

ESTUDIOS DE SELECTIVIDAD DE OVINOS Y VACUNOS EN DIFERENTES COMUNIDADES VEGETALES DE LA REGION DE BASALTO*

F. Montossi*
E.J. Berretta**
G. Pigurina***
I. Santamarina****
M. Bemhaja*****
R. San Julián*****
D.F. Risso*****
J. Mieres*****

Palabras clave: selectividad, ovinos, vacunos, campo natural, campo natural fertilizado, mejoramiento de campo, estaciones, valor nutritivo, disponibilidad, altura y estructura del forraje.

INTRODUCCION

La selectividad ha sido interpretada por Robbins (1987) como «un proceso dinámico, multifactorial integrando requerimientos animales y capacidades metabólicas, con un vasto conjunto de plantas con diferentes configuraciones químicas y espaciales que determinan diferentes valores absolutos y relativos de los diferentes componentes de la dieta».

En las últimas dos décadas, los teóricos de la selectividad han realizado muchos esfuerzos para encontrar modelos conceptuales que puedan explicar la complejidad de la misma. Sus propósitos han sido desarrollar modelos apropiados para describir la

selección de la dieta, más que intentar buscar una teoría de selección generalizada (Milne, 1991). Estos modelos constituyen herramientas útiles para entender la complejidad de la relación planta-animal (Gordon y Lascano, 1993; Taylor, 1993).

A pesar de la enorme cantidad de literatura disponible sobre el área de selección de la dieta en rumiantes, no es posible extrapolar principios específicos a situaciones generales. Esto está relacionado a la diversidad de poblaciones de plantas y animales que están implicados en el proceso de selectividad animal y a la complejidad de sus interacciones.

Dada la importancia científica y económica que se asigna al estudio de los factores mencionados para determinar relaciones de causa-efecto entre diferentes comunidades vegetales y animales y sus efectos interactivos sobre la productividad de los sistemas pastoriles (Black y Kenny, 1984; Hodgson, 1985; Malechek y Balph, 1987;

* La información presentada en el presente artículo se encuentra dentro las actividades previstas en el marco Convenio INIA CONICYT (Proyecto N° 079/94).

* Ing. Agr., Ph.D., Jefe Programa Nacional Ovinos –email: fabio@inia.org.uy
** Ing. Agr., Dr. Ing., Programa Pasturas
*** Ing. Agr., M.Sc., Jefe Programa Nacional Bovinos para Carne
**** Bach., Programa Ovinos
***** Ing. Agr., M.Sc., Programa Pasturas
***** Ing. Agr., M.Sc., Programa Ovinos
***** Ing. Agr., M.Sc., Jefe Programa Nacional Pasturas
***** Ing. Agr., M.Sc., Programa Lechería – INIA La Estanzuela

Provenza y Balph, 1990; Milne, 1991; Taylor, 1993; Hodgson *et al.*, 1994), se considera muy apropiado incluir estudios complementarios sobre selección de la dieta en ovinos y vacunos para apoyar los trabajos de investigación en producción animal más aplicados que conduce INIA Tacuarembó en la región de Basalto.

Considerando la importancia nacional y regional que tiene el campo natural como fuente principal de la alimentación de ovinos y vacunos, así como el uso alternativo de otras opciones tecnológicas que mejoran su productividad y valor nutritivo, como son los casos del campo natural fertilizado y mejoramientos de campo, (Risso *et al.*, 1997), surgen una serie de interrogantes que aún no han sido abordadas en profundidad por la investigación nacional. En particular, con referencia al valor nutritivo de la dieta cosechada por los animales bajo condiciones de pastoreo en las comunidades vegetales mencionadas.

La información complementaria proveniente de estudios sobre el valor nutritivo y la composición botánica de la dieta de animales en pastoreo permitiría: (a) determinar el valor nutritivo de la dieta seleccionada en términos de parámetros nutricionales más importantes y sus diferencias con el valor nutritivo del forraje ofrecido, (b) conocer con mayor exactitud el potencial de producción animal de diferentes comunidades vegetales en relación al valor nutritivo de la dieta cosechada por los animales, (c) identificar los diferentes mecanismos de selección y su efecto sobre el consumo animal que operan en condiciones de pastoreo y los factores que la afectan, (d) diseñar estrategias de alimentación para diferentes categorías y estados fisiológicos de animales, (e) determinar capacidad de carga animal (anual y estacional) para diferentes comunidades vegetales y (f) diseñar sistemas de producción mixtos (vacunos y ovinos) más eficientes y sustentables en términos del uso del recurso base (pastura) y de estrategias de suplementación en condiciones de pastoreo.

Como parte de un proyecto de investigación más amplio sobre el tema, algunos de

los objetivos específicos planteados para la realización de esta línea de investigación y del presente artículo han sido:

Disponer de información comparativa para la región de Basalto relacionada a la composición botánica y el valor nutritivo entre la dieta cosechada por animales y el forraje ofrecido a los mismos, considerando diferentes comunidades vegetales (campo natural, campo natural fertilizado y mejoramiento de campo).

Cuantificar el efecto estacional y de medidas de manejo de las comunidades vegetales mencionadas sobre el valor nutritivo de la dieta seleccionada por los animales.

Contar con información complementaria y comparativa sobre el efecto de la especie animal en la composición de la dieta y su valor nutritivo (vacuno versus ovino).

Definir estrategias de alimentación para ovinos y vacunos considerando el tipo de comunidad vegetal, sistema de manejo y efecto estacional.

MATERIALES Y METODOS

Considerando los objetivos mencionados, se planteó realizar una serie de experimentos que se detallan a continuación, con el uso de fistulados de esófago en ovinos y vacunos en la Unidad Experimental «Glencoe» de INIA Tacuarembó, ubicada en la región de Basalto. Estos involucraron el estudio de los siguientes factores: (i) comunidad vegetal ((campo natural (CN), campo natural fertilizado (CNF) y mejoramientos de campo (MEJ)), (ii) variación estacional (otoño, invierno, primavera y verano), (iii) efecto de la disponibilidad de forraje (baja, media y alta) y (iv) especie animal (vacunos y ovinos).

Los experimentos fueron conducidos sobre suelos superficiales negros, medios y profundos para el caso de campo natural o profundos en los casos de campo natural fertilizado y mejoramiento de campo, estos pertenecientes a la unidad de suelos «Queguay Chico».

El forraje disponible del MEJ fue estimado por el método de corte a nivel del suelo

con tijeras eléctricas de esquilar, donde se muestrearon cinco rectángulos de 0,1 m² de área en cada parcela. Se determinó la altura de forraje usando una regla común, con cinco mediciones a lo largo del rectángulo de corte y una medición adicional con el Raising Plate Meter (RPM; Earle y McGowan, 1979). El cálculo de disponibilidad de forraje sobre CN y CNF se realizó en base a diez cortes al ras del suelo por tratamiento, de líneas de cinco metros de largo y un ancho igual al ancho del peine de la tijera eléctrica de corte (7 cm). A nivel de la línea de corte se realizaron quince mediciones de altura del forraje con regla graduada y cinco mediciones de RPM.

La composición botánica de las pasturas fue estimada en base a cinco muestras que fueron cortadas al costado de cada rectángulo (MEJ y CNF) y línea de corte (CN), las cuales fueron analizadas para determinar: (a) los diferentes componentes morfológicos de la pastura ofrecida (hojas, tallos e inflorescencia), (b) estado fisiológico (verde y seco) y (c) especie (leguminosa, gramínea, maleza, etc.).

La distribución vertical de los componentes del tapiz dentro de los diferentes horizontes de las comunidades vegetales consideradas fue evaluada con el uso de un «inclined point quadrat» (Warren Wilson, 1963) ubicado a 32,50 de la horizontal, realizando la medición de 200 contactos en cada parcela, siendo clasificados de acuerdo a especie, morfología y estado fisiológico.

Los estudios de selectividad animal fueron realizados con fistulados de esófago ovinos y vacunos de acuerdo al procedi-

miento descrito por Montossi (1996). De dos a cuatro pares (según intensidad de muestreo) de capones y novillos fistulados en el esófago fueron utilizados diariamente con períodos de acostumbramiento de dos días entre tratamientos, con el fin de obtener dos muestras de extrusa por cada animal en cada una de las parcelas de cada tratamiento. Estas muestras fueron divididas en dos porciones, posteriormente fueron pesadas y conservadas a -20° C. Sobre una de las porciones, la proporción de los diferentes componentes de la dieta cosechada por los fistulados fue evaluada por la técnica descrita por Clark y Hodgson (1986). La porción restante fue liofilizada y utilizada para evaluar el valor nutritivo del forraje ofrecido y de la dieta cosechada (proteína cruda (PC), digestibilidad de la materia orgánica (DMO), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA)), según los métodos de análisis descritos por Montossi (1996).

A continuación se describen las características principales de los experimentos realizados durante 1996 y 1997 sobre las diferentes opciones forrajeras:

Campo Natural

A partir de 1996 se dispuso de tres parcelas experimentales, alambradas con pastor eléctrico que poseían diferentes superficies (6000, 8300 y 9000 m²), las cuales fueron manejadas durante las diferentes estaciones del año con distintas cargas instantáneas para obtener diferentes disponibilidades y estructuras de forraje contrastantes (baja, media y alta) y utilizando fistulados ovinos y vacunos (cuadro 1).

Cuadro 1. Representación esquemática de los factores y sus componentes utilizados sobre el CN.

NIVELES DE DISPONIBILIDAD	ESPECIE ANIMAL	ESTACIONES DEL AÑO
Baja	Vacuno	Otoño
Media	Ovinos	Invierno
Alta		Primavera
		Verano

Campo Natural Fertilizado

Este es un experimento de pastoreo conducido por Berretta *et al.* (en esta publicación) desde marzo de 1994, donde se están utilizando cuatro tratamientos, distribuidos en dos bloques, resultantes de la aplicación del efecto carga animal (0,9; 1,2 y 1,5 UG/ha), con novillos de 2 a 3 años y del efecto fertilización (200 kg/ha de urea y 200 kg/ha de superfostato, distribuidos en dos períodos del año (otoño e invierno) (cuadro 2). En el tratamiento testigo se utilizó una carga de 0,9 UG/ha sin fertilización. Cada parcela fue subdividida en cuatro subparcelas para realizar un manejo controlado del pastoreo con 14 días de ocupación. Estos tratamientos fueron muestreados con fistulados de esófago de ovinos y vacunos en las cuatro estaciones del año.

Mejoramientos de Campo

Este experimento, conducido por Bemhaja *et al.* (en esta publicación), se sembró en marzo de 1994 en cobertura, con las siguientes especies: *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel (10 kg/ha) y *Trifolium repens* cv. Zapicán (3 kg/ha) con una fertilización

inicial y anual de 60 unidades de P_2O_5 /ha. Se utilizan 3 dotaciones de novillos de 2 a 3 años: 1,38; 1,93 y 2,28 UG/ha (cuadro 3). Cada tratamiento está subdividido en cuatro parcelas, donde se realizan pastoreos con frecuencias de cambio de 7 días, siendo el MEJ cerrado al pastoreo aproximadamente por 60 días a partir del 15 de noviembre, dependiendo del efecto año. Estos tratamientos fueron muestreados con fistulados de esófago de ovinos y vacunos en las cuatro estaciones del año.

La evaluación y análisis estadístico de las relaciones entre las características de las comunidades vegetales estudiadas y el efecto de la especie animal, sobre la composición botánica y valor nutritivo de la dieta y el forraje ofrecido y el peso del bocado, se basó en el procedimiento REG (SAS, 1996). El diseño estadístico fue completamente aleatorizado, con un arreglo factorial, donde los factores principales, dependiendo del año de evaluación y del experimento, fueron: plano alimenticio o carga animal, estación del año y especie animal. Los resultados de pasturas y animales fueron analizados por el procedimiento GLM (SAS, 1996) y las medias provenientes de los diferentes

Cuadro 2. Representación esquemática de factores y sus componentes utilizados sobre el CNF.

CARGAS (UG/ha)	FERTILIZACION	ESPECIE ANIMAL	ESTACIONES DEL AÑO
0,9	Si	Vacuno	Otoño
0,9	No	Ovino	Invierno
1,2	Si		Primavera
1,5	Si		Verano

Cuadro 3. Representación esquemática de los factores y sus componentes utilizados sobre el MEJ.

CARGAS (UG/ha)	ESPECIE ANIMAL	ESTACIONES DEL AÑO
1,38	Vacuno	Otoño
1,93	Ovino	Invierno
2,28		Primavera
		Verano

dos por el procedimiento GLM (SAS, 1996) y las medias provenientes de los diferentes tratamientos se contrastaron con el test LSD ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición botánica de la dieta seleccionada por ovinos y vacunos y del forraje ofrecido

En las figuras 1, 2 y 3 se presentan la composición botánica de la extrusa de ovinos (capones) y vacunos (novillos) y del forraje ofrecido para el CN, CNF y MEJ respectivamente en tres estaciones del año (invierno, primavera y verano).

A nivel de las tres comunidades vegetales estudiadas, independientemente de la estación del año, se observa que el componente de mayor importancia relativa de la dieta de ovinos y vacunos en la hoja verde de gramíneas (GVH), siendo este compo-

nente significativamente mayor en la extrusa de ovinos y vacunos (66 - 82%) que en el material ofrecido (32 - 48%) en todas las estaciones y comunidades vegetales evaluadas ($P < 0,001$). Para el CN, la proporción promedio de gramínea hoja verde de las extrusas de ovinos y vacunos fueron 75%, 70% y 108% mayores que en el forraje ofrecido para las estaciones de invierno, primavera y verano respectivamente. En el caso del CNF, las diferencias alcanzaron valores de 106%, 82% y 46% para las estaciones de invierno, primavera y verano respectivamente, siendo de 73 y 130% para la primavera y el verano respectivamente en el MEJ. En contraposición a lo establecido sobre el componente gramínea hoja verde, la proporción de material muerto total (MMTT) (principalmente hoja seca), fue sustancialmente ($P < 0,0001$) mayor en el forraje ofrecido (15% - 56%) que en el promedio de la extrusa de vacunos y ovinos (3,3 - 23%) para todas las estaciones y comunidades vegetales. Para el CN, la proporción promedio de material muerto del forraje ofre-

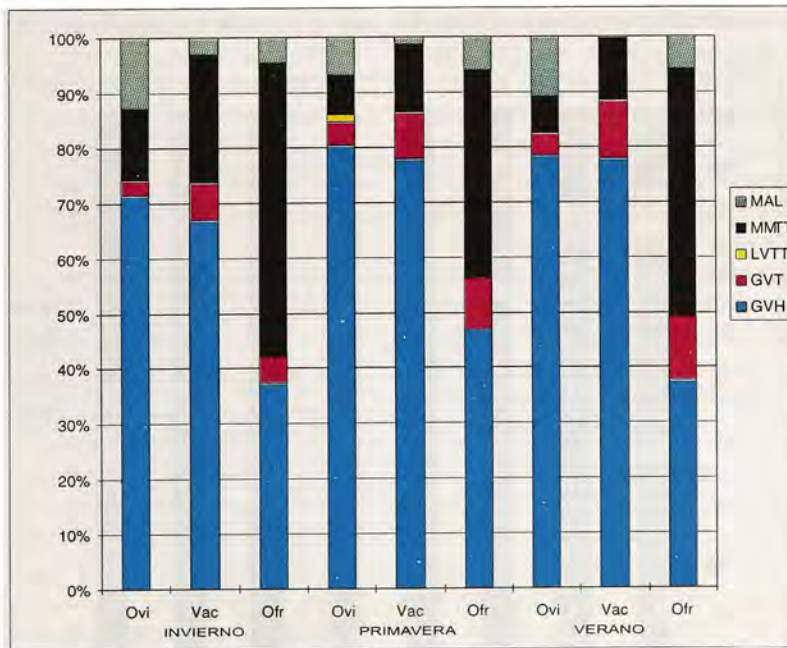


Figura 1. Composición botánica de la extrusa de ovinos y vacunos y del forraje ofrecido en las estaciones de invierno, primavera y verano para el CN.

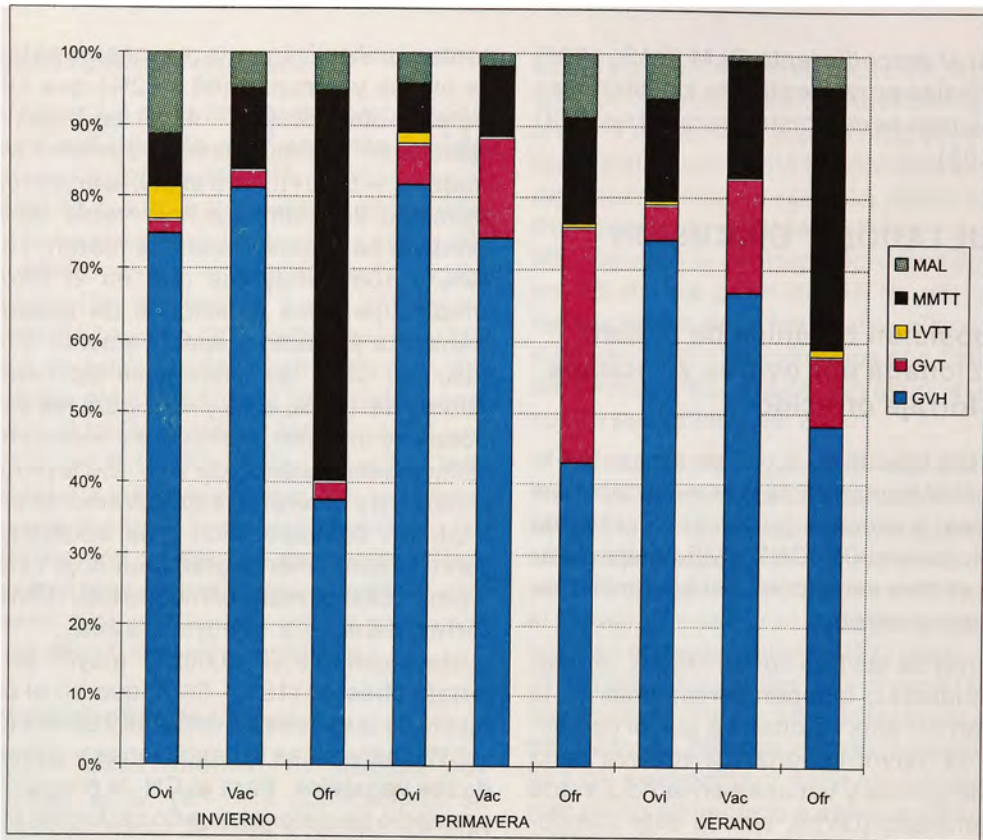


Figura 2. Composición botánica de la extrusa de ovinos y vacunos y del forraje ofrecido en las estaciones de invierno, primavera y verano para el CNF.

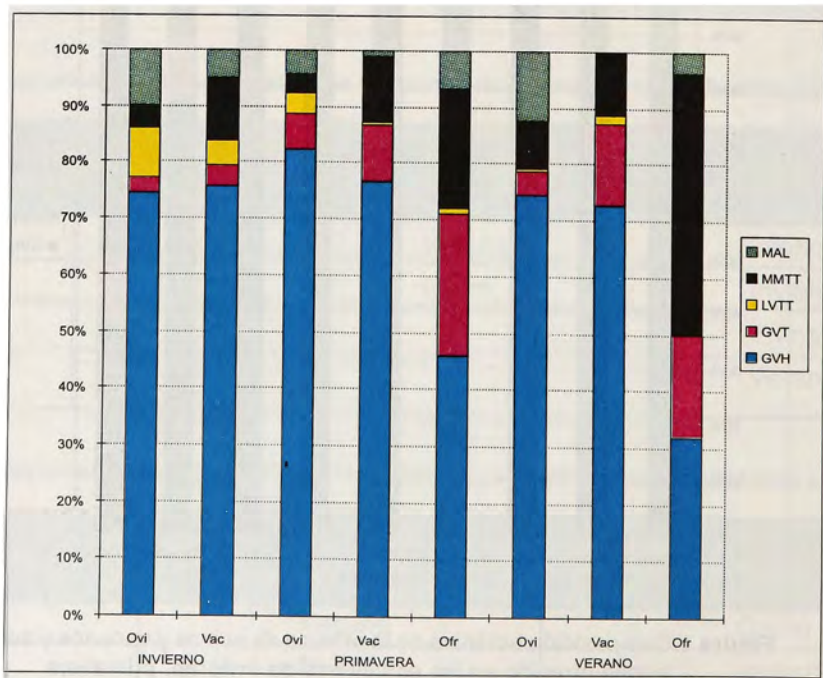


Figura 3. Composición botánica de la extrusa de ovinos y vacunos y del forraje ofrecido en las estaciones de invierno, primavera y verano para el MEJ.

cido fue 337%, 441% y 545% mayor que en las extrusas de ovinos y vacunos para las estaciones de invierno, primavera y verano respectivamente. En el caso del CNF, las diferencias alcanzaron valores de 639%, 182% y 240% para las estaciones de invierno, primavera y verano respectivamente, siendo de 412% y 482% para la primavera y el verano respectivamente en el MEJ.

Ha sido claramente documentado en la bibliografía internacional y nacional que la dieta consumida por animales en pastoreo, generalmente contiene mayor proporción de hojas y tejidos vivos, y menor proporción de tallos y tejidos muertos de las que se encuentran en el forraje ofrecido (Chacon y Stobbs, 1976; Van Dyne, 1980; Arnold, 1981; Clark *et al.*, 1982; Hodgson, 1982, 1985, 1990; L'Huillier *et al.*, 1984; Formoso y Castrillejo, 1989; Vallentine, 1990). 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). Otro factor adicional que puede explicar una alta proporción de hoja verde en la dieta seleccionada por los animales está asociado a la facilidad de prehensión de este componente del tapiz de la pastura, ya que las hojas tienen estructuras menos rígidas y de mayor facilidad de ruptura que los tallos (Hodgson y Grant, 1982; Poppi *et al.*, 1987). Cuando las pasturas contienen más de un 70% de material muerto, la dificultad para cosechar los componentes más nutritivos de la pastura es uno de los principales factores que influyen en el menor consumo alcanzado (Poppi *et al.*, 1987).

Varios trabajos experimentales (Kenny y Black, 1984; Black y Kenny, 1984; Arnold, 1987; Bazely, 1990; Black, 1990; Illius y Gordon, 1990; Laca y Demment, 1991; Illius *et al.*, 1992; Demment *et al.*, 1993; Laca *et al.*, 1993) sugieren que los ovinos y vacunos prefieren el forraje que pueda ser consumido con mayor rapidez. La elección entre diferentes fuentes alternativas de forraje está fuertemente influenciada por la tasa de consumo potencial, la cual está principalmente controlada por: (a) la altura y el volumen de forraje del tapiz, (b) la distribución vertical y horizontal de los diferentes componentes de la planta y de la pastura (Allden y Whittaker,

1970; Stobbs, 1973 a,b, 1975; Hodgson, 1985, 1990; Burlison *et al.*, 1991; Mitchell *et al.*, 1991; Laca y Demment, 1991; Laca *et al.*, 1992; Clark, 1993), (c) la experiencia previa inmediata del animal (Newman *et al.*, 1992), (d) la experiencia de largo plazo (Flores *et al.*, 1989 a,b), y (e) por el grado de apetito del animal (Newman *et al.*, 1994).

En el CN, la proporción de gramínea hoja verde tendió a ser mayor (0 – 8%) en la especie ovina que en la vacuna, pero ésta no alcanzó significancia estadística. La misma tendencia se observó para el CNF y el MEJ, alcanzando valores significativamente mayores ($P < 0,05$) para primavera (81,7 vs 74,4%) y verano (74 vs 66,8%) en el CNF y para la primavera del MEJ (82,2 vs 76,8), siendo similares las proporciones entre ambas especies en el invierno del CNF e invierno y verano del MEJ. En la mayoría de las estaciones y comunidades vegetales estudiadas, existieron diferencias significativas en la proporción de material muerto entre las extrusas de ovinos y vacunos, siendo mayor el contenido de este componente en el vacuno que en ovinos; en invierno ((23 vs 13% ($P < 0,05$); 11,7 vs 7% ($P < 0,05$); 11,3 vs 4% ($P < 0,05$)), en primavera ((12,3 vs 7,4% ($P < 0,05$); 9,9 vs 6,8% ($P < 0,05$); 11, vs 3,3% ($P < 0,05$)) y verano ((11,3 vs 6,6% ($P < 0,10$); 16,5 vs 14,5% (NS); 11,3 vs 8,4% (NS)) para CN, CNF y MEJ respectivamente. Con relación al componente gramínea tallo verde (GVT) se presentaron resultados variables entre estaciones y tipos de vegetación. Sin embargo, se presenta una tendencia a observar una menor proporción de este componente en la dieta de ovinos en comparación con la presencia del mismo en el material ofrecido y la dieta de vacunos.

La morfología dental de animales en pastoreo (ancho y plano de la arcada incisiva) interfiere con la eficiencia de seleccionar partes individuales de las plantas, mientras que la presencia de incisivos estrechos y más puntiagudos en animales en ramoneo permiten una mejor selectividad (Gordon e Illius, 1988). La dimensión del ancho de la arcada incisiva ha sido utilizada para explicar porqué el ganado vacuno es menos capaz o hábil para discriminar entre diferentes componentes del forraje ofrecido que la

especie ovina (Gordon e Illius, 1988; Black, 1990; Milne, 1991). Debido al tamaño más grande de la mandíbula y al uso de la lengua en el vacuno, esta especie es menos precisa en la selección de diferentes partes de las plantas de una pastura, en comparación con los ovinos, particularmente cuando el material verde y muerto están bien mezclados en el tapiz de la pastura. Los ovinos tienen mayor habilidad para seleccionar diferentes especies y componentes de plantas en vegetaciones heterogéneas (Grant *et al.*, 1985; Grant *et al.*, 1987). No obstante, la mandíbula más fuerte y la acción de sacudida de la cabeza del vacuno, le dan a esta especie ventajas comparativas de consumir componentes más fibrosos de la pastura. Algunas evidencias experimentales sugieren que los ovinos pueden pastorear más profundo y abajo dentro del tapiz de pastoreo que los vacunos (Grant *et al.*, 1985; Hodgson, 1993 a, 1990).

En cuanto a las leguminosas verde totales (LVTT) en CN, aunque no fue posible detectar su presencia en el forraje ofrecido y fue casi inexistente en la dieta de vacunos, ésta apareció en la dieta de los ovinos en todas las estaciones, aunque en escasa proporción (0,17; 1,13 y 0,46% para invierno primavera y verano respectivamente). Aunque en el caso del CNF se pudo detectar la existencia de leguminosas nativas de escasa significación y en similares proporciones (en dos de las tres estaciones evaluadas), tanto en el forraje (0 - 0,9%) como en la dieta de vacunos (0 - 0,11%), su presencia fue significativamente mayor para el caso de la dieta cosechada por los ovinos (0,36 - 4,5%). En el caso del MEJ, a pesar de la baja presencia de trébol blanco y lotus en el material ofrecido, nuevamente las leguminosas aparecen en una mayor proporción en la dieta de vacunos y ovinos, con un comportamiento diferencial entre especies por estación, donde los ovinos seleccionaron una mayor proporción de leguminosas del forraje ofrecido en invierno (11,2 vs 3,95%, $P < 0,05$) y primavera (3,9 vs 0,7%, $P < 0,05$) que los vacunos, observándose un comportamiento opuesto en verano (0,6 vs 1,4%, $P < 0,05$).

Hodgson (1981), mencionó que la selección dependerá de las preferencias animales entre componentes alternativos de la pastura así como de su distribución dentro del tapiz. En pasturas templadas, hay alguna evidencia que sugiere que la dieta de animales con fístula esofágica es reflejo de los componentes de los horizontes superiores del tapiz, mostrando un pastoreo no selectivo de los mismos (Milne *et al.*, 1982; Barthram y Grant, 1984; Illius *et al.*, 1992; Clark, 1993). No obstante, algunos casos en la bibliografía muestran la existencia de una gran selección a favor del trébol blanco por parte de los animales (Hodgson y Grant, 1980; Briseño *et al.*, 1981; Bootsma *et al.*, 1990; Armstrong *et al.*, 1993) o por componentes hojosos de la base del tapiz (L'Huillier y Poppi, 1984; Grant *et al.*, 1985), particularmente cuando los animales se enfrentan a comunidades vegetales heterogéneas (Hodgson, 1990). Diferencias en la altura del tapiz entre gramíneas y leguminosas parecen ser de mayor importancia que el estado relativo de madurez en determinar las preferencias alimenticias de ovinos y caprinos (Illius *et al.*, 1992; Gonget *et al.*, 1993; Hodgson *et al.*, 1994).

Las malezas (MAL) estuvieron presentes en el material ofrecido de todas las comunidades vegetales; CN (4,8 - 5,9%), CNF (4,4 - 8,8%) y MEJ (3,7 - 6,7%), siendo su proporción en algunos casos mayor o menor o inclusive similar en la dieta de los vacunos; CN (1,2 - 11,3%), CNF (0,8 - 1,3%) y MEJ (1,1 - 4,2%), dependiendo de la estación del año y del tipo de comunidad vegetal. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la proporción de malezas fue sustancialmente mayor en la dieta de los ovinos en comparación con la de los vacunos y del material ofrecido; CN (6,7 - 12,7%), CNF (4,2 - 11,4%) y MEJ (4,2 - 12,4%), donde particularmente estas diferencias mencionadas se aumentan consistentemente en la estación de verano en todas las comunidades vegetales estudiadas ($P < 0,05$). Estos resultados coinciden con los de Clark y Harris (1985), quienes encontraron que en la dieta de los ovinos aparece una mayor proporción de malezas que en el forraje ofrecido, argu-

mentando que en general las malezas tienen un alto valor nutritivo ((minerales (ej. Na), PC y DMO)). A nivel nacional, Formoso y Castrillejo (1989), observaron una preferencia marcada de los ovinos hacia el componente malezas. Sin embargo, dentro de las teorías de selectividad animal, la eufagia, ha sido criticada en la literatura internacional por la obtención de resultados muy variables y contradictorios entre experimentos (Montossi, 1996).

Valor nutritivo de la dieta seleccionada por ovinos y vacunos y del forraje ofrecido

En las figuras 4, 5 y 6 se presentan el valor nutritivo de la extrusa de ovinos (capones) y vacunos (novillos) y del forraje ofrecido, en términos de análisis de DMO, PC, FDN y FDA para el CN, CNF y MEJ respectivamente en tres estaciones del año (invierno, primavera y verano).

En base a los resultados presentados en las figuras 4, 5 y 6, es muy claro, con escasas excepciones en algunos de los parámetros medidos, que el valor nutritivo

de la dieta seleccionada por los ovinos y vacunos es significativamente ($P < 0,05$) mayor a aquél obtenido en el forraje ofrecido al cual tienen acceso los animales, independientemente de la estación del año y tipo de comunidad vegetal. Utilizando como ejemplos las diferencias de DMO y PC del promedio de los valores obtenidos con las dietas de ovinos y vacunos y las del forraje ofrecido, se observa que las extrusas de ambas especies animales tuvieron valores superiores de DMO con relación al forraje ofrecido de 60 – 82%, 33 – 145% y 38 – 84% para CN, CNF y MEJ respectivamente. Para el caso de la PC estas diferencias alcanzan valores superiores de PC de 33 – 40%, 0 – 14% y 19 – 56% para CN, CNF y MEJ respectivamente. Los valores de FDA y FDN apoyan las tendencias observadas para DMO y PC, confirmando los resultados obtenidos con estos dos parámetros. Se destaca que las mayores diferencias de valor nutritivo entre extrusas y forraje ofrecido se observan en la estación de verano.

Con la única excepción de FDA en primavera para CN, cuando se realizan todas las comparaciones estadísticas de DMO, PC,

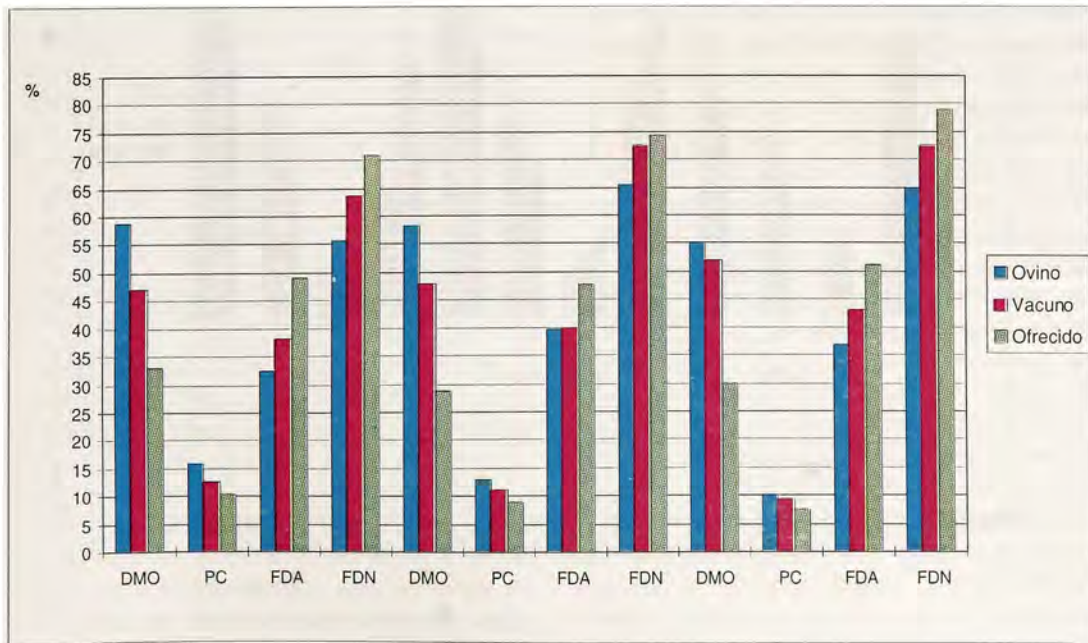


Figura 4. Valor nutritivo de la extrusa de ovinos y vacunos y del forraje ofrecido en las estaciones de invierno, primavera y verano para el CN.

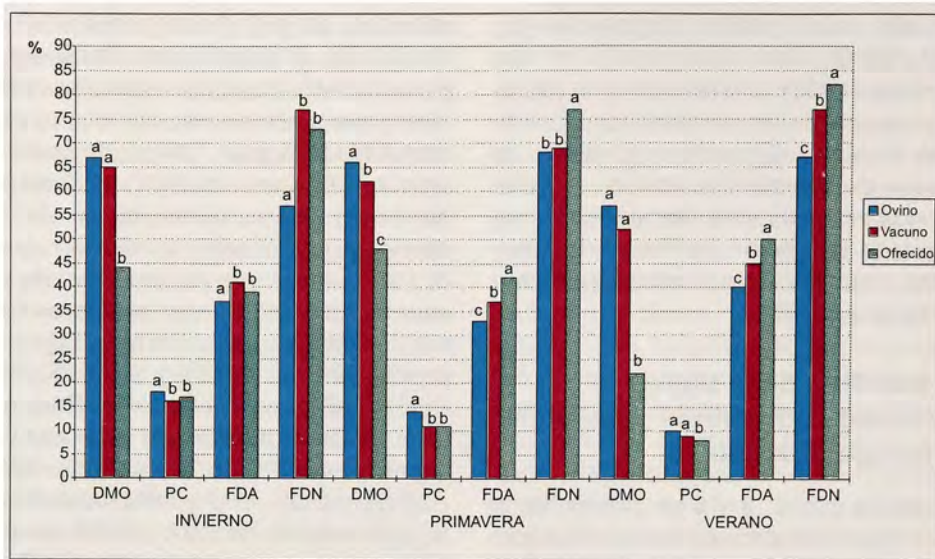


Figura 5. Valor nutritivo de la extrusa de ovinos y vacunos y del forraje ofrecido en las estaciones de invierno, primavera y verano para el CNF.

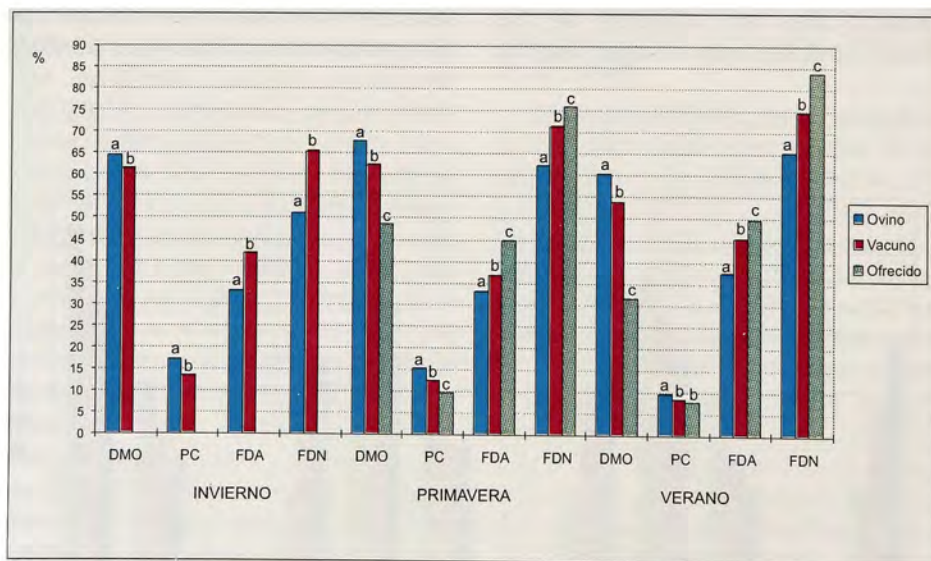


Figura 6. Valor nutritivo de la extrusa de ovinos y vacunos y del forraje ofrecido en las estaciones de invierno, primavera y verano para el MEJ.

FDA y FDN entre las extrusas de ovinos y vacunos, existe una tendencia muy clara a observar una dieta seleccionada de un significativo mayor valor nutritivo para el caso de los ovinos ($P < 0,01$). Estas diferencias representan valores superiores de DMO para los ovinos del orden de 6 – 25%, 3 – 8% y 7 – 11% y superiores de PC para los ovinos del orden de 11 – 33%, 11 – 27% y 11 – 31% para CN, CNF y MEJ respectivamente. Estos valores se corresponden con valores superiores de FDN para los vacunos de 11 – 14%, 1 – 35% y 14 – 29% para CN, CNF y MEJ respectivamente, con los correspondientes valores de FDA de 0 - 23%, 11 - 13% y 12 - 27% respectivamente.

Es evidente que la composición botánica, fundamentalmente las diferencias encontradas entre los componentes verdes (principalmente hoja de gramínea verde, leguminosas y maleza) y secos (principalmente hoja seca), entre las extrusas de vacunos y ovinos en comparación con el forraje ofrecido, y a su vez entre especies (figuras 1, 2 y 3), explican las importantes diferencias encontradas en el valor nutritivo entre el material cosechado por ovinos y vacunos y entre éstos y el material ofrecido.

Un importante número de trabajos de investigación (Dudzinsky y Arnold, 1973; Langlands y Sanson, 1976; Jamieson y Hodgson, 1981; Hughes *et al.*, 1984; Grant *et al.*, 1985, 1987; Hodgson, 1990) demostraron que los ovinos seleccionan dietas conteniendo mayores proporciones de especies y componentes morfológicos de mayor valor nutritivo que vacunos, y que ambos seleccionan dietas con un mayor valor nutritivo que el del forraje ofrecido.

Como fue mencionado previamente, el tamaño del aparato bucal del rumiante juega un rol muy importante en el proceso de selección de la dieta así como el uso de la lengua por parte del vacuno, resultan en una mayor capacidad del ovino en comparación con el vacuno en discriminar entre distintas especies y componentes morfológicos de las plantas en distintas comunidades vegetales, logrando así dietas de mayor valor nutritivo. Adicionalmente, resultados experimentales con ovinos y vacunos resumidos

por Montossi (1996), sugieren que las diferencias en edad, raza, estado fisiológico, potencial genético y sexo dentro de especies, no parecen ser factores importantes en afectar la selección de la dieta. No obstante, mayor información es necesaria en esta área para obtener resultados concluyentes.

Estructura vertical del tapiz de diferentes comunidades vegetales

Con el objetivo de comparar la distribución vertical de los diferentes componentes de la pastura se realizaron representaciones gráficas en términos de: (a) especies, (b) componentes morfológicos y (c) estado fenológico para los diferentes tapices de CN (figuras 7 y 8), CNF (figuras 9 y 10) y MEJ (figuras 11 y 12), utilizando disponibilidades de forraje contrastantes (aproximadamente 1000 y 2000 kg MS/ha), utilizando sólo algunas estaciones del año como ejemplo, para cada tipo de comunidad vegetal.

Como se puede observar en las figuras 7 y 8, la mayor parte de forraje se concentra en la base del campo natural (0 - 3 cm), donde se ubican principalmente las hojas muertas de gramíneas y los tallos (muertos y vivos). Las hojas verdes de gramíneas se ubican en los estratos superiores del tapiz para el caso de baja disponibilidad (figura 8). En este sentido, la ubicación del material verde en el tapiz, es uno de los factores que determina cuales son los horizontes de forraje que los ovinos preferencialmente cosechan, particularmente en los casos donde la presencia de material verde es baja ($< 30\%$) (L'Huillier y Poppi, 1984). Sin embargo, es de destacar que en tapices con una alta acumulación de forraje (figura 7) sobre campo natural, las hojas muertas se distribuyen en todo el tapiz, inclusive en proporciones y alturas superiores que las hojas verdes de gramíneas. La menor presencia de material muerto en la dieta de ovinos y vacunos en comparación con su proporción en el material ofrecido (figuras 1, 2 y 3), se debe a su ubicación en la base de la pastura y a su menor preferencia por parte de los animales (Poppi *et al.*, 1987). Sin embargo, cuando éste se presenta distribuido en toda la estructura vertical

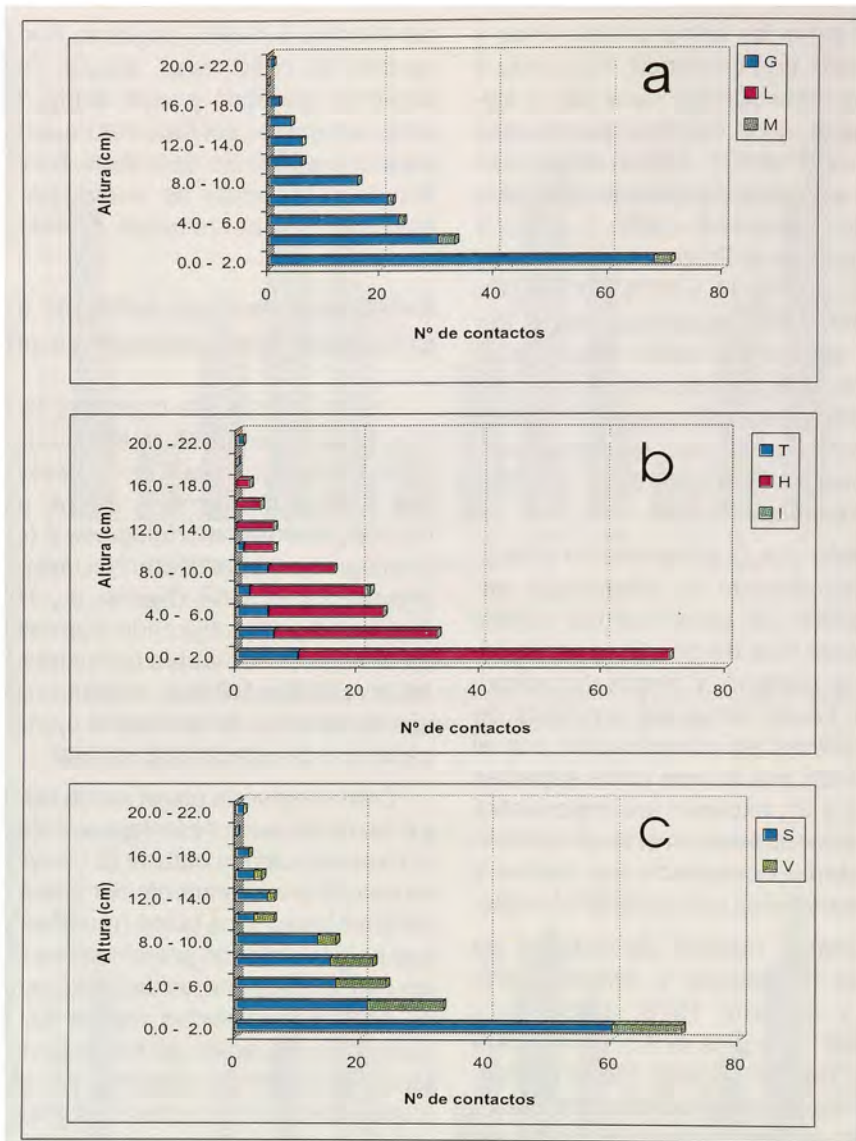


Figura 7. Estructura vertical del tapiz de un CN para una disponibilidad de 2130 kgMS/ha (invierno).

del tapiz (figura 7), evidentemente la probabilidad de la presencia de este componente en la dieta de los animales aumenta, particularmente en el caso del vacuno con un menor poder de discriminación entre diferentes componentes de la pastura que el ovino (invierno y verano, figura 1), afectando el valor nutritivo de la dieta. Las malezas se ubicaron en la base de la pastura (< 4 cm) cuando la disponibilidad de forraje fue 2130 kgMS/ha, sin embargo, este componente se

ubicó en estratos intermedios (3 a 6 cm) para la disponibilidad de forraje de 900 kgMS/ha. Las leguminosas nativas tuvieron un escaso aporte (figura 8) ubicándose en estratos bajos de 2 a 3 cm, aún así, este componente fue preferencialmente elegido por los animales (figura 8), indicando una clara tendencia de los animales a penetrar los diferentes estratos del forraje para seleccionar este componente.

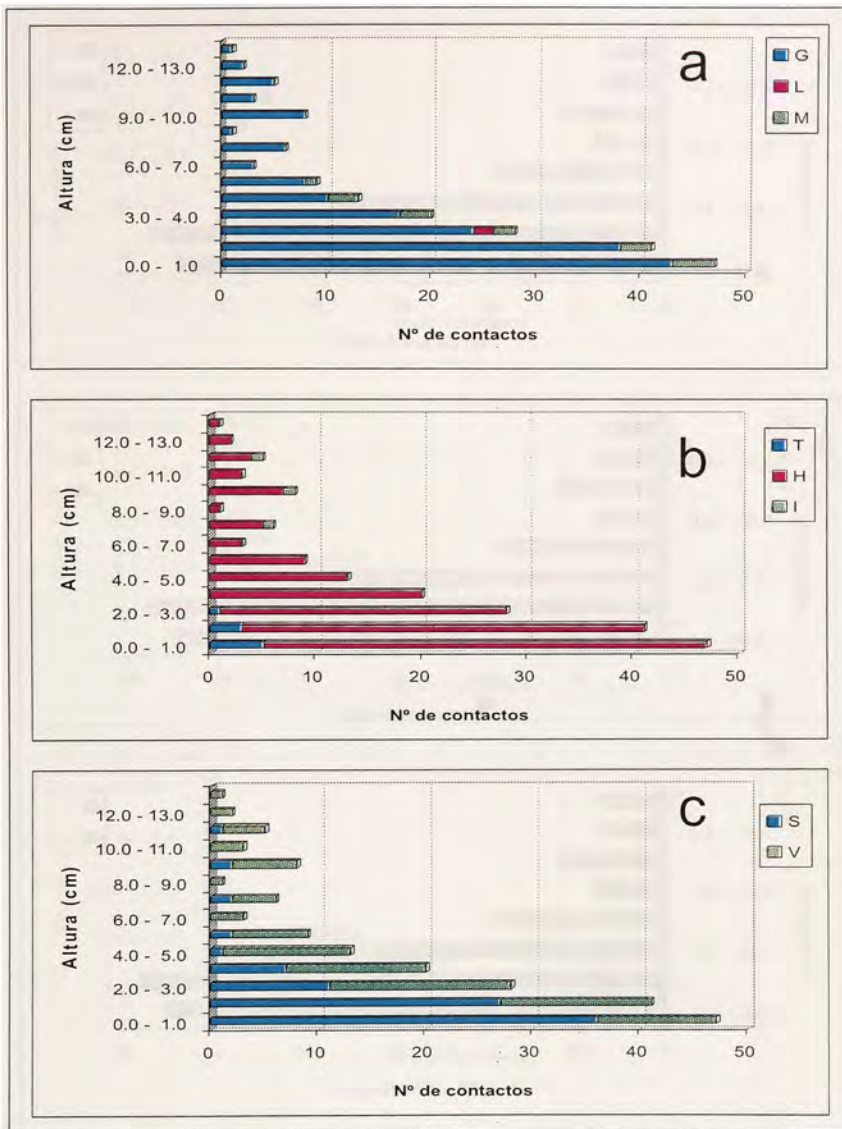


Figura 8. Estructura vertical del tapiz de un CN para una disponibilidad de 900 kgMS/ha (primavera).

En general, la distribución vertical de los diferentes componentes del tapiz de CNF (figuras 9 y 10) sigue las tendencias generales observadas para CN. Sin embargo, es de destacar que a disponibilidades y estaciones similares, se observa una importante proporción de hojas verdes de gramíneas haciendo una considerable contribución en toda la estructura del tapiz, inclusive en la disponibilidad más alta (figura 9). Las leguminosas se ubican en estratos intermedios y

altos del tapiz, mientras que las malezas se ubican en estratos medios a bajos. A igual que en el CN, la diferencia de malezas entre la dieta de los animales y la del forraje ofrecido, evidencian una importante preferencia de este componente por parte de los mismos, particularmente en el caso de los ovinos, donde los animales exploran los estratos medios y bajos para obtener este componente.

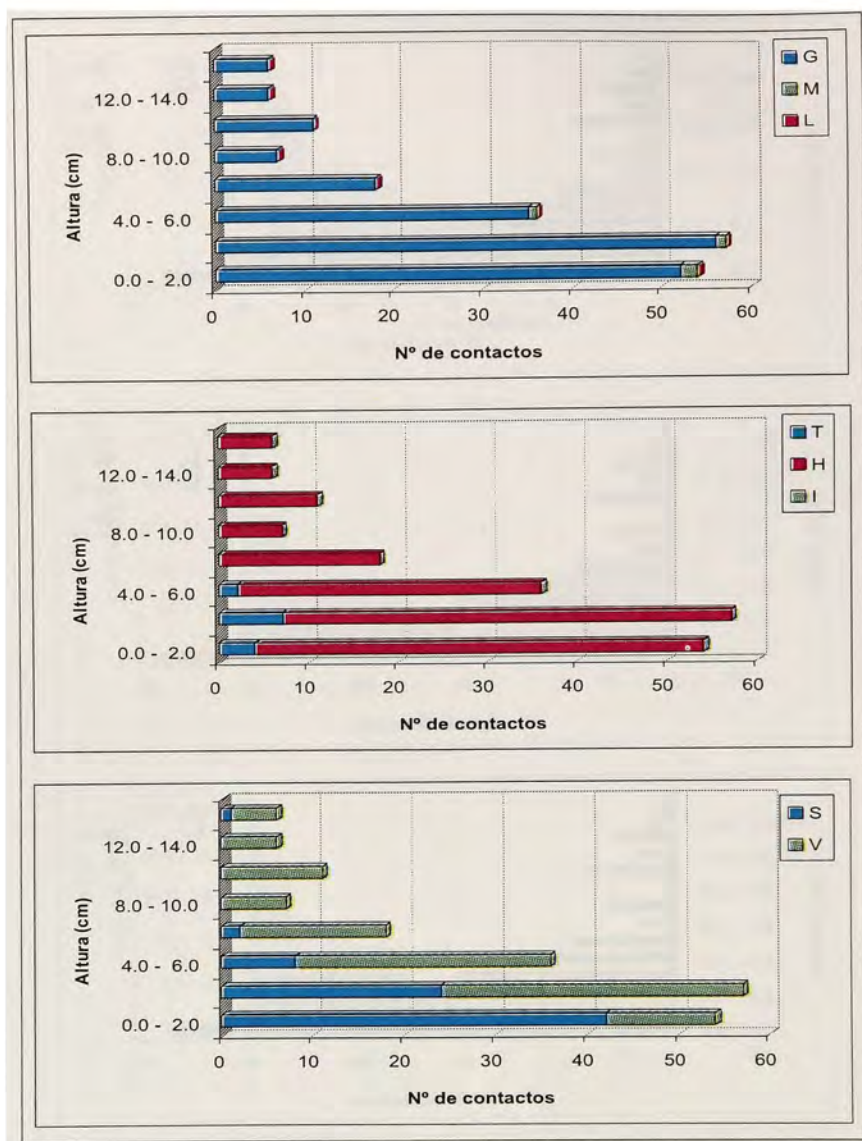


Figura 9. Estructura vertical del tapiz de un CNF para una disponibilidad de 1950 kgMS/ha (invierno).

Independientemente de la estación, la disponibilidad de forraje y la posición vertical, las gramíneas constituyeron la mayor proporción del forraje ofrecido en el MEJ (figuras 11 y 12) en comparación con los otros componentes de la pastura. El lotus realizó una mayor contribución que el trébol blanco al forraje ofrecido. A pesar de su hábito más erecto, el lotus se concentró más hacia la base de la pastura que el trébol blanco. En un trabajo realizado por Montossi

(1996) sobre pasturas cultivadas con altas disponibilidades de forraje, en general, se observa un gran desarrollo de pecíolo, ubicando las hojas de trébol blanco en estratos medios a superiores del tapiz, asociado aparentemente, a un mecanismo de competencia frente al sombreado ejercido fundamentalmente por las gramíneas. A pesar de la escasa contribución de las leguminosas al total del forraje ofrecido, ambas especies, particularmente los ovinos (invierno) fueron

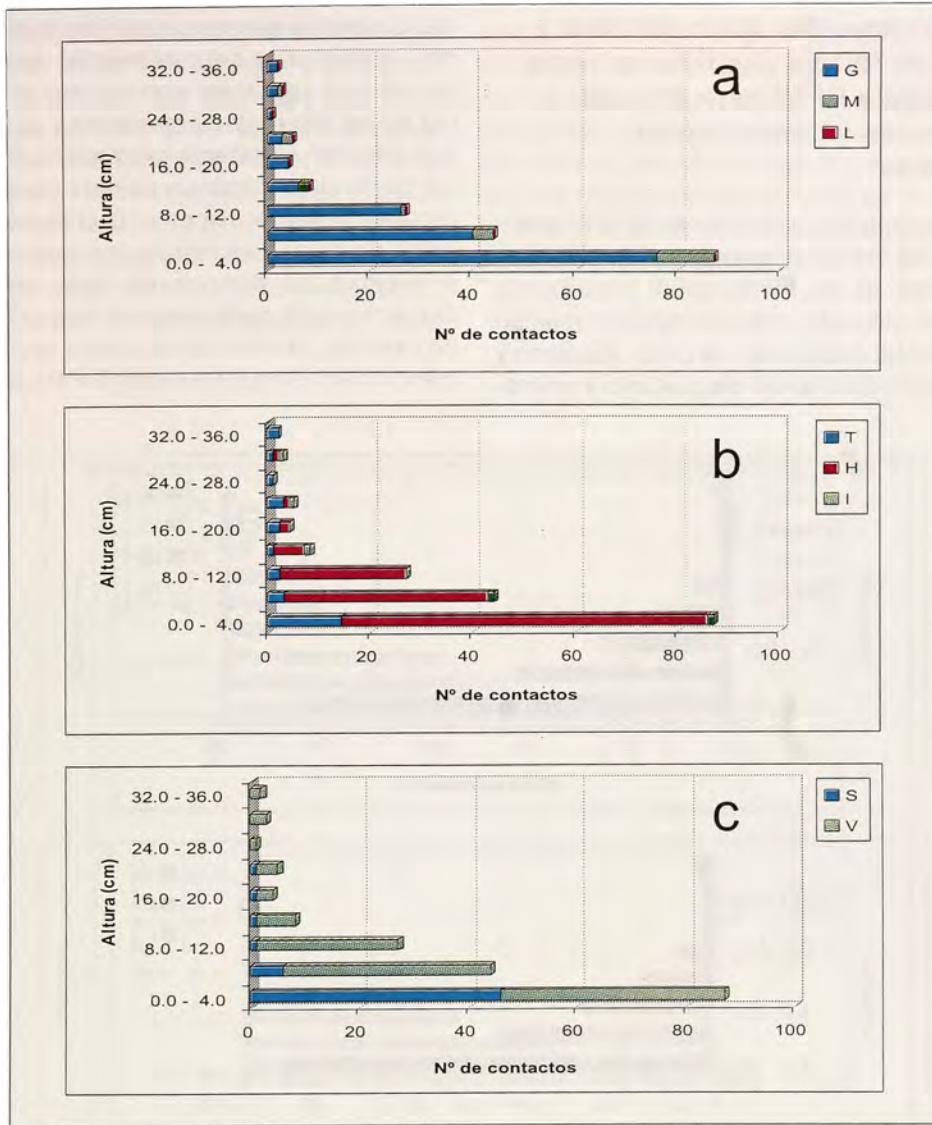


Figura 10. Estructura vertical del tapiz de un CNF para una disponibilidad de 960 kgMS/ha (primavera).

capaces de incrementar la proporción de leguminosas en la dieta y posiblemente debieron explorar los estratos medios y bajos para obtener este componente de la pastura ofrecida. La información en cuanto a la selectividad preferencial de leguminosas es contradictoria en la literatura (Montossi, 1996). Es evidente que, las leguminosas no sólo deben estar en una proporción aceptable en la pastura ofrecida para tener mayores posibilidades de ser seleccionada con vistas a favorecer la productividad animal,

sino también ser accesibles para el animal en pastoreo. Las malezas se ubicaron en estratos medios a bajos del tapiz y la proporción de tallos fue aumentando de estratos medios a bajos. Si comparamos entre disponibilidades, se observa una gran concentración de material muerto en la base de la pastura en la disponibilidad alta, manteniendo una contribución relativamente importante hacia los estratos superiores del tapiz (figura 11).

Relaciones entre disponibilidad y altura de forraje (medida por regla graduada y RPM) para diferentes estaciones y comunidades vegetales

La estimación y monitoreo de la disponibilidad de forraje presente en los sistemas pastoriles, es de fundamental importancia para ser utilizado como un método objetivo para ajustar decisiones de corto, mediano y largo plazo del manejo de pasturas y anima-

les, buscando hacer coincidir las fluctuaciones estacionales del crecimiento de las comunidades vegetales con los requerimientos de las diferentes categorías y especies que integran el sistema productivo. Sin embargo, la determinación de este parámetro requiere disponer de personal entrenado, de infraestructura y asumir ciertos costos. En la actualidad, se dispone de otros métodos indirectos para determinar la disponibilidad de pasturas, dentro de los cuales se pueden mencionar: rising plate meter (RPM), pasture

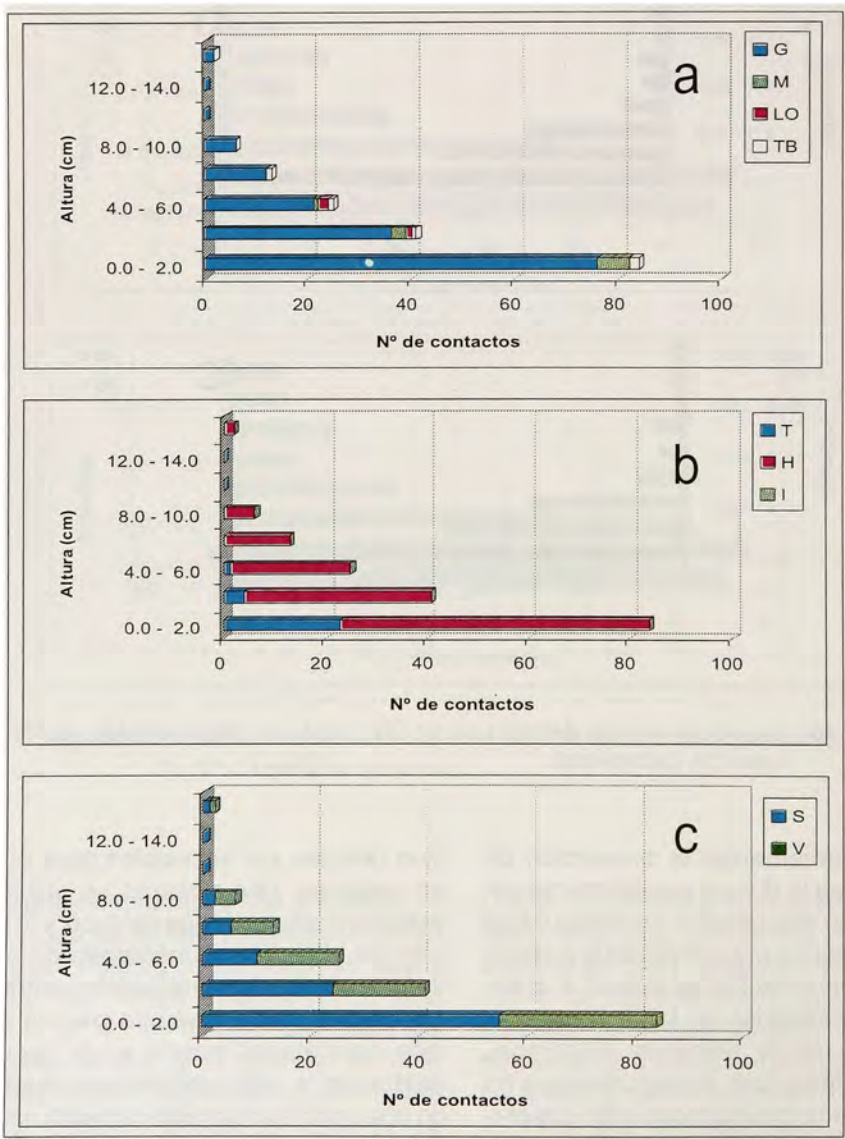


Figura 11. Estructura vertical del tapiz de un MEJ para una disponibilidad de 1900 kgMS/ha (invierno).

probe, apreciación visual, y altura de regla (Hodgson, 1990). Las ventajas y desventajas de los diferentes métodos han sido descritas por diferentes autores (Mitchell and Large, 1983; Piggot, 1986; L'Hullier y Thompson, 1988; Hodgson, 1990). En el país, se han realizado experiencias nacionales con pasture probe sobre pasturas cultivadas (García, 1995; Burgeño y Avendaño, 1996) y altura de regla sobre pasturas culti-

vadas (Fernández *et al.*, 1998), donde se obtuvieron buenos ajustes y niveles de precisión. Sin embargo, la información disponible es muy escasa, en relación a la estimación de la disponibilidad de forraje en base al uso del rising plate meter y altura de regla para el CN, CNF y MEJ, particularmente para la región de Basalto.

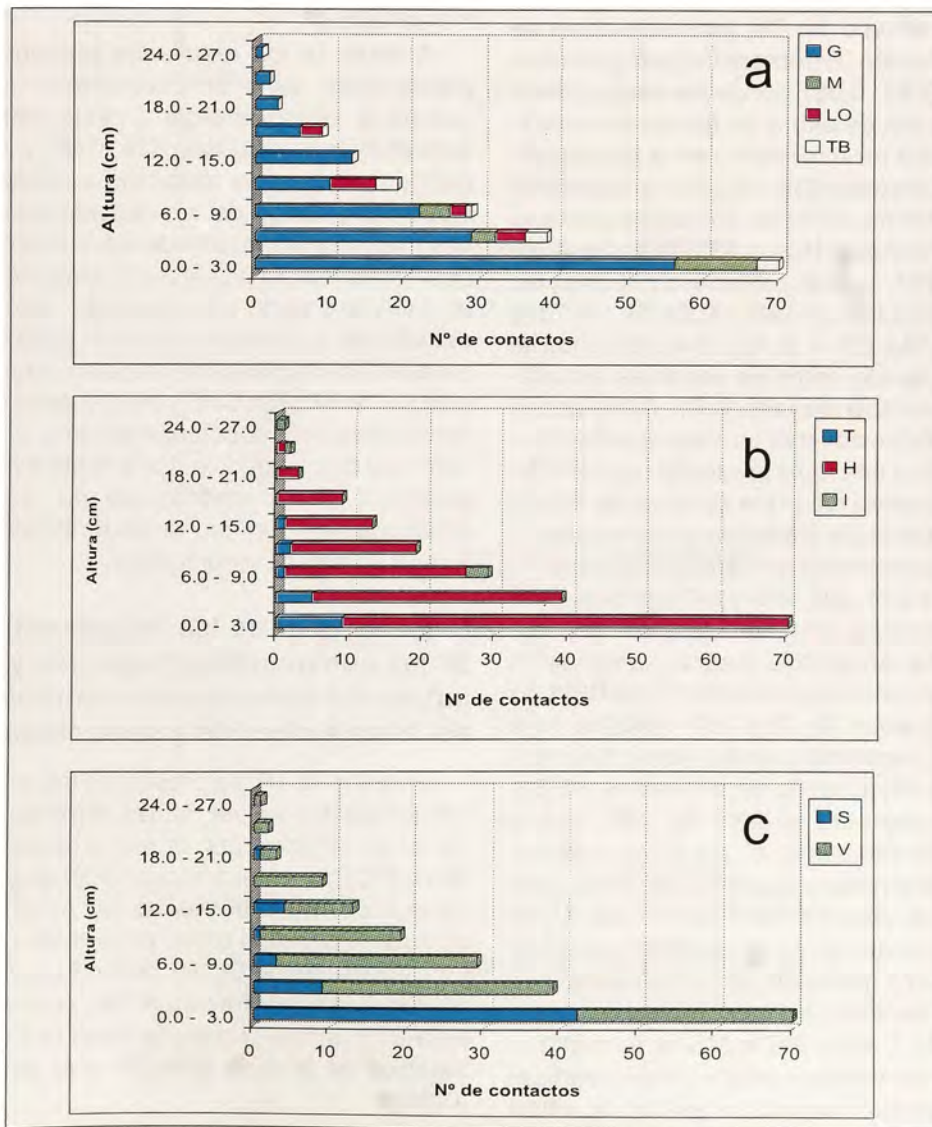


Figura 12. Estructura vertical del tapiz de un MEJ para una disponibilidad de 1300 kgMS/ha (primavera).

Como se puede observar en las figuras 13, 14 y 15 se presentan las relaciones entre disponibilidad (kgMS/ha) y altura de forraje, medidos por regla (cm) o RPM (unidades) para las diferentes estaciones del año para CN, CNF y MEJ respectivamente.

Fueron evaluados diferentes tipos de ecuaciones para explicar las relaciones entre las variables medidas (lineales, exponenciales, potencial y logarítmicas). Sin embargo, las ecuaciones de tipo lineal fueron las que tuvieron mejor ajuste para todos los casos evaluados.

Para el caso del CN, los coeficientes de determinación (R^2) obtenidos fueron medios a altos (0,63 - 0,88), donde por cada aumento en un cm de altura de forraje se correspondió con un incremento en la disponibilidad de forraje de 335, 162, 217 y 120 kgMS/ha para otoño, invierno, primavera y verano respectivamente (figura 13). Cuando se utilizó el RPM, solo en primavera y verano, las ecuaciones fueron $245 + 126x$ ($R^2 = 0,73$) y $2630 + 34x$ ($R^2 = 0,15$). Considerando el CNF, el ajuste entre las variables estudiadas fue medio a muy alto (0,61 - 0,95), donde en general se observa un mejor ajuste cuando se utiliza una regla graduada que el RPM. Cada aumento en un cm de altura de forraje medida por regla graduada se correspondió con un incremento en la disponibilidad de forraje de 378, 291, 296 y 217 kgMS/ha para otoño, invierno, primavera y verano respectivamente, en cambio cuando se estimó la altura comprimida por el método de RPM los valores fueron 70, 70 y 102 kgMS/ha para invierno, primavera y verano respectivamente (figura 14). Cuando consideramos el MEJ, al igual que para el caso de CNF, con la excepción del otoño, el uso de la regla común tuvo un mayor ajuste que el RPM, para estimar la disponibilidad de forraje. Cada aumento en un cm de altura de forraje medida por regla graduada se correspondió con un incremento en la disponibilidad de forraje de 232, 413, 459 y 297 kgMS/ha para otoño, invierno, primavera y verano respectivamente, en cambio cuando se estimó la altura comprimida por el método de RPM los valores fueron 141, 225, 186 y 204 kgMS/ha para otoño, invierno, primavera y verano respectivamente (figura 15).

En general, se observan mayores disponibilidades de forraje en otoño y verano por unidad de altura o RPM que en otras estaciones del año, siendo este comportamiento asociado probablemente a la acumulación de restos secos.

La precisión de la estimación de la disponibilidad de forraje con el RPM, está negativamente afectada por el contenido de material muerto y el desarrollo reproductivo de las especies, particularmente en los meses de verano (Mitchell y Large, 1983) y con el efecto de superficies de suelo húmedas y con pendiente.

A partir de los resultados presentados previamente, se podría considerar que el uso de la altura de regla o rising plate en comunidades vegetales CN, CNF y MEJ, podrían ser buenos predictores del forraje disponible, donde deben considerarse necesariamente las variabilidades estacionales que normalmente ocurren a lo largo del año en cada una de las comunidades vegetales estudiadas. La mayor precisión observada para las estimaciones de regla en comparación con el RPM en CNF y MEJ, junto a otras consideraciones asociadas al costo, conveniencia y practicidad, le daría ventajas comparativas al uso preferencial de la regla graduada para estimar la disponibilidad de forraje en estas comunidades.

Relaciones entre las características de las comunidades vegetales y su influencia sobre el valor nutritivo del forraje ofrecido y seleccionado

En la figura 16, se presentan las relaciones para MEJ a nivel de: (a) disponibilidad de forraje ofrecido con proteína cruda en la dieta (PCD) y en el ofrecido (PC) y, el porcentaje de material muerto en el ofrecido con: (b) la proteína cruda en la dieta (PCD) y en el ofrecido (PC), (c) con la fibra detergente ácida en el ofrecido (FDA) y en la dieta (FDAD) y (d) con la digestibilidad la materia orgánica de la dieta (DMOD) y el ofrecido (DMO).

En base a las relaciones mencionadas sobre MEJ (figura 16 a), se observa una relación curvilínea entre disponibilidad de

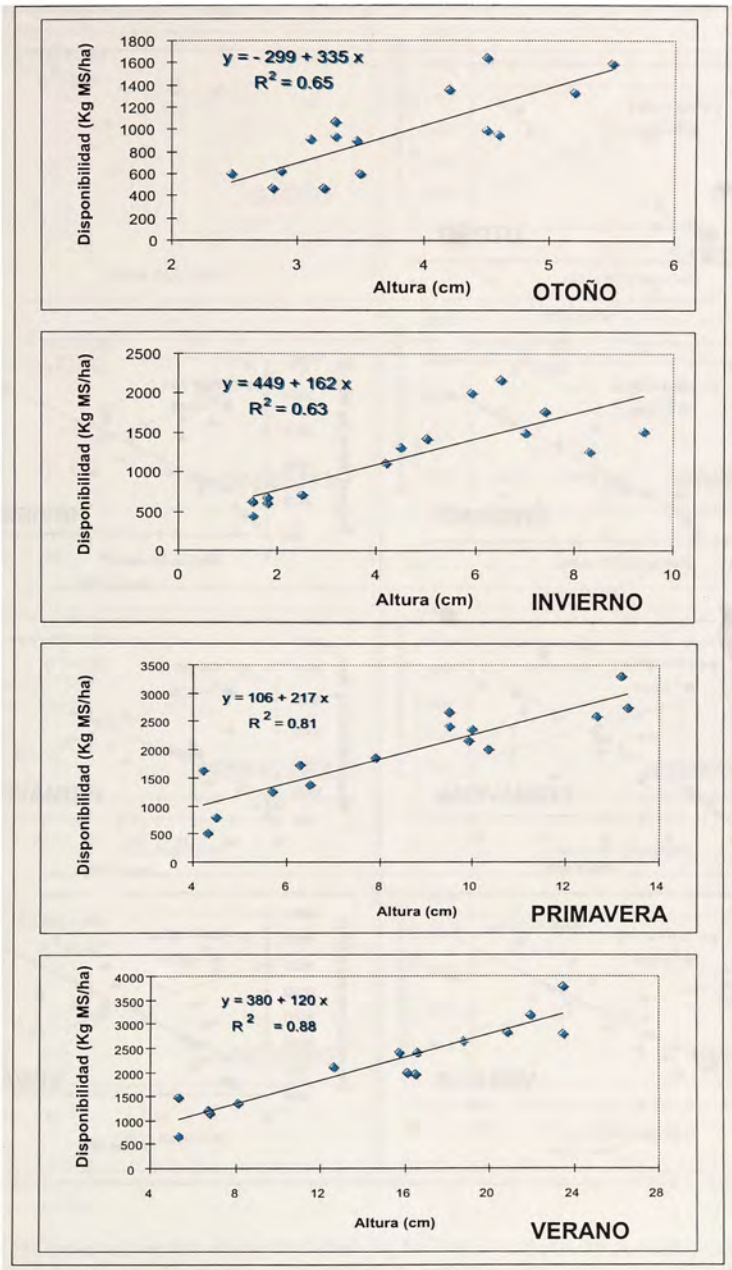


Figura 13. Relaciones entre disponibilidad (kgMS/ha) y altura de forraje (cm) para CN para diferentes estaciones del año.

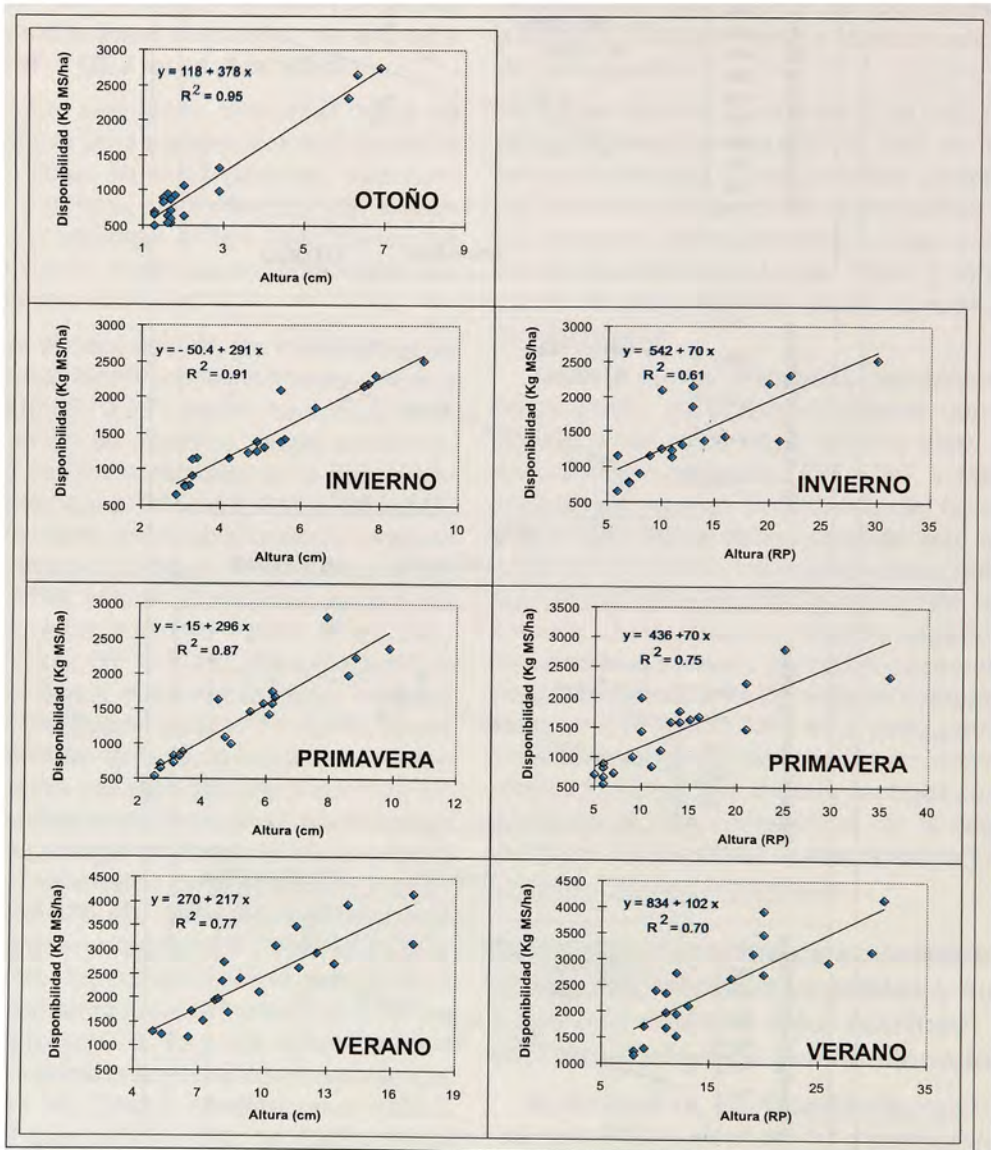


Figura 14. Relaciones entre disponibilidad (kgMS/ha) y altura de forraje (cm o unidades de RPM) para CNF para diferentes estaciones del año.

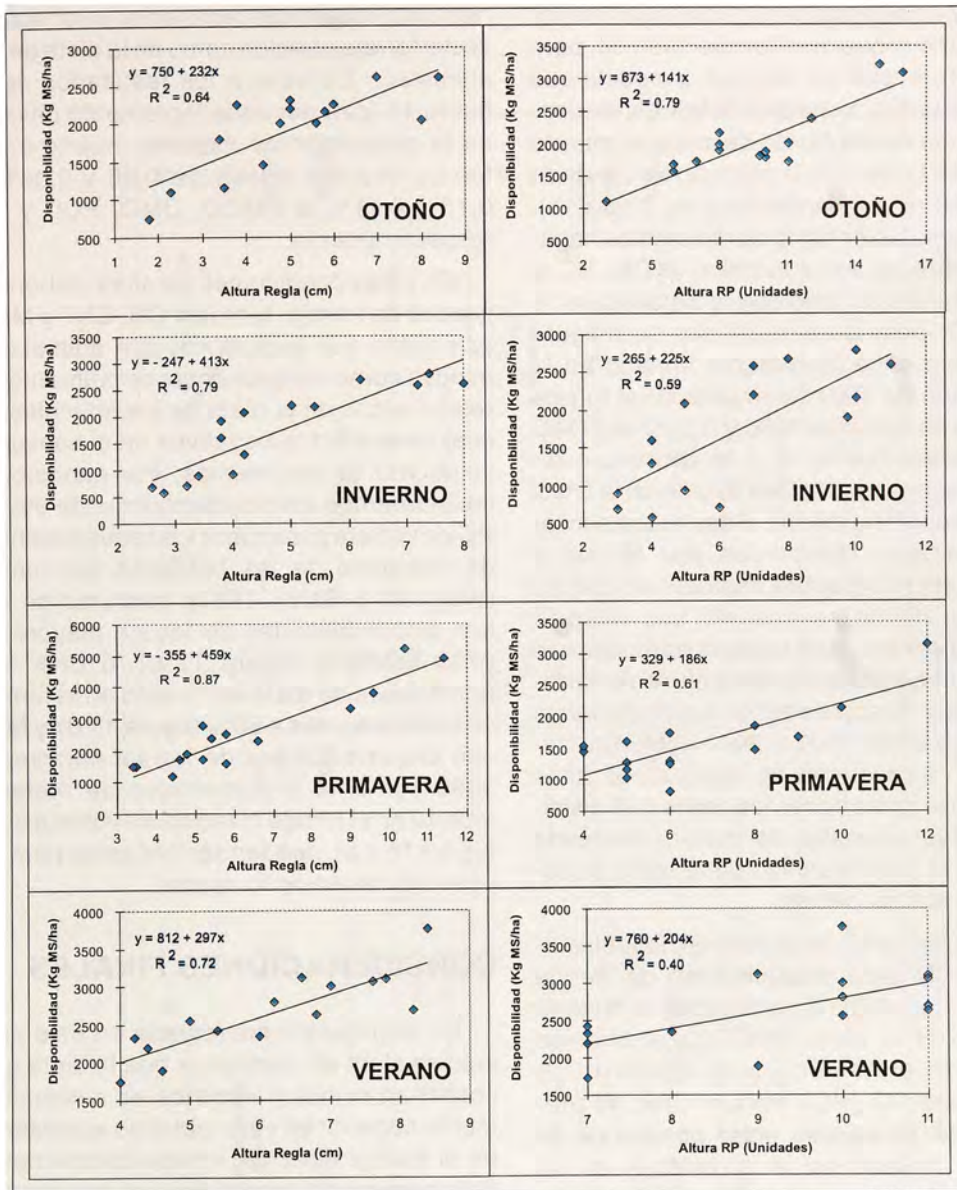


Figura 15. Relaciones entre disponibilidad (kgMS/ha) y altura de forraje (cm o unidades de RPM) para MEJ para diferentes estaciones del año.

forraje y nivel de proteína cruda en la dieta y en el ofrecido. Los animales son siempre capaces de seleccionar una dieta con mayor valor nutritivo que en el forraje ofrecido, pero estas diferencias se reducen a medida que aumenta la disponibilidad de forraje, evidenciando una acumulación de material muerto no sólo en la base de la pastura, sino en toda la estructura vertical del tapiz (ej. figura 11). Esta acumulación tiene claros efectos negativos sobre el valor nutritivo (FDA, PC y DMO) del forraje ofrecido y la dieta (figura 16 b,c,d). En base a los resultados de la figura 16 c,d por cada incremento unitario en la proporción de material muerto en el forraje ofrecido se aumenta 0,36 y 0,24% la FDAD y FD respectivamente y se disminuye en forma exponencial la DMOD y lineal la DMO (0,28) respectivamente. Resultados similares han sido reportados por Binnie y Chestnutt (1994) sobre pasturas de raigrás perenne, donde se observó una relación negativa y lineal entre la altura de forraje con el porcentaje de fibra y nitrógeno en el forraje ofrecido. Aparentemente, acumulaciones de forraje entre 1700 a 2000 kgMS/ha, determinan estructuras de tapices con altas concentraciones de restos secos que disminuyen el valor nutritivo del mismo, afectando también el valor nutritivo de la dieta seleccionada por los ovinos.

En la figura 17, se presentan las relaciones en CN para disponibilidad de forraje ofrecido con la (a) digestibilidad la materia orgánica de la dieta (DMOD) y el ofrecido (DMO) y (b) proteína cruda en la dieta (PCD) y en el ofrecido (PC). Para el CNF, se presentan las relaciones entre porcentaje de material muerto en el ofrecido y la (c) digestibilidad de la materia orgánica de la dieta (DMOD) y el ofrecido (DMO) y (d) proteína cruda en la dieta (PCD) y en el ofrecido (PC).

Al igual que lo observado sobre MEJ, la acumulación de forraje de CN con niveles de disponibilidades de forraje mayores a 2000 kgMS/ha, promueven una disminución del valor nutritivo del forraje ofrecido y de la dieta cosechada por los ovinos, aunque éstos, por el efecto de la selectividad, son capaces de obtener una dieta de mayor valor nutritivo que el material ofrecido. Cuan-

do consideramos el CNF, evidentemente, la acumulación de restos secos tiene un efecto negativo importante tanto en el valor nutritivo del forraje ofrecido como en la dieta de los animales. En base a los resultados de la figura 17 (c,d) por cada incremento unitario en la proporción de material muerto en el forraje ofrecido disminuye 0,46 y 0,35% y 0,15 y 0,11% la DMOD, DMO, PCD y PC respectivamente.

En estas condiciones de altas disponibilidades de forraje, tanto en CN, CNF y MEJ, es posible que la productividad animal disminuya como consecuencia del aumento de restos secos en la dieta de los animales, lo cual tiene efectos negativos en el consumo voluntario de los mismos. Por ejemplo, si consideramos umbrales mínimos de 9% de PC en la dieta para cubrir los requerimientos de nitrógeno de las bacterias del rumen (Waghorn y Barry, 1987), pasturas de CN con disponibilidades de forraje mayores a 2700 kgMS/ha (figura 17 b), ó CNF con porcentajes de material muerto en el forraje ofrecido mayores a 60% (figura 17 d) y MEJ con disponibilidades de forraje mayores a 3000 kgMS/ha o porcentajes de material muerto en el forraje ofrecido mayores a 50% (figura 16 a,b), pueden ser limitantes para un correcto desempeño animal.

CONSIDERACIONES FINALES

La información presentada en este artículo es clara en demostrar que la dieta que cosechan ovinos y vacunos es sustancialmente superior en valor nutritivo al presente en el forraje ofrecido, independientemente de la comunidad vegetal que se trate (campo natural, campo natural fertilizado y mejoramiento de campo) o de la estación del año considerada. En la mayoría de las situaciones los ovinos fueron capaces de seleccionar una dieta de mayor valor nutritivo que los vacunos, demostrando su mayor habilidad y poder de resolución en cosechar preferencialmente los componentes de mayor valor nutritivo (hojas verdes de gramíneas, leguminosas y malezas) de las diferentes alternativas disponibles en el forraje ofrecido. Durante el proceso de selección, el uso de

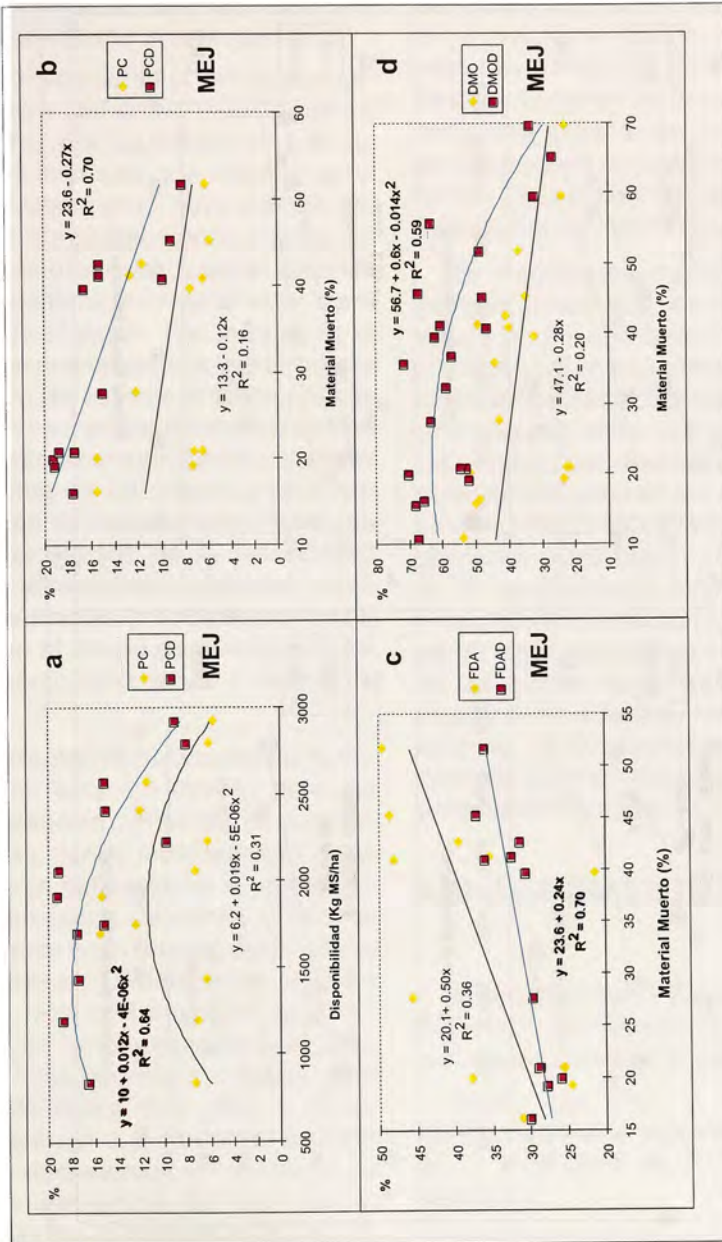


Figura 16. Relaciones entre características del forraje del MEJ ((disponibilidad (kgMS/ha) y material muerto (%)) y su influencia sobre el valor nutritivo (FDA, PC y DMO) del mismo y de la dieta cosechada por ovinos.

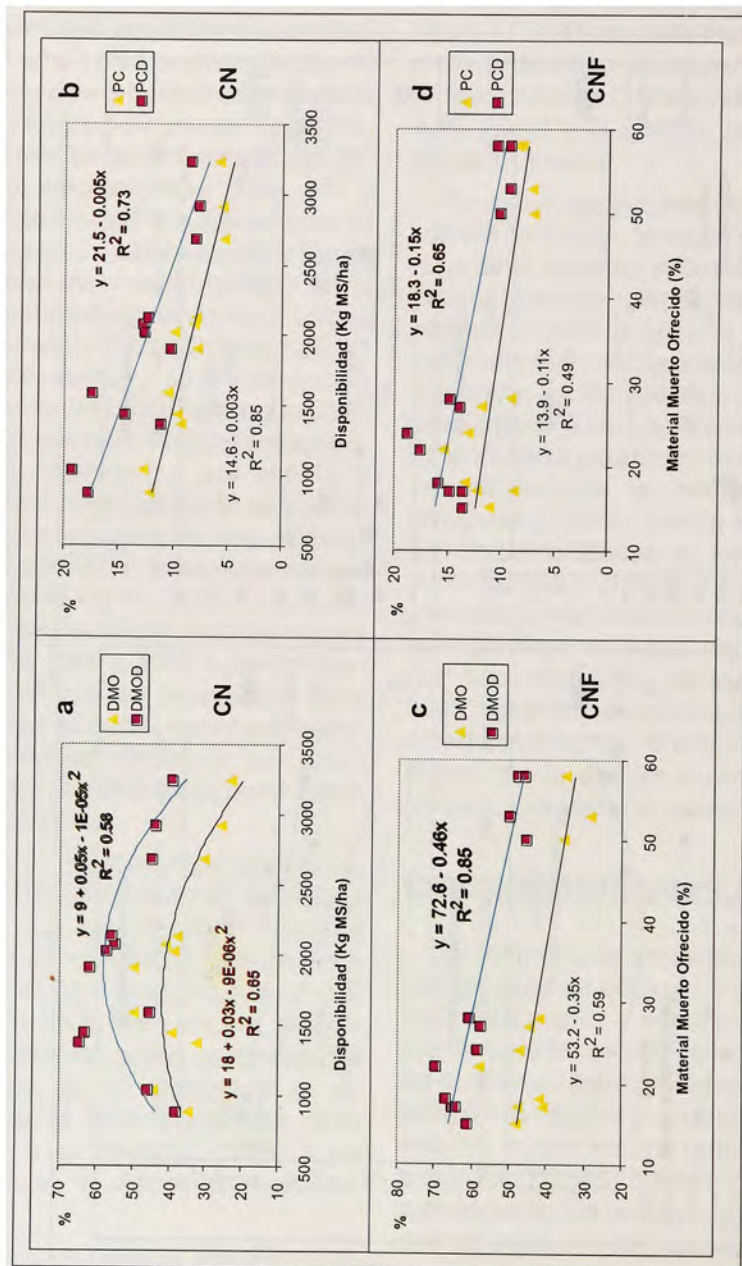


Figura 17. Relaciones entre características del forraje del CN y CNF ((disponibilidad (kgMS/ha) y material muerto (%)) y su influencia

una mandíbula más grande y la lengua en el vacuno, no le permite a este ser tan preciso como el ovino en seleccionar los componentes más nutritivos del forraje ofrecido, particularmente cuando el material verde y muerto están íntimamente mezclados y distribuidos desde la base al tope del tapiz.

Este efecto importante observado en selectividad animal así como todos aquellos factores ligados a las características de las pasturas y los animales que determinan el consumo (Montossi *et al.*, sin publicar), estarían explicando por que normalmente se presentan incongruencias, para predecir la productividad animal en base al valor nutritivo del forraje ofrecido. Por lo tanto, a la hora de realizar presupuestaciones forrajeras con el objetivo de estimar la capacidad de carga y los niveles productivos alcanzables sobre las diferentes comunidades vegetales que predominan en los sistemas productivos de la región del Basalto, será necesario considerar los efectos de la selectividad animal y las diferencias existentes entre especies de animales (ovinos versus vacunos) así como el efecto de la estación del año y la disponibilidad, altura y estructura del forraje.

El cierre de potreros para acumular forraje durante una estación (otoño) para ser diferido y utilizado en momentos de escasez (invierno), está siendo recomendado como una herramienta para mejorar la productividad de los procesos de recría y cría de ovinos y vacunos en el Basalto (Montossi *et al.*; San Julián *et al.*, y Pittaluga *et al.*, en esta publicación). Sin embargo, en general, diferimientos de forraje superiores a 2000 kgMS/ha para las diferentes comunidades vegetales estudiadas (CN, CNF y MEJ), promueven pasturas que presentan una alta proporción de restos secos que se ubican en toda la estructura vertical del tapiz (entremezclados con los componentes verdes). En estas condiciones, el valor nutritivo de la dieta obtenida por ovinos y vacunos disminuye y posiblemente se afecte negativamente la productividad de los animales y las pasturas.

Los aceptables ajustes observados en las ecuaciones que relacionan la disponibi-

lidad y altura de forraje, particularmente cuando esta última es estimada con la regla graduada, para las tres comunidades vegetales bajo estudio (CN, CNF y MEJ), demuestra que es posible utilizar este método de sencilla aplicación y escaso costo para la toma decisiones de manejo de animales y pasturas en los sistemas ganaderos del Basalto. La estación debe ser considerada como una variable de importancia cuando se relaciona la disponibilidad y la altura de forraje para cualquier tipo de comunidad vegetal que se considere.

Es importante considerar que el manejo de la disponibilidad, altura y estructura del forraje de las comunidades vegetales son unos de los componentes más importantes en determinar la eficiencia productiva de los sistemas pastoriles, a través de su influencia sobre las tasas de crecimiento, senescencia y producción neta de forraje así como su efecto sobre la producción animal, afectando la utilización y consumo de forraje. El conocimiento más profundo de las interacciones entre las plantas y los animales en las comunidades vegetales y animales de mayor importancia en el Basalto, resultarán en sistemas más eficientes tanto del punto de vista biológico como económico, teniendo además claras implicancias sobre la sustentabilidad futura de los mismos.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades y asesores técnicos de CONICYT por apoyar financieramente la realización de este Proyecto.

Al Ing. Agr. PhD., F. Rodriguez por su colaboración e iniciativa en la presentación de la propuesta técnica original ante el CONICYT.

Al personal de apoyo que colaboró con el trabajo de campo y laboratorio así como en el procesamiento de los datos, dentro de los cuales se destacan: J. Levratto, W. Zamit, H. González, J. Costales, M. Ríos, P. Nuñez, J. Silva y M. Zarzza.

BIBLIOGRAFIA

- ALLDEN, W.G.; WHITTAKER, I.A.** 1970. The determination of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research*. 21: 755 - 766.
- ARMSTRONG, R.H.; ROBERTSON, E.; LAMB, C.S.; GORDON, I.J.; ELSTON, D.A.** 1993. Diet selection by lambs in ryegrass-white clover swards differing in the horizontal distribution of clover. *En: International Grassland Congress*. (17, 1993). *Proceedings*. - p. 715 - 716.
- ARNOLD, G.W.** 1981. Grazing behaviour. *En: Morley, F.H.W., ed. Grazing Animals*. Amsterdam, Elsevier p. 289 - 301. (World Animal Science; B1).
- ARNOLD, G.W.** 1987. Influence of the biomass, botanical composition and sward height of annual pastures on foraging behaviour of sheep. *Journal of Applied Ecology*. 24: 759 - 772.
- BARTHAM, G.T.; GRANT, S.A.** 1984. Defoliation of ryegrass-dominated swards by sheep. *Grass and Forage Science*. 39: 211 - 219.
- BAZELY, D.R.** 1990. Rules and cues used by sheep foraging in monoculture. *En: Hughes, R.N. ed. - Behavioural Mechanisms of Food Selection*. p. 333 - 367. (NATO ASI Series; G 20).
- BINNIE, R. C.; CHESTNUTT, D.M.B.** 1994. Effect of continuous stocking by sheep at four sward heights on herbage mass, herbage quality and tissue turnover on grass/clover and nitrogen fertilized grass swards. *Grass and Forage Science*. 49: 192 - 202.
- BLACK, J.L.; KENNY, P.A.** 1984. Factors affecting diet selection by sheep. II. Height and density of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 35: 565 - 578.
- BLACK, J.L.** 1990. Nutrition of the grazing ruminant. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 50: 7 - 27.
- BOOTSMAM, A.; ATAJA, A.M.; HODGSON, J.** 1990. Diet selection by young deer grazing mixed ryegrass/white clover pastures. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*. 51: 187 - 190.
- BRISEÑO, V.M.; WILMAN, D.** 1981. Effects of cattle grazing, sheep grazing, cutting and sward height on a grass-white clover sward. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. 97: 699 - 706.
- BURGUÑO, J.; AVENDAÑO, S.** 1996. Evaluación de un medidor de materia seca de forraje por capacitancia. IV. Calibración. *Congreso Uruguayo de Producción Animal* (1, 2 - 4 Octubre 1996, Montevideo). *Memorias*. - p. 285 - 287.
- BURLISON, A.J.; HODGSON, J.; ILLIUS, A.W.** 1991. Sward canopy structure and the bite dimensions and bite weight of grazing sheep. *Grass and Forage Science*. 46: 29 - 38.
- CLARK, D.A.; LAMBERT, M.G.; ROLSTON, M.P.; DYMOCK, N.** 1982. Diet selection by goats and sheep on hill country. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Productions*. 42: 155 - 157.
- CLARK, D.A.; HODGSON, J.** 1986. Techniques to estimate botanical composition of diet samples collected from oesophageal fistulates. *Mimeograph, DSIR, Palmerston North*.
- CLARK, H.** 1993. Influence of sward characteristics on the diet selection by grazing sheep in perennial ryegrass swards maintained at two sward heights. *International Grassland Congress*. (17, 1993). *Proceedings*. p. 728 - 730.
- CHACON, E.A.; STOBBS, T.H.** 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward in the eating behaviour of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. 27: 709 - 727.
- DEMMENT, M.W.; DISTEL, R.A.; GRIGGS, T.C.; LACA, E.A.; DEO, G.P.** 1993. Selective behaviour of cattle grazing ryegrass swards with horizontal heterogeneity in patch height and bulk density. *International Grassland Congress*. (17, 1993). *Proceedings*. - p. 712 - 714.
- DUDZINSKI, M.L.; ARNOLD, W.G.** 1973. Comparisons of diet of sheep and cattle grazing together on sown pastures on the southern tablelands of the New South Wales by principal components analysis. *Australian Journal of Agricultural Research*. 24: 899 - 912.

- EARLE, D.F.; MCGOWAN, A.A.** 1979. Evaluation and calibration of an automated rising plate for estimated dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 19: 337 - 343.
- FLORES, E.R.; PROVENZA, F.D.; BALPH, D.F.** 1989a. Relation between plant maturity and foraging experience of lambs grazing Hycrest Crested Wheatgrass. *Applied Animal Behaviour Science*. 23: 279 - 284.
- FLORES, E.R.; PROVENZA, F.D.; BALPH, D.F.** 1989b. The effects of experience on the foraging skill of lambs: Importance of plant form. *Applied Animal Behaviour Science*. 23: 285 - 291.
- FORMOSO, D.; CASTRILLEJO, A.** 1989. Selectividad ovina en sistemas intensivos de pastoreo. *SUL, Producción Ovina*: 2 (1): 1 - 9.
- GARCIA, J.A.** 1995. Estructura del tapiz de praderas. *La Estanzuela: INIA*. 10 p. (Serie Técnica; 66).
- GONG, Y.; HODGSON, J.; LAMBERT, M.G., CHU, A.C.P.; GORDON, I.L.** 1993. Comparisons of response patterns of bite weight and bite dimensions between sheep and goats grazing a range of grasses and clovers. *International Grassland Congress*. (17, 1993). *Proceedings*. p. 726 - 727.
- GORDON, I.J.; ILLIUS, A.W.** 1988. Incisor arcade structure and diet selection in ruminates. *Functional Ecology*. 2: 15 - 22.
- GORDON, I.J.; LASCANO, C.** 1993. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grassland: potential and constraints. *International Grassland Congress*. (17, 1993, Niza). *Proceedings*. - p. 681 - 690.
- GRANT, S.A.; SUCKLING, D.E.; SMITH, H.K.; TORVELL, L.; FORBES, T.D.A.; HODGSON, J.** 1985. Comparative studies of diet selection by sheep and cattle: The hill grasslands. *Journal of Ecology*. 73: 987 - 1004.
- GRANT, S.A.; TORVELL, L., SMITH, H.K.; SUCKLING, D.E., FORBES, T.D.A.; HODGSON, J.** 1987. Comparative studies of diet selection by sheep and cattle: Blanket bog and Heather moor. *Journal of Ecology*. 75: 947 - 960.
- HODGSON, J.** 1981. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. *En*: Hacker, J.B., ed. - *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*. Queensland, Australia. *Cab*. - p. 153 - 166.
- HODGSON, J.** 1982. Ingestive behaviour. *En*: Leaver, J.D. - *Herbage Intake Handbook*. British Grassland Society. - p. 113 - 139.
- HODGSON, J.; GRANT, J.A.** 1982. Grazing animals and forages resources in the hills and uplands. *En*: Frame, J. ed. *The Effective Use of Forage and Animal Resources in the Hills and Uplands: Proceedings*. - Edinburgo, British Grassland Society. - p. 41 - 57 (Occasional Symposium; 12).
- HODGSON, J.** 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society*. 44: 339 - 346.
- HODGSON, J.** 1990. *Grazing management. Science into Practice*. London, Longman. - 200 p. (Longman Handbooks in Agriculture).
- HODGSON, J.** 1993a. Foraging Strategy and Plant Communities. *En*: International Symposium on Grassland Resources. Abstracts, Inner Mongolia. P.R. China. p. 4-188.
- HODGSON, J.; CLARK, D.A.; MITCHELL, R.J.** 1994. Foraging behaviour in grazing animals and its impact on plant communities. *En*: Fahey, J.G.C. ed. - *Forage Quality, Evaluation and Utilisation*. Madison, Wisconsin, ACA/CSSA/SSSA. - p. 786 - 827.
- HUGHES, T.P.; SYKES, A.R.; POPPI, D.P.** 1984. Diet selection of young ruminants in late spring. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 44: 109 - 112.
- ILLIUS, A.W.; GORDON, I.J.** 1990. Constraints on diet selection and foraging behaviour in mammalian herbivores. *En*: Hughes,

- R.N. ed. - Behavioural Mechanisms of Food Selection. - p. 369 - 393. (NATO ASI Series; G 20).
- ILLIUS, A.W.; CLARK, D.A.; HODGSON, J.** 1992. Discrimination and patch choice by sheep grazing grass-clover swards. *Journal of Animal Ecology*. 61: 183 - 194.
- JAMIESON, W.S.; HODGSON, J.** 1981. The effect of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. *Grass and Forage Science*. 34: 273 - 282.
- KENNY, P.A.; BLACK, J.L.** 1984. Factors affecting diet selection by sheep. I. Potential intake and acceptability of feed. *Australian Journal of Agricultural Research*. 35: 551 - 563.
- LACA, E.; DEMMENT, M.W.** 1991. Herbivory: the dilemma of foraging in a spatially heterogeneous food environment. *En*: Palo, R.T., Robbins, C.T. ed. - Plant defense against mammalian herbivory. Boca Raton, Florida, CRC. - p. 29 - 44.
- LACA, E.A.; UNGAR, E.D.; SELIGMAN, N., DEMMENT, M.W.** 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science*. 47: 91 - 102.
- LACA, E.; DISTEL, R.A.; GRIGGS, T.C.; DEO, G.; DEMMENT, M.W.** 1993. Field test of optimal foraging with cattle: the marginal value theorem successfully predicts patch selection and utilisation. *International Grassland Congress*. (17, 1993). Proceedings. - p. 709 - 710.
- LANGLANDS, J.P.; SANSON, J.** 1976. Factors affecting the nutritive value of the diet and the composition of rumen fluid of grazing sheep and cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. 27: 691 - 707.
- L'HUILLIER, P.J.; POPPI, D.P.** 1984. Influence of green leaf distribution on diet selection by sheep and the implications for animal performance. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 44: 105 - 107.
- L'HUILLIER, P.J.; THOMSON, N.A.** 1988. Estimation of herbage mass in ryegrass/white clover dairy pastures. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*. 49: 117 - 122.
- MALECHEK, J.C.; BALPH, D.F.** 1987. Diet selection by grazing and browsing livestock. *En*: International Symposium on the Nutrition of Herbivores. (2°, 1987, Sydney). Sydney Academic Press. p. 199 - 201.
- MICHELL, P.; LARGE, R.V.** 1983. The estimation of herbage mass of perennial ryegrass swards: a comparative evaluation of a rising-plate meter and a single-probe capacitance meter calibrated at and above ground level. *Grass and Forage Science*. 38: 295 - 299.
- MILNE, J.** 1991. Diet selection by grazing animals. *Proceedings of the Nutrition*. 50: 77 - 85.
- MILNE, J.A.; HODGSON, J.; THOMPSON, R.; SOUTER, W.G.; BARTHAM, G.T.** 1982. The diet ingested by sheep grazing swards differing in white clover and perennial ryegrass content. *Grass and Forage Science*. 27: 209 - 218.
- MITCHELL, R.J.; HODGSON, J.; CLARK, D.A.** 1991. The effect of varying leafy sward height and bulk density on the ingestive behaviour of young deer and sheep. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 51: 159 - 165.
- MONTOSSI, F.** 1996. Comparative studies of 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.
- NEWMAN, J.A.; PARSON, A.J.; HARVEY, A.** 1992. Not all sheep prefer clover: diet selection revisited. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge. 119: 275 - 283.
- NEWMAN, J.A.; PENNING, P.D.; PARSONS, A.J.; HARVEY, A.; ORR, R.J.** 1994. Fasting affects intake behaviour and diet preferences of grazing sheep. *Animal Behaviour*. 47: 185 - 193.
- PIGGOT, G.J.** 1986. Methods for estimating pasture dry matter on dairy farms in Northland. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*. 47: 243 - 247.

- POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; L'HUILLIER, P.J.** 1987. Intake of pasture for grazing animals. En: Livestock feeding on pasture. Ruakura: New Zealand Society of Animal Production. - p. 55 - 64. (Occasional Publication; 10).
- PROVENZA, F.D.; BALPH, D.F.** 1990. Applicability of five diet-selection models to various foraging challenges ruminants encounter. En: Hughes, R.N. ed. - Behavioural Mechanisms of Food Selection. p. 423 - 458. (NATO ASI Series; G 20).
- RISSO, D.F.; BERRETTA, E.J.; BEMHAJA, M.** 1997. Tecnologías de producción ganadera para Basalto. Avances Tecnológicos para la región basáltica: 1. Pasturas. Tacuarembó: INIA. - p. (I) 1 - 6. (Serie Actividades Difusión; 145).
- ROBBINS, C.T.; MOLE, S.; HAGERMAN, A.E., HANLEY, T.A.** 1987. Role of tannins in defending plant against ruminants: Reduction in dry matter digestion. Ecology. 68 (6): 1607 - 1615.
- STOBBS, T.H.** 1973a. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. Australian Journal of Agricultural Research. 24: 809 - 819.
- STOBBS, T.H.** 1973b. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. Australian Journal of Agricultural Research. 24: 819 - 829.
- STOBBS, T.H.** 1975. Factors influencing the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. Tropical Grasslands. 9: 141.
- TAYLOR, J.A.** 1993. Foraging strategy. International Grassland Congress. (17, 1993). Proceedings. p. 739 - 740.
- VALLENTINE, J.F.** 1990. Grazing management. San Diego, California, Academic Press. 533 p.
- VAN DYNE, G.M.; BROCKINGTON, M.R.; SZOZS, Z.; DAEK, J.; RIBIC, C.A.** 1980. Large herbivore sub-system. En: Bremeyer, A.I., Van Dyne, G.M., ed. - Grasslands, Ecosystems and Man. Cambridge University Press. - p. 269 - 537.
- WAGHORN, G.C.; BARRY, T.N.** 1987. Pasture as a nutrient source. En: Livestock feeding on pasture. Ruakura: New Zealand Society of Animal Production. - p. 21 - 37. (Occasional Publication; 10).
- WARREN WILSON, J.** 1963. Estimation of foliage denseness and foliage angle by inclined point quadrat. Australian Journal of Botany. 11: 95 - 105.