCHIE, B. 1976. Effect of stocking rate on fleece measurements and their relationships in Merino sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 27: 9-13.
142. WILLIAMSON, J.; BLAIR, H.; GARRICK, D.; POMROY, W.; DOUCH, P. 1994. The relationship between internal parasite burden, faecal egg count, and mucosal mast cells in fleece weight-selected and control sheep. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 54: 9-13.

## **10. ANEXOS**

Anexo 1. Vista del forraje ofrecido al inicio del experimento: A) *Lotus corniculatus* cv. INIA Draco, B) *Lotus pedunculatus* cv. Maku, C) *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón y D) *Trifolium repens* cv. LE Zapicán.



Anexo 2. Suplementación animal con agua y polietilén glicol.



Anexo 3. Herramientas utilizadas en las determinaciones realizadas en el forraje: A) corte de disponibilidad de materia seca, B) altura de regla graduada, C) altura comprimida (Rising Plate Meter) y D) “Punto Cuadrado Inclinado” (Inclined Point Quadrat).

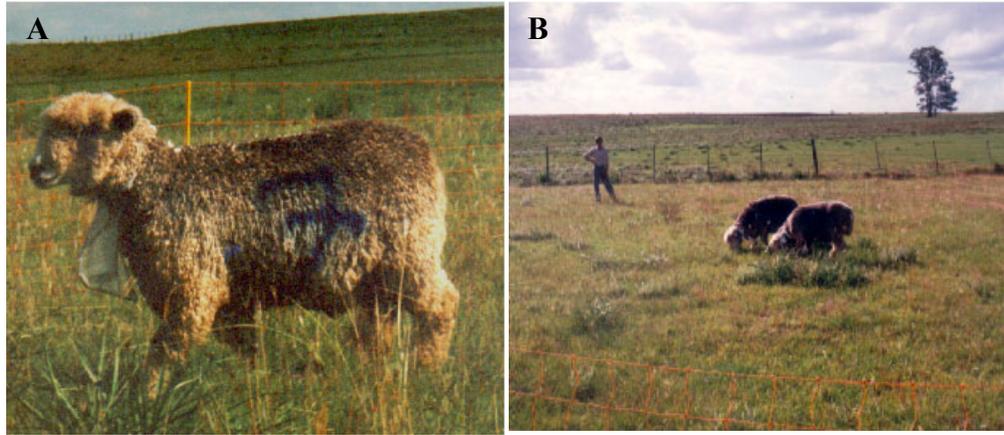


Anexo 4. Escala de condición corporal.

Condición	Características físicas	Representación Gráfica
0	Animal extremadamente flaco; próximo a morir. No se detecta músculo ni tejido adiposo entre piel y hueso.	
1	AE: Se sienten prominentes y agudas. AT: También son agudas. Los dedos pasan fácilmente debajo de los extremos. Los espacios entre vértebras se palpan fácilmente. ML: Superficiales y sin cobertura de grasa.	
2	AE: Se sienten prominentes pero suaves. Las apófisis individuales solo se palpan como corrugaciones finas. AT: Son suaves y redondeadas. Es posible pasar los dedos debajo de los extremos con una leve presión. ML: Tiene una profundidad moderada y poca cobertura de grasa.	
3	AE: Se detectan solo como elevaciones pequeñas. Son suaves y redondeadas y los huesos individuales solo se palpan presionando. AT: Son suaves y están bien cubiertas. Es necesario presionar firmemente para palpar los extremos. ML: Están llenos y tienen una moderada cobertura de grasa.	
4	AE: Se detectan, presionando, como una línea dura entre la cobertura de grasa del área del ojo del lomo. AT: No se pueden palpar sus terminaciones. ML: Están llenos y tienen una gruesa capa de grasa.	
5	AE: 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. AT: No se pueden detectar. ML: Están completamente llenos y tienen una capa de grasa muy gruesa. Pueden haber grandes depósitos de grasa sobre el anca y la cola.	

Referencias: AE: apófisis espinosas, ML: músculos del lomo y AT: apófisis transversas.  
Fuente: Jefferies (1961), adaptado por Russel *et al.* (1969).

Anexo 5. Capones fistulados en el esófago.



Anexo 6. Vista de los corderos durante la conducta animal.



Anexo 7. Secuencia de colocación de las cápsulas de cromo.



Anexo 8. Vista de la medición de ultrasonografía, equipo de ultrasonido e imagen obtenida por el mismo.



Anexo 9. Determinaciones realizadas en la canal: A) punto GR, B) temperatura y c) pH.



Anexo 10. Determinación de la terneza sobre el músculo *Longissimus dorsi* mediante la utilización del equipo Warner-Brazler.



Anexo 11. Concentración de pH en agua, C orgánico (%), P (ppm), K (meq/100 g), S-SO<sub>4</sub> (ppm) y N-NO<sub>3</sub> (ppm) según especie forrajera y estrato de profundidad de muestreo del suelo (cm).

	Especie forrajera (Ef)					Estrato de profundidad (Ep)					Ef x Ep
	D	M	R	TB	P	0-2.5	2.5-5	5-7.5	7.5-15	P	
<b>pH</b>	6.1 (0.56) <sup>1</sup> c	5.8 (0.57)ab	5.9 (0.57)b	5.7 (0.58)a	**	5.7 (0.57)a	5.8 (0.57)ab	5.9 (0.57)bc	6.0 (0.56)c	**	ns
<b>C org.</b>	4.4 (0.67)b	4.4 (0.68)b	3.6 (0.79)a	4.3 (0.69)b	**	6.0 (0.56)d	4.3 (0.69)c	3.7 (0.76)b	3.4 (0.82)a	**	ns
<b>N-NO<sub>3</sub></b>	14.6 (2.68)bc	18.7 (2.93)ab	14.0 (2.64)c	20.5 (3.02)a	*	23.7 (3.17)a	16.4 (2.80)b	15.4 (2.73)bc	13.1 (2.57)c	**	ns
<b>P</b>	4.3 (1.47)a	4.9 (1.59)a	3.2 (1.17)b	4.2 (1.43)b	*	10.4 (2.34)a	4.0 (1.38)b	3.2 (1.16)b	2.2 (0.78)c	**	ns
<b>K</b>	0.46 (-0.77)b	0.51 (-0.68)b	0.45 (-0.79)b	0.63 (-0.47)a	**	0.70 (-0.35)a	0.50 (-0.70)b	0.46 (-0.78)bc	0.41 (-0.88)c	**	ns
<b>S-SO<sub>4</sub></b>	7.71ab	9.18a	6.44b	6.76b	ns	8.50	8.13	6.89	6.58	ns	ns

Ref.: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas dentro de Ef y Ep son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; pH: pH en agua (unidades); C org.: carbono orgánico (%); N-NO<sub>3</sub>: nitrógeno en forma de nitrato (ppm), P: fósforo cítrico (ppm); S-SO<sub>4</sub>: azufre en forma de sulfato (ppm) y K: potasio (meq/100 g).

<sup>1</sup> Información entre paréntesis corresponde a valores corregidos utilizados para el análisis estadístico por ajuste de normalidad de los datos obtenidos. Factor de corrección utilizado: pH y C org. (1/Ln) y N-NO<sub>3</sub>, P y K (Ln).

Anexo 12. Disponibilidad del forraje ofrecido (kg MS/ha) por ciclo de pastoreo y promedio experimental para la interacción especie forrajera x carga animal.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	2348bc	2666abc	3059a	2751ab	2216c	2451bc	2681abc	2695abc
2	2097bc	2272ab	2021bc	2330ab	1585c	1997bc	2761a	2418ab
3	2892abc	3181ab	2323bcd	2287cd	1834d	2215cd	3776a	3425a
4	2227de	2979c	2301de	2549d	1609f	1945ef	3419b	3824a
<b>Promedio</b>	2391cd	2774b	2433cd	2479c	1811e	2152d	3159a	3091a

Ref.: a, b, c, d, e y f: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 13. Altura de forraje ofrecido (cm) por ciclo de pastoreo y promedio experimental para la interacción especie forrajera x carga animal.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	15.2ab	15.6a	12.3bc	12.6bc	9.7c	10.0c	16.4a	16.4a
2	8.1c	9.6b	6.5d	7.4c	6.3d	7.6c	10.9a	11.4a
3	7.0ab	7.9a	4.0c	5.2bc	4.2bc	5.1bc	9.5a	9.2a
4	9.5b	13.6a	6.6c	7.7bc	6.3c	7.3bc	14.8a	14.5a
<b>Promedio</b>	9.9b	11.7a	7.3cd	8.2c	6.6d	7.5cd	12.9a	12.9a

Ref.: a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 14. Altura comprimida de forraje ofrecido (unidades) por ciclo de pastoreo y promedio experimental para la interacción especie forrajera x carga animal.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	14.0ab	15.0ab	12.0ab	12.3ab	10.9b	11.9b	15.3ab	15.7a
2	9.3cde	10.7abc	8.2de	9.7bcd	7.8e	10.1bc	11.3ab	12.2a
3	9.1bc	10.5ab	5.8d	7.6cd	6.2d	7.8cd	11.2ab	11.2a
4	9.1cd	11.3b	8.4de	9.9c	7.5e	9.2cd	14.6a	14.2a
<b>Promedio</b>	10.4c	11.9b	8.6de	9.9cd	8.1e	9.7cd	13.1ab	13.3a

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 15. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la proporción de hojas de la especie (H; %) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie x Carga
-------	-----------------

	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	32.7	29.4	36.3	42.2	38.4	30.7	34.7	30.0
2	21.7abc	21.5abc	28.6a	22.6ab	11.0bc	8.3c	30.4a	26.8a
3	16.6ab	20.0ab	14.6b	14.3b	1.8c	2.0c	28.2a	24.8ab
4	13.3bc	21.9ab	20.7ab	20.6ab	2.9c	1.1c	23.5ab	26.5a
<b>Promedio</b>	21.6ab	23.4ab	25.7a	24.9a	15.0bc	11.4c	29.2a	27.0a

Ref.: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 16. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la proporción de tallos de la especie (T; %) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	34.0ab	32.9ab	23.4cd	27.4bc	18.2d	18.8d	36.2a	34.2a
2	30.4a	33.2a	39.2a	36.9a	14.7bc	10.3c	26.9ab	30.7a
3	13.7bc	22.6ab	27.0a	29.5a	3.4c	5.4c	25.4a	20.9ab
4	12.6cd	27.4abc	24.1abc	21.1bc	4.8d	2.1d	31.1ab	35.7a
<b>Promedio</b>	23.1b	29.2ab	29.0ab	28.7ab	11.1c	9.6c	29.9ab	30.4a

Ref.: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 17. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la proporción de “otros” (O; %) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	16.3b	14.0b	25.5ab	19.1ab	31.4a	28.8a	15.8b	13.4b
2	20.6c	26.1c	20.3c	24.8c	52.3ab	57.6a	26.7bc	23.4c
3	24.0bc	19.2c	13.5c	21.1c	42.0ab	51.6a	13.1c	26.2bc
4	34.3ab	11.7b	23.6b	32.1b	61.0a	59.6a	26.8b	18.9b
<b>Promedio</b>	23.3b	18.6b	20.4b	24.3b	44.6a	49.0a	20.6b	20.5b

Ref.: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 18. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la proporción de restos secos (RS; %) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

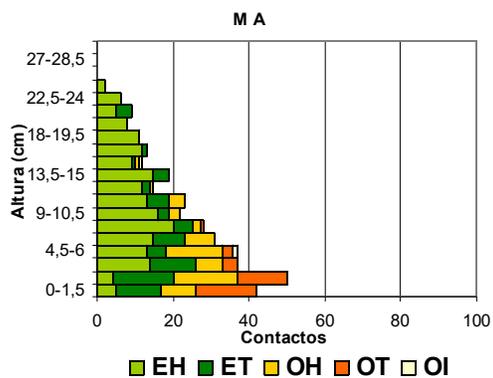
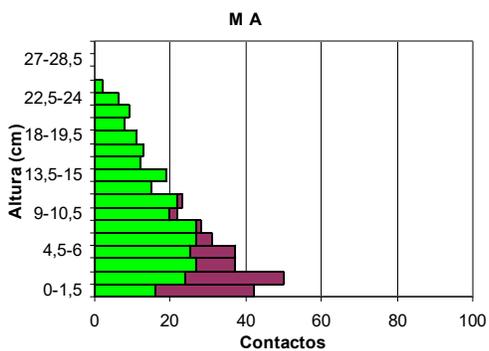
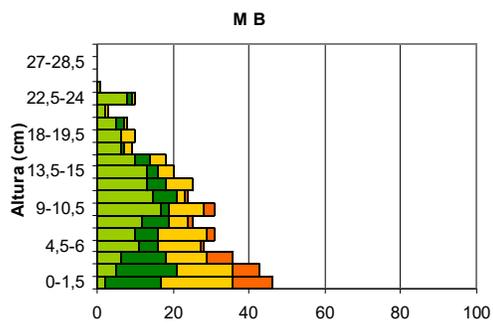
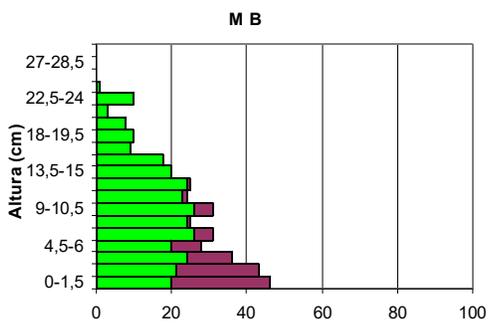
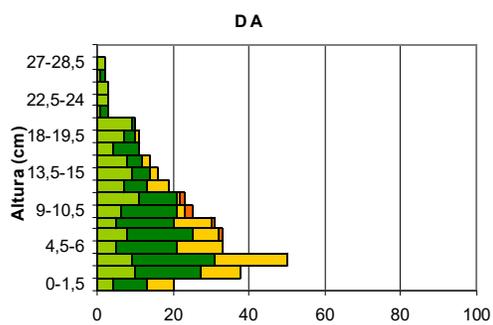
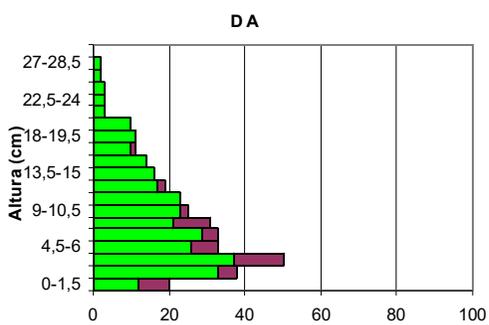
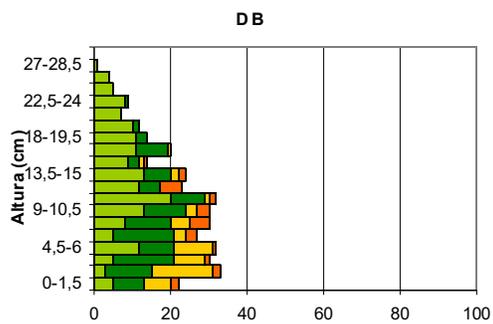
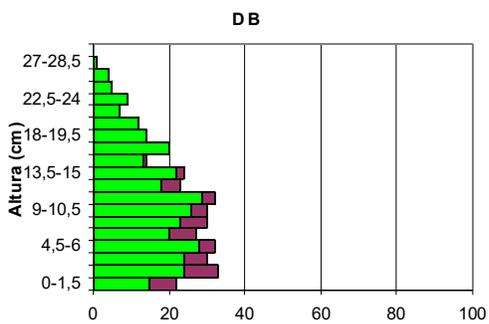
Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	17	23.7	14.8	11.3	12	21.7	13.3	22.3
2	27.4	19.3	11.9	15.7	21.9	23.8	16	19.2
3	45.8	38.1	44.9	35.1	52.8	41	33.4	28.2

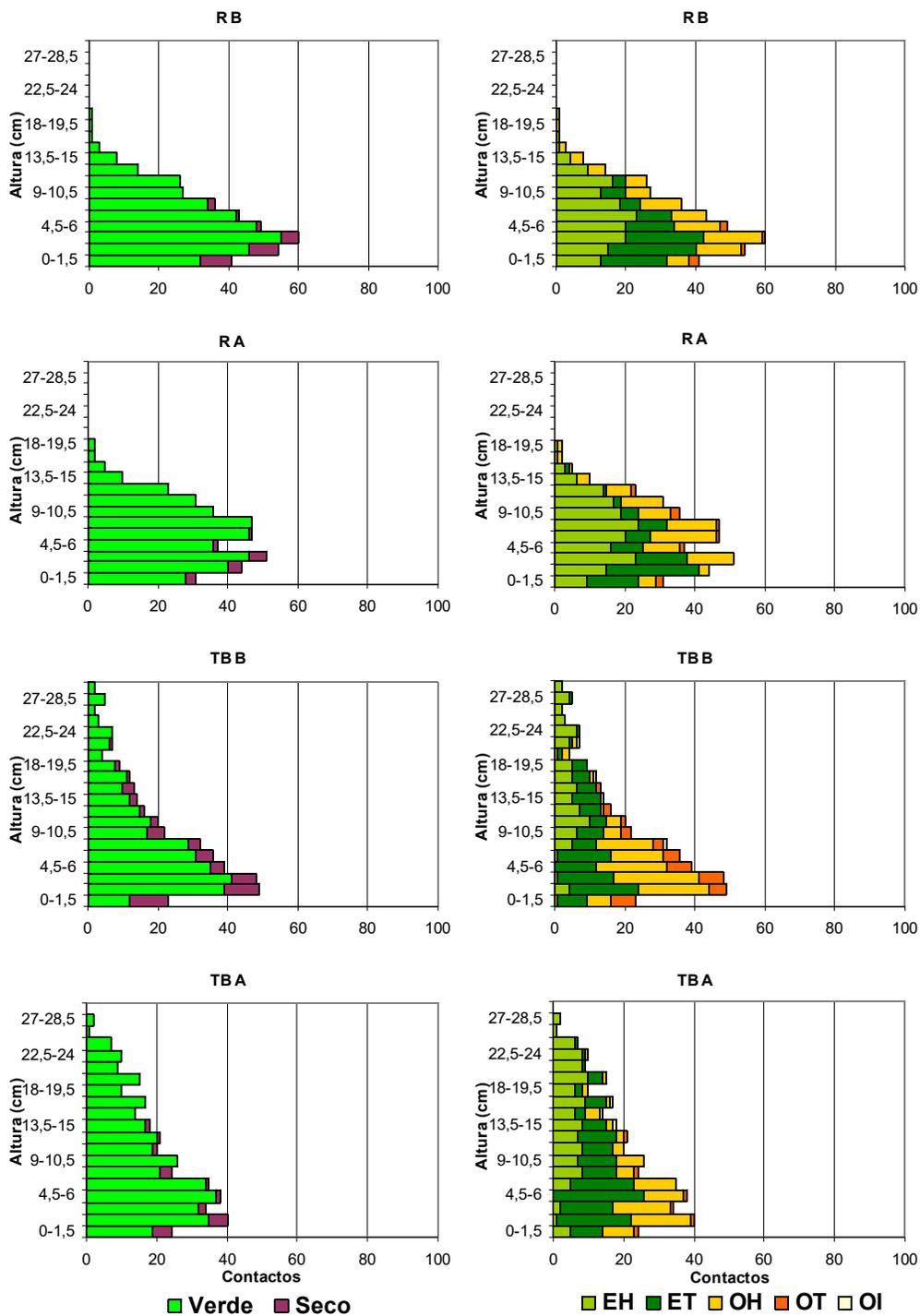
<b>4</b>	39.9a	39.0a	31.6ab	26.2bc	31.3ab	37.2a	18.7c	19.0c
<b>Promedio</b>	32.0a	28.7ab	25.0ab	22.0ab	29.3ab	30.0ab	20.3b	22.2ab

Ref.: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

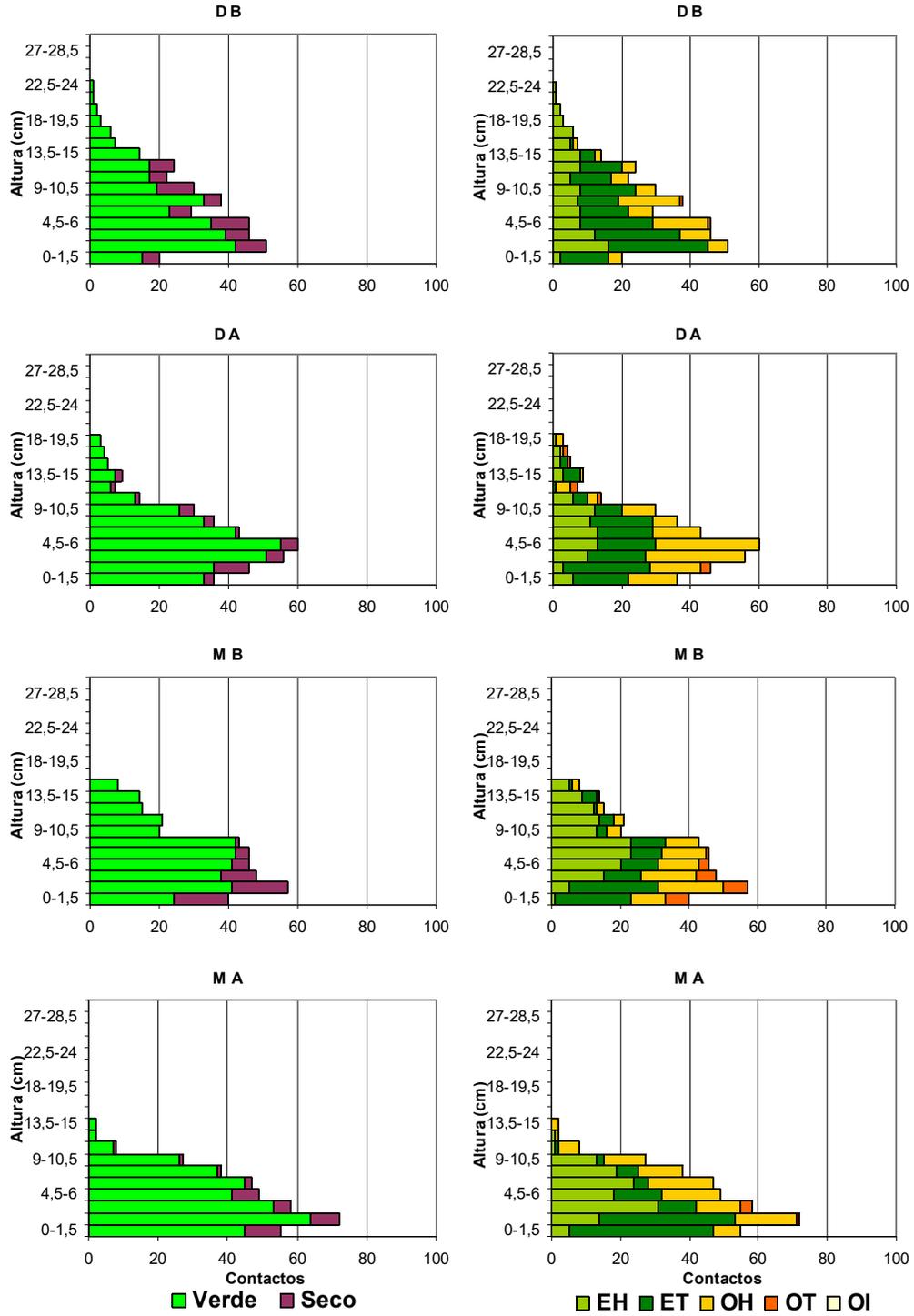
Anexo 19. Composición vertical del tapiz (contactos) por tratamiento para el 1<sup>er</sup> ciclo de pastoreo, según estado fenológico y componentes de las especies.

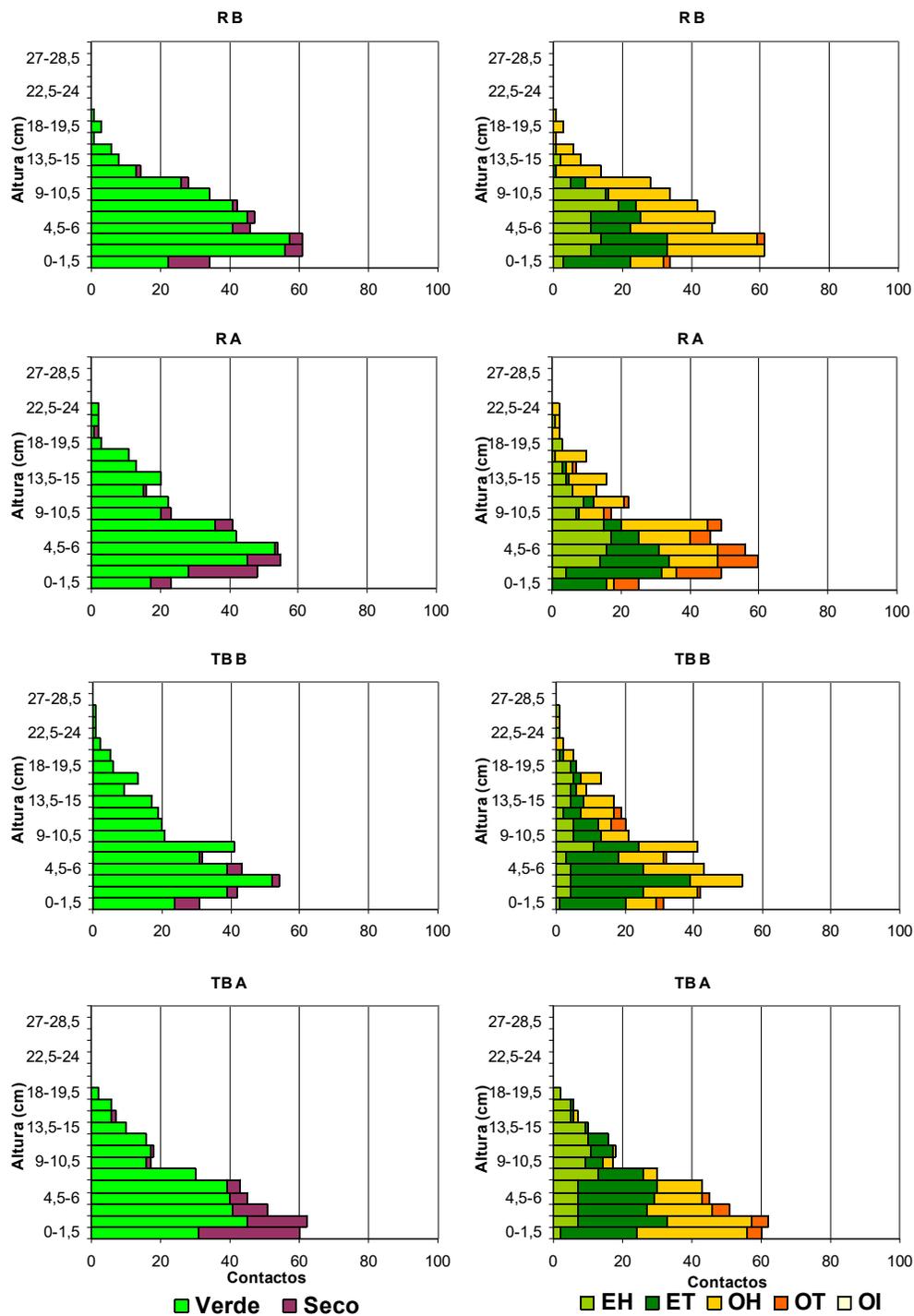




Ref.: D B: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 8 corderos/ha; D A: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 12 corderos/ha; M B: *L. pedunculatus* cv. Maku, 8 corderos/ha y M A: *L. pedunculatus* cv. Maku, 12 corderos/ha.  
 R B: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 8 corderos/ha; R A: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 12 corderos/ha; TB B: *T. repens* cv. LE Zapicán, 8 corderos/ha y TB A: *T. repens* cv. LE Zapicán, 12 corderos/ha.

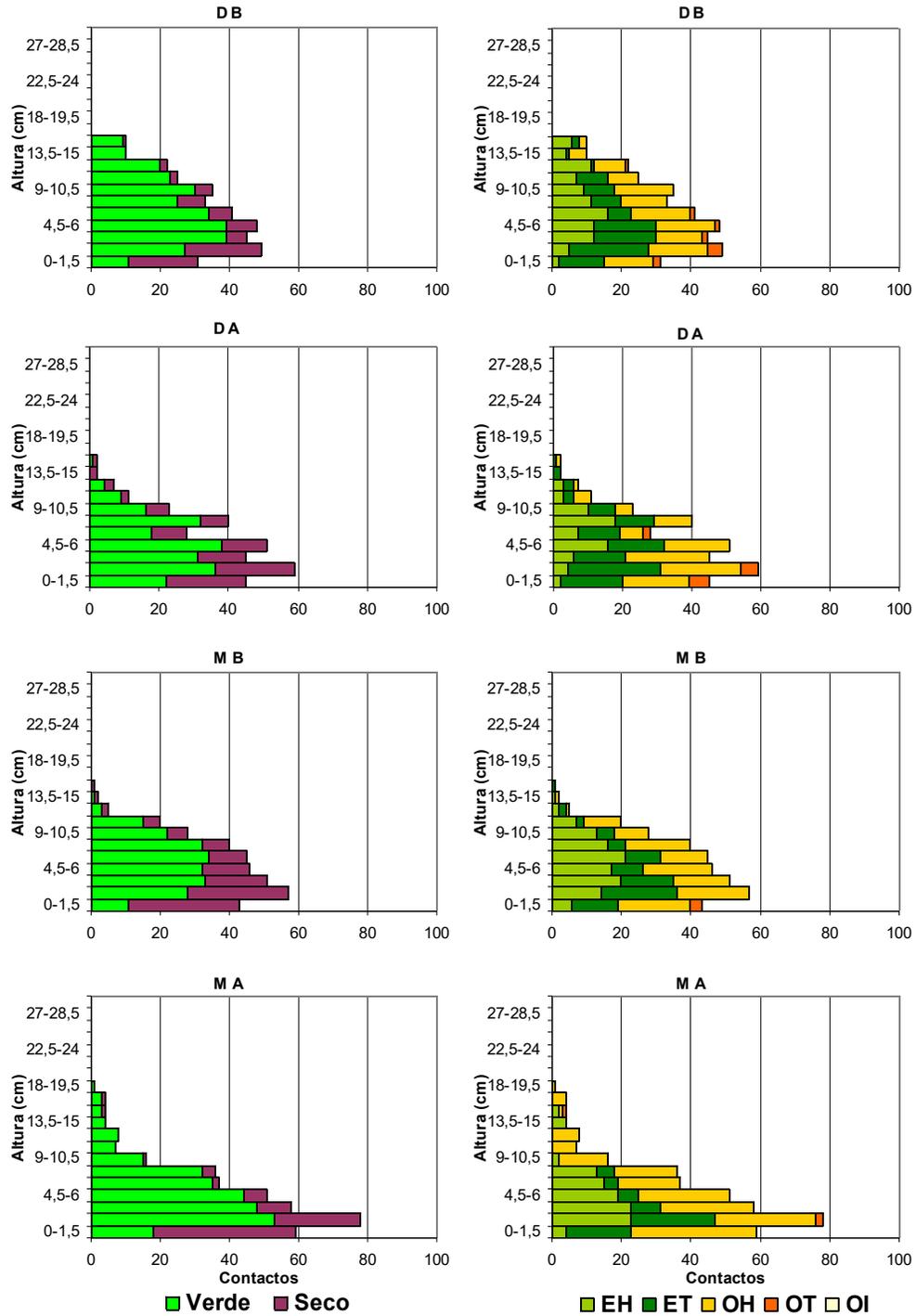
Anexo 20. Composición vertical del tapiz (contactos) por tratamiento para el 2<sup>do</sup> ciclo de pastoreo, según estado fenológico y componentes de las especies.

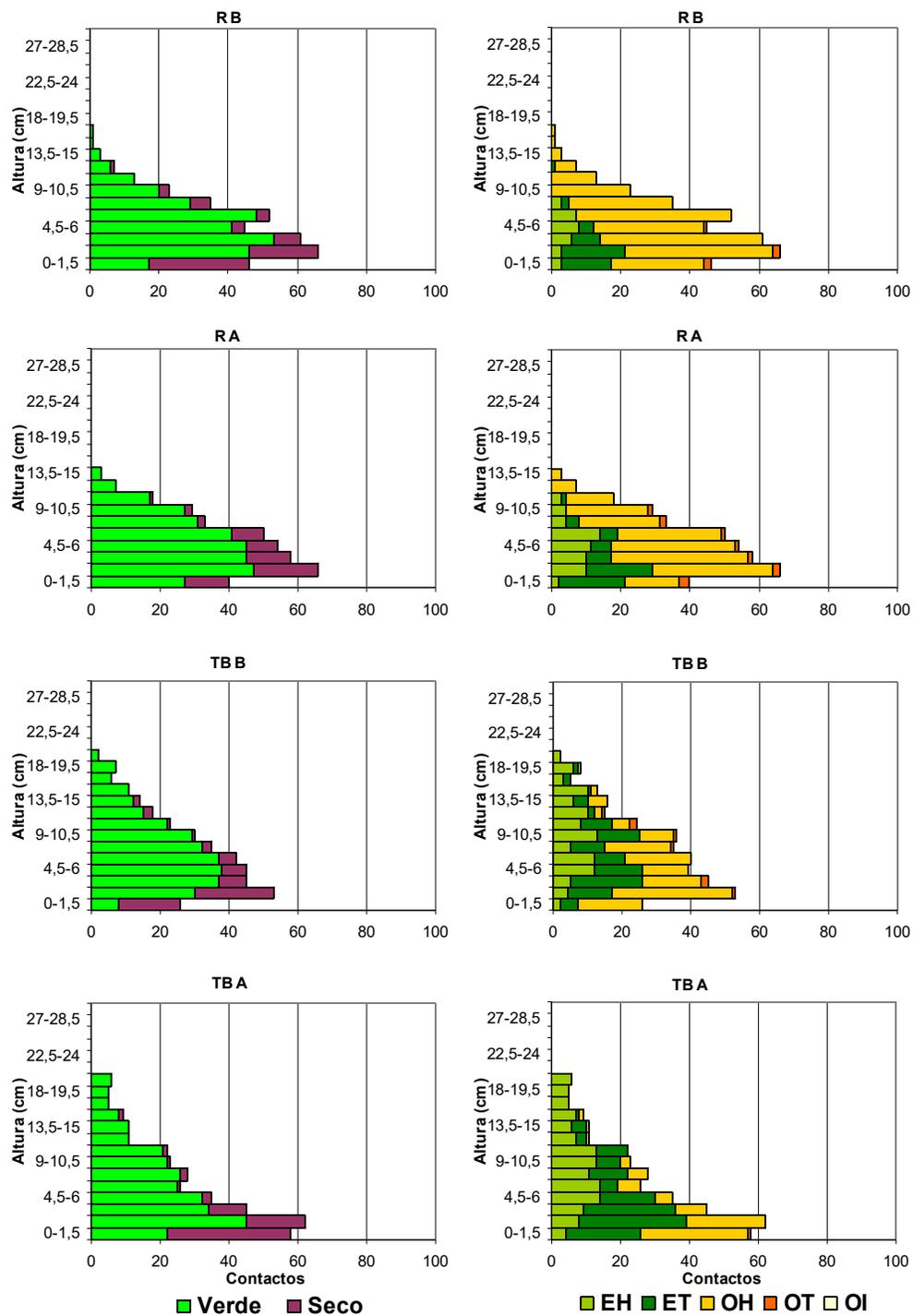




Ref.: D B: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 8 corderos/ha; D A: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 12 corderos/ha; M B: *L. pedunculatus* cv. Maku, 8 corderos/ha y M A: *L. pedunculatus* cv. Maku, 12 corderos/ha.  
 R B: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 8 corderos/ha; R A: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 12 corderos/ha; TB B: *T. repens* cv. LE Zapicán, 8 corderos/ha y TB A: *T. repens* cv. LE Zapicán, 12 corderos/ha.

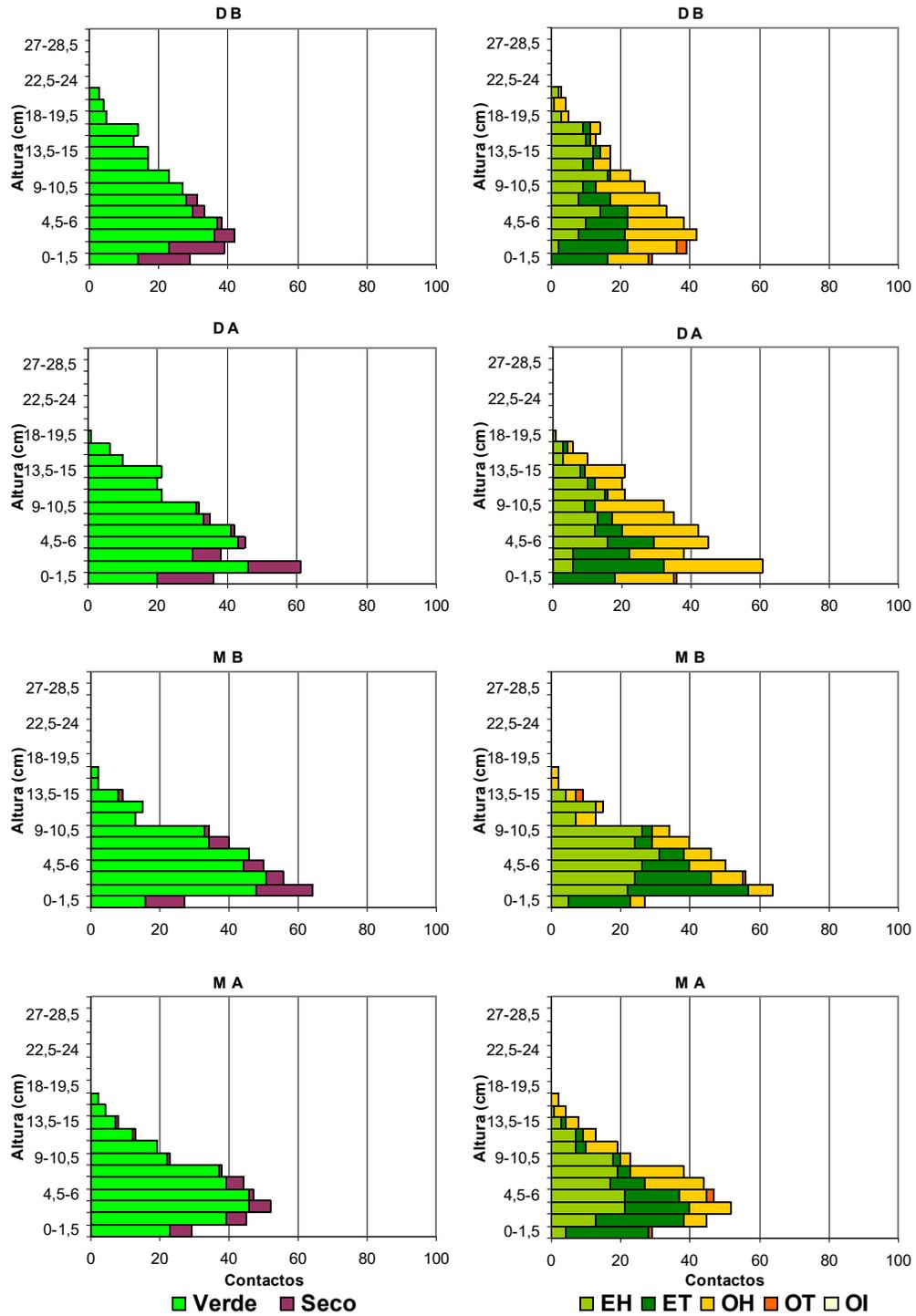
Anexo 21. Composición vertical del tapiz (contactos) por tratamiento para el 3<sup>er</sup> ciclo de pastoreo, según estado fenológico y componentes de las especies.

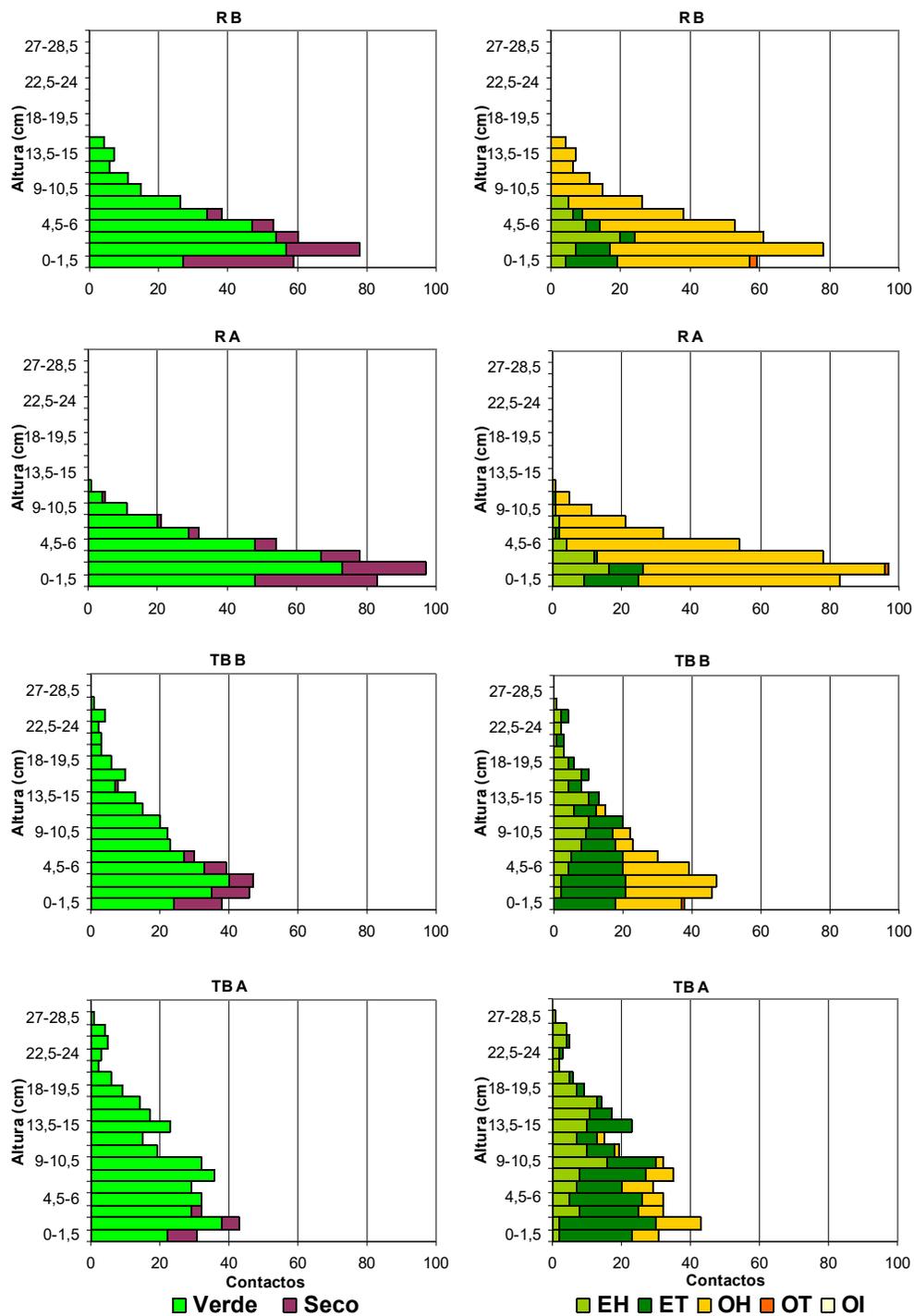




Ref.: D B: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 8 corderos/ha; D A: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 12 corderos/ha; M B: *L. pedunculatus* cv. Maku, 8 corderos/ha y M A: *L. pedunculatus* cv. Maku, 12 corderos/ha.  
 R B: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 8 corderos/ha; R A: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 12 corderos/ha; TB B: *T. repens* cv. LE Zapicán, 8 corderos/ha y TB A: *T. repens* cv. LE Zapicán, 12 corderos/ha.

Anexo 22. Composición vertical del tapiz (contactos) por tratamiento para el 4<sup>to</sup> ciclo de pastoreo, según estado fenológico y componentes de las especies.





Ref.: D B: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 8 corderos/ha; D A: *L. corniculatus* cv. INIA Draco, 12 corderos/ha; M B: *L. pedunculatus* cv. Maku, 8 corderos/ha y M A: *L. pedunculatus* cv. Maku, 12 corderos/ha.  
 R B: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 8 corderos/ha; R A: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, 12 corderos/ha; TB B: *T. repens* cv. LE Zapicán, 8 corderos/ha y TB A: *T. repens* cv. LE Zapicán, 12 corderos/ha.

Anexo 23. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la PC (%) del forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclos	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	20.5abc	18.4bc	22.6a	20.8abc	21.6ab	22.5ab	16.6c	21.2ab
2	18.8ab	19.6ab	19.6ab	20.1ab	18.6b	20.5ab	23.3a	20.6ab
3	18.8ab	20.5ab	18.9ab	20.9ab	15.7b	14.4b	19.9ab	23.7a
4	18.6	16.6	19.2	22.1	16.2	15.6	22.1	20.6
<b>Promedio</b>	19.2ab	18.8ab	20.1ab	21.0a	17.7b	18.9ab	20.5a	21.5a

Ref.: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).  
D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 24. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la FDA (%) del forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclos	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	39.9	32.5	35.0	33.1	41.9	37.1	39.4	33.7
2	39.8	38.9	41.2	41.8	41.9	46.8	33.1	35.1
3	45.2ab	40.4ab	41.0ab	38.9ab	50.5a	32.9ab	41.8ab	31.8b
4	40.5ab	41.9a	44.5a	39.4ab	40.7ab	42.1a	32.8b	39.1ab
<b>Promedio</b>	41.3ab	38.4bcd	40.4bc	38.3bcd	44.9a	40.5bc	36.8cd	34.9d

Ref.: a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).  
D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 25. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la FDN (%) del forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclos	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	64.8	58.1	66.7	65.1	66.3	68.7	64.3	62.8
2	60.1c	63.5bc	68.4ab	70.2ab	69.6ab	75.6a	64.3bc	64.7bc
3	65.3bc	67.4abc	63.0bc	68.2ab	74.7a	66.9abc	65.4bc	58.9c
4	60.9c	65.5bc	68.4b	68.7b	71.2ab	75.4a	65.8bc	68.9b
<b>Promedio</b>	62.8e	63.6de	66.6cd	68.0bc	70.9ab	72.4a	65.0cde	63.8de

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).  
D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 26. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la DMO (%) del forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclos	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	65.3ab	86.0a	64.4ab	79.8ab	61.4ab	69.1ab	78.6ab	58.4b
2	55.4	73.5	69.7	75.0	69.4	62.4	63.5	61.6
3	69.2	58.6	71.4	69.5	69.3	89.8	63.8	72.0
4	78.2ab	78.5ab	70.7ab	71ab	67.8ab	64.9b	82.0a	65.5b
<b>Promedio</b>	67.0	74.1	69.0	73.8	67.3	69.7	72.0	64.4

Ref.: a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).  
D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 27. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la concentración de TC (%) en el forraje ofrecido, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	1.38ab	1.81ab	1.95ab	2.73ab	3.16a	1.44ab	0.98b	0.94b
2	1.49ab	1.62a	1.60a	1.76a	0.57b	1.16ab	1.39ab	1.08ab
3	2.57a	0.92ab	0.41b	1.38ab	1.39ab	1.23ab	1.35ab	0.52ab
4	0.42	1.70	1.23	1.30	1.33	1.01	0.79	0.69
<b>Promedio</b>	1.46	1.51	1.30	1.79	1.57	1.23	1.14	0.88

Ref.: a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).  
D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 28. Disponibilidad del forraje rechazado (kg MS/ha) por ciclo de pastoreo y promedio experimental para la interacción especie forrajera x carga animal.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	2253ab	2406a	2127ab	2145ab	1795b	1844b	1965ab	2025ab
2	2228bcd	2666a	2164cd	2461ab	2403abc	2226bcd	2032d	2391bc
3	1824bc	2352ab	1944abc	2239ab	1647c	2250ab	2054abc	2256a
4	2538ab	2918ab	2896ab	3033a	2377b	2672ab	2741ab	2978a
<b>Promedio</b>	2211bc	2585a	2283bc	2470ab	2055c	2251bc	2198bc	2473ab

Ref.: a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).  
D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 29. Altura del forraje rechazado (cm) por ciclo de pastoreo y promedio experimental para la interacción especie forrajera x carga animal.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8

<b>1</b>	8.4abc	10.0a	6.1c	7.1bc	6.3c	6.6c	8.2abc	9.3ab
<b>2</b>	4.6bc	5.9bc	4.3c	5.0bc	4.5c	5.5bc	6.5ab	8.1a
<b>3</b>	6.3cd	8.5b	4.8e	5.6de	5.2de	7.2c	11.2ab	12.2a
<b>4</b>	7.7cd	9.8b	6.5cd	7.5cd	6.1d	8.0c	12.9a	13.2a
<b>Promedio</b>	6.7cd	8.6b	5.4d	6.3cd	5.5d	6.8c	9.7ab	10.7a

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).  
D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 30. Altura comprimida del forraje rechazado (unidades) por ciclo de pastoreo y promedio experimental para la interacción especie forrajera x carga animal.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
<b>1</b>	7.3b	8.7a	6.7b	8.5a	6.8b	7.2b	7.0b	8.7a
<b>2</b>	6.1c	7.5bc	6.4bc	7.3bc	6.2c	7.2bc	8.3ab	9.9a
<b>3</b>	7.3bc	9.8ab	6.1c	8.0bc	7.0bc	9.8ab	11.8a	12.6a
<b>4</b>	8.7bc	9.9bc	8.0c	8.7bc	8.3bc	10.3b	12.6a	14.8a
<b>Promedio</b>	7.3cde	8.9bc	6.8e	8.2cde	7.0de	8.6bcd	9.9ab	11.5a

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).  
D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 31. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la proporción de hojas de la especie (H; %) en el forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
<b>1</b>	17.9	16.1	29.3	28.2	16.7	15.9	23.1	18.6
<b>2</b>	10.3bc	12.0b	10.2bc	16.5ab	2.9cd	2.0d	20.0a	20.2a
<b>3</b>	11.8b	16.9ab	14.1ab	13.0ab	3.4b	1.5b	30.6a	17.2ab
<b>4</b>	12.6b	11.6b	18.9ab	22.8a	3.0c	2.9c	26.3a	19.5ab
<b>Promedio</b>	13.2b	14.2b	18.3ab	20.7a	6.6c	5.5c	24.1a	18.8ab

Ref.: a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).  
D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 32. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la proporción de tallos de la especie (T; %) en el forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
<b>1</b>	33.1ab	33.5ab	33.9ab	23.7bc	28.9abc	18.9c	38.0a	31.7ab
<b>2</b>	23.8a	29.4a	28.0a	36.3a	3.8b	5.5b	27.9a	25.7a

<b>3</b>	15.5bc	23.2ab	24.1ab	19.1bc	5.6cd	1.3d	33.9a	19.3b
<b>4</b>	17.0c	17.5c	27.0b	31.2ab	3.5d	2.4d	35.8a	29.9ab
<b>Promedio</b>	22.4c	25.9bc	28.5ab	28.7ab	10.6d	7.0d	33.5a	27.1bc

Ref.: a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 33. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la proporción de “otros” (O; %) en el forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
<b>1</b>	18.5cde	24.4bcd	16.1de	27.4bc	28.4b	40.2a	14.1e	22.3bcd
<b>2</b>	14.3b	19.8b	24.1b	20.1b	56.8a	60.3a	25.7b	29.2b
<b>3</b>	29.0bc	17.4cd	17.0cd	28.8bc	42.2ab	47.6a	7.7d	24.1cd
<b>4</b>	37.2abc	35.3bc	27.5c	21.0c	60.0a	52.7ab	17.5c	23.9c
<b>Promedio</b>	24.8b	24.2b	21.3b	23.3b	46.9a	50.2a	17.3b	24.4b

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 34. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la proporción de restos secos (RS; %) en el forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
<b>1</b>	30.5	26	20.7	20.7	25.9	25.1	24.8	27.4
<b>2</b>	51.6a	38.8ab	37.6ab	27.1b	36.5ab	32.2b	26.5b	24.9b
<b>3</b>	43.7	42.5	44.8	39.1	48.8	49.7	27.7	39.4
<b>4</b>	33.2ab	35.6ab	26.7ab	25.0b	33.5ab	42.0a	20.5b	26.6ab
<b>Promedio</b>	39.7a	35.7ab	31.9ab	27.3ab	35.9ab	37.2ab	25.1b	29.6ab

Ref.: a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 35. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la PC (%) del forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
<b>1</b>	16.6ab	14.7b	18.8a	17.9ab	17.5ab	19.1a	16.2ab	18.8a
<b>2</b>	15.2	15.9	17.7	17.7	14.7	14.2	16.9	16.8
<b>3</b>	18.0ab	16.8ab	20.1ab	19.3ab	14.0b	15.6ab	21.9a	18.6ab
<b>4</b>	14.6bc	16.2abc	18.6ab	20.4a	11.6c	11.4c	18.3ab	17.0ab
<b>Promedio</b>	16.1bc	15.9bc	18.8a	18.8a	14.5c	15.1c	18.3a	17.8ab

Ref.: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 36. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la FDA (%) del forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	48.4a	41.6bc	44.7ab	42.2bc	50.1a	45.6ab	40.1bc	38.7c
2	54.8a	42.9b	46.8ab	48.6ab	55.5a	49.7ab	42.5b	46.6ab
3	50.2	46.5	46.0	45.0	48.9	45.8	47.7	37.4
4	40.4b	42.4ab	44.9ab	39.6bc	47.3a	44.7ab	34.0c	39.4bc
<b>Promedio</b>	48.5b	43.4d	45.6c	43.9d	50.5a	46.4c	41.1e	40.5e

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 37. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la FDN (%) del forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	54.5abc	52.1bc	50.2bc	57.9abc	67.7a	54.4abc	62.6ab	46.7c
2	74.7a	62.6abc	61.8abc	71.6ab	60.5abc	57.6bc	56.0bc	51.5c
3	62.7	67.6	63.4	51.8	69.9	59.3	62.0	60.8
4	49.6	63.2	56.2	55.7	66.2	68.4	47.0	46.3
<b>Promedio</b>	60.3ab	61.4ab	57.9ab	59.2ab	66.1a	59.9ab	56.9ab	51.3b

Ref.: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

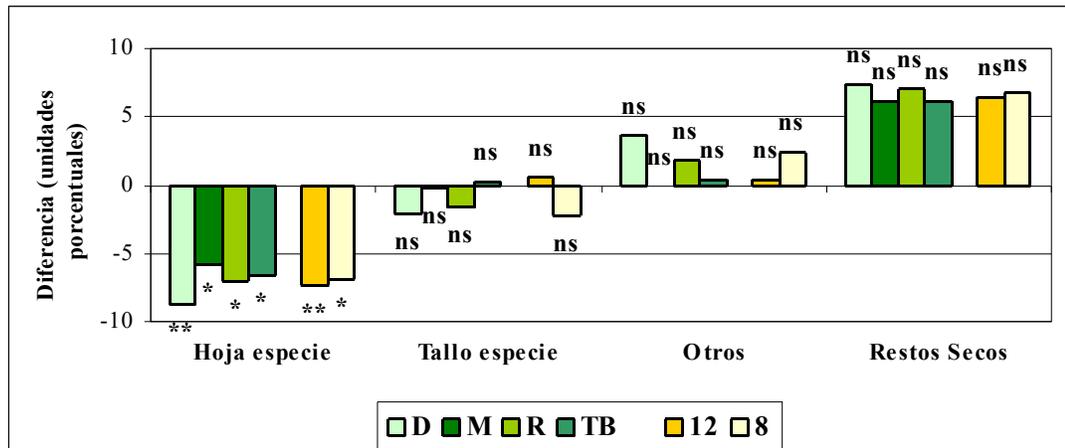
Anexo 38. Efecto de la interacción especie forrajera x carga animal sobre la DMO (%) del forraje rechazado, por ciclo de pastoreo y promedio experimental.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	51.1	47.2	45.7	59.6	54.6	63.2	59.3	66.7
2	49.7ab	57.1ab	57.1ab	67.9a	45.4b	38.9b	53.5ab	52ab
3	54.0	80.5	47.6	63.2	51.4	53.5	75.8	47.9
4	56.9b	60.6ab	80.3a	59.2ab	64.0ab	66.2ab	68.5ab	80.5a
<b>Promedio</b>	52.9	61.3	57.7	62.5	53.8	55.5	64.3	61.8

Ref.: a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

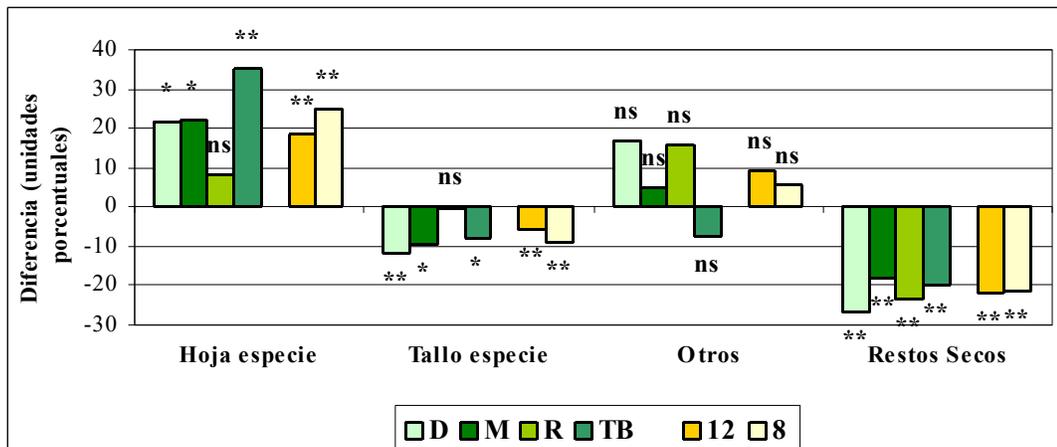
Anexo 39. Diferencias en la composición botánica entre el forraje rechazado y el forraje ofrecido (unidades porcentuales) según especie forrajera y carga animal.



Ref.: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ), \*:  $P < 0.05$  y \*\*:  $P < 0.01$ .

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 40. Diferencias en la composición botánica entre la dieta seleccionada y el forraje ofrecido (unidades porcentuales) según especie forrajera y carga animal.



Ref.: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ), \*:  $P < 0.05$  y \*\*:  $P < 0.01$ .

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

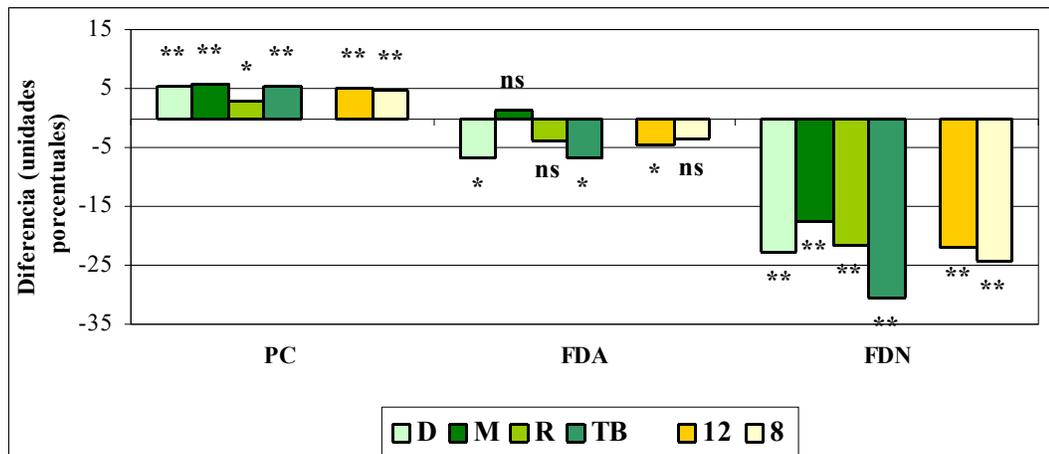
Anexo 41. Índices de selección (IS) para los distintos componentes botánicos de la pastura, para la interacción especie forrajera x carga animal.

Componente	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
<b>Hoja especie forrajera</b>	2.27ab	3.30a	2.41ab	2.28ab	2.54ab	1.67b	3.09a	2.42ab
<b>Tallo especie forrajera</b>	1.27	0.56	0.75	0.61	1.36	0.98	0.93	0.88
<b>Otros</b>	1.46ab	1.09ab	1.72ab	1.64ab	2.40a	2.19ab	0.70b	0.60b
<b>Restos Secos</b>	0.24b	0.18bc	0.40a	0.21b	0.13bc	0.15bc	0.06c	0.09c

Ref.: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 42. Diferencias en los componentes del valor nutritivo entre la dieta seleccionada y el forraje ofrecido (unidades porcentuales) según especie forrajera y carga animal.



Ref.: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ), \*:  $P < 0.05$  y \*\*:  $P < 0.01$ .

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

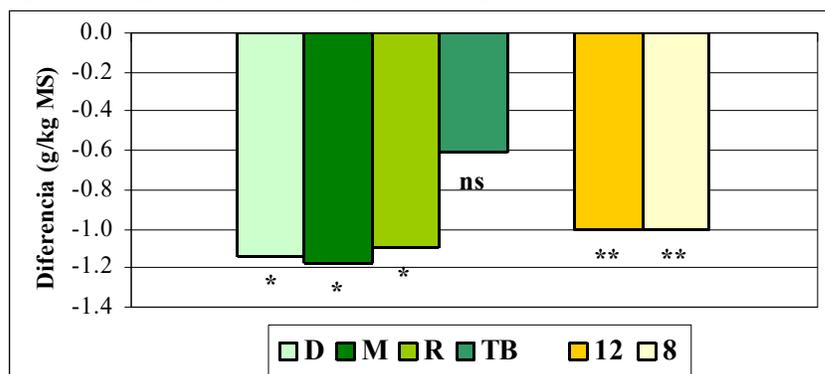
Anexo 43. Índices de selección para la PC, FDA y FDN, para la interacción especie forrajera x carga animal.

Variable	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
PC	1.22ab	1.39a	1.34a	1.24ab	1.25ab	1.09b	1.31a	1.24ab
FDA	0.85cd	0.85cd	1.03ab	1.07a	0.93bc	0.95bc	0.81d	0.84cd
FDN	0.68ab	0.60bc	0.75a	0.73a	0.71a	0.70ab	0.53c	0.53c

Ref.: a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 44. Diferencias en la concentración de TC entre la dieta seleccionada y el forraje ofrecido (g/kg MS) según especie forrajera y carga animal.



Ref.: ns: no significativo ( $P > 0.05$ ), \*:  $P < 0.05$  y \*\*:  $P < 0.01$ .

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 45. Índice de selección para TC, para la interacción especie forrajera x carga animal.

Especie x Carga
-----------------

	<b>D 12</b>	<b>D 8</b>	<b>M 12</b>	<b>M 8</b>	<b>R 12</b>	<b>R 8</b>	<b>TB 12</b>	<b>TB 8</b>
<b>Promedio</b>	0.49	0.42	0.77	0.28	0.30	0.27	0.56	0.43

Ref.: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 46. Información climática para las horas de observación en los días de conducta animal en pastoreo.

<b>Ciclo</b>	<b>Precip. (mm)</b>	<b>Temp. Mín. (°C)</b>	<b>Temp. Máx. (°C)</b>	<b>HR (%)</b>
<b>1</b>	0.00	7.28	7.92	91.23
<b>2</b>	0.00	16.69	17.56	87.89
<b>3</b>	0.02	12.11	13.76	63.56
<b>4</b>	0.16	16.48	17.59	76.03

Anexo 47a. Tiempo de pastoreo, rumia, otras actividades (descanso) y consumo de agua (agua) (minutos/animal) por ciclo de pastoreo y promedio, para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Ciclo	Especie x Carga								Especie x PEG								Carga x PEG				
	D 8	D 12	M 8	M 12	R 8	R 12	TB 8	TB 12	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	8 no	8 si	12 no	12 si	
Pastoreo	1	259b	288ab	284ab	277ab	298ab	338a	311ab	296ab	282d	264e	284cde	277de	328a	308ab	308abc	300bcd	294ab	282b	307a	293ab
	2	289abc	350a	368a	363a	315ab	351a	212c	253bc	324cd	314d	372a	359ab	338abc	327cd	233e	232e	302b	290b	332a	326a
	3	301bc	369a	370a	393a	346ab	397a	247c	246c	335b	336b	376a	388a	369a	373a	238c	254c	312b	320b	347a	356a
	4	293abc	334ab	345ab	346ab	360a	345ab	248c	290bc	315bc	312c	339ab	352a	359a	346a	263d	274d	308b	315ab	330a	327a
	Prom.	285b	335a	342a	344a	330a	359a	254b	271b	314b	307b	343a	343a	349a	340a	261c	265c	304b	302b	329a	325a
Rumia	1	120ab	94ab	125a	83ab	76ab	87ab	59b	72ab	106a	108a	106a	101ab	73c	90b	63c	68c	95a	95a	79b	89ab
	2	117	84	105	97	128	93	86	73	105ab	97bc	99ab	103ab	114a	106ab	83c	76c	114a	104a	87b	87b
	3	129a	98ab	89abc	70bc	99ab	89abc	53c	66bc	109ab	119a	82cd	77cde	86bc	100abc	58e	61de	89ab	97a	79b	82ab
	4	98	77	93	67	98	102	83	73	89ab	86ab	89ab	71b	101a	99a	85ab	71b	105a	81b	77b	83b
	Prom.	116a	88ab	103ab	80ab	100ab	92ab	71b	71b	102a	102a	94ab	88b	94ab	98ab	72c	69c	101a	94a	81b	85b
Descanso	1	128	114	100	151	131	80	137	133	116bc	126ab	120abc	131ab	104c	107c	138a	132ab	119	129	120	119
	2	99bc	73c	37c	50c	65c	66c	211a	184ab	78c	95b	38e	48de	56d	74c	193a	202a	93b	113a	90b	97b
	3	76b	32c	51bc	45bc	59bc	25c	209a	199a	59b	49bc	52b	44bc	53b	32c	214a	194a	108a	90b	81bc	70c
	4	115bc	95cd	72cd	97bcd	51d	63cd	179a	144ab	101bc	109b	82cd	88bc	49e	65de	160a	163a	95b	113a	101ab	99ab
	Prom.	105b	79bc	65c	86bc	76bc	58c	184a	165a	89bc	94b	73de	78cd	65e	69de	176a	173a	104ab	111a	98b	96b
Agua	1	4bc	14a	1bc	0c	5bc	5bc	3bc	8ab	6abc	12a	0c	1c	5bc	5bc	2c	9ab	2b	4b	4b	10a
	2	5	3	0	0	3	1	1	0	3ab	5a	0c	0c	1bc	3ab	0c	1bc	1b	3a	1b	1b
	3	4	10	0	2	6	1	1	0	8a	7a	1bc	1bc	2bc	5ab	0c	1bc	1	4	4	3
	4	3	5	0	0	1	0	0	3	5a	3ab	0c	0c	1bc	0c	1bc	2bc	1	0	2	2
	Prom.	4b	8a	0b	0b	4b	2b	1b	3b	5ab	7a	0d	0d	2cd	3bc	1d	3bc	2b	3ab	3ab	4a

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Anexo 47b. Tiempo de pastoreo, rumia, otras actividades (descanso) y consumo de agua (agua) (minutos/animal) por ciclo de pastoreo y promedio, para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie x Carga x PEG																
	D 8 no	D 8 si	D 12 no	D 12 si	M 8 no	M 8 si	M 12 no	M 12 si	R 8 no	R 8 si	R 12 no	R 12 si	TB 8 no	TB 8 si	TB 12 no	TB 12 si	
Pastoreo	1	278de	240f	287cde	289cde	276de	293bcde	293bcde	261ef	304bcd	293bcde	353a	324ab	319abc	304bcd	296bcd	296bcd
	2	304de	274ef	345ab	354a	369a	368a	375a	350ab	319bcd	311cd	358a	343abc	216g	208g	251f	255f
	3	308d	294de	362abc	377abc	366abc	375abc	386ab	401a	341cd	351bc	398a	396a	234f	259ef	242f	249f
	4	302bc	285cd	328ab	339a	328ab	362a	351a	341a	362a	358a	356a	334ab	240e	255de	287cd	293c
	Promedio	298e	273f	330d	340bcd	335cd	349bc	351ab	336bcd	331d	328d	366a	352ab	252h	256gh	269fg	273f
Puma	1	111bcd	129ab	101cde	86ef	135a	114abc	77fg	88def	73fg	79efg	73fg	101cde	60g	58g	66fg	79efg
	2	120bc	114bcd	90efg	79fg	113bcde	98cdef	86	108	135b	120bc	94def	92def	88fg	84fg	79fg	68g
	3	122a	137a	96bcd	101bc	88bcdef	90bcde	75cdefg	64defg	88bcdef	110ab	84bcdef	90bcde	56fg	51g	60efg	71cdefg
	4	101ab	96abc	77abcd	77abcd	107a	79abcd	71bcd	63cd	109a	88abcd	94abc	111a	105a	62d	66cd	80abcd
	Promedio	113ab	119a	91defg	86efgh	111abc	95def	77ghij	82fghi	101bcd	99cde	86efg	97cde	77ghij	64j	68ij	75hij
Ducardo	1	118cde	137abcd	114de	114def	99ef	101ef	141abc	161a	128bcd	135bcd	81f	49f	131bcd	143abc	144ab	122bcde
	2	84e	114d	71efg	75ef	28i	45hi	49ghi	52fghi	54fgh	75ef	58fgh	73ef	206ab	216a	180c	188bc
	3	79c	73cd	39f	24f	56cde	45ef	47def	43ef	77c	41ef	28f	23f	219a	199ab	208ab	189b
	4	103e	128cde	99e	90fg	75fgh	69gh	88fgh	106def	38i	64ghi	60hi	66ghi	165ab	193a	156bc	133cd
	Promedio	96d	113c	81def	76efg	65ghi	65fghi	81def	92de	74fgh	79efg	57i	59hi	180a	188a	172ab	158b
LE Zapicán	1	4bc	4bc	8bc	21a	0c	2c	0c	0c	6bc	4bc	4bc	6bc	0c	6bc	4bc	13ab
	2	2bc	8a	4b	2bc	0c	0c	0c	0c	2bc	4b	0c	2bc	0c	2bc	0c	0c
	3	2bc	6bc	13a	8ab	0c	0c	2bc	2bc	4bc	8ab	0c	2bc	0c	2bc	0c	0c
	4	4ab	2bc	6a	4ab	0c	0c	0c	0c	2bc	0c	0c	0c	0c	0c	2bc	4ab
	Promedio	3cdef	5bc	8ab	8a	0f	0ef	0ef	0ef	3cdef	4cde	1def	3cdef	0f	2cdef	1cdef	4bcd

Ref.: a, b, c, d, e, f, g, h, i y j: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Anexo 48. Valor nutritivo de la dieta seleccionada por animales fistulados, según especie forrajera, carga animal y su interacción.

Variable	Especie (E)	Carga (C)	E x C
----------	-------------	-----------	-------

	D	M	R	TB	P	12	8	P	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8	P
PC (%)	24.5a	26.3a	20.9b	26.3a	**	24.4	24.6	ns	23.3b	25.7a	26.5a	26.1a	21.7bc	20.0c	26.1a	26.4a	ns
FDA (%)	33.0b	40.7a	38.9a	29.0b	*	36.2	34.6	ns	34.3bcd	31.8cd	40.9a	40.5ab	40.2ab	37.5abc	29.3d	28.7d	ns
FDN (%)	40.5b	49.8a	49.9a	34.0c	**	44.3	42.8	ns	42.9b	38.0bc	50.1a	49.6a	49.7a	50.1a	34.5c	33.5c	ns
TC (g/kgMS)	0.34	0.38	0.30	0.39	ns	0.36	0.35	ns	0.34	0.34	0.37	0.39	0.27	0.33	0.44	0.34	ns

Ref.: ns: no significativo (P>0.05), \*: P<0.05 y \*\*: P<0.01.

a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas dentro de E, C y E x C son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 49a. Tasa de bocados promedio (bocados/minuto) en los momentos de concentración del pastoreo por ciclo de pastoreo y promedio, para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Ciclo	Especie x Carga								Especie x PEG								Carga x PEG			
	D 8	D 12	M 8	M 12	R 8	R 12	TB 8	TB 12	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	8 no	8 si	12 no	12 si
1	33ab	32b	34ab	35ab	39a	40a	35ab	36ab	33de	32e	34cd	35cd	39ab	41a	36b	34cde	35	35	36	35
2	39ab	39ab	41a	41a	36bc	36bc	33c	33c	39b	39b	42a	41ab	35c	37b	37c	33c	37	37	37	38
3	44	44	44	46	44	46	41	41	43abc	44ab	46a	44ab	45ab	45ab	40c	42bc	43	43	44	45
4	41a	40ab	39abc	40a	41a	41a	35c	36bc	41ab	40ab	39b	40ab	40ab	42a	35c	36c	39	39	39	40
Promedio	39	39	39	41	40	41	36	37	39bc	39c	40ab	40bc	40bc	41a	36d	36d	39	39	39	39

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Anexo 49b. Tasa de bocados promedio (bocados/minuto) en los momentos de concentración del pastoreo por ciclo de pastoreo y promedio, para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie x Carga x PEG															
	D 8 no	D 8 si	D 12 no	D 12 si	M 8 no	M 8 si	M 12 no	M 12 si	R 8 no	R 8 si	R 12 no	R 12 si	TB 8 no	TB 8 si	TB 12 no	TB 12 si
1	33ef	34e	34e	30f	34e	34e	35cde	35cde	40abc	40ab	38bc	41a	35cde	34de	37bcd	34e
2	39cd	39de	39de	39cd	41abc	42ab	43a	39bcd	35f	36ef	34fgh	38de	34fgh	32h	33gh	34fg

3	43ab	44ab	44ab	44ab	45ab	42b	47ab	45ab	46ab	43b	44ab	48a	39b	42b	41b	42b
4	42a	40abc	40ab	40abc	38bcd	40abc	40abc	41ab	40abc	43a	41ab	41ab	35d	35d	35d	37cd
<b>Promedio</b>	39cd	39cd	39cd	38de	39cd	39bcd	41ab	40bcd	40bcd	40bc	39cd	42a	36f	36f	37ef	36ef

Ref.: a, b, c, d, e, f, g y h: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Anexo 50a. Concentración de amonio ruminal (mg/l) para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

	Especie*Carga								Especie*PEG								Carga*PEG			
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	12 no	12 si	8 no	8 si
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	112	106	90	93	92	95	101	97	115	102	88	95	87	100	91	107	93	104	98	98

Ref.: D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Anexo 50b. Concentración de amonio ruminal (mg/l) para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

	Especie x Carga x PEG															
	D 12 no	D 12 si	D 8 no	D 8 si	M 12 no	M 12 si	M 8 no	M 8 si	R 12 no	R 12 si	R 8 no	R 8 si	TB 12 no	TB 12 si	TB 8 no	TB 8 si
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	125a	99ab	106ab	106ab	77b	103ab	105ab	85ab	80ab	104ab	93ab	96ab	89ab	112ab	108ab	102ab

Ref.: a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Anexo 51. Consumo por bocado (mg MS/bocado) por ciclo de pastoreo y promedio, para la interacción especie forrajera x carga animal.

Ciclo	Especie x Carga							
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8
1	123	122	161	143	123	128	197	170
2	59	102	89	97	74	75	124	104
3	90cd	108bc	79cd	85cd	99cd	76d	146a	136ab
4	139	154	131	170	140	104	199	173

<b>Promedio</b>	106c	121bc	115bc	124bc	109bc	96c	166a	146ab
-----------------	------	-------	-------	-------	-------	-----	------	-------

Ref.: a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha.

Anexo 52a. Consumo animal (kg MO/animal/día) para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

	Especie x Carga								Especie x PEG								Carga x PEG			
	D 8	D 12	M 8	M 12	R 8	R 12	TB 8	TB 12	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	8 no	8 si	12 no	12 si
<b>Consumo</b>	1.81ab	1.67b	1.49b	1.46b	1.42b	1.45b	2.03ab	2.31a	1.60cde	1.88bc	1.33e	1.62cd	1.42de	1.45de	2.26a	2.09ab	1.62	1.75	1.68	1.77

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Anexo 52b. Consumo animal (kg MO/animal/día) para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

	Especie x Carga x PEG															
	D 8 no	D 8 si	D 12 no	D 12 si	M 8 no	M 8 si	M 12 no	M 12 si	R 8 no	R 8 si	R 12 no	R 12 si	TB 8 no	TB 8 si	TB 12 no	TB 12 si
<b>Cons.</b>	1.68cdefg	1.95bcde	1.53fg	1.81bcdef	1.38g	1.60efg	1.28g	1.64defg	1.43fg	1.41g	1.40g	1.49fg	2.01bcd	2.05bc	2.51a	2.12ab

Ref.: a, b, c, d, e, f y g: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Anexo 53a. Ganancia de peso vivo lleno promedio (g/animal/día) para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Ciclo	Especie x Carga								Especie x PEG								Carga x PEG			
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	12 no	12 si	8 no	8 si
<b>1</b>	256	250	265	291	266	268	252	251	266ab	240b	296a	260b	259b	275ab	256b	248b	276a	243b	262ab	268a
<b>2</b>	150c	185c	186bc	246ab	126c	167c	252a	267a	169c	166c	219b	213b	152cd	142d	262a	257a	189b	168c	212a	220a
<b>3</b>	177bc	202ab	89de	155c	59e	118d	205ab	222a	171b	209a	125c	119cd	80e	97de	215a	212a	123b	142b	172a	176a
<b>4</b>	132	148	167	155	127	110	167	185	125bc	155ab	148abc	174a	126bc	112c	180a	171a	144	153	146	154
<b>Prom.</b>	179de	197cd	179de	213bc	148f	167ef	220ab	232a	183bc	193b	199b	193b	155d	161cd	229a	223a	184bc	179c	199ab	206a

Ref.: a, b, c, d, e y f: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Anexo 53b. Ganancia de peso vivo lleno promedio (g/animal/día) para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie x Carga x PEG															
	D 12 no	D 12 si	D 8 no	D 8 si	M 12 no	M 12 si	M 8 no	M 8 si	R 12 no	R 12 si	R 8 no	R 8 si	TB 12 no	TB 12 si	TB 8 no	TB 8 si
1	286ab	225d	246bcd	254abcd	299a	230cd	292ab	290ab	261abcd	270abcd	257abcd	279abc	259abcd	246bcd	252abcd	250bcd
2	163cde	136ef	174bc	196b	196b	176bc	241a	250a	138def	114f	165bcde	170bcd	257a	248a	268a	266a
3	147cd	208a	194ab	210a	96ef	81ef	154cd	156bc	40g	78f	121cde	116def	210a	201a	221a	223a
4	119bcd	144abcd	130bcd	166abc	155abcd	180ab	142abcd	168abc	135bcd	120bcd	116cd	105d	166abc	167abc	194a	175ab
<b>Prom.</b>	180cd	179cd	187bcd	208abc	190bcd	169de	209abc	217ab	144e	153de	166de	169de	224a	216ab	235a	229a

Ref.: a, b, c, d, e, f y g: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Anexo 54a. Ganancia de peso vivo vacío promedio (g/animal/día) para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Ciclo	Especie x Carga								Especie x PEG								Carga x PEG			
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	12 no	12 si	8 no	8 si
1	151b	156ab	196ab	203a	208a	202ab	190ab	196ab	169bc	140c	214a	185ab	201ab	209a	200ab	186ab	200a	173b	191ab	188ab
2	158b	188b	161b	233a	115c	160b	244a	237a	172d	174d	191cd	203c	138e	136e	230b	251a	171c	169c	195b	214a
3	150bc	174ab	74ef	126cd	52f	95de	186ab	194a	150c	174bc	110d	90de	66e	81e	203a	177ab	116b	116b	149a	146a
4	198bc	236abc	218abc	246ab	177c	184c	248ab	275a	197bc	237a	230ab	235a	175c	186c	262a	261a	204b	217ab	228ab	243a
<b>Prom.</b>	164d	188c	162d	201b	141e	160d	217a	225a	171cd	180bc	186b	178bc	144e	156de	223a	218a	172b	170b	190a	197a

Ref.: a, b, c, d, e y f: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Anexo 54b. Ganancia de peso vivo vacío promedio (g/animal/día) para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie x Carga x PEG															
	D 12 no	D 12 si	D 8 no	D 8 si	M 12 no	M 12 si	M 8 no	M 8 si	R 12 no	R 12 si	R 8 no	R 8 si	TB 12 no	TB 12 si	TB 8 no	TB 8 si
1	183abc	121d	154cd	158cd	208ab	185abc	221a	185abc	205ab	211ab	196abc	208abc	205ab	174bc	194abc	199abc
2	165f	152f	179ef	196de	163f	158f	219cd	248ab	121g	109g	156f	163f	234abc	254a	225bc	248ab
3	138bcd	161bc	161bc	188ab	92fgh	57hi	129cde	123def	38i	67ghi	94efgh	96efg	194ab	179ab	212a	176ab
4	179d	216cd	214cd	258abc	214cd	223bcd	245abc	248abc	171d	183d	179d	189d	250abc	247abc	274ab	276a
Prom.	166d	161d	176cd	199bc	169d	156de	203ab	200bc	133e	149de	156de	163d	220ab	123ab	226a	224ab

Ref.: a, b, c, d, e, f, g, h e i: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

Anexo 55a. Peso vivo lleno promedio (kg/animal) al inicio del experimento y al final de cada ciclo de pastoreo para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Ciclo	Especie x Carga								Especie x PEG								Carga x PEG			
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	12 no	12 si	8 no	8 si
Inicio	24.9ab	24.3bc	25.3ab	24.1c	24.8ab	24.5bc	25.1ab	24.9ab	24.6	24.5	24.5	25.0	24.8	24.5	24.9	25.1	25.1	24.9	24.3	24.6
1 <sup>1</sup>	31.9	31.7	32.2	32.8	32.2	32.2	31.8	31.8	32.2abc	31.4c	33.0a	32.0bc	32.0bc	32.4ab	31.9bc	31.7bc	32.5a	31.6b	32.0ab	32.2a
2 <sup>1</sup>	36.1d	36.9c	37.6c	39.7a	36.0d	36.9c	38.9b	39.3ab	36.9bc	36.1c	39.1a	38.2ab	36.3c	36.6c	39.3a	38.9a	37.8a	36.5b	38.0a	38.4a
3 <sup>1</sup>	41.1c	42.6b	40.0c	44.1a	37.8d	40.2c	44.6a	45.5a	41.7b	42.0b	42.7b	41.4b	38.5c	39.5c	45.3a	44.8a	41.2b	40.5b	42.8a	43.4a
4 <sup>12</sup>	44.5de	46.4cd	44.5de	48.1bc	41.1f	43.1ef	49.0ab	50.3a	45.0bc	46.0b	46.7b	46.0b	41.8d	42.5cd	50.0a	49.3a	45.1bc	44.5c	46.6ab	47.4a

Ref.: a, b, c, d, e y f: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

<sup>1</sup> Ajustado por PV lleno inicial.

<sup>2</sup> Incluye peso de lana esquilada.

Anexo 55b. Peso vivo lleno promedio (kg/animal) al inicio del experimento y al final de cada ciclo de pastoreo para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie x Carga x PEG															
	D 12 no	D 12 si	D 8 no	D 8 si	M 12 no	M 12 si	M 8 no	M 8 si	R 12 no	R 12 si	R 8 no	R 8 si	TB 12 no	TB 12 si	TB 8 no	TB 8 si
Inicio	25.4ab	24.4ab	23.4b	24.7ab	25.1ab	25.6a	23.9b	24.3ab	25.3ab	24.3ab	24.3ab	24.7ab	24.8ab	25.4a	25.0ab	24.8ab
1 <sup>1</sup>	32.8abc	31.0d	31.5cd	31.9bcd	33.1a	31.3cde	32.8ab	32.8ab	32.1abcd	32.3abcd	31.9abcd	32.5abc	32.0abcd	31.7bcd	31.8bcd	31.7bcd
2 <sup>1</sup>	37.4bc	34.8d	36.4cd	37.3ab	38.7ab	36.5cd	39.6a	39.8a	36.0cd	35.9cd	36.5cd	37.3bc	39.2ab	38.6ab	39.3a	39.2ab
3 <sup>1</sup>	41.5cde	40.7ef	41.9bcde	43.3abcd	41.3de	38.6fg	44.0abc	44.2ab	37.1g	38.4fg	39.9ef	40.6ef	45.1a	44.2ab	45.5a	45.4a
4 <sup>12</sup>	44.6cde	44.4cde	45.3cde	47.6abc	45.7bcd	43.4def	47.7abc	48.6ab	40.7f	41.6ef	43.0def	43.3def	49.4a	48.6ab	50.6a	50.0a

Ref.: a, b, c, d, e, f y g: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

<sup>1</sup> Ajustado por PV lleno inicial.

<sup>2</sup> Incluye peso de lana esquilada.

Anexo 56a. Peso vivo vacío promedio (kg/animal) al inicio del experimento y al final de cada ciclo de pastoreo para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Ciclo	Especie x Carga								Especie x PEG								Carga x PEG			
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	12 no	12 si	8 no	8 si
Inicio	24.3ab	23.4c	24.7a	23.5c	23.6b	23.5c	23.8bc	23.9c	24.0ab	23.7ab	23.8ab	24.4a	23.7b	23.4b	23.7ab	24.0ab	24.3a	23.9a	23.2b	23.8a
1 <sup>1</sup>	28.1b	28.2b	29.4ab	29.5ab	29.6a	29.5ab	29.1ab	29.3ab	28.5bc	27.7c	29.8a	29.0ab	29.4ab	29.7a	29.4ab	29.0ab	29.5a	28.7b	29.2ab	29.1ab
2 <sup>1</sup>	32.5c	33.5bc	33.9b	36.1a	33.1bc	34.0b	36.0a	36.0a	33.4d	32.6d	35.2ab	34.8bc	33.3d	33.7cd	35.9ab	36.1a	34.2bc	33.5c	34.7ab	35.1a
3 <sup>1</sup>	36.7c	38.3b	36.0cd	39.6b	34.7d	36.6c	41.2a	41.4a	37.6b	37.5b	38.3b	37.3b	35.2c	36.1c	41.7a	41.1a	37.5b	36.8b	38.8a	39.2a
4 <sup>12</sup>	41.9d	44.5c	41.7d	46.0b	39.4e	41.4d	47.7a	48.6a	42.7bc	43.7b	44.3b	43.4b	39.8d	41.1cd	48.4a	47.9a	42.8b	42.6b	44.8a	45.5a

Ref.: a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

<sup>1</sup> Ajustado por PV vacío inicial.

<sup>2</sup> Incluye peso de lana esquilada.

Anexo 56b. Peso vivo vacío promedio (kg/animal) al inicio del experimento y al final de cada ciclo de pastoreo para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie x Carga x PEG															
	D 12 no	D 12 si	D 8 no	D 8 si	M 12 no	M 12 si	M 8 no	M 8 si	R 12 no	R 12 si	R 8 no	R 8 si	TB 12 no	TB 12 si	TB 8 no	TB 8 si
Inicio	24.9a	23.8bcdef	23.1def	23.7bcdef	24.8ab	24.7ab	22.8f	24.2abc	24.1abcd	23.0ef	23.2cdef	23.8bcdef	23.5cdef	24.3abc	23.9abcde	23.7bcdef
1 <sup>1</sup>	29.0ab	27.2c	28.1bc	28.3bc	29.7a	29.0ab	30.0a	29.0ab	29.6a	29.7a	29.3ab	29.6a	29.6a	28.7ab	29.3ab	29.4ab
2 <sup>1</sup>	33.6d	31.5e	33.2d	33.8d	34.2cd	33.6d	36.2a	36.0a	33.0de	33.2d	33.7d	34.2bcd	36.2a	35.8ab	35.6abc	36.3a

3 <sup>1</sup>	37.5de	36efg	37.7cd	39.0bc	36.8def	35.2gh	39.8ab	39.4ab	34.0h	35.4fgh	36.3defg	36.9def	41.6a	40.8a	41.5a	41.3a
4 <sup>12</sup>	42.2d	41.6d	43.2cd	45.8bc	42.4d	41.0de	46.2ab	45.9bc	38.5e	40.3de	41.0de	41.9d	48.1ab	47.3ab	48.7a	48.5ab

Ref.: a, b, c, d, e, f, g y h: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

<sup>1</sup> Ajustado por PV vacío inicial.

<sup>2</sup> Incluye peso de lana esquilada.

Anexo 57a. Condición corporal promedio (unidades) al inicio del experimento y al final de cada ciclo de pastoreo para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Ciclo	Especie*Carga								Especie*PEG								Carga*PEG			
	D 8	D 12	M 8	M 12	R 8	R 12	TB 8	TB 12	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	8 no	8 si	12 no	12 si
Inicio	2.2	2.2	2.1	2.2	2.2	2.2	2.1	2.2	2.3a	2.1ab	2.1b	2.2ab	2.2ab	2.2ab	2.2ab	2.2ab	2.2	2.2	2.2	2.2
1 <sup>1</sup>	3.1abc	2.8c	3.2ab	3.2a	3.1abc	2.8bc	3.1abc	3.3a	3.2a	2.7c	3.3a	3.1ab	3.1ab	2.8bc	3.2a	3.1ab	3.2a	3.0ab	3.2a	2.9b
2 <sup>1</sup>	3.3cd	3.2d	3.6bc	3.3cd	3.1de	2.8e	4.0ab	4.0a	3.3bc	3.3bc	3.6ab	3.4bc	2.9c	2.9c	4.0a	4.0a	3.6	3.4	3.3	3.3
3 <sup>1</sup>	4.3a	4.2ab	4.5a	4.2ab	3.8bc	3.5c	4.4a	4.4a	4.3a	4.1a	4.4a	4.2a	3.8b	3.6b	4.4a	4.4a	4.3a	4.2a	4.1a	4.0b
4 <sup>1</sup>	4.7abc	4.7c	4.7bc	4.5cd	4.4d	4.4d	4.9ab	4.9a	4.7b	4.7b	4.7b	4.6c	4.4d	4.4d	4.9a	4.9a	4.7a	4.7ab	4.6b	4.6b

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

<sup>1</sup> Ajustado por CC inicial.

Anexo 57b. Condición corporal promedio (unidades) al inicio del experimento y al final de cada ciclo de pastoreo para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Ciclo	Especie*Carga*PEG															
	D 8 no	D 8 si	D 12 no	D 12 si	M 8 no	M 8 si	M 12 no	M 12 si	R 8 no	R 8 si	R 12 no	R 12 si	TB 8 no	TB 8 si	TB 12 no	TB 12 si
Inicio	2.3a	2.1ab	2.3ab	2.1ab	2.1b	2.2ab	2.1ab	2.2ab	2.1ab	2.3ab	2.3ab	2.1ab	2.2ab	2.1b	2.2ab	2.3ab
1 <sup>1</sup>	3.4ab	2.9bcd	3.1abcd	2.6d	3.2abcd	3.2ab	3.4a	3.1abcd	3.2ab	2.9abcd	3.1abcd	2.6cd	3.1abcd	3.1abcd	3.4ab	3.2abc
2 <sup>1</sup>	3.4cde	3.3def	3.2def	3.3def	3.7abcd	3.5abcde	3.4bcde	3.2def	3.2def	2.9ef	2.7f	2.9ef	3.9abc	4.0abc	4.1a	4.0ab
3 <sup>1</sup>	4.3abc	4.2abcd	4.2abcd	4.1bcde	4.4ab	4.5a	4.3abc	4.0cdef	3.9def	3.8ef	3.7fg	3.4g	4.4ab	4.4ab	4.4ab	4.4ab
4 <sup>1</sup>	4.7cd	4.8bc	4.7d	4.7d	4.8bc	4.6d	4.6de	4.5ef	4.5f	4.3g	4.3g	4.4fg	4.9ab	4.9a	4.9ab	5.0a

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG y no: sin suplementación con PEG.

<sup>1</sup> Ajustado por CC inicial.

Anexo 58a. Producción de lana vellón sucia y limpia (kg/cordero) y crecimiento de lana sucia y limpia ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{día}$ ) para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Var.	Especie*Carga								Especie*PEG								Carga*PEG			
	D 8	D 12	M 8	M 12	R 8	R 12	TB 8	TB 12	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	8no	8si	12no	12si
P.V.S.	3.1ab	3.1ab	3.0ab	3.0ab	3.0ab	2.8b	3.2a	3.0ab	3.1a	3.0a	2.9ab	3.2a	3.1a	2.7b	3.1a	3.0ab	3.1	3.0	3.0	3.0
P.V.S.*	3.1a	3.1a	3.0ab	3.1a	3.1a	3.1a	3.0ab	2.8b	3.1ab	3.1ab	2.9b	3.2ab	3.2a	2.9b	2.9ab	2.8b	3.1	3.0	3.0	3.0
P.V.L.	2.4	2.3	2.4	2.3	2.3	2.2	2.4	2.4	2.4a	2.3ab	2.2ab	2.5a	2.4ab	2.1b	2.4ab	2.4ab	2.4	2.4	2.3	2.3
P.V.L.*	2.4a	2.4ab	2.3ab	2.3ab	2.4a	2.4ab	2.2ab	2.2b	2.4ab	2.4ab	2.2b	2.5ab	2.5a	2.3b	2.2ab	2.2b	2.4	2.3	2.3	2.3
C.L.S.	1323ab	1165cde	1381a	1102de	1198bcd	1047e	1271abc	1293abc	1243a	1245a	1200ab	1282a	1177ab	1067b	1258a	1307a	1322a	1265ab	1118c	1186bc
C.L.L.	1041ab	900bc	1089a	825c	929bc	814c	961abc	1028ab	985ab	956ab	913ab	1000ab	899ab	844b	961ab	1027a	1025a	985a	855b	929ab

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; Var.: variable; P.V.S.: peso de vellón sucio; P.V.L.: peso de vellón limpio; C.L.S.: crecimiento de lana sucia y C.L.L.: crecimiento de lana limpia.

\* Ajustado por peso vivo vacío.

Anexo 58b. Producción de lana vellón sucia y limpia (kg/cordero) y crecimiento de lana sucia y limpia ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{día}$ ) para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Var.	Especie*Carga*PEG															
	D 8 no	D 8 si	D 12 no	D 12 si	M 8 no	M 8 si	M 12 no	M 12 si	R 8 no	R 8 si	R 12 no	R 12 si	TB 8 no	TB 8 si	TB 12 no	TB 12 si
P.V.S.	3.1ab	3.0abc	3.1ab	3.1ab	2.9abc	3.2ab	2.9bc	3.1ab	3.1ab	2.9abc	3.1ab	2.6c	3.3a	3.0ab	2.9abc	3.0ab
P.V.S.*	3.2ab	3.0ab	3.1ab	3.2ab	2.9ab	3.1ab	2.9ab	3.2ab	3.2ab	3.0ab	3.3a	2.8b	3.1ab	2.8ab	2.7b	2.9ab
P.V.L.	2.5a	2.3ab	2.3ab	2.4a	2.3ab	2.5a	2.2ab	2.4a	2.4a	2.3ab	2.4a	2.0b	2.5a	2.3ab	2.3ab	2.4a
P.V.L.*	2.5ab	2.3abc	2.3abc	2.5abc	2.2abc	2.4abc	2.2abc	2.5abc	2.5abc	2.4abc	2.6a	2.1bc	2.3abc	2.1bc	2.1c	2.3abc
C.L.S.	1355ab	1291ab	1130bcd	1199abcd	1371a	1390a	1030cd	1174abcd	1230abc	1166abcd	1125bcd	968d	1330ab	1212abcd	1185abcd	1401a
C.L.L.	1088abc	994abcde	881bcde	918abcde	1072abc	1105ab	755e	895abcde	936abcde	921abcde	861cde	767de	1002abcd	920abcde	921abcde	1135a

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; Var.: variable; P.V.S.: peso de vellón sucio; P.V.L.: peso de vellón limpio; C.L.S.: crecimiento de lana sucia y C.L.L.: crecimiento de lana limpia.

\* Ajustado por peso vivo vacío.

Anexo 59a. Características de calidad de la lana (muestreada a nivel de parche) para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Variable	Especie*Carga								Especie*PEG								Carga*PEG			
	D 8	D 12	M 8	M 12	R 8	R 12	TB 8	TB 12	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	8no	8si	12no	12si
<b>Diám. (µ)</b>	29.1abc	28.3c	30.4a	28.3c	28.6bc	28.2c	28.0c	29.7ab	28.0	29.5	30.0	28.7	27.9	29.0	29.0	28.6	28.8	29.3	28.6	28.6
<b>CV (%)</b>	23.6	24.8	24.6	23.3	23.0	22.0	23.4	24.8	24.7	23.7	24.3	23.6	22.3	22.7	24.1	24.1	23.5	23.8	24.2	23.3
<b>Rend. (%)</b>	77.9	56.6	79.0	76.0	78.8	76.4	75.6	78.5	76.9	77.6	77.2	77.9	77.6	77.6	76.6	77.6	77.5	78.2	76.6	77.2
<b>Largo (cm)</b>	4.4	4.4	4.6	4.3	4.4	4.3	4.2	4.5	4.1	4.7	4.7	4.3	4.3	4.3	4.3	4.4	4.3	4.5	4.4	4.4

Ref.: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; Diám.: diámetro de la fibra; CV: coeficiente de variación del diámetro de la fibra; Rend.: rendimiento al lavado y L.M.: largo de mecha.

Anexo 59b. Características de calidad de la lana (muestreada a nivel de parche) para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Variable	Especie*Carga*PEG															
	D 8 no	D 8 si	D 12 no	D 12 si	M 8 no	M 8 si	M 12 no	M 12 si	R 8 no	R 8 si	R 12 no	R 12 si	TB 8 no	TB 8 si	TB 12 no	TB 12 si
<b>Diám. (µ)</b>	27.7	30.6	28.3	28.4	31.5	29.3	28.5	28.2	27.6	29.6	28.2	28.3	28.4	27.6	29.6	29.7
<b>CV (%)</b>	24.0ab	23.2ab	25.4a	24.2ab	23.9ab	25.3a	24.6ab	21.9ab	22.2ab	23.8ab	22.4ab	21.7b	23.9ab	22.9ab	24.3ab	25.3a
<b>Rend. (%)</b>	77.8	77.9	75.9	77.3	78.7	79.4	75.6	76.4	78.2	79.4	77.0	75.8	75.3	76.0	77.8	79.2
<b>Largo (cm)</b>	4.1	4.8	4.2	4.6	4.9	4.4	4.4	4.2	4.3	4.5	4.4	4.1	4.1	4.3	4.5	4.6

Ref.: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; Diám.: diámetro de la fibra; CV: coeficiente de variación del diámetro de la fibra; Rend.: rendimiento al lavado y L.M.: largo de mecha.

Anexo 60a. Área del ojo de bife (cm<sup>2</sup>) y espesor del Punto C (mm) para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Variable	Especie x Carga								Especie x PEG								Carga x PEG			
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	12 no	12 si	8 no	8 si
<b>AOB</b>	9.6abc	10.8ab	9.6abc	10.7ab	8.1c	8.8bc	11.4a	11.6a	10.2c	10.2c	10.5bc	9.9c	8.3d	8.6d	11.6a	11.4ab	10.0ab	9.3b	10.2a	10.7a
<b>Punto C</b>	5.1c	6.2b	4.7c	6.2b	3.5d	4.4cd	7.5a	7.3a	5.8b	5.6b	5.6b	5.3bc	3.6d	4.3cd	7.6a	7.2a	5.0b	5.4ab	6.3a	5.8ab
<b>AOB*</b>	9.8	10.8	9.8	10.5	8.7	9.2	10.8	11.0	10.3a	10.3a	10.4a	9.9ab	8.9b	9.0b	11.0a	10.9a	10.1ab	9.5b	10.2ab	10.6a
<b>Punto C*</b>	5.3cd	6.2abc	4.9de	6.0bc	4.0e	4.7de	7.1a	6.8ab	5.9abc	5.7bc	5.6bc	5.3cd	4.1d	4.6cd	7.1a	6.8ab	5.0b	5.6ab	6.3a	5.6ab

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; AOB: área del ojo de bife y Punto C: cobertura de grasa sobre el Punto C.

\* Ajustado por peso vivo vacío esquilado.

Anexo 60b. Área del ojo de bife (cm<sup>2</sup>) y espesor del Punto C (mm) para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Variable	Especie x Carga x PEG															
	D 12 no	D 12 si	D 8 no	D 8 si	M 12 no	M 12 si	M 8 no	M 8 si	R 12 no	R 12 si	R 8 no	R 8 si	TB 12 no	TB 12 si	TB 8 no	TB 8 si
<b>AOB</b>	9.7bcde	9.5cdef	10.6bc	11.0ab	10.2bcd	9.1def	10.7abc	10.7abc	8.1f	8.0f	8.6ef	9.1def	12.1a	10.6bc	11.1ab	12.2a
<b>Punto C</b>	5.1def	5.2def	6.4abcd	6.1bcde	4.5efg	5.0defg	6.7abcd	5.6cdef	3.2g	3.9fg	4.1fg	4.7efg	7.1abc	7.8ab	8.0a	6.7abcd
<b>AOB*</b>	9.8bcd	9.8bcd	10.8ab	10.8ab	10.3abc	9.3bcd	10.4abc	10.5abc	8.7d	8.6d	9.0cd	9.4bcd	11.6a	10.1abcd	10.5abc	11.6a
<b>Punto C*</b>	5.2cdef	5.4bcdef	6.6abc	5.9abcde	4.6def	5.2cdef	6.5abcd	5.4bcdef	3.7f	4.3ef	4.5def	4.9cdef	6.7abc	7.4ab	7.5a	6.2abcde

Ref.: a, b, c, d, e, f y g: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; AOB: área del ojo de bife y Punto C: cobertura de grasa sobre el Punto C.

\* Ajustado por peso vivo vacío esquilado.

Anexo 61a. Resultados de producción y calidad de canal para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Variable	Especie x Carga								Especie x PEG								Carga x PEG			
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	12 no	12 si	8 no	8 si
PVv (kg)	38.5d	41.1c	38.4d	42.6b	36.2e	38.1d	44.4a	45.1a	39.3bc	40.3b	41.0b	40.0bc	36.3d	37.9cd	44.9a	44.5a	39.5b	39.3b	41.3a	42.1a
Rend. (%)	49.1ab	48.5ab	46.3bcd	47.7abc	43.5d	44.9cd	49.7a	50.5a	49.4ab	48.2bc	47.2cd	46.8d	43.8e	44.6e	49.9a	50.3a	47.7ab	48.2a	47.5ab	46.8b
PCC (kg)	19.1bc	19.7bc	18.4c	20.2b	15.6e	16.9d	22.0a	22.8a	19.4b	19.4b	19.5b	19.1b	15.9c	16.7c	22.3a	22.5a	19.1bc	18.5c	19.5b	20.4a
PCF (kg)	18.7bc	19.3b	17.9c	19.6b	15.2b	16.5b	21.6a	22.3a	19.0b	19.0b	19.0b	18.5b	15.4d	16.3c	21.9a	22.0a	18.6bc	18.1c	19.1b	19.8a
M.F. (%)	1.8c	2.1bc	2.1bc	1.9c	2.6a	2.5ab	2.0c	2.2bc	2.0bcd	1.9d	1.9cd	2.1bcd	2.7a	2.4ab	1.8d	2.3bc	2.1	2.2	2.1	2.2
GR (mm)	7.9c	10.5b	6.7cd	10.1b	3.2e	5.8d	12.3a	12.9a	9.3bc	9.1c	8.8c	8.0c	4.3d	4.8d	13.1a	12.0ab	7.4b	7.7b	10.3a	9.3ab
GR*(mm)	8.1cd	10.2a	7.7cd	9.3abc	6.8d	8.1bcd	9.7ab	9.8ab	9.3	9.1	8.7	8.3	7.6	7.3	10.3	9.2	7.7b	8.5ab	10.2a	8.4ab
Gr.b. (mm)	4.1abcd	5.3ab	3.1bcd	4.1abcd	2.1cd	1.9d	6.5a	4.9abc	4.5abc	4.9abc	3.9abcd	3.3bcd	2.3cd	1.8d	5.3ab	6.1a	3.8	4.1	4.1	3.9
Gr.b.*(mm)	4.4	4.9	3.5	3.8	5.0	4.0	4.0	2.4	4.6	4.7	3.8	3.6	4.7	4.3	2.9	3.4	3.8ab	4.7a	4.2ab	3.3b

Ref.: a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; PVv: peso vivo vacío final, esquilado y en establecimiento; Rend.: rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza; PCC: peso de canal caliente; PCF: peso de canal fría; M.F.: merma por frío; GR: punto GR y Gr.b.: cobertura de grasa sobre el bife a nivel de la 12<sup>o</sup> costilla.

\* Ajustado por peso de la canal caliente.

Anexo 61b. Resultados de producción y calidad de canal para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Variable	Especie x Carga x PEG															
	D 12 no	D 12 si	D 8 no	D 8 si	M 12 no	M 12 si	M 8 no	M 8 si	R 12 no	R 12 si	R 8 no	R 8 si	TB 12 no	TB 12 si	TB 8 no	TB 8 si
PVv (kg)	38.8c	38.2c	39.7bc	42.4ab	39.2c	37.6cd	42.9a	42.4ab	35.1d	37.3cd	37.6cd	38.6c	44.8a	43.9a	45.1a	45.1a
Rend. (%)	50.4a	47.8de	48.4bcde	48.7bcd	46.8ef	45.8fg	47.6de	47.8cde	42.9g	44.1gh	44.7g	45.1g	49.8ab	49.5abc	49.9ab	51.1a
PCC (kg)	19.9bcd	18.3ef	18.9de	20.6b	19.1cde	17.8efg	20.0bcd	20.5bc	15.2i	16.0hi	16.5ghi	17.4fgh	22.2a	21.9a	22.5a	23.1a
PCF (kg)	19.6bc	17.9de	18.5cd	20.1b	18.5cd	17.4de	19.6bc	19.6bc	14.8h	15.6gh	16.1fg	17.0ef	21.7a	21.5a	22.1a	22.5a
M.F. (%)	1.9ef	1.7f	2.2bcdef	2.0cdef	2.0def	2.3abcde	1.8ef	1.9ef	2.6ab	2.6abc	2.8a	2.2bcdef	1.9ef	2.0cdef	1.8ef	2.5abcd
GR (mm)	8.5bcde	7.3cdef	10.1abcd	10.9abc	6.5def	6.9cdef	11.0abc	9.1bcd	2.4g	4.1fg	6.1defg	5.5efg	12.1ab	12.4ab	14.1a	11.6ab
GR*(mm)	8.0abc	8.3abc	10.6ab	9.7abc	7.0bc	8.4abc	10.4ab	8.1abc	6.4c	7.3abc	8.8abc	7.4abc	9.5abc	9.9abc	11.1a	8.5abc
Gr.b. (mm)	4.0ab	4.3ab	5.0ab	5.5a	3.3ab	3.0ab	4.5ab	3.5ab	2.5ab	1.8b	2.0ab	1.8b	5.5ab	7.5ab	5.0ab	4.8ab
Gr.b.*(mm)	4.0ab	4.9ab	5.3a	4.6ab	3.1ab	4.0ab	4.4ab	3.2ab	5.0ab	5.1ab	4.4ab	3.5ab	3.0ab	5.0ab	2.9ab	1.9b

Ref.: a, b, c y d: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; PVv: peso vivo vacío final, esquilado y en establecimiento; Rend.: rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza; PCC: peso de canal caliente; PCF: peso de canal fría; M.F.: merma por frío; GR: punto GR y Gr.b.: cobertura de grasa sobre el bife a nivel de la 12° costilla.

\* Ajustado por peso de la canal caliente.

Anexo 62a. Peso de pierna sin hueso (PPSH; kg) para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

	Especie x Carga								Especie x PEG								Carga x PEG			
	D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	12 no	12 si	8 no	8 si
PPSH	2.069cd	2.122bc	2.056cd	2.124abc	1.674e	1.834de	2.398a	2.389ab	2.073c	2.118c	2.149bc	2.031c	1.729d	1.780d	2.363ab	2.424a	2.084	2.015	2.073	2.162
PPSH*	2.096	2.074	2.096	2.097	2.046	2.068	2.097	2.094	2.079	2.091	2.129	2.063	2.047	2.067	2.085	2.106	2.092	2.075	2.078	2.089

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG y PPSH: peso de pierna sin hueso (kg).

\* Ajustado por peso de la canal caliente.

Anexo 62b. Peso de pierna sin hueso (PPSH; kg) para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

	Especie x Carga x PEG															
	D 12 no	D 12 si	D 8 no	D 8 si	M 12 no	M 12 si	M 8 no	M 8 si	R 12 no	R 12 si	R 8 no	R 8 si	TB 12 no	TB 12 si	TB 8 no	TB 8 si
PPSH	2.141abc	1.998bcd	2.005bcd	2.239ab	2.150abc	1.963bcde	2.149abc	2.099abc	1.680e	1.669e	1.778de	1.891cde	2.366a	2.430a	2.360a	2.419a
PPSH*	2.132	2.061	2.027	2.121	2.127	2.064	2.132	2.061	2.045	2.047	2.049	2.087	2.066	2.127	2.103	2.086

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG y PPSH: peso de pierna sin hueso (kg).

\* Ajustado por peso de la canal caliente.

Anexo 63a. Componentes no canal del animal (kg) para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Variable (kg)	Especie x Carga								Especie x PEG								Carga x PEG			
	D 8	D 12	M 8	M 12	R 8	R 12	TB 8	TB 12	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	8 no	8 si	12 no	12 si
Cabeza	1.53abc	1.53bc	1.58ab	1.55ab	1.49cd	1.47d	1.59a	1.59ab	1.52ab	1.55ab	1.58a	1.55ab	1.47b	1.49ab	1.59a	1.59a	1.53	1.57	1.55	1.52
Cuero	4.59abc	4.31abcd	4.83ab	4.15bcd	3.88cd	3.71d	5.00a	4.84ab	4.30c	4.60b	4.48bc	4.49bc	3.90d	3.69d	4.90a	4.94a	4.53a	4.62a	4.26b	4.25b
H. y C.	1.37bcd	1.32cd	1.41abc	1.29d	1.16e	1.12e	1.50a	1.42ab	1.33c	1.36bc	1.36bc	1.34c	1.07e	1.21d	1.47a	1.45ab	1.34ab	1.38a	1.28b	1.30b
TGI	6.35	6.43	6.58	7.06	6.86	6.70	6.68	6.59	6.12b	6.66ab	7.00a	6.68ab	6.57ab	7.00a	6.60ab	6.66ab	6.42	6.81	6.70	6.69
Cabeza*	1.53ab	1.57a	1.55ab	1.58a	1.55ab	1.57a	1.50b	1.51b	1.55	1.56	1.58	1.55	1.56	1.56	1.50	1.50	1.53	1.54	1.57	1.55
Cuero*	4.58	4.34	4.70	4.24	4.10	4.07	4.66	4.55	4.39bc	4.63a	4.56abc	4.48ab	4.24c	3.94d	4.58ab	4.63a	4.52a	4.50ab	1.31c	4.34bc
H. y C.*	1.37a	1.37a	1.37a	1.32ab	1.24b	1.24b	1.38a	1.32ab	1.37a	1.37a	1.35a	1.34a	1.19b	1.30a	1.36a	1.34a	1.33	1.34	1.30	1.33
TGI*	6.34ab	6.72ab	6.32ab	7.27ab	7.30ab	7.48a	5.95ab	5.90b	6.33de	6.74bcd	6.90bc	6.70cd	7.29ab	7.49a	5.91e	5.94e	6.41b	6.55ab	6.81a	6.88a

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; H. y C.: hígado y corazón, y TGI: tracto gastrointestinal.

\* Ajustado por peso vivo vacío final esquilado.

Anexo 63b. Componentes no canal del animal (kg) para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Variable (kg)	Especie x Carga x PEG															
	D 8 no	D 8 si	D 12 no	D 12 si	M 8 no	M 8 si	M 12 no	M 12 si	R 8 no	R 8 si	R 12 no	R 12 si	TB 8 no	TB 8 si	TB 12 no	TB 12 si
<b>Cabeza</b>	1.50ab	1.57ab	1.54ab	1.53ab	1.58ab	1.59ab	1.59ab	1.51ab	1.48ab	1.51ab	1.47b	1.48ab	1.57ab	1.61a	1.60ab	1.57ab
<b>Cuero</b>	4.47cd	4.71bc	4.13ef	4.48cd	4.70bc	4.96ab	4.27ef	4.03ef	3.89f	3.87f	3.90ef	3.52g	5.08a	4.92ab	4.73bc	4.96ab
<b>H. y C.</b>	1.32bcdef	1.42abc	1.35bcde	1.30cdef	1.38bcd	1.44abc	1.33bcdef	1.24defg	1.08gh	1.24cfg	1.06h	1.18fgh	1.56a	1.43abc	1.38bcde	1.47ab
<b>TGI</b>	5.86b	6.84a	6.39ab	6.48ab	6.73a	6.42ab	7.17a	6.95a	6.54ab	7.17a	6.59ab	6.81a	6.56ab	6.79a	6.64ab	6.53ab
<b>Cabeza*</b>	1.53ab	1.53ab	1.56ab	1.58ab	1.55ab	1.54ab	1.60a	1.55ab	1.55ab	1.55ab	1.58ab	1.57ab	1.48b	1.52ab	1.52ab	1.49ab
<b>Cuero*</b>	4.59abc	4.58abc	4.20d	4.67ab	4.59abc	4.80a	4.32cd	4.17d	4.17d	4.03de	4.30cd	3.85e	4.73a	4.59abc	4.42bc	4.67ab
<b>H. y C.*</b>	1.36ab	1.37ab	1.37ab	1.37ab	1.35abc	1.38ab	1.35abc	1.30abcd	1.18d	1.30abcd	1.20cd	1.30abcd	1.44a	1.32abcd	1.27bcd	1.37ab
<b>TGI*</b>	6.13e	6.56bcde	6.53cde	6.92abcd	6.52cde	6.13de	7.27ab	7.27abc	7.15abc	7.45a	7.44a	7.53a	5.83e	6.08e	6.00e	5.81e

Ref.: a, b, c, d, e, f, g y h: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; H. y C.: hígado y corazón, y TGI: tracto gastrointestinal.

\* Ajustado por peso vivo vacío final esquilado.

Anexo 64a. Evolución de la temperatura y el pH de la canal y fuerza de desgarramiento del músculo *Longissimus dorsi* para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Variable	F.C.	Especie*Carga								Especie*PEG								Carga*PEG			
		D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	12 no	12 si	8 no	8 si
<b>Temp.1</b>	=	6.4bc	6.4ab	6.4c	6.4bc	6.5a	6.4ab	6.4bc	6.4c	6.4	6.4	6.4	6.4	6.5	6.5	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
<b>Temp.3</b>	R <sup>3</sup>	6.2	6.2	6.1	6.2	6.2	6.2	6.2	6.1	6.2ab	6.2ab	6.2ab	6.1b	6.2ab	6.2ab	6.2a	6.1ab	6.2	6.2	6.2	6.1
<b>Temp.24</b>	=	5.8	5.8	5.7	5.8	5.8	5.7	5.8	5.8	5.8ab	5.7ab	5.8ab	5.7ab	5.7b	5.8a	5.8ab	5.8ab	5.8	5.8	5.8	5.8
<b>pH 1</b>	Ln	22.7cd	24.5bc	23.4bc	22.9cd	20.2e	21.2de	26.9a	25.3ab	23.6abc	23.6abc	22.7bcd	23.6abc	21.4cd	20.0d	26.5a	25.7ab	23.6	23	23.5	23.4
<b>pH 3</b>	Ln	16.3ab	17.3ab	16.0abc	18.0a	13.9c	14.9bc	17.8a	17.6a	16.9ab	16.7ab	17.4a	16.6ab	14.0c	14.8bc	17.9a	17.6a	16.2	15.7	16.7	17.1
<b>pH 24</b>	Ln	4.3ab	4.2ab	4.2ab	4.7a	4.1b	4.2ab	4.0b	4.4ab	4.1b	4.4ab	4.6a	4.3ab	4.1b	4.3ab	4.3ab	4.1b	4.1	4.2	4.4	4.3
<b>F.D.</b>	Ln	1.59	1.67	1.59	1.60	1.90	1.54	1.55	1.73	1.05	1.56	1.50	1.70	1.63	1.79	1.62	1.59	1.63	1.68	1.59	1.64

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; Temp.1, Temp.3 y Temp.24: temperaturas medidas a 1, 3 y 24 horas *pos mortem* (°C); pH 1, pH 3 y pH 24: pH determinado a 1, 3 y 24 horas *pos mortem*; F.D.: fuerza de desgarramiento (kgF, inverso de la terneza); F.C.: factor de corrección utilizado; =: ninguno; R<sup>3</sup>: raíz cúbica y Ln: logaritmo neperiano.

Anexo 64b. Evolución de la temperatura y el pH de la canal y fuerza de desgarramiento del músculo *Longissimus dorsi* para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Variable	F.C.	Especie*Carga*PEG															
		D 12 no	D 12 si	D 8 no	D 8 si	M 12 no	M 12 si	M 8 no	M 8 si	R 12 no	R 12 si	R 8 no	R 8 si	TB 12 no	TB 12 si	TB 8 no	TB 8 si
Temp.1	=	6.4ab	6.3ab	6.4ab	6.4ab	6.3ab	6.4ab	6.4ab	6.4ab	6.4ab	6.5a	6.5ab	6.4ab	6.2ab	6.4ab	6.4ab	6.3b
Temp.3	R <sup>3</sup>	6.2ab	6.2a	6.2ab	6.2ab	6.1ab	6.1ab	6.2a	6.1ab	6.2a	6.2a	6.1ab	6.2a	6.2ab	6.2a	6.3a	6.0b
Temp.24	=	5.8abc	5.8abc	5.8ab	5.7c	5.8abc	5.7bc	5.8abc	5.8abc	5.7bc	5.9a	5.7bc	5.8abc	5.8ab	5.7abc	5.7bc	5.8abc
pH 1	Ln	22.5bcde	22.9bcde	24.7abcd	24.3abcd	23.2bcde	23.7abcd	22.3bcde	23.5abcde	20.9de	19.4e	21.8cde	20.6de	27.6a	26.2ab	25.3abc	25.3abc
pH 3	Ln	16.9ab	15.8abcd	16.9ab	17.7ab	16.3abcd	15.7abcd	18.5a	17.4ab	14.5bcd	13.3d	13.5cd	16.4abc	17.2ab	18.4a	18.5a	16.7ab
pH 24	Ln	4.2abc	4.4abc	4.0c	4.4abc	4.3abc	4.2bc	4.8a	4.5abc	4.1bc	4.2bc	4.2bc	4.3abc	3.9c	4.1bc	4.7ab	4.1bc
F.D.	Ln	1.67	1.52	1.72	1.61	1.46	1.73	1.54	1.66	1.92	1.88	1.39	1.70	1.51	1.59	1.74	1.58

Ref.: a, b, c, d y e: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; Temp.1, Temp.3 y Temp.24: temperaturas medidas a 1, 3 y 24 horas *pos mortem* (°C); pH 1, pH 3 y pH 24: pH determinado a 1, 3 y 24 horas *pos mortem*; F.D.: fuerza de desgarramiento (kgF, inverso de la terneza); F.C.: factor de corrección utilizado; =: ninguno; R<sup>3</sup>: raíz cúbica y Ln: logaritmo neperiano.

Anexo 65. Características descriptivas de la base de datos proveniente de experimentos de alimentación y manejo de INIA para animales de la raza Corriedale.

	N° de animales	Promedio	Mínimo	Máximo	STD	CV (%)
Peso vivo <sup>1</sup> (kg)	408	31.5	20.5	49.1	5.09	16.1
CC (unidades)	408	3.7	2.0	5.0	0.80	21.8
Área ojo de bife (cm <sup>2</sup> )	408	10.1	5.4	16.8	2.38	23.6
Punto C (mm)	408	3.0	1.0	7.2	1.02	33.7
Canal caliente (kg)	408	15.2	8.8	26.1	3.25	21.4
GR (mm)	128	8.3	1.0	25.0	4.86	58.5
Pierna sin hueso (kg)	128	1.54	0.85	2.45	0.32	20.3
Bife (kg)	128	0.39	0.20	0.65	0.09	22.5

Ref.: <sup>1</sup> Peso vivo en planta frigorífica.  
Fuente: Brito et al. (2002)

Anexo 66a. Parámetros de color de músculo a nivel del *L. dorsi* para la interacción especie forrajera x carga animal, especie forrajera x suplementación con PEG (PEG) y carga animal x suplementación con PEG.

Factor	F.C.	Especie*Carga								Especie*PEG								Carga*PEG			
		D 12	D 8	M 12	M 8	R 12	R 8	TB 12	TB 8	D no	D si	M no	M si	R no	R si	TB no	TB si	12 no	12 si	8 no	8 si
L*m	1/Ln	37.3abc	35.5c	37.7ab	36.8bc	36.7bc	36.6bc	39.2a	40.0bc	35.6	37.2	36.9	37.6	36.3	37.1	37.6	38.5	37.2ab	38.3a	36.0b	36.9ab
a*m	Ln	19.9ab	19.7ab	20.1ab	20.2a	19.7ab	19.4b	19.7ab	19.8ab	19.5	20.1	20.6	19.7	19.7	19.4	19.6	19.9	20.0	19.7	19.7	19.9
b*m	R <sup>3</sup>	8.4ab	8.5ab	8.4ab	8.7a	7.6b	7.9ab	8.7a	8.1ab	8.0	9.0	8.4	8.7	7.9	7.6	8.3	8.5	8.2	8.3	8.1	8.5

Ref.: a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas dentro de especie x carga, especie x PEG y carga x PEG son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; L\*: grado de luminosidad-brillo (0 a 100); a\*: rango de colores del rojo (+) al verde (-); b\*: rango de colores del amarillo (+) al azul (-); m: músculo; F.C.: factor de corrección utilizado; 1/Ln: inverso del logaritmo neperiano; Ln: logaritmo neperiano y R<sup>3</sup>: raíz cúbica.

Anexo 66b. Parámetros de color de músculo a nivel del L. dorsi para la interacción entre especie forrajera x carga animal x suplementación con PEG (PEG).

Factor	F.C.	Especie*Carga*PEG															
		D 12 no	D 12 si	D 8 no	D 8 si	M 12 no	M 12 si	M 8 no	M 8 si	R 12 no	R 12 si	R 8 no	R 8 si	TB 12 no	TB 12 si	TB 8 no	TB 8 si
L*m	1/Ln	36.3ab	38.5ab	35.0b	35.9ab	37.3ab	38.1ab	36.4ab	37.2ab	36.4ab	37.1ab	36.1ab	37.1ab	38.9ab	39.6a	36.5ab	37.5ab
a*m	Ln	19.5	20.2	19.5	19.9	20.7	19.6	20.5	19.8	20.2	19.3	19.2	19.6	19.7	19.7	19.5	20.1
b*m	R <sup>3</sup>	7.9	9.0	8.0	9.0	8.2	8.7	8.6	8.7	8.0	7.2	7.8	8.1	8.8	8.5	7.9	8.4

Ref.: a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí (P<0.05).

D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón, TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; 8 y 12: corderos/ha; si: con suplementación con PEG; no: sin suplementación con PEG; L\*: grado de luminosidad-brillo (0 a 100); a\*: rango de colores del rojo (+) al verde (-); b\*: rango de colores del amarillo (+) al azul (-); m: músculo; F.C.: factor de corrección utilizado; 1/Ln: inverso del logaritmo neperiano; Ln: logaritmo neperiano y R<sup>3</sup>: raíz cúbica.

Anexo 67. Asociación entre la altura de regla y la disponibilidad del forraje ofrecido según especie forrajera.

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
D	MS = 63.3 AltR + 1970.6	0.0286	549.7	0.1499	20.7	32
	MS = 34.7 AltP + 2201.6	0.1007	569.6	0.0873	21.5	32
	MVS = 101.2 AltR + 773.9	<.0001	328.1	0.5611	17.8	29
	MVS = 63.8 AltP + 1004.3	<.0001	361.4	0.4675	19.6	29
	HV = 54.0 AltR + 34.8	<.0001	194.6	0.5084	32.0	29
	HV = 36.0 AltP + 131.9	<.0001	201.4	0.4735	33.1	29
M	MS = 83.4 AltR + 1807.6	<.0001	330.7	0.4087	13.5	32
	MS = 61.1 AltP + 1859.1	0.0010	357.7	0.3081	14.6	32
	MVS = 130.0 AltR + 887.9	<.0001	335.6	0.6279	17.7	31
	MVS = 102.0 AltP + 902.0	<.0001	372.0	0.5427	19.6	31
	HV = 87.2 AltR - 38.8	<.0001	176.3	0.7333	27.5	31
	HV = 70.9 AltP - 53.8	<.0001	192.8	0.6810	30.1	31
R	MS = 99.9 AltR + 1276.8	0.0004	344.2	0.3434	17.4	32
	MS = 46.6 AltP + 1589.2	0.0757	402.7	0.1014	20.3	32
	MVS = 135.9 AltR + 466.0	<.0001	301.7	0.5725	20.9	29
	MVS = 102.2 AltP + 579.6	0.0002	352.2	0.4170	24.4	29
	HV = 84.2 AltR - 357.1	<.0001	214.4	0.5132	86.9	28
	HV = 67.7 AltP - 320.5	0.0002	234.0	0.4202	94.8	28
TB	MS = 73.7 AltR + 1423.7	0.0011	413.9	0.3047	17.4	32
	MS = 45.9 AltP + 1687.3	0.0342	460.0	0.1410	19.4	32
	MVS = 88.5 AltR + 722.0	<.0001	286.5	0.5685	15.4	32
	MVS = 57.1 AltP + 1008.6	0.0017	369.4	0.2826	19.8	32
	HV = 45.6 AltR + 84.8	<.0001	196.5	0.4268	29.2	32
	HV = 20.4 AltP + 367.5	0.0748	245.9	0.1020	36.6	32

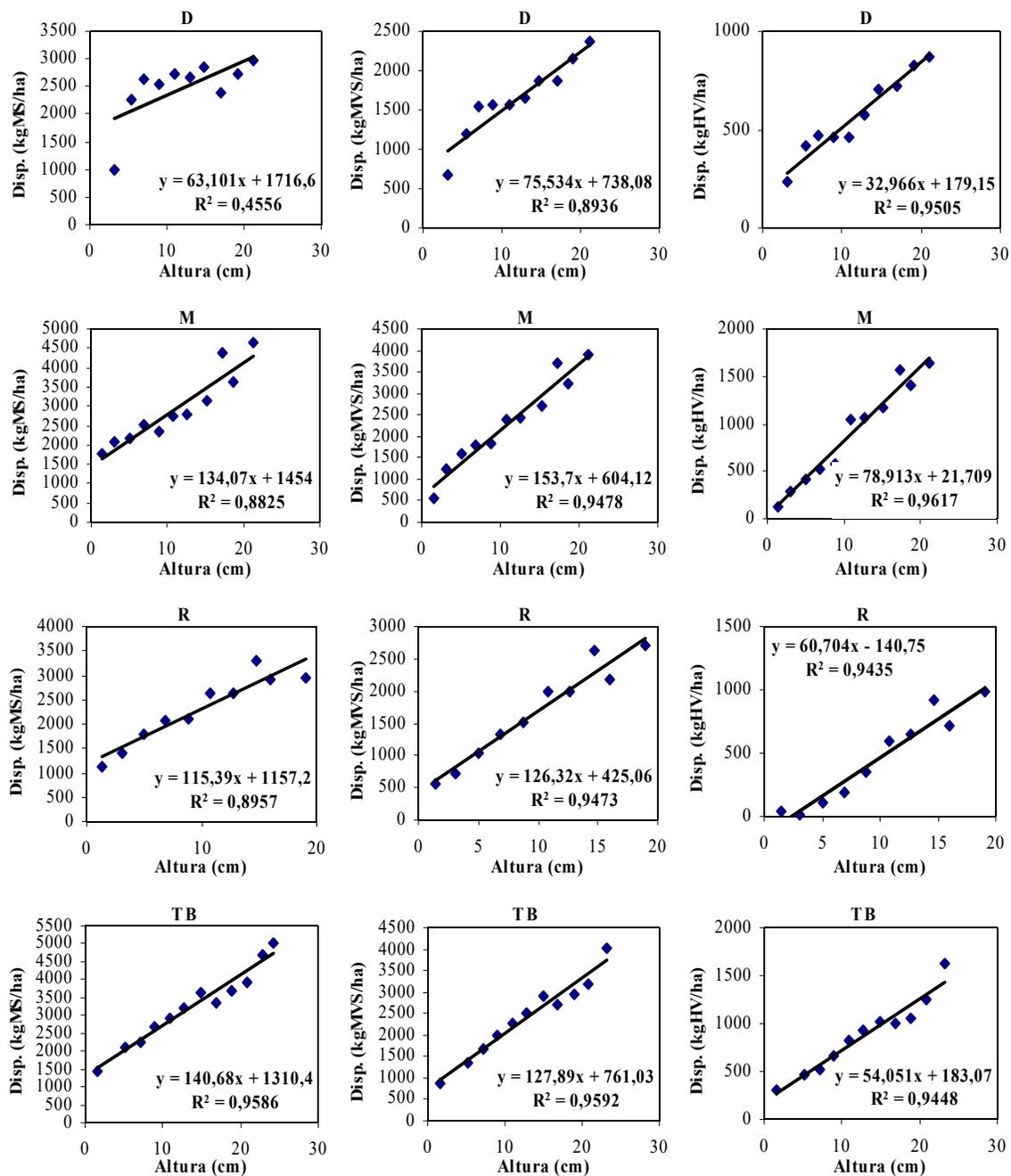
Ref.: E.F.: especie forrajera; D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (kg/ha) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 68. Asociación entre la altura comprimida y la disponibilidad del forraje ofrecido según especie forrajera.

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
D	MS = 82.3 RPMP + 1738.8	0.046	557.3	0.1262	21.0	32
	MS = 19.8 RPMP + 2435.0	0.6292	593.9	0.0079	22.4	32
	MVS = 122.9 RPMP + 473.4	0.0002	379.8	0.4121	20.5	29
	MVS = 86.7 RPMP + 878.4	0.0092	435.8	0.2257	23.6	29
	HV = 67.3 RPMP - 144.9	0.0003	216.2	0.3934	35.6	29
	HV = 38.5 RPMP + 176.9	0.0440	257.1	0.1419	42.3	29
M	MS = 99.0 RPMP + 1541.3	0.0009	357.1	0.3103	14.5	32
	MS = 50.8 RPMP + 1997.9	0.1089	411.7	0.0834	16.8	32
	MVS = 171.5 RPMP + 323.5	<.0001	355.7	0.5819	18.7	31
	MVS = 94.6 RPMP + 1045.2	0.0164	497.3	0.1829	26.2	31
	HV = 111.9 RPMP - 388.4	<.0001	204.0	0.6430	31.8	31
	HV = 54.7 RPMP + 146.0	0.0265	313.2	0.1587	48.9	31
R	MS = 113.2 RPMP + 973.0	<.0001	323.5	0.4200	16.3	32
	MS = 65.5 RPMP + 1374.6	0.0166	385.5	0.1766	19.5	32
	MVS = 144.4 RPMP + 139.0	<.0001	298.6	0.5810	20.7	29
	MVS = 90.7 RPMP + 587.6	0.0036	393.3	0.2734	27.2	29
	HV = 82.7 RPMP - 498.2	0.0001	229.0	0.4446	92.8	28
	HV = 50.0 RPMP - 223.1	0.0192	276.0	0.1934	111.8	28
TB	MS = 133.9 RPMP + 605.0	<.0001	342.4	0.5241	14.4	32
	MS = 42.0 RPMP + 1798.2	0.0873	472.4	0.0943	19.9	32
	MVS = 133.0 RPMP + 106.2	<.0001	250.9	0.6690	13.5	32
	MVS = 47.7 RPMP + 1208.3	0.0244	400.3	0.1578	21.5	32
	HV = 59.4 RPMP - 112.0	0.0002	204.8	0.3773	30.5	32
	HV = 9.1 RPMP + 547.7	0.4873	257.4	0.0162	38.3	32

Ref.: E.F.: especie forrajera; D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); RPMP: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); RPMP: altura comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (kg/ha) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 69. Asociaciones entre la altura de regla dentro del rectángulo (cm) y la disponibilidad de MS, MVS y HV del forraje ofrecido (kg/ha), por estrato de 2 cm, para el total del período experimental, según especie forrajera.



Anexo 70. Asociación entre la altura de regla y la disponibilidad del forraje rechazado según especie forrajera.

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
D	MS = 70.0 AltR + 1863.1	0.0429	411.7	0.1297	17.2	32
	MS = 61.5 AltP + 1902.4	0.0989	421.1	0.1013	17.2	28
	MVS = 106.6 AltR + 675.8	0.0004	332.3	0.3469	22.3	32
	MVS = 44.1 AltP + 1129.1	0.2265	417.2	0.0557	27.5	28
	HV = 33.5 AltR + 60.4	0.0134	158.7	0.1872	50.1	32
	HV = -6.5 AltP + 370.1	0.6898	187.5	0.0062	59.9	28
M	MS = 157.0 AltR + 1455.4	0.0044	379.0	0.2407	15.9	32
	MS = 143.5 AltP + 1485.0	0.0223	417.2	0.1851	17.4	28
	MVS = 238.0 AltR + 281.0	<.0001	361.2	0.4533	21.6	31
	MVS = 223.7 AltP + 243.0	0.0008	412.4	0.3657	25.0	27
	HV = 130.4 AltR - 305.2	<.0001	158.7	0.5633	34.6	31
	HV = 85.8 AltP - 78.8	0.0117	220.7	0.2283	47.9	27
R	MS = 137.1 AltR + 1359.4	0.0123	445.2	0.1913	20.2	32
	MS = 93.3 AltP + 1631.9	0.1008	496.0	0.1002	22.3	28
	MVS = 87.4 AltR + 862.8	0.0837	406.6	0.0996	28.9	31
	MVS = 73.4 AltP + 928.0	0.1580	435.8	0.0781	31.1	27
	HV = 27.8 AltR - 45.5	0.1694	164.5	0.0641	128.4	31
	HV = -18.1 AltP + 247.9	0.3924	179.7	0.0294	136.5	27
TB	MS = 66.9 AltR + 1653.8	0.0048	409.3	0.2358	17.5	32
	MS = 73.3 AltP + 1574.8	0.0146	422.2	0.2086	17.7	28
	MVS = 67.5 AltR + 1001.0	0.0064	411.1	0.2370	24.4	30
	MVS = 86.4 AltP + 756.9	0.0089	429.8	0.2525	25.2	26
	HV = 46.0 AltR + 28.3	0.0002	194.1	0.3923	39.5	30
	HV = 59.9 AltP - 171.3	0.0001	187.9	0.4596	38.7	26

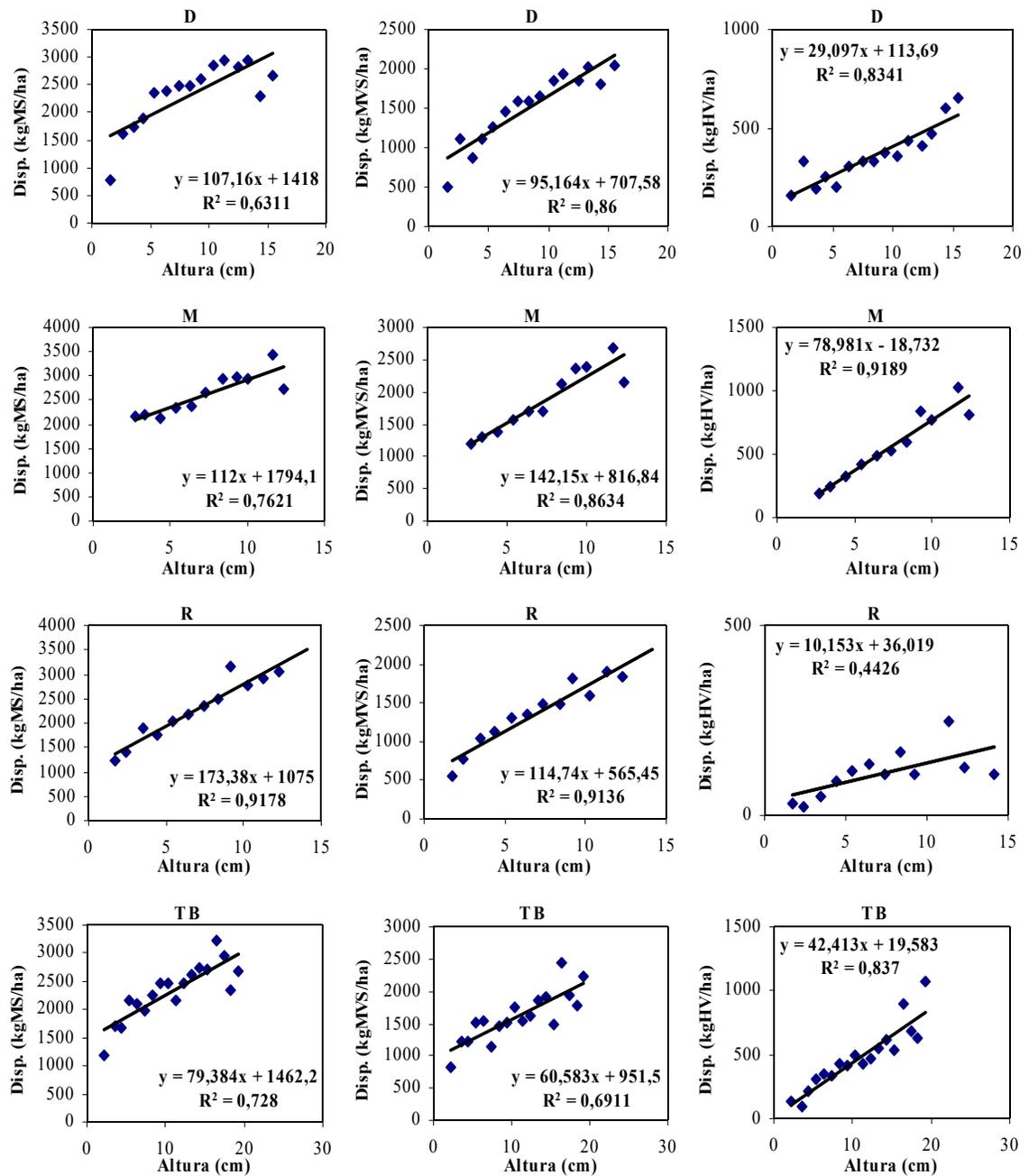
Ref.: E.F.: especie forrajera; D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (kg/ha) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 71. Asociación entre la altura comprimida y la disponibilidad del forraje rechazado según especie forrajera.

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
<b>D</b>	MS = 116.9 R <sub>PMR</sub> + 1446.6	0.0184	401.7	0.1717	16.8	32
	MS = 120.5 R <sub>PMP</sub> + 1389.1	0.0111	391.5	0.2232	16.0	28
	MVS = 111.0 R <sub>PMR</sub> + 587.4	0.0161	372.7	0.1783	25.0	32
	MVS = 136.8 R <sub>PMP</sub> + 320.3	0.0022	357.2	0.3077	23.5	28
	HV = 6.6 R <sub>PMR</sub> + 263.3	0.7513	175.8	0.0034	55.5	32
	HV = 25.3 R <sub>PMP</sub> + 91.5	0.2299	182.9	0.0549	58.4	28
<b>M</b>	MS = 142.3 R <sub>PMR</sub> + 1317.0	0.0084	386.7	0.2098	16.3	32
	MS = 170.7 R <sub>PMP</sub> + 1160.1	0.0003	357.2	0.4025	14.9	28
	MVS = 185.6 R <sub>PMR</sub> + 297.6	0.0017	411.4	0.2909	24.6	31
	MVS = 217.2 R <sub>PMP</sub> + 92.8	<.0001	355.8	0.5279	21.5	27
	HV = 58.1 R <sub>PMR</sub> + 27.9	0.0587	225.6	0.1178	49.2	31
	HV = 75.9 R <sub>PMP</sub> - 83.2	0.0051	214.2	0.2736	46.4	27
<b>R</b>	MS = 97.7 R <sub>PMR</sub> + 1440.7	0.0461	462.7	0.1261	21.0	32
	MS = 126.5 R <sub>PMP</sub> + 1301.6	0.0146	465.2	0.2085	20.9	28
	MVS = 11.4 R <sub>PMR</sub> + 1317.9	0.8011	428.0	0.0022	30.4	31
	MVS = 106.6 R <sub>PMP</sub> + 615.3	0.0220	407.8	0.1927	29.1	27
	HV = -24.8 R <sub>PMR</sub> + 324.3	0.161	164.3	0.0666	128.3	31
	HV = -15.2 R <sub>PMP</sub> + 243.7	0.4371	180.2	0.0243	136.8	27
<b>TB</b>	MS = 94.9 R <sub>PMR</sub> + 1320.0	0.0002	371.5	0.3705	15.9	32
	MS = 114.7 R <sub>PMP</sub> + 1193.9	0.0014	388.8	0.3287	16.3	28
	MVS = 89.3 R <sub>PMR</sub> + 734.2	0.0007	382.5	0.3394	22.7	30
	MVS = 93.8 R <sub>PMP</sub> + 729.8	0.0213	444.2	0.2018	26.1	26
	HV = 40.1 R <sub>PMR</sub> + 66.6	0.0055	216.5	0.2432	44.0	30
	HV = 57.1 R <sub>PMP</sub> - 106.7	0.0052	216.6	0.2821	44.6	26

Ref.: E.F.: especie forrajera; D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); R<sub>PMR</sub>: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); R<sub>PMP</sub>: altura comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (kg/ha) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 72. Asociaciones entre la altura de regla dentro del rectángulo (cm) y la disponibilidad de MS, MVS y HV del forraje rechazado (kg/ha), por estrato de 1 cm, para el total del período experimental, según especie forrajera.



Anexo 73. Asociación entre la altura de regla y la altura comprimida del forraje ofrecido y rechazado según especie forrajera.

	E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
Forraje Ofrecido	D	RPMP = 0.74 RPMP + 2.95	<.0001	1.66	0.5839	14.9	32
		RPMP = 0.58 AltR + 4.89	<.0001	1.48	0.6703	13.3	32
		RPMP = 0.37 AltP + 6.29	<.0001	1.90	0.4910	17.1	32
		AltR = 0.59 AltP + 3.11	<.0001	2.09	0.6723	19.3	32
	M	RPMP = 0.61 RPMP + 3.78	0.0002	1.91	0.3743	20.7	32
		RPMP = 0.67 AltR + 4.04	<.0001	1.00	0.8304	10.8	32
		RPMP = 0.39 AltP + 5.24	0.0002	1.92	0.3832	21.3	32
		AltR = 0.75 AltP + 0.43	<.0001	1.50	0.7931	19.3	32
	R	RPMP = 0.62 RPMP + 3.17	<.0001	1.75	0.4813	19.7	32
		RPMP = 0.89 AltR + 2.60	<.0001	0.98	0.8384	11.0	32
		RPMP = 0.82 AltP + 2.41	<.0001	1.36	0.7528	14.6	32
		AltR = 0.70 AltP + 1.18	<.0001	1.45	0.6608	20.6	32
	TB	RPMP = 0.40 RPMP + 7.71	0.0013	2.25	0.2940	17.1	32
		RPMP = 0.65 AltR + 4.88	<.0001	1.20	0.8004	9.1	32
		RPMP = 0.76 AltP + 2.30	<.0001	1.89	0.7279	13.8	32
		AltR = 0.72 AltP + 2.10	<.0001	2.29	0.6212	17.8	32
Forraje Rechazado	D	RPMP = 0.19 RPMP + 6.71	0.2770	1.50	0.0453	17.9	28
		RPMP = 0.41 AltR + 5.04	0.0004	1.26	0.3465	15.5	32
		RPMP = 0.24 AltP + 6.64	0.1001	1.65	0.1005	18.9	28
		AltR = 0.25 AltP + 5.83	0.1449	1.98	0.0799	24.6	28
	M	RPMP = 0.57 RPMP + 3.36	<.0001	1.07	0.4576	14.3	28
		RPMP = 0.66 AltR + 3.54	<.0001	1.07	0.4167	14.4	32
		RPMP = 0.89 AltP + 1.58	<.0001	1.19	0.5168	16.5	28
		AltR = 0.51 AltP + 2.78	0.0057	1.19	0.2588	19.9	28
	R	RPMP = 0.63 RPMP + 3.44	<.0001	1.32	0.4516	16.4	28
		RPMP = 0.86 AltR + 2.51	<.0001	1.18	0.5725	15.0	32
		RPMP = 0.78 AltP + 2.37	<.0001	1.29	0.5311	17.8	28
		AltR = 0.46 AltP + 3.52	0.0032	1.27	0.2883	19.9	28
	TB	RPMP = 0.97 RPMP + 1.00	<.0001	1.95	0.5795	17.7	28
		RPMP = 0.66 AltR + 4.01	<.0001	2.01	0.5524	18.8	32
		RPMP = 0.64 AltP + 3.31	<.0001	1.43	0.6376	13.7	28
		AltR = 1.04 AltP - 0.95	<.0001	1.48	0.8133	13.9	28

Ref.: E.F.: especie forrajera; D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; RPMP: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); RPMP: altura comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 74. Asociaciones entre los parámetros del valor nutritivo del forraje ofrecido según especie forrajera.

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
<b>D</b>	PC = 0.057 FDA + 16.677	0.5133	1.815	0.0311	9.6	16
	PC = 0.150 FDN + 9.465	0.1102	1.678	0.172	8.8	16
	PC = -0.075 DMO + 24.273	0.0223	1.520	0.3204	8.0	16
	FDA = 0.930 FDN - 18.933	<.0001	3.119	0.6973	7.8	16
	FDA = -0.219 DMO + 55.333	0.0322	4.785	0.2878	12.0	16
	FDN = -0.174 DMO + 75.470	0.0636	4.481	0.2247	7.1	16
<b>M</b>	PC = -0.317 FDA + 32.985	0.0124	1.703	0.3699	8.3	16
	PC = -0.068 FDN + 25.090	0.7071	2.134	0.0104	10.4	16
	PC = -0.030 DMO + 22.672	0.7595	2.138	0.0069	10.4	16
	FDA = 0.325 FDN + 17.458	0.3415	3.986	0.0648	10.1	16
	FDA = -0.020 DMO + 40.779	0.9166	4.120	0.0008	10.5	16
	FDN = -0.173 DMO + 79.723	0.229	3.057	0.1015	4.5	16
<b>R</b>	PC = -0.061 FDA + 20.828	0.5829	3.370	0.0221	18.5	16
	PC = -0.163 FDN + 29.837	0.4324	3.331	0.0446	18.3	16
	PC = -0.115 DMO + 25.998	0.1919	3.200	0.1184	17.6	16
	FDA = 1.298 FDN - 50.032	0.0027	5.913	0.4852	13.8	16
	FDA = -0.238 DMO + 59.020	0.267	7.873	0.0871	18.4	16
	FDN = -0.086 DMO + 77.364	0.4609	4.333	0.0394	6.1	16
<b>TB</b>	PC = -0.435 FDA + 36.582	<.0001	1.660	0.7309	7.9	16
	PC = -0.516 FDN + 54.262	0.0187	2.608	0.3355	12.4	16
	PC = -0.144 DMO + 30.851	0.0257	2.662	0.3077	12.7	16
	FDA = 1.072 FDN - 33.156	0.0119	4.983	0.3732	13.9	16
	FDA = 0.232 DMO + 20.003	0.0776	5.609	0.2057	15.7	16
	FDN = 0.086 DMO + 58.541	0.2699	3.430	0.0861	5.3	16

Ref.: E.F.: especie forrajera; D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; PC: proteína cruda (%); FDA: fibra detergente ácida (%); FDN: fibra detergente neutra (%); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (%) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 75. Asociaciones entre los parámetros del valor nutritivo del forraje rechazado según especie forrajera.

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
D	PC = 0.053 FDA + 13.564	0.4624	1.408	0.0392	8.8	16
	PC = 0.030 FDN + 14.181	0.4467	1.406	0.0419	8.8	16
	PC = 0.002 DMO + 15.914	0.9579	1.436	0.0002	9.0	16
	FDA = 0.297 FDN + 27.839	0.0291	4.484	0.2969	9.8	16
	FDA = 0.025 DMO + 44.461	0.8219	5.337	0.0037	11.6	16
	FDN = 0.248 DMO + 46.687	0.2166	9.277	0.1068	15.2	16
M	PC = -0.056 FDA + 21.314	0.6862	1.799	0.012	9.6	16
	PC = -0.076 FDN + 23.274	0.0692	1.602	0.2167	8.5	16
	PC = -0.060 DMO + 22.443	0.0387	1.545	0.271	8.2	16
	FDA = 0.030 FDN + 42.983	0.7308	3.527	0.0087	7.9	16
	FDA = -0.030 DMO + 46.539	0.6261	3.511	0.0174	7.8	16
	FDN = 0.235 DMO + 44.468	0.2105	10.429	0.1095	17.8	16
R	PC = -0.036 FDA + 16.528	0.8553	2.905	0.0025	19.7	16
	PC = -0.125 FDN + 22.635	0.1644	2.708	0.1333	18.3	16
	PC = -0.019 DMO + 15.816	0.7348	2.897	0.0085	19.6	16
	FDA = 0.047 FDN + 45.515	0.7148	3.988	0.0098	8.2	16
	FDA = -0.101 DMO + 53.996	0.1724	3.741	0.1287	7.7	16
	FDN = 0.223 DMO + 50.805	0.1575	7.913	0.1374	12.6	16
TB	PC = -0.258 FDA + 28.591	0.0667	3.248	0.2203	18.0	16
	PC = -0.085 FDN + 22.682	0.3624	3.567	0.0595	19.7	16
	PC = 0.133 DMO + 9.709	0.0405	3.150	0.2669	17.4	16
	FDA = 0.206 FDN + 29.640	0.2193	6.338	0.1057	15.5	16
	FDA = -0.142 DMO + 49.781	0.2526	6.386	0.0923	15.6	16
	FDN = -0.399 DMO + 79.280	0.0304	8.877	0.2928	16.4	16

Ref.: E.F.: especie forrajera; D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; PC: proteína cruda (%); FDA: fibra detergente ácida (%); FDN: fibra detergente neutra (%); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (%) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 76. Asociaciones entre los parámetros del valor nutritivo y características cuantitativas del forraje ofrecido de *L. corniculatus* INIA Draco.

Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
PC = 0.034 AltP + 18.524	0.7170	1.835	0.0097	9.7	16
PC = 0.214 RPMP + 16.390	0.1448	1.705	0.1455	9.0	16
PC = -0.071 AltR + 19.739	0.5119	1.815	0.0313	9.6	16
PC = 0.159 RPMR + 17.095	0.3262	1.780	0.0688	9.4	16
PC = 0.000 MS + 18.919	0.9872	1.844	0.0000	9.7	16
PC = 0.000 MVS + 19.048	0.8159	1.441	0.0051	7.4	13
PC = 0.000 HV + 19.281	0.9116	1.444	0.0012	7.5	13
PC = -0.001 H + 19.396	0.9758	1.445	0.0001	7.5	13
PC = -0.022 T + 19.875	0.5506	1.420	0.0333	7.3	13
PC = -0.000 RS + 19.369	0.9979	1.445	0.0000	7.5	13
PC = 0.026 O + 18.751	0.5071	1.415	0.0410	7.3	13
FDA = -0.500 AltP + 46.264	0.0698	5.021	0.2159	12.6	16
FDA = -0.740 RPMP + 48.752	0.0979	5.124	0.1834	12.9	16
FDA = -0.396 AltR + 44.196	0.2235	5.367	0.1039	13.5	16
FDA = -0.727 RPMR + 48.395	0.1362	5.223	0.1515	13.1	16
FDA = -0.000 MS + 41.041	0.8926	5.666	0.0013	14.2	16
FDA = -0.005 MVS + 47.969	0.1170	5.506	0.2083	14.0	13
FDA = -0.010 HV + 44.853	0.0698	5.293	0.2682	13.5	13
FDA = -0.423 H + 47.936	0.0179	4.743	0.4125	12.1	13
FDA = -0.276 T + 45.600	0.0613	5.239	0.2830	13.3	13
FDA = 0.245 RS + 31.230	0.0277	4.916	0.3688	12.5	13
FDA = 0.149 O + 35.724	0.3695	5.955	0.0737	15.2	13
FDN = -0.282 AltP + 66.814	0.2723	4.867	0.0853	7.7	16
FDN = -0.259 RPMP + 66.318	0.5359	5.018	0.0280	7.9	16
FDN = -0.171 AltR + 65.075	0.5661	5.028	0.0241	8.0	16
FDN = -0.146 RPMR + 64.913	0.7490	5.070	0.0075	8.0	16
FDN = 0.002 MS + 57.526	0.4632	4.989	0.0391	7.9	16
FDN = -0.002 MVS + 66.256	0.5048	5.404	0.0414	8.6	13
FDN = -0.005 HV + 65.216	0.4068	5.342	0.0634	8.5	13
FDN = -0.229 H + 67.493	0.1874	5.082	0.1523	8.1	13
FDN = -0.165 T + 66.588	0.2308	5.155	0.1276	8.2	13
FDN = 0.155 RS + 57.695	0.1404	4.978	0.1867	7.9	13
FDN = 0.056 O + 61.456	0.7083	5.483	0.0132	8.7	13
DMO = 0.749 AltP + 61.014	0.2862	13.311	0.0807	18.9	16
DMO = 0.854 RPMP + 60.339	0.4535	13.597	0.0407	19.3	16
DMO = 1.250 AltR + 56.920	0.1093	12.627	0.1728	17.9	16
DMO = 0.540 RPMR + 64.261	0.6633	13.786	0.0139	19.5	16
DMO = 0.000 MS + 69.877	0.9732	13.882	0.0001	19.7	16
DMO = 0.007 MVS + 56.366	0.3619	14.409	0.0760	20.8	13
DMO = 0.015 HV + 60.962	0.3003	14.244	0.0970	20.6	13
DMO = 0.595 H + 56.917	0.2099	13.910	0.1388	20.1	13
DMO = 0.360 T + 60.842	0.3427	14.362	0.0820	20.8	13
DMO = -0.356 RS + 80.793	0.2204	13.957	0.1331	20.2	13
DMO = -0.156 O + 72.800	0.7034	14.887	0.0137	21.5	13

Ref.: PC: proteína cruda (%); FDA: fibra detergente ácida (%); FDN: fibra detergente neutra (%); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); RPMP: altura

comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); RPMR: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); H: hoja de la especie forrajera (%); T: tallo de la especie forrajera (%); O: otras especies (%); RS: restos secos (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (%) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 77. Asociaciones entre los parámetros del valor nutritivo y características cuantitativas del forraje ofrecido de *L. pedunculatus* cv. Maku.

Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
PC = 0.128 AltP + 19.234	0.3047	2.064	0.0750	10.1	16
PC = 0.156 RPMP + 18.981	0.4120	2.093	0.0486	10.2	16
PC = 0.174 AltR + 19.203	0.1879	2.012	0.1204	9.8	16
PC = 0.202 RPMR + 18.621	0.3093	2.065	0.0736	10.1	16
PC = 0.001 MS + 17.572	0.3367	2.074	0.0660	10.1	16
PC = 0.001 MVS + 19.542	0.2671	1.458	0.0937	7.0	15
PC = 0.002 HV + 19.824	0.1389	1.403	0.1605	6.7	15
PC = 0.060 H + 19.407	0.1113	1.384	0.1833	6.6	15
PC = -0.024 T + 21.636	0.4901	1.503	0.0373	7.2	15
PC = -0.019 RS + 21.354	0.4184	1.492	0.0510	7.2	15
PC = 0.024 O + 20.395	0.5485	1.510	0.0284	7.2	15
FDA = -0.589 AltP + 45.286	0.0059	3.114	0.4294	7.9	16
FDA = -0.849 RPMP + 47.777	0.0094	3.213	0.3924	8.2	16
FDA = -0.679 AltR + 44.514	0.0023	2.923	0.4972	7.4	16
FDA = -0.815 RPMR + 47.039	0.0211	3.386	0.3251	8.6	16
FDA = -0.005 MS + 50.203	0.0532	3.590	0.2414	9.1	16
FDA = -0.003 MVS + 43.975	0.0681	3.209	0.2334	8.3	15
FDA = -0.007 HV + 42.913	0.0113	2.838	0.4004	7.3	15
FDA = -0.182 H + 43.351	0.0379	3.086	0.2912	7.9	15
FDA = 0.059 T + 37.050	0.4812	3.594	0.0389	9.2	15
FDA = 0.055 RS + 37.555	0.3327	3.531	0.0723	9.1	15
FDA = -0.045 O + 39.794	0.6398	3.634	0.0173	9.4	15
FDN = -0.041 AltP + 67.749	0.8314	3.220	0.0033	4.8	16
FDN = -0.157 RPMP + 68.899	0.5834	3.189	0.0220	4.7	16
FDN = -0.031 AltR + 67.576	0.8788	3.222	0.0017	4.8	16
FDN = 0.101 RPMR + 66.389	0.7396	3.212	0.0081	4.8	16
FDN = -0.001 MS + 70.7343	0.4653	3.162	0.0387	4.7	16
FDN = 0.001 MVS + 64.989	0.4117	3.077	0.0524	4.6	15
FDN = -0.001 HV + 67.654	0.7147	3.144	0.0106	4.7	15
FDN = -0.009 H + 67.308	0.9121	3.159	0.0010	4.7	15
FDN = 0.091 T + 64.275	0.1920	2.953	0.1271	4.4	15
FDN = -0.097 RS + 69.376	0.0331	2.637	0.3041	3.9	15
FDN = 0.165 O + 63.658	0.0319	2.630	0.3077	3.9	15
DMO = 0.171 AltP + 69.718	0.6249	5.876	0.0175	8.2	16
DMO = 0.673 RPMP + 64.771	0.1903	5.564	0.1192	7.8	16
DMO = 0.074 AltR + 70.876	0.8438	5.920	0.0029	8.3	16
DMO = 0.279 RPMR + 68.813	0.6164	5.873	0.0184	8.2	16
DMO = -0.000 MS + 71.896	0.9578	5.928	0.0002	8.3	16
DMO = 0.001 MVS + 70.659	0.8388	6.063	0.0033	8.5	15
DMO = 0.003 HV + 69.774	0.5253	5.975	0.0317	8.3	15
DMO = 0.133 H + 68.370	0.3914	5.897	0.0570	8.2	15
DMO = 0.132 T + 67.611	0.3339	5.850	0.0719	8.2	15
DMO = -0.032 RS + 72.430	0.7353	6.045	0.0091	8.4	15
DMO = -0.225 O + 76.335	0.1469	5.583	0.1547	7.8	15

Ref.: PC: proteína cruda (%); FDA: fibra detergente ácida (%); FDN: fibra detergente neutra (%); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); RPMP: altura

comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); RPMR: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); H: hoja de la especie forrajera (%); T: tallo de la especie forrajera (%); O: otras especies (%); RS: restos secos (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (%) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 78. Asociaciones entre los parámetros del valor nutritivo y características cuantitativas del forraje ofrecido de *L. subbiflorus* cv. El Rincón.

Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
PC = 0.552 AltP + 13.198	0.0187	2.778	0.3356	15.3	16
PC = 0.634 RPMP + 11.818	0.0049	2.545	0.4424	14.0	16
PC = 0.641 AltR + 13.881	0.0099	2.665	0.3882	14.6	16
PC = 0.650 RPMR + 12.483	0.0141	2.727	0.3596	15.0	16
PC = 0.004 MS + 10.120	0.0233	2.817	0.3166	15.5	16
PC = 0.004 MVS + 13.204	0.0214	2.728	0.3949	14.6	13
PC = 0.006 HV + 17.239	0.0268	2.778	0.3724	14.8	13
PC = 0.163 H + 17.078	0.0179	2.688	0.4125	14.4	13
PC = 0.163 T + 16.920	0.0482	2.914	0.3098	15.6	13
PC = -0.140 RS + 23.112	0.0170	2.677	0.4175	14.3	13
PC = -0.044 O + 20.816	0.4039	3.393	0.0641	18.1	13
FDA = -0.991 AltP + 51.809	0.0963	7.439	0.1851	17.4	16
FDA = -1.133 RPMP + 54.239	0.0530	7.175	0.2420	16.8	16
FDA = -1.190 AltR + 50.841	0.0610	7.237	0.2287	16.9	16
FDA = -1.111 RPMR + 52.595	0.1019	7.464	0.1795	17.4	16
FDA = -0.007 MS + 56.285	0.1380	7.596	0.1503	17.7	16
FDA = -0.006 MVS + 50.975	0.2562	8.697	0.1154	20.2	13
FDA = -0.006 HV + 44.587	0.4492	8.998	0.0530	20.9	13
FDA = -0.125 H + 44.377	0.5396	9.082	0.0352	21.1	13
FDA = -0.259 T + 45.962	0.2647	8.715	0.1116	20.2	13
FDA = 0.107 RS + 39.763	0.5407	9.083	0.0350	21.1	13
FDA = 0.081 O + 39.253	0.5631	9.100	0.0313	21.1	13
FDN = -0.426 AltP + 75.377	0.1914	4.150	0.1187	5.8	16
FDN = -0.469 RPMP + 76.239	0.1475	4.091	0.1438	5.7	16
FDN = -0.660 AltR + 75.966	0.0514	3.842	0.2447	5.4	16
FDN = -0.459 RPMR + 75.553	0.2176	4.179	0.1064	5.8	16
FDN = -0.004 MS + 79.628	0.0919	3.980	0.1895	5.6	16
FDN = -0.004 MVS + 77.002	0.0906	4.113	0.2382	5.8	13
FDN = -0.008 HV + 73.187	0.0318	3.788	0.3544	5.3	13
FDN = -0.196 H + 73.224	0.0394	3.852	0.3318	5.4	13
FDN = -0.278 T + 74.304	0.0073	3.348	0.4953	4.7	13
FDN = 0.086 RS + 68.547	0.3272	4.502	0.0872	6.3	13
FDN = 0.135 O + 64.834	0.0392	3.851	0.3323	5.4	13
DMO = -0.541 AltP + 72.872	0.4823	10.030	0.0359	14.8	16
DMO = -0.388 RPMP + 71.880	0.6157	10.120	0.0185	14.9	16
DMO = -0.535 AltR + 71.573	0.5206	10.060	0.0301	14.8	16
DMO = -0.557 RPMR + 72.865	0.5258	10.064	0.0293	14.8	16
DMO = -0.002 MS + 71.364	0.7717	10.183	0.0062	15.0	16
DMO = -0.009 MVS + 80.648	0.1393	9.694	0.1876	14.1	13
DMO = -0.011 HV + 71.486	0.2620	10.131	0.1128	14.7	13
DMO = -0.268 H + 71.699	0.2471	10.091	0.1196	14.6	13
DMO = -0.153 T + 70.667	0.5801	10.600	0.0287	13.4	13
DMO = 0.388 RS + 56.841	0.0366	8.740	0.3396	12.7	13
DMO = -0.069 O + 72.269	0.6736	10.665	0.0167	15.5	13

Ref.: PC: proteína cruda (%); FDA: fibra detergente ácida (%); FDN: fibra detergente neutra (%); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); RPMP: altura

comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); RPMR: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); H: hoja de la especie forrajera (%); T: tallo de la especie forrajera (%); O: otras especies (%); RS: restos secos (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (%) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 79. Asociaciones entre los parámetros del valor nutritivo y características cuantitativas del forraje ofrecido de *T. repens* cv. LE Zapicán.

Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
PC = -0.121 AltP + 22.850	0.5769	3.163	0.0228	15.1	16
PC = -0.143 RPMR + 23.056	0.5318	3.153	0.0285	15.0	16
PC = -0.154 AltR + 22.845	0.4870	3.143	0.0351	15.0	16
PC = -0.248 RPMR + 24.200	0.3893	3.113	0.0534	14.8	16
PC = -0.001 MS + 22.934	0.6518	3.175	0.0150	15.1	16
PC = -0.002 MVS + 23.746	0.4798	3.141	0.0363	14.9	16
PC = -0.007 HV + 25.047	0.1710	2.985	0.1295	14.2	16
PC = -0.286 H + 27.954	0.0773	2.851	0.2062	13.6	16
PC = -0.102 T + 23.778	0.3102	3.080	0.0734	14.7	16
PC = 0.019 RS + 20.574	0.8264	3.194	0.0036	15.2	16
PC = 0.069 O + 19.267	0.2703	3.059	0.0860	14.6	16
FDA = -0.184 AltP + 38.626	0.6675	6.251	0.0136	17.4	16
FDA = -0.203 RPMR + 38.750	0.6515	6.247	0.0150	17.4	16
FDA = 0.016 AltR + 35.641	0.9708	6.294	0.0001	17.6	16
FDA = 0.337 RPMR + 31.500	0.5551	6.213	0.0254	17.3	16
FDA = 0.003 MS + 28.758	0.3944	6.127	0.0523	17.1	16
FDA = 0.002 MVS + 32.196	0.6347	6.242	0.0166	17.4	16
FDA = 0.016 HV + 26.680	0.1102	5.727	0.1720	16.0	16
FDA = 0.544 H + 22.621	0.0888	5.655	0.1929	15.8	16
FDA = 0.116 T + 32.674	0.5612	6.216	0.0247	17.3	16
FDA = 0.108 RS + 33.331	0.5197	6.198	0.0302	17.3	16
FDA = -0.180 O + 40.394	0.1351	5.795	0.1523	16.2	16
FDN = 0.025 AltP + 64.008	0.9203	3.587	0.0007	5.6	16
FDN = -0.156 RPM + 66.613	0.5432	3.539	0.0270	5.5	16
FDN = 0.119 AltR + 62.964	0.6338	3.558	0.0167	5.5	16
FDN = 0.133 RPM + 62.666	0.6830	3.566	0.0123	5.5	16
FDN = -0.001 MS + 66.323	0.6848	3.566	0.0121	5.5	16
FDN = 0.001 MVS + 63.374	0.8182	3.581	0.0039	5.6	16
FDN = 0.000 HV + 64.345	0.9916	3.588	0.0000	5.6	16
FDN = 0.050 H + 63.165	0.7942	3.579	0.0050	5.6	16
FDN = 0.010 T + 64.119	0.9331	3.587	0.0005	5.6	16
FDN = -0.086 RS + 66.382	0.3627	3.480	0.0595	5.4	16
FDN = 0.037 O + 63.444	0.6038	3.553	0.0197	5.5	16
DMO = -0.035 Alt + 68.694	0.9671	12.293	0.0001	18.0	16
DMO = -0.079 RPMR + 69.307	0.9283	12.290	0.0006	18.0	16
DMO = 0.466 AltR + 62.602	0.5845	12.158	0.0219	17.8	16
DMO = 1.114 RPMR + 53.845	0.3119	11.837	0.0729	17.4	16
DMO = 0.002 MS + 62.694	0.7387	12.243	0.0082	18.0	16
DMO = 0.010 MVS + 51.126	0.2446	11.693	0.0954	17.2	16
DMO = 0.018 HV + 57.845	0.3717	11.936	0.0573	17.5	16
DMO = 0.643 H + 52.549	0.3197	11.851	0.0707	17.4	16
DMO = 0.265 T + 60.967	0.4967	12.085	0.0336	17.7	16
DMO = -0.303 RS + 75.201	0.3500	11.903	0.0626	17.5	16
DMO = -0.025 O + 68.791	0.9201	12.289	0.0007	18.0	16

Ref.: PC: proteína cruda (%); FDA: fibra detergente ácida (%); FDN: fibra detergente neutra (%); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); RPMR: altura

comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); RPMR: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); H: hoja de la especie forrajera (%); T: tallo de la especie forrajera (%); O: otras especies (%); RS: restos secos (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (%) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 80. Asociaciones entre los parámetros del valor nutritivo y características cuantitativas del forraje rechazado de *L. corniculatus* INIA Draco.

Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
PC = -0.031 AltP + 16.290	0.8583	1.435	0.0024	9.0	16
PC = -0.163 RMPM + 17.426	0.4571	1.407	0.0401	8.8	16
PC = -0.022 AltR + 16.168	0.9213	1.436	0.0007	9.0	16
PC = 0.101 RPMR + 15.167	0.6688	1.427	0.0135	8.9	16
PC = -0.001 MS + 19.391	0.1180	1.312	0.1654	8.2	16
PC = -0.001 MVS + 17.572	0.1448	1.328	0.1456	8.3	16
PC = -0.001 HV + 16.208	0.7465	1.431	0.0077	8.9	16
PC = 0.027 H + 15.758	0.7016	1.429	0.0108	8.9	16
PC = -0.009 T + 16.188	0.8479	1.435	0.0027	9.0	16
PC = 0.025 RS + 14.916	0.3528	1.391	0.0619	8.7	16
PC = -0.035 O + 16.942	0.2590	1.370	0.0900	8.6	16
FDA = -1.096 AltP + 55.964	0.0729	4.748	0.2118	10.3	16
FDA = -1.366 RMPM + 57.778	0.0807	4.777	0.2021	10.4	16
FDA = -1.258 AltR + 55.223	0.1117	4.870	0.1707	10.6	16
FDA = -1.296 RPMR + 56.702	0.1232	4.897	0.1612	10.7	16
FDA = -0.005 MS + 59.855	0.0802	4.775	0.2026	10.4	16
FDA = -0.007 MVS + 56.967	0.0015	3.692	0.5233	8.0	16
FDA = -0.015 HV + 49.399	0.1195	4.889	0.1641	10.6	16
FDA = -0.246 H + 48.165	0.3399	5.170	0.0652	11.3	16
FDA = -0.199 T + 49.946	0.2449	5.086	0.0952	11.1	16
FDA = 0.264 RS + 34.385	0.0022	3.781	0.5001	8.2	16
FDA = -0.215 O + 51.704	0.0494	4.636	0.2484	10.1	16
FDN = -0.890 AltP + 69.038	0.4497	9.611	0.0414	15.8	16
FDN = 0.746 RMPM + 54.390	0.6214	9.728	0.0179	16.0	16
FDN = -1.516 AltR + 72.097	0.3098	9.449	0.0735	15.5	16
FDN = -1.115 RPMR + 70.157	0.4854	9.641	0.0354	15.8	16
FDN = 0.002 MS + 56.117	0.7582	9.782	0.0070	16.1	16
FDN = -0.008 MVS + 73.363	0.0841	8.791	0.1980	14.4	16
FDN = -0.044 HV + 71.181	0.0062	7.446	0.4246	12.2	16
FDN = -1.195 H + 71.827	0.0041	7.244	0.4555	11.9	16
FDN = -0.516 T + 71.336	0.0918	8.837	0.1897	14.5	16
FDN = 0.475 RS + 40.119	0.0029	7.069	0.4815	11.6	16
FDN = -0.167 O + 65.357	0.4351	9.598	0.0441	15.8	16
DMO = 1.098 AltP + 47.074	0.4793	12.687	0.0364	22.2	16
DMO = 2.204 RMPM + 37.998	0.2589	12.328	0.0900	21.6	16
DMO = 3.971 AltR + 27.750	0.0311	10.883	0.2909	19.0	16
DMO = 4.629 RPMR + 18.593	0.0154	10.403	0.3521	18.2	16
DMO = 0.007 MS + 39.183	0.3710	12.547	0.0575	22.0	16
DMO = -0.0002 MVS + 57.388	0.9808	12.924	0.0000	22.6	16
DMO = -0.018 HV + 61.357	0.4526	12.657	0.0409	22.1	16
DMO = -0.731 H + 63.845	0.2371	12.272	0.0983	21.5	16
DMO = -0.792 T + 73.187	0.0449	11.138	0.2573	19.5	16
DMO = 0.174 RS + 49.551	0.4742	12.681	0.0372	22.2	16
DMO = 0.268 O + 49.933	0.3374	12.491	0.0658	21.9	16

Ref.: PC: proteína cruda (%); FDA: fibra detergente ácida (%); FDN: fibra detergente neutra (%); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); RMPM: altura

comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); RMPM: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); H: hoja de la especie forrajera (%); T: tallo de la especie forrajera (%); O: otras especies (%); RS: restos secos (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (%) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 81. Asociaciones entre los parámetros del valor nutritivo y características cuantitativas del forraje rechazado de *L. pedunculatus* cv. Maku.

Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
PC = -0.095 AltP + 19.431	0.7707	1.804	0.0063	9.6	16
PC = -0.112 RMPM + 19.612	0.6569	1.797	0.0145	9.6	16
PC = 0.115 AltR + 18.165	0.7761	1.804	0.0060	9.6	16
PC = -0.292 RMPM + 20.896	0.3346	1.749	0.0666	9.3	16
PC = -0.001 MS + 20.324	0.5327	1.784	0.0284	9.5	16
PC = -0.0004 MVS + 19.488	0.7086	1.765	0.0111	9.3	15
PC = 0.003 HV + 18.047	0.2912	1.697	0.0852	9.0	15
PC = 0.080 H + 17.724	0.1685	1.645	0.1406	8.7	15
PC = 0.055 T + 17.380	0.2478	1.682	0.1012	8.9	15
PC = -0.003 RS + 19.074	0.9191	1.774	0.0008	9.4	15
PC = -0.081 O + 20.609	0.0472	1.516	0.2699	8.0	15
FDA = -1.240 AltP + 52.821	0.0364	3.013	0.2765	6.7	16
FDA = -1.072 RMPM + 52.442	0.0160	2.859	0.3488	6.4	16
FDA = -2.238 AltR + 57.274	0.0005	2.269	0.5899	5.1	16
FDA = -1.346 RMPM + 54.353	0.0125	2.813	0.3693	6.3	16
FDA = -0.001 MS + 47.517	0.5586	3.498	0.0250	7.8	16
FDA = -0.002 MVS + 48.474	0.1958	3.438	0.1252	7.7	15
FDA = -0.009 HV + 48.181	0.0403	3.108	0.2852	6.9	15
FDA = -0.216 H + 48.073	0.0638	3.205	0.2399	7.2	15
FDA = 0.087 T + 42.265	0.3838	3.566	0.0588	8.0	15
FDA = 0.096 RS + 41.317	0.1478	3.381	0.1541	7.6	15
FDA = -0.121 O + 47.233	0.1671	3.406	0.1414	7.6	15
FDN = -2.030 AltP + 71.806	0.3010	10.623	0.0761	18.1	16
FDN = 0.246 RMPM + 56.804	0.8730	11.041	0.0019	18.9	16
FDN = -0.614 AltR + 62.010	0.8039	11.027	0.0046	18.8	16
FDN = -0.230 RMPM + 60.214	0.9027	11.046	0.0011	18.9	16
FDN = 0.007 MS + 42.537	0.2719	10.569	0.0854	18.0	16
FDN = -0.001 MVS + 60.498	0.8707	11.305	0.0021	19.2	15
FDN = -0.024 HV + 67.760	0.0987	10.149	0.1957	17.2	15
FDN = -0.862 H + 72.242	0.0112	8.757	0.4012	14.8	15
FDN = -0.235 T + 65.678	0.4490	11.060	0.0448	18.7	15
FDN = 0.288 RS + 48.727	0.1600	10.459	0.1459	17.7	15
FDN = 0.147 O + 55.996	0.5986	11.192	0.0219	19.0	15
DMO = 1.020 AltP + 53.424	0.7170	15.503	0.0097	25.8	16
DMO = 3.551 RMPM + 34.546	0.0842	13.951	0.1980	23.2	16
DMO = 2.774 AltR + 44.534	0.4207	15.209	0.0469	25.3	16
DMO = 1.367 RMPM + 50.306	0.6041	15.424	0.0197	25.7	16
DMO = 0.016 MS + 22.545	0.0567	13.621	0.2355	22.7	16
DMO = 0.013 MVS + 38.029	0.0619	12.533	0.2429	21.5	15
DMO = 0.018 HV + 52.016	0.3646	13.939	0.0636	23.9	15
DMO = -0.029 H + 58.805	0.9536	14.402	0.0003	24.7	15
DMO = 0.081 T + 56.068	0.8393	14.380	0.0033	24.6	15
DMO = -0.164 RS + 64.212	0.5432	14.193	0.0291	24.3	15
DMO = 0.234 O + 53.571	0.5086	14.155	0.0343	24.3	15

Ref.: PC: proteína cruda (%); FDA: fibra detergente ácida (%); FDN: fibra detergente neutra (%); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); RMPM: altura

comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); RPMR: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); H: hoja de la especie forrajera (%); T: tallo de la especie forrajera (%); O: otras especies (%); RS: restos secos (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (%) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 82. Asociaciones entre los parámetros del valor nutritivo y características cuantitativas del forraje rechazado de *L. subbiflorus* cv. El Rincón.

Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
PC = 0.0004 AltP + 14.781	0.9991	2.909	0.0000	19.7	16
PC = -0.619 RPMR + 19.362	0.0464	2.512	0.2542	17.0	16
PC = -0.367 AltR + 17.036	0.4319	2.843	0.0447	19.2	16
PC = -0.444 RPMR + 18.391	0.2351	2.761	0.0991	18.7	16
PC = -0.003 MS + 21.359	0.0753	2.588	0.2087	17.5	16
PC = -0.001 MVS + 16.704	0.4917	2.950	0.0371	19.9	15
PC = 0.026 HV + 13.405	0.0005	1.844	0.6239	12.4	15
PC = 0.505 H + 13.460	0.0005	1.858	0.6179	12.5	15
PC = 0.185 T + 13.448	0.0004	1.814	0.6359	12.2	15
PC = -0.061 RS + 17.212	0.3159	2.888	0.0772	19.4	15
PC = -0.155 O + 22.749	0.0022	2.067	0.5271	13.9	15
FDA = -1.472 AltP + 58.323	0.0002	2.433	0.6315	5.0	16
FDA = -0.925 RPMP + 55.289	0.0285	3.356	0.2987	6.9	16
FDA = -1.771 AltR + 59.310	0.0011	2.696	0.5473	5.6	16
FDA = -1.360 RPMR + 59.488	0.0026	2.866	0.4887	5.9	16
FDA = -0.001 MS + 49.884	0.7905	3.997	0.0052	8.2	16
FDA = -0.001 MVS + 49.293	0.7661	4.011	0.0071	8.3	15
FDA = -0.011 HV + 48.828	0.3632	3.895	0.0639	8.1	15
FDA = -0.190 H + 48.732	0.4291	3.926	0.0487	8.1	15
FDA = -0.014 T + 48.313	0.8763	4.022	0.0019	8.3	15
FDA = 0.027 RS + 47.177	0.7480	4.009	0.0082	8.3	15
FDA = 0.007 O + 47.835	0.9275	4.024	0.0007	8.3	15
FDN = -1.296 AltP + 71.673	0.2133	8.046	0.1083	12.8	16
FDN = -0.696 RPMP + 68.127	0.4729	8.359	0.0374	13.3	16
FDN = -1.234 AltR + 70.551	0.3654	8.266	0.0588	13.1	16
FDN = -0.349 RPMR + 65.819	0.7557	8.490	0.0071	13.5	16
FDN = -0.006 MS + 76.893	0.2119	8.043	0.1089	12.8	16
FDN = -0.009 MVS + 75.803	0.0895	7.880	0.2057	12.5	15
FDN = -0.031 HV + 64.668	0.2466	8.379	0.1017	13.3	15
FDN = -0.560 H + 64.495	0.2833	8.444	0.0879	13.4	15
FDN = -0.134 T + 63.966	0.4839	8.670	0.0384	13.8	15
FDN = 0.281 RS + 52.039	0.1039	7.955	0.1904	12.6	15
FDN = -0.092 O + 67.627	0.6036	8.746	0.0213	13.9	15
DMO = 2.060 AltP + 40.840	0.2357	13.456	0.0988	24.6	16
DMO = 0.992 RPMP + 47.317	0.5396	13.979	0.0275	25.6	16
DMO = 2.014 AltR + 42.299	0.3748	13.768	0.0566	25.2	16
DMO = 1.800 RPMR + 40.037	0.3275	13.681	0.0685	25.0	16
DMO = -0.005 MS + 65.937	0.5515	13.990	0.0259	25.6	16
DMO = -0.001 MVS + 56.144	0.9370	14.579	0.0005	26.5	15
DMO = 0.033 HV + 53.263	0.4587	14.266	0.0429	25.9	15
DMO = 0.783 H + 52.946	0.3664	14.115	0.0631	25.6	15
DMO = -0.106 T + 55.902	0.7384	14.518	0.0089	26.3	15
DMO = -0.143 RS + 60.652	0.6325	14.450	0.0181	26.2	15
DMO = 0.139 O + 48.004	0.6330	14.450	0.0181	26.2	15

Ref.: PC: proteína cruda (%); FDA: fibra detergente ácida (%); FDN: fibra detergente neutra (%); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); RPMP: altura

comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); RPMR: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); H: hoja de la especie forrajera (%); T: tallo de la especie forrajera (%); O: otras especies (%); RS: restos secos (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (%) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 83. Asociaciones entre los parámetros del valor nutritivo y características cuantitativas del forraje rechazado de *T. repens* cv. LE Zapicán.

Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
PC = 0.661 AltP + 11.225	0.0179	2.990	0.3394	16.5	16
PC = 0.344 RPMP + 14.593	0.3460	3.559	0.0636	19.7	16
PC = 0.676 AltR + 11.937	0.0108	2.894	0.3812	16.0	16
PC = 0.436 RPMR + 13.520	0.2731	3.518	0.0851	19.5	16
PC = -0.001 MS + 20.784	0.5819	3.637	0.0222	20.1	16
PC = -0.0003 MVS + 18.223	0.8467	3.671	0.0032	20.8	14
PC = 0.004 HV + 16.014	0.2652	3.484	0.1022	19.7	14
PC = 0.132 H + 15.543	0.1901	3.413	0.1385	19.3	14
PC = 0.139 T + 14.304	0.0837	3.229	0.2286	18.3	14
PC = 0.002 RS + 17.613	0.9766	3.677	0.0001	20.8	14
PC = -0.114 O + 20.670	0.0382	3.051	0.3112	17.3	14
FDA = -1.037 AltP + 51.563	0.0478	5.799	0.2515	14.2	16
FDA = -0.789 RPMP + 48.804	0.2311	6.356	0.1007	15.6	16
FDA = -0.977 AltR + 49.687	0.0542	5.844	0.2397	14.3	16
FDA = -0.469 RPMR + 45.713	0.5239	6.602	0.0296	16.2	16
FDA = -0.0004 MS + 41.731	0.9185	6.700	0.0008	16.4	16
FDA = -0.001 MVS + 42.059	0.6712	4.925	0.0155	12.2	14
FDA = -0.009 HV + 44.130	0.0507	4.206	0.2820	10.4	14
FDA = -0.299 H + 45.234	0.0170	3.878	0.3895	9.6	14
FDA = -0.208 T + 45.446	0.0518	4.212	0.2798	10.4	14
FDA = 0.046 RS + 38.879	0.5445	4.885	0.0314	12.1	14
FDA = 0.149 O + 36.482	0.0452	4.171	0.2940	10.3	14
FDN = -1.795 AltP + 72.736	0.0268	8.806	0.3040	16.3	16
FDN = -1.521 RPMP + 69.523	0.1373	9.728	0.1507	18.0	16
FDN = -1.292 AltR + 65.858	0.1136	9.622	0.1691	17.8	16
FDN = -2.598 RPMR + 81.303	0.0129	8.397	0.3671	15.5	16
FDN = -0.005 MS + 65.757	0.4055	10.289	0.0499	19.0	16
FDN = -0.014 MVS + 77.432	0.0008	6.706	0.6227	12.3	14
FDN = -0.025 HV + 64.693	0.0109	8.243	0.4298	15.1	14
FDN = -0.621 H + 64.607	0.0267	8.823	0.3467	16.2	14
FDN = -0.393 T + 64.129	0.1020	9.720	0.2071	17.8	14
FDN = 0.469 RS + 38.983	0.0004	6.290	0.6680	11.5	14
FDN = -0.124 O + 57.882	0.4838	10.686	0.0417	19.6	14
DMO = 2.391 AltP + 38.229	0.0301	12.026	0.2937	19.1	16
DMO = 1.432 RPMP + 48.527	0.3123	13.779	0.0728	21.9	16
DMO = 2.046 AltR + 44.446	0.0597	12.551	0.2307	19.9	16
DMO = 2.852 RPMR + 33.187	0.0536	12.467	0.2408	19.8	16
DMO = 0.006 MS + 49.552	0.4787	14.046	0.0365	22.3	16
DMO = 0.014 MVS + 39.657	0.0376	12.649	0.3128	20.3	14
DMO = 0.029 HV + 50.397	0.0406	12.721	0.3050	20.4	14
DMO = 0.699 H + 51.018	0.0868	13.435	0.2247	21.6	14
DMO = 0.579 T + 48.240	0.0824	13.386	0.2304	21.5	14
DMO = -0.391 RS + 75.283	0.0774	13.327	0.2372	21.4	14
DMO = -0.081 O + 64.386	0.7457	15.189	0.0091	24.4	14

Ref.: PC: proteína cruda (%); FDA: fibra detergente ácida (%); FDN: fibra detergente neutra (%); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); RPMP: altura

comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); R<sub>PMR</sub>: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); H: hoja de la especie forrajera (%); T: tallo de la especie forrajera (%); O: otras especies (%); RS: restos secos (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (%) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 84. Asociaciones entre los parámetros de la conducta animal según especie forrajera.

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
D	TP = -0.797 TR + 391.874	<.0001	45.4	0.2961	14.6	128
	TP = -0.848 TD + 387.941	<.0001	37.1	0.5288	12.0	128
	TP = -0.166 TA + 311.285	0.7441	54.1	0.0008	17.4	128
	TP = -2.231 T.boc. + 380.766	0.0171	52.9	0.0443	17.0	128
	TR = -0.123 TD + 113.533	0.0824	36.5	0.0237	35.6	128
	TR = -0.139 TA + 103.119	0.6887	36.9	0.0013	36.1	128
	TR = -0.105 T.boc. + 105.627	0.8706	36.9	0.0002	36.1	128
	TD = -0.695 TA + 95.596	0.1090	45.9	0.0203	50.1	128
	TD = 1.933 T.boc. + 30.487	0.0159	45.3	0.0452	49.5	128
	TA = 0.403 T.boc. - 6.881	0.0140	9.3	0.0470	158.2	128
M	TP = -0.680 TR + 405.025	<.0001	47.6	0.2257	13.9	125
	TP = -0.807 TD + 403.766	<.0001	36.9	0.5356	10.8	125
	TP = -2.251 TA + 343.770	0.2854	53.9	0.0093	15.7	125
	TP = -6.981 TBprom. + 556.494	<.0001	44.8	0.3131	13.1	125
	TR = -0.193 TD + 105.870	0.0048	36.6	0.0628	40.1	125
	TR = 1.276 TA + 90.861	0.3868	37.7	0.0061	41.3	125
	TR = 1.715 TBprom. + 38.872	0.0280	37.1	0.0387	40.6	125
	TD = -0.025 TA + 75.369	0.9898	49.1	0.0000	65.1	125
	TD = 5.322 TBprom. - 87.414	<.0001	43.3	0.2212	57.5	125
	TA = -0.055 T.boc. + 2.048	0.2510	2.3	0.0107	639.4	125
R	TP = -0.536 TR + 395.657	<.0001	39.0	0.1816	11.3	126
	TP = -0.703 TD + 391.742	<.0001	32.4	0.4371	9.4	126
	TP = -2.210 TA + 350.192	0.0008	41.2	0.0865	12.0	126
	TP = -1.798 T.boc. + 398.845	0.0580	42.5	0.0287	12.3	126
	TR = -0.326 TD + 117.583	<.0001	31.6	0.1492	33.1	126
	TR = -0.232 TA + 96.202	0.6663	34.3	0.0015	35.8	126
	TR = 0.066 T.boc. + 93.596	0.9307	34.3	0.0001	35.9	126
	TD = 1.441 TA + 63.606	0.0220	39.7	0.0416	59.0	126
	TD = 1.781 T.boc. + 13.464	0.0459	39.9	0.0318	59.3	126
	TA = -0.049 T.boc. + 4.095	0.7014	5.7	0.0012	219.0	126
TB	TP = -0.374 TR + 289.221	0.0025	46.4	0.0701	17.6	128
	TP = -0.701 TD + 385.077	<.0001	31.0	0.5834	11.8	128
	TP = 1.346 TA + 260.052	0.0676	47.4	0.0263	18.1	128
	TP = -0.219 T.boc. + 270.124	0.8198	48.1	0.0004	18.3	128
	TR = -0.267 TD + 117.391	<.0001	31.0	0.1691	43.8	128
	TR = 0.255 TA + 70.273	0.6267	34.0	0.0019	48.0	128
	TR = -0.846 T.boc. + 99.361	0.2118	33.8	0.0123	47.8	128
	TD = -2.602 TA + 179.675	0.0010	50.2	0.0826	28.7	128

TD = 0.955 T.boc. + 142.256	0.3610	52.2	0.0066	29.9	128
TA = 0.111 T.boc. - 1.741	0.3382	5.8	0.0073	289.3	128

Ref.: E.F.: especie forrajera; D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; TP: tiempo de pastoreo (min); TR: tiempo de rumia (min); TD: tiempo dedicado a otras actividades (min); TA: tiempo dedicado a consumir agua (min); T.boc.: tasa de bocado promedio en los momentos de concentración del pastoreo (bocados/min); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (min) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 85. Asociaciones entre las características del forraje ofrecido y los parámetros de conducta animal.

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
<i>L. corniculatus</i> cv. INIA Draco	TP = -1.089 DMO + 387.158	0.1674	38.831	0.1315	12.5	16
	TP = 2.111 RS + 240.401	0.005	30.725	0.5266	9.9	13
	TP = -0.040 MS + 410.374	0.1005	37.711	0.1809	12.2	16
	TP = -0.062 MVS + 414.753	0.0024	28.850	0.5826	9.3	13
	TP = -0.098 HV + 362.296	0.0113	32.923	0.4565	10.6	13
	TP = -5.431 AltR + 369.701	0.0137	33.287	0.3618	10.7	16
	TP = -9.670 RPMR + 423.691	0.0023	29.588	0.4958	9.5	16
	TR = 0.061 DMO + 97.989	0.8992	24.626	0.0012	24.1	16
	TR = -0.082 RS + 109.128	0.8628	23.564	0.0028	22.1	13
	TR = 0.011 MS + 74.391	0.4562	24.140	0.0403	23.6	16
	TR = 0.003 MVS + 100.718	0.7983	23.524	0.0062	22.1	13
	TR = 0.009 HV + 101.734	0.7099	23.443	0.0131	22.0	13
	TR = -0.131 AltR + 103.740	0.928	24.634	0.0006	24.1	16
	TR = 2.291 RPMR + 75.447	0.2899	23.641	0.0795	23.1	16
	TD = 0.973 DMO + 22.864	0.1266	31.103	0.1586	34.0	16
	TD = -2.021 RS + 154.138	0.0003	19.507	0.7166	22.2	13
	TD = 0.027 MS + 24.726	0.1853	31.776	0.1217	34.7	16
	TD = 0.056 MVS - 7.521	0.0003	19.652	0.7124	22.4	13
	TD = 0.082 HV + 43.988	0.0096	26.666	0.4705	30.4	13
	TD = 5.357 AltR + 32.940	0.0014	23.204	0.5317	25.4	16
	TD = 7.047 RPMR + 8.895	0.0088	26.316	0.3976	28.8	16
	TA = 0.055 DMO + 1.989	0.5955	5.242	0.0206	89.5	16
	TA = -0.008 RS + 6.332	0.9419	5.717	0.0005	94.4	13
	TA = 0.002 MS + 0.509	0.5074	5.212	0.0320	89.0	16
	TA = 0.002 MVS + 2.050	0.4551	5.569	0.0517	91.9	13
	TA = 0.008 HV + 1.982	0.1658	5.219	0.1669	86.2	13
	TA = 0.205 AltR + 3.618	0.5082	5.212	0.0319	89.0	16
	TA = 0.332 RPMR + 1.967	0.4806	5.201	0.0361	88.8	16

Anexo 85. (continuación)

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
<i>L. pedunculatus</i> cv. Maku	TP = 1.049 DMO + 268.303	0.6284	47.021	0.0172	13.7	16
	TP = 1.311 RS + 313.289	0.068	42.866	0.2336	12.4	15
	TP = -0.064 MS + 493.569	0.0156	38.218	0.3507	11.1	16
	TP = -0.051 MVS + 438.261	0.0071	36.681	0.4388	10.7	15
	TP = -0.107 HV + 409.657	0.001	31.778	0.5788	9.2	15
	TP = -9.717 AltR + 416.924	<.0001	22.823	0.7685	6.6	16
	TP = -13.333 RPMR + 468.821	0.0001	27.765	0.6573	8.1	16
	TR = 1.708 DMO - 30.949	0.1532	25.092	0.1401	27.5	16
	TR = -0.795 RS + 110.189	0.0515	24.121	0.2613	26.4	15
	TR = 0.009 MS + 69.407	0.5797	26.753	0.0225	29.4	16
	TR = 0.018 MVS + 58.011	0.1289	25.595	0.1683	28.0	15
	TR = 0.029 HV + 73.670	0.1887	26.193	0.1290	28.7	15
	TR = 2.370 AltR + 73.136	0.1527	25.087	0.1404	27.5	16
	TR = 4.716 RPMR + 46.687	0.0472	23.392	0.2527	25.7	16
	TD = -2.805 DMO + 275.701	0.144	40.208	0.1461	53.4	16
	TD = -0.540 RS + 86.693	0.4355	43.671	0.0474	59.1	15
	TD = 0.055 MS - 53.828	0.0258	36.210	0.3074	48.1	16
	TD = 0.034 MVS + 12.429	0.0739	39.386	0.2252	53.3	15
	TD = 0.079 HV + 26.083	0.0158	35.464	0.3719	48.0	15
	TD = 7.378 AltR + 19.335	0.0015	29.941	0.5265	39.8	16
	TD = 8.695 RPMR - 6.610	0.0194	35.558	0.3322	47.2	16
	TA = 0.048 DMO - 3.055	0.1896	0.771	0.1195	209.4	16
	TA = 0.024 RS - 0.172	0.0536	0.729	0.2572	185.6	15
	TA = -0.0002 MS + 0.852	0.6854	0.817	0.0121	221.8	15
	TA = -0.0005 MVS + 1.299	0.1746	0.786	0.1370	200.1	15
	TA = -0.0003 HV + 0.590	0.6359	0.839	0.0178	213.5	15
	TA = -0.031 AltR + 0.605	0.5483	0.811	0.0263	220.1	16
	TA = -0.078 RPMR + 1.102	0.3054	0.790	0.0748	214.6	16

Anexo 85. (continuación)

<b>E.F.</b>	<b>Modelo</b>	<b>P</b>	<b>E.S.</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>n</b>
<i>L. subiflorus</i> cv. El Rincón	TP = 0.253 DMO + 327.034	0.7658	31.884	0.0065	9.3	16
	TP = 1.420 RS + 297.059	0.0133	25.828	0.4413	7.6	13
	TP = -0.050 MS + 436.890	0.0032	23.228	0.4728	6.7	16
	TP = -0.049 MVS + 408.066	0.0021	22.084	0.5915	6.5	13
	TP = -0.054 HV + 353.949	0.0693	29.540	0.2691	8.6	13
	TP = -7.737 AltR + 396.327	0.0002	19.153	0.6415	5.6	16
	TP = -8.496 RPMR + 418.956	<.0001	17.595	0.6975	5.1	16
	TR = -0.244 DMO + 112.393	0.6785	22.014	0.0126	23.0	16
	TR = -0.407 RS + 108.369	0.3742	23.546	0.0724	24.6	13
	TR = 0.008 MS + 80.974	0.5561	21.873	0.0253	22.8	16
	TR = 0.010 MVS + 81.810	0.4584	23.816	0.0510	24.9	13
	TR = -0.019 HV + 100.110	0.3816	23.573	0.0702	24.7	13
	TR = 0.360 AltR + 93.396	0.843	22.123	0.0029	23.1	16
	TR = 1.428 RPMR + 83.265	0.4515	21.695	0.0411	22.6	16
	TD = 0.034 DMO + 65.034	0.9691	32.911	0.0001	48.9	16
	TD = -0.949 RS + 99.528	0.1509	32.947	0.1781	47.2	13
	TD = 0.037 MS - 2.198	0.0477	28.471	0.2517	42.3	16
	TD = 0.035 MVS + 21.497	0.0619	30.794	0.2820	44.1	13
	TD = 0.068 HV + 53.989	0.0214	28.260	0.3953	40.5	13
	TD = 6.946 AltR + 20.598	0.0026	23.541	0.4884	35.0	16
	TD = 6.533 RPMR + 9.908	0.0098	25.715	0.3895	38.2	16
	TA = -0.044 DMO + 5.539	0.5831	2.963	0.0221	114.9	16
	TA = -0.064 RS + 5.044	0.2708	2.975	0.1089	98.2	13
	TA = 0.004 MS - 5.666	0.06	2.268	0.4268	88.0	16
	TA = 0.003 MVS - 1.374	0.0475	2.615	0.3114	86.3	13
	TA = 0.005 HV + 1.953	0.0867	2.741	0.2433	90.5	13
	TA = 0.431 AltR - 0.321	0.0623	2.635	0.2267	102.2	16
	TA = 0.535 RPMR - 2.128	0.0235	2.479	0.3152	96.1	16

Anexo 85. (continuación)

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
<i>T. repens</i> cv. LE Zapicán	TP = 1.178 DMO + 182.460	0.1749	37.903	0.1273	14.4	16
	TP = -0.342 RS + 270.663	0.753	40.426	0.0073	15.4	16
	TP = 0.009 MS + 242.776	0.7124	40.370	0.0100	15.4	16
	TP = 0.016 MVS + 233.468	0.5522	40.047	0.0258	15.2	16
	TP = -0.022 HV + 275.055	0.7498	40.422	0.0075	15.4	16
	TP = 3.266 AltR + 223.712	0.2358	38.518	0.0988	14.7	16
	TP = 3.380 RPMR + 219.267	0.3539	39.304	0.0616	15.0	16
	TR = -0.076 DMO + 75.956	0.8755	21.886	0.0018	30.9	16
	TR = -0.395 RS + 79.931	0.4984	21.538	0.0334	30.4	16
	TR = -0.025 MS + 128.262	0.0332	18.525	0.2849	26.2	16
	TR = -0.021 MVS + 109.097	0.1358	20.175	0.1518	28.5	16
	TR = -0.049 HV + 98.819	0.1645	20.395	0.1332	28.8	16
	TR = -2.010 AltR + 94.800	0.1729	20.452	0.1284	28.9	16
	TR = -3.478 RPMR + 115.505	0.0642	19.299	0.2238	27.3	16
	TD = -1.198 DMO + 256.127	0.2178	42.686	0.1063	24.5	16
	TD = 0.843 RS + 154.955	0.4828	44.337	0.0358	25.4	16
	TD = 0.015 MS + 140.271	0.5686	44.613	0.0238	25.6	16
	TD = 0.002 MVS + 171.629	0.9586	45.149	0.0002	25.9	16
	TD = 0.068 HV + 135.646	0.3597	43.773	0.0602	25.1	16
	TD = -1.573 AltR + 193.287	0.6154	44.733	0.0185	25.6	16
	TD = -0.235 RPMR + 177.510	0.9546	45.148	0.0002	25.9	16
	TA = 0.096 DMO - 4.543	0.1722	3.065	0.1288	153.8	16
	TA = -0.106 RS + 4.451	0.2157	3.103	0.1072	155.7	16
	TA = 0.001 MS - 1.310	0.4473	3.214	0.0418	161.3	16
	TA = 0.003 MVS - 4.193	0.1057	2.981	0.1761	149.6	16
	TA = 0.003 HV + 0.480	0.6278	3.255	0.0172	163.4	16
	TA = 0.317 AltR - 1.799	0.1496	3.041	0.1424	152.6	16
	TA = 0.332 RPMR - 2.282	0.2562	3.131	0.0910	157.1	16

Ref.: E.F.: especie forrajera; TP: tiempo de pastoreo (min); TR: tiempo de rumia (min); TD: tiempo dedicado a otras actividades (min); TA: tiempo dedicado a consumir agua (min); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); RS: restos secos (%); MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); AltR: altura de regla medida

dentro del rectángulo (cm); RPMR: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (min) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 86. Asociaciones entre las características del forraje rechazado y los parámetros de conducta animal.

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
<i>L. corniculatus</i> cv. INIA Draco	TP = 0.157 DMO + 301.357	0.8581	41.619	0.0024	13.4	16
	TP = 1.461 RS + 246.494	0.0472	36.021	0.2527	11.6	16
	TP = -0.022 MS + 368.006	0.8500	40.461	0.0571	13.0	16
	TP = -0.036 MVS + 363.862	0.0807	37.221	0.2021	12.0	16
	TP = 0.007 HV + 308.590	0.9249	41.654	0.0007	13.4	16
	TP = -7.516 AltR + 365.957	0.2321	39.523	0.1003	12.7	16
	TP = -9.344 RPMR + 388.142	0.1565	38.685	0.1380	12.5	16
	TR = 0.450 DMO + 76.602	0.3791	23.946	0.0556	23.4	16
	TR = 0.038 RS + 100.664	0.9360	24.635	0.0005	24.1	16
	TR = -0.004 MS + 113.944	0.7641	24.559	0.0066	24.0	16
	TR = -0.004 MVS + 107.481	0.7868	24.574	0.0054	24.0	16
	TR = -0.082 HV + 121.440	0.0587	21.591	0.2322	21.1	16
	TR = 0.265 AltR + 100.341	0.9446	24.637	0.0004	24.1	16
	TR = 4.875 RPMR + 61.702	0.2153	23.280	0.1074	22.8	16
	TD = -0.478 DMO + 118.810	0.4999	33.341	0.0331	36.4	16
	TD = -1.431 RS + 154.033	0.0130	26.997	0.3661	29.5	16
	TD = 0.033 MS + 7.065	0.0966	30.615	0.1848	33.5	16
	TD = 0.041 MVS + 31.118	0.0099	26.520	0.3883	29.0	16
	TD = 0.058 HV + 77.942	0.3532	32.843	0.0618	35.9	16
	TD = 7.504 AltR + 35.972	0.1370	31.244	0.1509	34.1	16
	TD = 4.934 RPMR + 50.426	0.3684	32.907	0.0581	36.0	16
	TA = -0.129 DMO + 13.231	0.2352	5.028	0.0990	85.8	16
	TA = -0.068 RS + 8.809	0.4981	5.208	0.0334	88.9	16
	TA = -0.006 MS + 20.986	0.0525	4.610	0.2428	78.7	16
	TA = -0.001 MVS + 7.539	0.6826	5.265	0.0123	89.9	16
	TA = 0.016 HV + 2.028	0.0812	4.734	0.2014	80.8	16
	TA = -0.253 AltR + 7.729	0.7579	5.279	0.0070	90.1	16
	TA = -0.465 RPMR + 9.731	0.5912	5.241	0.0211	89.4	16

Anexo 86. (continuación)

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
<i>L. pedunculatus</i> cv. Maku	TP = 0.554 DMO + 309.969	0.5001	46.639	0.0331	13.6	16
	TP = 1.561 RS + 284.620	0.0625	41.488	0.2420	12.2	15
	TP = 0.009 MS + 322.060	0.7404	47.238	0.0081	13.8	16
	TP = -0.020 MVS + 371.491	0.4139	46.400	0.0519	13.6	15
	TP = -0.039 HV + 354.464	0.5469	46.968	0.0286	13.8	15
	TP = -10.097 AltR + 399.800	0.3332	45.815	0.0670	13.3	16
	TP = -9.509 RPMR + 411.194	0.2258	44.925	0.1029	13.1	16
	TR = 0.166 DMO + 81.105	0.7240	26.934	0.0092	29.6	16
	TR = -0.268 RS + 101.493	0.6077	27.564	0.0208	30.0	15
	TR = -0.010 MS + 115.628	0.4985	26.604	0.0333	29.2	16
	TR = -0.001 MVS + 94.065	0.9246	27.846	0.0007	30.3	15
	TR = -0.030 HV + 102.823	0.4229	27.150	0.0500	29.5	15
	TR = 4.817 AltR + 64.121	0.4208	26.417	0.0468	29.0	16
	TR = 5.862 RPMR + 49.217	0.1885	25.382	0.1201	27.9	16
	TD = -0.711 DMO + 117.976	0.3416	42.079	0.0647	55.9	16
	TD = -1.314 RS + 124.240	0.0962	39.675	0.1984	51.3	15
	TD = 0.002 MS + 70.944	0.9411	43.503	0.0004	57.8	16
	TD = 0.022 MVS + 43.083	0.3312	42.672	0.0727	55.2	15
	TD = 0.070 HV + 51.764	0.2302	41.836	0.1086	54.1	15
	TD = 5.345 AltR + 45.345	0.5810	43.024	0.0223	57.1	16
	TD = 3.839 RPMR + 47.851	0.6021	43.076	0.0199	57.2	16
	TA = -0.010 DMO + 0.950	0.4961	0.808	0.0337	219.3	16
	TA = 0.021 RS - 0.353	0.1737	0.786	0.1375	200.0	15
	TA = -0.0004 MS + 1.368	0.3601	0.797	0.0601	216.3	16
	TA = -0.001 MVS + 1.361	0.1401	0.776	0.1596	197.5	15
	TA = -0.002 HV + 0.949	0.1674	0.784	0.1412	199.6	15
	TA = -0.065 AltR + 0.735	0.7212	0.818	0.0094	222.1	16
	TA = -0.192 RPMR + 1.738	0.1545	0.762	0.1393	207	16

Anexo 86. (continuación)

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
<i>L. subbiflorus</i> cv. El Rincón	TP = 0.278 DMO + 329.089	0.6500	31.746	0.0151	9.2	16
	TP = 1.329 RS + 288.673	0.0095	21.620	0.4152	6.4	15
	TP = -0.015 MS + 377.564	0.4340	31.272	0.0443	9.1	16
	TP = -0.027 MVS + 378.324	0.1184	25.648	0.1770	7.5	15
	TP = -0.204 HV + 351.475	0.0080	21.348	0.4298	6.3	15
	TP = -3.986 AltR + 368.700	0.4380	31.285	0.0435	9.1	16
	TP = -0.481 RPMR + 348.165	0.9092	31.973	0.0010	9.3	16
	TR = -0.421 DMO + 118.828	0.3130	21.336	0.0726	22.3	16
	TR = 0.238 RS + 87.587	0.6067	22.337	0.0210	23.1	15
	TR = 0.024 MS + 41.469	0.0507	19.239	0.2459	20.1	16
	TR = 0.011 MVS + 81.656	0.4530	22.073	0.0440	22.8	15
	TR = -0.084 HV + 101.485	0.2165	21.239	0.1149	21.9	15
	TR = 7.542 AltR + 49.577	0.0212	18.203	0.3249	19.0	16
	TR = 4.028 RPMR + 63.128	0.1528	20.541	0.1404	21.4	16
	TD = 0.130 DMO + 60.261	0.8373	32.861	0.0031	48.8	16
	TD = -1.530 RS + 129.657	0.0071	23.704	0.4390	33.7	15
	TD = -0.009 MS + 87.763	0.6435	32.653	0.0157	48.5	16
	TD = 0.016 MVS + 47.433	0.4184	30.830	0.0510	43.8	15
	TD = 0.269 HV + 55.522	0.0008	20.196	0.5928	28.7	15
	TD = -3.825 AltR + 90.798	0.4702	32.283	0.0379	47.9	16
	TD = -3.479 RPMR + 95.583	0.4177	32.122	0.0475	47.7	16
	TA = 0.014 DMO + 1.822	0.8097	2.990	0.0043	116.0	16
	TA = -0.038 RS + 4.083	0.5542	3.060	0.0276	116.6	15
	TA = -0.0003 MS + 3.205	0.8765	2.994	0.0018	116.1	16
	TA = 0.00003 MVS + 2.587	0.9891	3.103	0.0000	118.2	15
	TA = 0.020 HV + 1.518	0.0215	2.512	0.3443	95.7	15

TA = 0.270 AltR + 0.925	0.5776	2.962	0.0227	114.9	16
TA = -0.067 RPMR + 3.124	0.8649	2.993	0.0021	116.1	16

Anexo 86. (continuación)

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
<i>T. repens</i> cv. LE Zapicán	TP = -0.164 DMO + 273.056	0.8318	40.506	0.0033	15.4	16
	TP = 0.028 RS + 265.719	0.9652	41.383	0.0002	15.5	14
	TP = -0.025 MS + 325.012	0.2410	38.562	0.0967	14.7	16
	TP = -0.015 MVS + 292.171	0.4231	40.248	0.0542	15.1	14
	TP = -0.036 HV + 281.390	0.3827	40.039	0.0640	15.0	14
	TP = -5.738 AltR + 314.881	0.0629	35.702	0.2258	13.6	16
	TP = -8.677 RPMR + 353.534	0.0362	34.495	0.2772	13.1	16
	TR = -0.166 DMO + 81.260	0.6889	21.777	0.0118	30.8	16
	TR = -0.068 RS + 74.852	0.8434	22.140	0.0034	30.5	14
	TR = 0.011 MS + 43.225	0.3407	21.183	0.0650	29.9	16
	TR = 0.008 MVS + 59.448	0.4419	21.615	0.0501	29.8	14
	TR = -0.006 HV + 75.180	0.7779	22.101	0.0069	30.4	14
	TR = -1.797 AltR + 87.111	0.3016	21.058	0.0759	29.8	16
	TR = 0.328 RPMR + 67.346	0.8921	21.891	0.0014	30.9	16
	TD = 0.358 DMO + 151.920	0.6756	44.861	0.0129	25.7	16
	TD = 0.052 RS + 166.753	0.9378	42.895	0.0005	25.5	14
	TD = 0.016 MS + 134.378	0.5047	44.415	0.0324	25.5	16
	TD = 0.008 MVS + 154.523	0.6757	42.581	0.0151	25.3	14
	TD = 0.044 HV + 150.600	0.3039	40.981	0.0877	24.3	14
	TD = 7.819 AltR + 103.438	0.0181	36.726	0.3384	21.0	16
	TD = 8.980 RPMR + 80.516	0.0542	39.370	0.2398	22.6	16
	TA = -0.028 DMO + 3.764	0.6513	3.259	0.0150	163.6	16
	TA = -0.012 RS + 2.677	0.8218	3.431	0.0044	150.7	14
	TA = -0.002 MS + 7.385	0.2079	3.096	0.1107	155.4	16

TA = -0.001 MVS + 3.857	0.5530	3.386	0.0301	148.7	14
TA = -0.001 HV + 2.830	0.6973	3.416	0.0131	150.0	14
TA = -0.284 AltR + 4.570	0.2756	3.142	0.0842	157.7	16
TA = -0.632 RPMR + 8.605	0.0638	2.892	0.2245	145.2	16

Ref.: E.F.: especie forrajera; TP: tiempo de pastoreo (min); TR: tiempo de rumia (min); TD: tiempo dedicado a otras actividades (min); TA: tiempo dedicado a consumir agua (min); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); RS: restos secos (%); MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); RPMR: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (min) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 87. Asociaciones entre los parámetros del forraje ofrecido y la ganancia de peso vivo.

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
D	GMD = 5.9 AltR + 124.4	0.0315	52.2	0.1451	27.7	32
	GMD = 6.0 AltP + 109.9	0.0015	47.6	0.2904	25.3	32
	GMD = 12.4 RPMR + 49.7	0.0007	46.5	0.3216	24.7	32
	GMD = 9.1 RPMP + 87.2	0.0141	51.0	0.1847	27.1	32
	GMD = 0.012 MS + 156.0	0.4851	56.0	0.0164	29.8	32
	GMD = 0.049 MVS + 97.9	0.0255	53.0	0.1716	28.2	29
	GMD = 0.107 HV + 122.7	0.0046	50.1	0.2618	26.6	29
	GMD = 6.3 PC + 77.1	0.4497	56.2	0.0414	28.5	16
	GMD = -2.3 FDA + 290.5	0.3883	55.8	0.0536	28.3	16
	GMD = 0.1 FDN + 188.0	0.9622	57.4	0.0002	29.1	16
	GMD = 0.5 DMO + 158.4	0.6235	56.9	0.0177	28.8	16
M	GMD = 18.4 AltR + 53.2	<.0001	50.2	0.5925	25.6	32
	GMD = 14.4 AltP + 55.7	<.0001	55.2	0.5081	28.1	32
	GMD = 25.2 RPMR - 37.1	<.0001	49.7	0.6020	25.3	32
	GMD = 15.9 RPMP + 52.1	0.0039	68.3	0.2457	34.9	32
	GMD = 0.062 MS + 44.4	0.0588	74.1	0.1139	37.8	32
	GMD = 0.087 MVS + 31.0	0.0004	64.3	0.3555	32.8	31
	GMD = 0.167 HV + 88.6	<.0001	56.0	0.5104	28.6	31
	GMD = 15.3 PC - 119.5	0.1831	87.6	0.1229	45.1	16
	GMD = -9.9 FDA + 583.3	0.0919	84.2	0.1896	43.4	16
	GMD = 2.7 FDN + 10.8	0.7295	93.2	0.0088	48	16
GMD = 1.7 DMO + 69.8	0.684	93.0	0.0122	47.9	16	
R	GMD = 17.6 AltR + 32.2	0.0033	75.1	0.2533	48.1	32
	GMD = 14.9 AltP + 30.5	0.0037	75.4	0.2478	48.3	32
	GMD = 15.4 RPMR + 18.7	0.0137	78.4	0.1860	50.3	32
	GMD = 10.3 RPMP + 60.6	0.0713	82.3	0.1044	52.7	32
	GMD = 0.052 MS + 52.1	0.1565	84.0	0.0658	53.8	32
	GMD = 0.113 MVS - 2.1	0.0005	68.9	0.3638	42.8	29

	GMD = 0.192 HV + 106.0	<.0001	49.7	0.6684	30.9	29
	GMD = 15.9 PC - 143.8	0.0128	71.3	0.3674	48.7	16
	GMD = -1.2 FDA + 195.5	0.6970	89.1	0.0112	60.9	16
	GMD = -7.1 FDN + 654.6	0.183	83.9	0.1229	57.4	16
	GMD = -3.0 DMO + 347.7	0.2008	84.4	0.1140	57.7	16
TB	GMD = -0.2 AltR + 228.1	0.9549	60.7	0.0001	26.9	32
	GMD = 2.5 AltP + 188.6	0.3616	59.9	0.0278	26.5	32
	GMD = -1.4 RPMR + 244.6	0.7333	60.6	0.0039	26.8	32
	GMD = 5.0 RPMP + 157.3	0.0957	57.9	0.0898	25.6	32
	GMD = -0.022 MS + 277.4	0.3316	59.8	0.0314	26.5	32
	GMD = -0.021 MVS + 264.2	0.4201	60.1	0.0218	26.6	32
	GMD = -0.034 HV + 248.7	0.429	60.1	0.0210	26.6	32
	GMD = 0.6 PC + 236.0	0.9159	65.2	0.0008	26.3	16
	GMD = -2.6 FDA + 339.8	0.3583	63.3	0.0605	25.5	16
	GMD = -8.5 FDN + 796.6	0.0674	57.7	0.2192	23.2	16
	GMD = -2.1 DMO + 393.6	0.1233	59.8	0.1611	24.1	16

Ref.: E.F.: especie forrajera; D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; GMD: ganancia media diaria (g/an/día); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); RPMR: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); RPMP: altura comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); PC: proteína cruda (%); FDA: fibra detergente ácida (%); FDN: fibra detergente neutra (%); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (min) y C.V.: coeficiente de variación.

#### Anexo 88. Asociaciones entre los parámetros del forraje rechazado y la ganancia de peso vivo.

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
D	GMD = 7.5 AltR + 130.8	0.0925	53.9	0.0915	28.6	32
	GMD = -3.2 AltP + 220.1	0.5328	59.0	0.0151	30.7	28
	GMD = 2.3 RPMR + 169.6	0.7309	56.4	0.0040	30	32
	GMD = 2.2 RPMP + 173.0	0.7471	59.3	0.0041	30.9	28
	GMD = 0.011 MS + 161.6	0.6366	56.3	0.0075	29.9	32
	GMD = 0.040 MVS + 128.0	0.1024	54.0	0.0864	28.7	32
	GMD = 0.083 HV + 162.1	0.1546	54.6	0.0664	29	32
	GMD = 5.6 PC + 106.9	0.6018	56.8	0.0200	28.8	16
	GMD = -2.0 FDA + 288.3	0.4926	56.4	0.0343	28.6	16
	GMD = -2.0 FDN + 315.7	0.2072	54.1	0.1111	27.4	16
	GMD = -0.6 DMO + 231.6	0.6158	56.8	0.0185	28.8	16
M	GMD = 5.1 AltR + 166.0	0.6294	78.4	0.0079	40	32
	GMD = 17.9 AltP + 77.4	0.1158	77.7	0.0924	40.8	28
	GMD = 3.8 RPMR + 168.0	0.7144	78.5	0.0045	40	32
	GMD = 8.3 RPMP + 130.4	0.3717	80.3	0.0308	42.1	28
	GMD = -0.021 MS + 245.1	0.5345	78.2	0.0130	39.9	32
	GMD = 0.039 MVS + 134.4	0.1920	76.0	0.0580	38.2	31
	GMD = 0.104 HV + 151.4	0.0813	74.2	0.1011	37.3	31
	GMD = -12.0 PC + 419.9	0.3870	91.0	0.0539	46.9	16
	GMD = -3.9 FDA + 370.3	0.5817	92.5	0.0222	47.6	16
	GMD = -0.9 FDN + 248.0	0.6894	93.0	0.0118	47.9	16
	GMD = 1.0 DMO + 133.6	0.5338	92.2	0.0283	47.5	16
	R	GMD = -1.3 AltR + 164.0	0.8991	86.9	0.0005	55.7
GMD = -4.0 AltP + 180.1		0.7003	92.7	0.0058	59.9	28
GMD = -15.2 RPMR + 275.3		0.0787	82.5	0.0995	52.9	32
GMD = -8.8 RPMP + 219.1		0.3607	91.4	0.0322	59.1	28

	GMD = -0.042 MS + 247.6	0.1927	84.5	0.0559	54.1	32
	GMD = 0.016 MVS + 136.9	0.6743	86.2	0.0062	54.1	31
	GMD = 0.297 HV + 121.2	0.0006	70.1	0.3417	44.1	31
	GMD = 13.0 PC - 45.8	0.1037	81.3	0.1779	55.5	16
	GMD = -0.2 FDA + 156.7	0.9720	89.6	0.0001	61.3	16
	GMD = 0.7 FDN + 102.9	0.8096	89.4	0.0043	61.1	16
	GMD = 1.3 DMO + 74.2	0.4382	87.7	0.0435	59.9	16
TB	GMD = -7.7 AltR + 304.7	0.0133	54.7	0.1875	24.2	32
	GMD = -4.9 AltP + 275.5	0.2307	60.5	0.0548	27.4	28
	GMD = -5.1 RPMR + 280.7	0.1616	58.8	0.0642	26	32
	GMD = -4.1 RPMP + 263.7	0.4260	61.4	0.0243	27.8	28
	GMD = -0.036 MS + 310.4	0.1220	58.3	0.0778	25.8	32
	GMD = -0.038 MVS + 292.8	0.1005	56.3	0.0934	24.7	30
	GMD = -0.041 HV + 248.6	0.3566	58.3	0.0304	25.5	30
	GMD = 2.8 PC + 197.5	0.5576	64.4	0.0251	25.9	16
	GMD = -2.5 FDA + 348.4	0.3466	63.2	0.0635	25.4	16
	GMD = -0.4 FDN + 269.1	0.8195	65.1	0.0038	26.2	16
	GMD = -0.5 DMO + 277.3	0.7109	64.9	0.0101	26.1	16

Ref.: E.F.: especie forrajera; D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; GMD: ganancia media diaria (g/an/día); AltR: altura de regla medida dentro del rectángulo (cm); AltP: altura de regla medida en la parcela (cm); RPMR: altura comprimida medida dentro del rectángulo (unidades de RPM); RPMP: altura comprimida medida en la parcela (unidades de RPM); MS: disponibilidad de materia seca (kg/ha); MVS: disponibilidad de materia verde seca (kg/ha); HV: disponibilidad de hoja de leguminosa verde en base seca (kg/ha); PC: proteína cruda (%); FDA: fibra detergente ácida (%); FDN: fibra detergente neutra (%); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (g/an/día) y C.V.: coeficiente de variación.

#### Anexo 89. Asociaciones entre los parámetros de la conducta animal y ganancia de peso vivo.

E.F.	Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
D	GMD = -0.171 TP + 250.19	0.2791	95.42	0.0093	48.4	128
	GMD = 0.214 TR + 175.28	0.3556	95.54	0.0068	48.5	128
	GMD = 0.031 TD + 194.35	0.8381	95.86	0.0002	48.1	128
	GMD = 1.58 TA + 187.89	0.0775	94.68	0.0245	48.0	128
M	GMD = -0.940 TP + 518.37	<.0001	106.33	0.1843	54.5	124
	GMD = 0.637 TR + 137.19	0.0224	115.23	0.0420	59.0	124
	GMD = 0.752 TD + 138.93	0.0004	111.82	0.0978	57.3	124
	GMD = -0.32 TA + 195.32	0.9440	117.72	0.0000	60.3	124
R	GMD = -0.546 TP + 336.15	0.0319	119.14	0.0372	80.2	124
	GMD = -0.408 TR + 187.49	0.2008	120.60	0.0134	81.2	124
	GMD = 0.883 TD + 88.58	0.0009	115.99	0.0873	78.1	124
	GMD = 0.91 TA + 146.11	0.6338	121.30	0.0019	81.7	124
TB	GMD = 0.293 TP + 171.27	0.1240	102.23	0.0187	41.2	128
	GMD = 0.034 TR + 245.92	0.8994	103.19	0.0001	41.6	128
	GMD = -0.308 TD + 302.17	0.0777	101.92	0.0245	41.0	128
	GMD = 3.84 TA + 240.70	0.0147	100.78	0.0463	40.6	128

Ref.: E.F.: especie forrajera; D: *L. corniculatus* cv. INIA Draco; M: *L. pedunculatus* cv. Maku; R: *L. subbiflorus* cv. El Rincón; TB: *T. repens* cv. LE Zapicán; GMD: ganancia media diaria (g/an/día); TP: tiempo de pastoreo (min); TR: tiempo de rumia (min); TD: tiempo dedicado a otras actividades (min); TA: tiempo dedicado a consumir agua (min); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (g/an/día) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 90. Asociaciones entre el peso vivo y la condición corporal.

Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
PVll = 7.09 CC + 12.11	<.0001	4.18	0.6820	11.5	1144
PVll = 1.07 PVv + 0.34	<.0001	1.21	0.9760	3.4	634
PVv = 6.58 CC + 10.49	<.0001	3.45	0.7733	10.3	634

Ref.: PVll: peso vivo lleno (kg); PVv: peso vivo vacío (kg); CC: condición corporal (unidades); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar (kg) y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 91. Asociaciones entre características medidas pre y pos faena.

Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
PCC = 0.62 PVllf - 7.15	<.0001	1.05	0.8761	5.4	125
PCC = 0.64 PVvf - 6.48	<.0001	0.95	0.8980	4.9	125
PCC = 5.78 CCf - 7.63	<.0001	2.25	0.4336	11.7	124
PCC = 1.04 AOB + 8.89	<.0001	2.17	0.4646	11.2	122
PCC = 0.97 PuntoC + 13.87	<.0001	2.23	0.4323	11.5	122
PCF = 0.60 PVllf - 6.69	<.0001	1.12	0.8563	5.9	126
PCF = 0.62 PVvf - 6.31	<.0001	0.99	0.8869	5.2	126
PCF = 5.73 CCf - 7.81	<.0001	2.22	0.4373	11.7	125
PCF = 1.03 AOB + 8.58	<.0001	2.15	0.4655	11.3	122
PCF = 0.97 PuntoC + 13.50	<.0001	2.20	0.4370	11.6	122
Rend = 0.41 PVllf + 30.10	<.0001	2.41	0.3705	5.1	126
Rend = 0.42 PVvf + 30.58	<.0001	2.41	0.3737	5.1	126
Rend = 5.97 CCf + 19.61	<.0001	2.25	0.4500	4.7	125
Rend = 1.09 AOB + 36.48	<.0001	2.12	0.4996	4.5	122
Rend = 1.02 PuntoC + 41.73	<.0001	2.20	0.4632	4.6	122
GR = 0.64 PVllf - 18.67	<.0001	3.46	0.4147	39.8	126
GR = 0.66 PVvf - 18.17	<.0001	3.43	0.4267	39.3	126
GR = 8.86 CCf - 32.60	<.0001	3.39	0.4428	38.9	125
GR = 1.33 AOB - 4.69	<.0001	3.70	0.3282	42.4	122
GR = 1.86 PuntoC - 1.78	<.0001	2.54	0.6829	29.1	122
PPSH = 0.07 PVllf - 1.03	<.0001	0.12	0.8131	6.0	64
PPSH = 0.074 PVvf - 0.90	<.0001	0.12	0.8286	5.7	64
PPSH = 0.54 CCf - 0.44	<.0001	0.23	0.3925	10.8	63
PPSH = 0.10 AOB + 1.04	<.0001	0.21	0.4675	10.1	63

PPSH = 0.09 PuntoC + 1.56	<.0001	0.21	0.4604	10.2	63
---------------------------	--------	------	--------	------	----

Ref.: PCC: peso de canal caliente (kg); PCF: peso de canal fría (kg); Rend: rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza (%); GR: punto GR (mm); PPSH: peso de pierna sin hueso (kg); PVllf: peso vivo lleno final, esquilado y en establecimiento (kg); PVvf: peso vivo vacío final, esquilado y en establecimiento (kg); CCf: condición corporal final (unidades); AOB: área del ojo de bife (cm<sup>2</sup>); PuntoC: cobertura de grasa sobre el Punto C; P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 92. Asociaciones entre las características pos feana.

Modelo	P	E.S.	R <sup>2</sup>	CV (%)	n
GR = 12.22 PPSH - 16.65	<.0001	3.48	0.5042	39.5	64
GR = 1.16 PCC - 13.64	<.0001	2.92	0.5819	33.7	125
GR = 1.17 PCF - 13.47	<.0001	2.92	0.5824	33.6	126
GR = -5.56 MF + 20.76	<.0001	3.90	0.2769	44.9	119
GR = 1.13 Rend - 45.08	<.0001	2.94	0.5790	33.7	126
PPSH = 0.10 PCC + 0.06	<.0001	0.07	0.9372	3.5	64
PPSH = 0.11 PCF + 0.09	<.0001	0.07	0.9378	3.4	64
PPSH = -0.35 MF + 2.83	<.0001	0.25	0.2716	11.9	61
PPSH = 0.08 Rend - 1.80	<.0001	0.15	0.7418	7.0	64
PCC = 1.01 PCF + 0.26	<.0001	0.18	0.9964	0.9	125
PCC = -3.78 MF + 27.52	<.0001	2.53	0.2969	13.1	119
PCC = 0.82 Rend - 19.41	<.0001	1.69	0.6783	8.8	125
PCF = -3.88 MF + 27.32	<.0001	2.47	0.3172	13.1	119
PCF = 0.79 Rend - 18.38	<.0001	1.72	0.6572	9.1	126

Ref.: PCC: peso de canal caliente (kg); PCF: peso de canal fría (kg); Rend: rendimiento en 2<sup>da</sup> balanza (%); GR: punto GR (mm); PPSH: peso de pierna sin hueso (kg); MF: merma por frío (%); P: probabilidad del modelo; E.S.: error estándar y C.V.: coeficiente de variación.

Anexo 93. Correlaciones entre las determinaciones de la canal y de calidad de la carne.

	pH1	pH3	pH24	T1	T3	T24	L*m	a*m	b*m	L*g	a*g	b*g	Gr.b.	GR	PSH	PCC	PCF
FD	0.11 <sup>1</sup> 0.3712 <sup>2</sup> 64 <sup>3</sup>	-0.11 0.5229 64	0.08 0.2637 64	-0.14 0.5574 64	-0.07 0.6853 64	0.05 0.0035 64	-0.36 0.1528 64	-0.18 0.1528 64	-0.30 0.0154 64	0.16 0.3111 41	-0.05 0.7604 41	-0.14 0.3686 41	-0.14 0.2710 63	-0.12 0.3515 64	-0.07 0.5821 64	-0.09 0.4716 64	-0.10 0.4339 64
pH1		0.37 0.1973 64	0.16 0.0101 64	-0.32 0.1971 64	-0.16 0.4529 64	-0.10 0.7483 64	0.04 0.1568 64	-0.18 0.1568 64	-0.15 0.2305 64	0.22 0.1586 41	-0.15 0.3371 41	0.18 0.2472 41	-0.14 0.2742 63	-0.14 0.2757 64	-0.19 0.1327 64	-0.25 0.0494 64	-0.25 0.0457 64
pH3			-0.17 0.3564 64	-0.12 0.3313 64	0.12 0.3472 64	0.12 0.7984 64	0.03 0.2966 64	0.13 0.2966 64	0.03 0.7893 64	0.13 0.4235 41	0.12 0.4675 41	0.20 0.2131 41	-0.03 0.7976 63	-0.07 0.5754 64	-0.03 0.8108 64	-0.09 0.4847 64	-0.08 0.5131 64
pH24				0.05 0.8573 64	0.02 0.7359 64	-0.04 0.4628 64	0.09 0.2914 64	-0.13 0.2914 64	-0.27 0.0299 64	0.31 0.0490 41	-0.17 0.2930 41	-0.07 0.6731 41	-0.07 0.5868 63	0.12 0.3276 64	0.10 0.4229 64	0.09 0.4768 64	0.09 0.4669 64
T1					0.49 0.3014 64	-0.13 0.4112 64	0.10 0.3634 64	0.12 0.3634 64	0.08 0.5430 64	0.48 0.0016 41	-0.25 0.1148 41	-0.29 0.0656 41	0.75 <.0001 63	0.73 <.0001 64	0.70 <.0001 64	0.76 <.0001 64	0.76 <.0001 64
T3						0.30 0.3345 64	-0.12 0.6484 64	0.06 0.6484 64	0.05 0.6945 64	0.07 0.6577 41	-0.18 0.2582 41	-0.18 0.2687 41	0.63 <.0001 63	0.65 <.0001 64	0.58 <.0001 64	0.58 <.0001 64	0.59 <.0001 64
T24							-0.20 0.1847 64	-0.17 0.1847 64	-0.20 0.1181 64	-0.17 0.2938 41	0.07 0.6457 41	-0.01 0.9580 41	-0.01 0.9465 63	0.01 0.9346 64	0.02 0.8890 64	-0.01 0.9254 64	0.00 0.9976 64
L*m								-0.07 0.5893 64	0.46 0.0001 64	0.14 0.3876 41	0.06 0.7086 41	-0.08 0.6127 41	-0.03 0.8046 63	-0.05 0.7210 64	0.03 0.7974 64	0.07 0.5792 64	0.08 0.5495 64
a*m									0.48	0.24	-0.15	0.13	0.17	0.06	0.11	0.13	0.13

