

Investigación

COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE ALPACA (*Lama pacos* Linn.) EN UN PASTIZAL DEL SECANO MEDITERRÁNEO DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE

Alpaca's diet botanical composition in a Central Mediterranean range of Chile

G. Castellaro G.¹, F. Squella N.², F. León C.³, y A. Raggi S.⁴

ABSTRACT

The re-introduction of domestic South American camelids (alpacas and llamas) in the central zone of Chile makes necessary to study their behaviour and adaptability. Since, it is fundamental to characterize the camelids' diet. For these reasons, the present work had as objective to determine the plant species selected by the alpacas (*Lama pacos* Linn.) in different phenological stages (vegetative, reproductive and dry season). The study was carried out during three years in a paddock of 2.5 ha of sparse shrubland dominated by *Acacia caven* (Mol.) Mol. and annual species in the herbaceous stratum, which were continually grazed by five male alpacas. In the meadow, it was evaluated the botanical composition and the forage dry matter available for grazing. Diet's botanical composition was estimated through the microhistological technique, using dung samples collected directly from the rectum. During the vegetative season, the most consumed plant species were annual and perennial grasses. In the reproductive season, the most important components of the diet were woody plant species, annual grasses and forbs. In the dry season, diet was constituted by a high percentage of woody plant species.

Key words: alpaca, annual Mediterranean range, diet botanical composition, microhistology.

¹ Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Casilla 1004, Santiago, Chile. E-mail: gicastel@uchile.cl *
Autor para correspondencia.

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Rayentué, Centro Experimental Hidango, Casilla 3, Litueche, Chile. E-mail: fsquella@inia.cl

³ Bayer S.A., Longitudinal Sur km 92, Los Lirios, Rancagua, Chile.

⁴ Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, International Centre for Andean Studies (INCAS), Casilla 2, Correo 15, Santiago, Chile.

Recibido: 3 de enero de 2007.

Aprobado: 1 de junio de 2007.

INTRODUCCIÓN

En Chile, la alpaca se cría principalmente en el altiplano de la Región de Arica y Parinacota, desarrollándose en un ambiente de altura bajo condiciones climáticas extremas. Su manejo alimentario se basa en la utilización de praderas hídricas (bofedales) y de secano (pajonales y tolares), siendo más importantes las primeras, lo que lleva a una gran especialización de los hábitos de pastoreo (Castellaro *et al.*, 2004).

Numerosos estudios concuerdan que la alpaca es un animal que adecua su consumo de especies de la pradera de acuerdo con la disponibilidad de las mismas (Bryant y Farfán, 1984; Reiner y Bryant, 1986), lo que sugiere una gran capacidad para adaptarse a distintos tipos de praderas (San Martín y Bryant, 1989). Ésta es una característica importante para la reintroducción de este camélido al secano central de Chile, dadas las marcadas diferencias observadas con respecto a las praderas utilizadas por este herbívoro en el altiplano. El alto grado de especialización de su dieta medida en praderas altioplánicas (Castellaro *et al.*, 2004), sugiere que la alpaca podría tener una baja capacidad de adaptabilidad al cambio en las condiciones ambientales, alimentarias y de manejo que implica su introducción en el secano de la zona central. Sin embargo, en evaluaciones preliminares no se ha observado esto, mostrando una buena adaptabilidad, manteniendo adecuados índices de reproducción, crecimiento y productividad (Castellaro *et al.*, 1998), lo cual podría ser atribuible en parte a que en el secano costero de la zona central de Chile, las características de calidad, diversidad de especies y producción de materia seca de las praderas difieren a las que normalmente pastorean estos animales en el altiplano.

El establecimiento de rebaños experimentales y productivos de alpacas en la zona central y sur de Chile, plantea la necesidad de efectuar las evaluaciones del comportamiento alimentario de este herbívoro para conocer su adaptabilidad y de esta forma cuantificar la viabilidad bioeconómica de estos sistemas. En este trabajo se planteó como principal objetivo determinar las especies vegetales seleccionadas por las alpacas cuando pastorean un pastizal natural de clima mediterráneo en sus diferentes etapas fenológicas.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio

El estudio se realizó durante los años 1994, 1995 y 1996, en el Centro Experimental Hidango, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicado en la comuna de Litueche, Provincia de Cardenal Caro, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins (34°06' S; 71°47' O; 296 m.s.n.m.). El clima es de tipo mediterráneo, con temperaturas que varían en promedio entre una máxima de 24,7 °C en febrero y una mínima de 5,4 °C en junio. El período libre de heladas es de 365 días. Registra anualmente 1.328 días-grado y 550 horas de frío. La precipitación promedio anual es de 825 mm, existiendo un déficit hídrico de 1.024,4 mm y un período seco de 7 meses (Santibáñez y Uribe, 1990). Las precipitaciones registradas durante el período del estudio (1995, 1996 y 1997) fueron de 505; 692 y 522 mm, siendo estos años clasificados como seco, normal, y seco, respectivamente.

Los suelos son del tipo sedimentario, profundos, de textura franco arcillosa y color pardo oscuro en superficie y textura arcillosa en profundidad, clasificados como Typic Palexeralfs (Soil Survey Staff, 1992); de permeabilidad moderada y buen drenaje. El contenido de materia orgánica es del orden de un 3%. Los niveles de N mineral y P son bajos, siendo el contenido de K moderado a alto. El pH es ligeramente ácido, no presentando problemas de salinidad (Castellaro y Squella, 1995, comunicación personal). La formación vegetal corresponde a una pseudosabana abierta (Ovalle *et al.*, 1990), con un estrato arbustivo dominado por *Acacia caven* (Mol.) Mol. y *Rubus ulmifolius* Schott, y un estrato herbáceo compuesto principalmente por terófitas de crecimiento invernal, donde dominan poáceas anuales, en especial los géneros *Avena*, *Aira*, *Bromus*, *Hordeum*, *Lolium* y *Vulpia* y algunas poáceas perennes pertenecientes a los géneros *Piptochaetium* y *Nasella*. También son comunes especies de la familia *Asteraceae* y *Fabaceae* (Castellaro *et al.*, 1994; Ovalle y Squella, 1996).

Diseño del estudio

El estudio se efectuó en una superficie de 2,5 ha de un matorral claro de *A. caven*, en la cual pastorearon cinco alpacas macho adultos de la raza Huacaya, bajo un sistema de pastoreo continuo durante las temporadas 1994-1995, 1995-1996 y 1996-1997. En el ensayo se realizaron las evaluaciones que se indican mas adelante.

Composición botánica de la pradera

Esta medición se efectuó en la pradera en los estadios fenológicos vegetativo, reproductivo y seco. Se consideró como período vegetativo desde la emergencia de las especies anuales (o el inicio del rebrote en las especies perennes) hasta el inicio de la floración (espigadura) de las mismas; como período reproductivo desde la floración hasta que las especies dominantes completaron la maduración de sus semillas; y como período seco a aquel entre la maduración de las semillas y el momento en que se reinició la emergencia (especies anuales) o el rebrote (especies perennes). Estos estadios se estimaron en forma visual, considerando como tal cuando al menos el 50% de las especies observadas presentaban un estadio particular. La composición botánica del estrato herbáceo se evaluó utilizando el método del Punto Cuadrado Modificado (Etienne *et al.*, 1979), determinando elementos vegetacionales homogéneos sobre la base de una cartografía de la vegetación elaborada en un estudio previo (Castellaro y Squella, 1995, comunicación personal). En cada uno de éstos se dispusieron transectos permanentes de 4 m de longitud, cuyo número se determinó en función de la proporción de cada elemento con relación al total de la superficie evaluada. Los valores de composición botánica obtenidos en cada uno de los transectos y para cada elemento vegetacional, se sumaron y promediaron, obteniendo de ese modo un valor medio para toda la superficie evaluada.

Disponibilidad y acumulación de materia seca (MS) de la pradera

Esta medición se efectuó en las tres etapas fenológicas mencionadas en el punto anterior. Se determinó la disponibilidad de MS (kg ha^{-1}) bajo pastoreo y acumulación de MS total de cada temporada (kg ha^{-1}), para lo cual se usaron jaulas de exclusión de $1,3 \text{ m}^2$, dispuestas cerca de las líneas permanentes dentro de los elementos vegetacionales homogéneos. El número de jaulas se determinó con relación a la proporción de cada elemento. Para la medición de disponibilidad y acumulación de MS, se cortó el material herbáceo a ras de suelo y se pesó en estado verde; de éste se sacó una muestra de 200 g, la cual se deshidrató en una estufa con aire forzado a $70 \text{ }^\circ\text{C}$ por 48 h, con el propósito de determinar el porcentaje de MS.

Composición botánica de la dieta

Para determinar esta variable se utilizó el análisis microhistológico de fecas (Spark y Malechek, 1968; Holechek, *et al.*, 2001). Los preparados patrones de las epidermis de las diferentes especies vegetales se obtuvieron de fragmentos de las plantas herborizadas, utilizando los procedimientos descritos por Castellaro *et al.* (2006). Con el propósito que el análisis de la dieta fuese representativo de la composición botánica de la pradera, las muestras de fecas se recolectaron en el mismo período en que se realizó la evaluación de la composición botánica en el pastizal. Las muestras de fecas se

sacaron directamente del recto de cada animal durante 5 días consecutivos, confeccionándose al final de este intervalo una muestra compuesta para cada animal. Estas muestras se deshidrataron en una estufa con aire forzado a 70 °C por 48 h y se molieron en un molino tipo Willey tamizándose a 1 mm. Posteriormente, se decoloraron con una solución comercial de hipoclorito de sodio y se montaron en portaobjetos usando gelatina glicerinada con fenol como medio de montaje. Se prepararon cinco portaobjetos por muestra compuesta de fecas de cada animal, en los cuales se evaluaron 100 campos en microscopio óptico (Ernst Leitz, GMBH, Wetzlar, Germany), bajo un aumento de 100x. En cada campo se determinó la frecuencia de las especies en la dieta, mediante el registro de cada fragmento identificable de epidermis. Posteriormente, la frecuencia obtenida de cada especie se transformó en densidad, utilizando las tablas propuestas por Fracker y Brischle (citados por Spark y Malechek, 1968).

Diseño experimental y análisis estadístico

La disponibilidad de MS y composición botánica de la pradera se analizaron mediante estadística descriptiva elaborando perfiles de estas variables en el tiempo. Los porcentajes de las principales especies de la dieta se sometieron a un análisis de varianza, bajo un diseño experimental de parcela dividida, previa transformación angular de los datos. Se consideró el año como parcela principal y la etapa fenológica como subparcela (Steel y Torrie, 1988). Las mediciones efectuadas en los meses de julio y agosto se consideraron como representativas del período vegetativo, las efectuadas entre septiembre y noviembre representativas del período reproductivo y las realizadas entre enero y abril como representativas del período seco. Para detectar diferencias significativas se efectuó la prueba de rango múltiple de Duncan ($P \leq 0,05$).

Con el propósito de evaluar en forma global la diversidad de la composición botánica de la pradera y de la dieta, con los promedios de estas variables obtenidos en cada evaluación se calculó el Índice de Diversidad de Shannon, el cual se expresó como diversidad relativa (E) (Cortés *et al.*, 2002; Castellaro *et al.*, 2004). Finalmente, se estimó el Índice de Selectividad de Ivlev (IS) para las principales especies vegetales consumidas, utilizando conjuntamente los promedios de la composición botánica de las dietas y de la pradera (Krebs, 1989; Stuth, 1991). El IS presenta valores entre 1,0 y -1,0. Los valores positivos, cero y negativos indican selección, indiferencia y rechazo, respectivamente. En el cálculo de este índice, solamente se consideraron las especies herbáceas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición botánica, producción y disponibilidad bajo pastoreo de la MS en la pradera

Las poáceas anuales fueron el grupo de especies dominantes (**Figura 1**), destacando *Bromus hordeaceus* L. (40,7%), *Lolium rigidum* Gaudin (4,4%) y *Hordeum berteroanum* E. Desv. ex C. Gay (4,3%). Las dicotiledóneas herbáceas se ubicaron en un segundo lugar, y en este grupo destacó *Hypochaeris glabra* L. (7 %) y especies del género *Trifolium* (6%). Dentro de las poáceas perennes fue importante la contribución de *Nassella manicata* (E.Desv.) Barkworth (15,1%).

La producción acumulada de MS de la pradera alcanzó valores de 5.326; 4.678 y 3.832 kg ha⁻¹, en las temporadas 1994-1995, 1995-1996 y 1996-1997, respectivamente. Las diferencias observadas podrían atribuirse a la situación pluviométrica de dichos años, ya que la productividad y ritmo de crecimiento de los pastizales de clima mediterráneo está determinado principalmente por el volumen y la distribución de las precipitaciones (Olivares *et al.*, 1998; Johnston *et al.*, 1998; Olivares *et al.*, 2004; Olivares *et al.*, 2006).

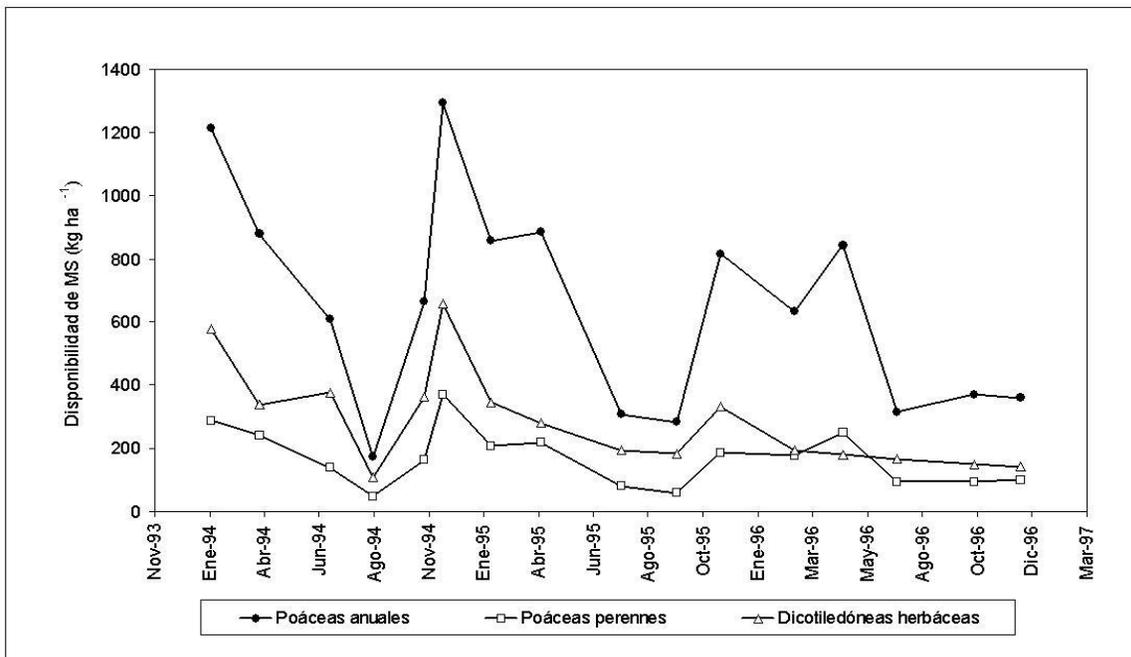


Figura 1. Disponibilidad de materia seca de diferentes grupos de especies en la pradera pastoreada. Hidango, Región Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile.

Figure 1. Dry matter availability of different species groups in the grazed pasture. Hidango, Libertador General Bernardo O'Higgins Region, Chile.

Composición botánica de la dieta

La participación porcentual en la dieta de cada grupo de especies (poáceas anuales, poáceas perennes, dicotiledóneas herbáceas y especies leñosas) varió dependiendo del período fenológico de la pradera (**Figura 2**). Desde el momento en que las especies anuales emergieron y las perennes rebrotaron, y a pesar de que en dicho momento la pradera presentó la menor disponibilidad de MS, la dieta de las alpacas se basó en el consumo de poáceas anuales y perennes. Sin embargo, y a pesar de que estaban disponibles, las dicotiledóneas herbáceas no fueron tan consumidas. Las especies leñosas, y en especial *A. caven*, en esta época participaron en menor proporción debido probablemente al escaso follaje observado en las ramillas de esta especie durante este período. Avanzada la temporada, las especies herbáceas comenzaron a aumentar su disponibilidad en la pradera, desarrollaron estructuras reproductivas y se lignificaron. Este proceso ocurrió antes en las poáceas perennes, lo que se reflejó en la disminución del consumo en este último grupo. En esta época, las especies dicotiledóneas herbáceas cobraron relativa importancia, dado que la pérdida de calidad en estas especies no es tan acentuada como en las poáceas (George *et al.*, 2001). Durante este mismo período, las especies leñosas comenzaron a aumentar su participación en la dieta.

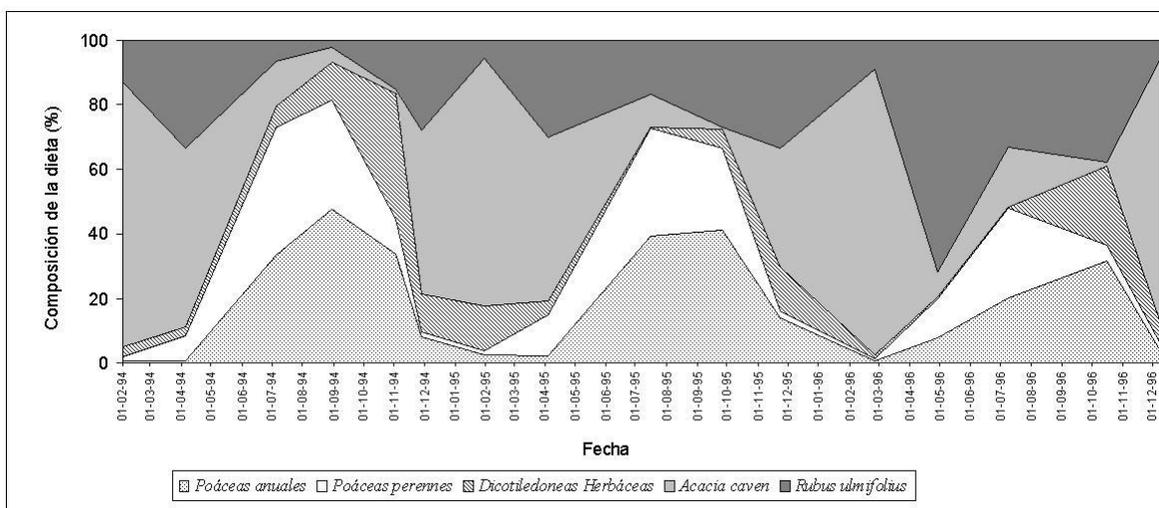


Figura 2. Porcentaje de los distintos grupos de especies en la dieta de alpacas durante el período experimental. Hidango, Región Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile.

Figure 2. Percentage of different species groups in the alpacas' diet, during experimental period. Hidango, Libertador General Bernardo O'Higgins Region, Chile.

Cuando las especies de la pradera completaron su fructificación y entraron en senescencia, periodo en el cual se alcanzó la mayor disponibilidad de MS, el consumo se orientó a las especies leñosas, ya que en ese momento estas especies presentaban follaje verde, siendo preferidas por los animales, probablemente para satisfacer sus requerimientos de proteína y caroteno. Al comenzar la nueva temporada otoñal (marzo-abril), las especies perennes de la pradera, *N. manicata* y *Piptochaetium stipoides* (Trin. & Rupr.) Hack. ex Arechav., fueron las primeras en desarrollar nuevo follaje y empezaron paulatinamente a aparecer en la dieta. Lo anterior sugiere que las alpacas seleccionaron su dieta primeramente en función de la calidad nutritiva de las especies de la pradera y secundariamente en función de la disponibilidad, realizando un mayor consumo de especies leñosas, sobre todo en la época estival, cuando el estrato herbáceo está completamente seco. Esta situación concuerda con el comportamiento observado en ovinos en un pastizal similar ubicado en el secano semiárido de la zona central (Riveros *et al.*, 1978; Soto y Silva, 1984).

Los promedios resultantes de la agrupación según los períodos vegetativo, reproductivo y seco, y las especies más importantes dentro de cada grupo se presentan en el **Cuadro 1**. La diferencia en el porcentaje de especies en los distintos períodos fue importante, observándose alta variabilidad incluso dentro de cada período. En el período vegetativo se observó una uniformidad en los porcentajes de la dieta para cada grupo de especies, en las tres temporadas y dentro de cada una de las fechas analizadas. El consumo de poáceas anuales y perennes sobresalió con un 35 y 34%, respectivamente, las especies leñosas aportaron en promedio un 26,4%, porcentaje relativamente alto si se considera la calidad de la pradera en esa época (**Cuadro 1**). Las dicotiledóneas herbáceas aportaron un 4,6%, lo que indica una mayor selectividad por las poáceas, y al igual que estas últimas, en los meses invernales estas especies se encuentran en estados vegetativos y disponibles para los animales.

Cuadro 1. Composición botánica de la dieta de alpacas (%) (promedio \pm DE) según el estado fenológico del pastizal.

Table 1. Alpaca diet's botanical composition (%) (average \pm SD) according to range phenological stage.

Grupo de especies	Vegetativo	Estado fenológico de la pradera					
		Reproductivo			Seco		
		Temprano	Tardío	Promedio	Temprano	Tardío	Promedio
Poáceas anuales							
<i>Bromus hordeaceus</i>	0,9 \pm 0,5	0,5 \pm 0,5	2,0 \pm 1,2	1,2 \pm 1,2	0,2 \pm 0,2	0,6 \pm 0,3	0,4 \pm 0,3
<i>Hordeum berteroanum</i>	8,4 \pm 3,0	9,0 \pm 4,6	1,4 \pm 1,0	5,2 \pm 5,1	0,2 \pm 0,2	-	0,1 \pm 0,2
<i>Lolium rigidum</i>	7,8 \pm 5,2	8,6 \pm 2,6	1,8 \pm 1,1	5,2 \pm 4,1	0,6 \pm 0,2	1,7 \pm 1,5	1,2 \pm 1,1
<i>Vulpia bromoides</i>	18,1 \pm 6,5	17,3 \pm 6,7	3,3 \pm 2,3	10,3 \pm 8,9	0,2 \pm 0,2	1,2 \pm 1,9	0,7 \pm 1,3
Subtotal	35,2 \pm 11,7	35,5 \pm 5,0	8,5 \pm 5,4	21,9 \pm 15,5	1,2 \pm 1,0	3,5 \pm 3,6	2,4 \pm 2,7
Poáceas perennes							
<i>Piptochaetium stipoides</i>	21,7 \pm 3,3	7,5 \pm 7,9	0,9 \pm 0,6	4,2 \pm 6,1	0,4 \pm 0,2	3,2 \pm 1,0	1,8 \pm 1,7
<i>Nasella manicata</i>	12,2 \pm 3,2	6,3 \pm 2,5	0,9 \pm 0,4	3,6 \pm 3,4	0,7 \pm 0,2	7,6 \pm 2,1	4,1 \pm 4,0
Subtotal	33,9 \pm 4,9	13,8 \pm 10,5	2,2 \pm 0,4	7,8 \pm 9,1	1,1 \pm 0,3	10,8 \pm 2,8	5,9 \pm 5,6
Docotiledóneas herbáceas							
<i>Hypochaeris glabra</i>	4,2 \pm 5,3	23,1 \pm 16,5	7,4 \pm 3,8	15,3 \pm 13,7	0,7 \pm 0,6	1,5 \pm 0,9	1,1 \pm 0,8
<i>Medicago polymorpha</i>	---	---	2,9 \pm 0,1	1,5 \pm 1,6	5,3 \pm 6,3	1,1 \pm 0,9	3,2 \pm 4,7
Subtotal	4,6 \pm 5,4	23,1 \pm 16,6	10,3 \pm 3,7	16,7 \pm 12,8	6,0 \pm 7,0	2,6 \pm 1,78	4,3 \pm 4,9
Leñosas							
<i>Acacia caven</i>	11,8 \pm 6,9	0,9 \pm 0,4	57,2 \pm 24,1	29,1 \pm 34,4	82,5 \pm 5,8	38,1 \pm 26,4	60,3 \pm 29,7
<i>Rubus ulmifolius</i>	14,6 \pm 13,7	26,7 \pm 11,1	22,1 \pm 15,2	24,4 \pm 12,2	9,1 \pm 3,6	45,0 \pm 23,3	27,1 \pm 24,6
Subtotal	26,4 \pm 18,7	27,6 \pm 11,3	79,3 \pm 9,1	53,5 \pm 29,7	91,6 \pm 8,2	83,1 \pm 5,0	87,4 \pm 7,7

---: sin información.

Fue necesario dividir el período reproductivo de la pradera en temprano y tardío, sobre la base de un criterio cronológico, ya que se observaron diferencias significativas en las proporciones de especies entre fechas de evaluación dentro de dicho periodo ($P \leq 0,05$). En el período reproductivo temprano, el aporte de los distintos grupos fue de un 35% para poáceas anuales, 28% para especies leñosas, 23% para dicotiledóneas herbáceas y un 14% para poáceas perennes. Comparando este período con el vegetativo, se observó una mayor participación en la dieta de especies dicotiledóneas herbáceas y de especies leñosas, las cuales aumentaron en desmedro de las poáceas perennes, probablemente debido a un mayor grado de lignificación de estas especies durante este estado fenológico. En el período reproductivo tardío, las especies leñosas contribuyeron con un 80% a la composición botánica de la dieta, siendo el aporte de las dicotiledóneas herbáceas, poáceas anuales y poáceas perennes de 10; 8 y 2%, respectivamente (**Cuadro 1**).

La tendencia observada en el período reproductivo tardío continuó durante el período seco, que también fue subdividido en temprano y tardío, por encontrarse diferencias significativas entre las mediciones efectuadas durante dicho estadio ($P \leq 0,05$). A inicios del período seco un 92% de las especies correspondieron a leñosas. El aporte de las dicotiledóneas herbáceas fue de un 6% y las especies de poáceas anuales y perennes no superaron el 2%. En el período seco tardío, las especies leñosas volvieron a ser dominantes en la dieta (83%), las poáceas perennes subieron a 11%, las poáceas anuales y las dicotiledóneas herbáceas aportaron un 4 y un 3% de la dieta, respectivamente (**Cuadro 1**). El alto aporte de especies leñosas observado durante los períodos reproductivo tardío y seco, puede ser atribuido a la necesidad nutricional de los animales de seleccionar una dieta alta en caroteno y proteína, nutrientes que están presentes en un mayor porcentaje en los recursos forrajeros que permanecen verdes durante estas etapas fenológicas.

Al efectuar un análisis dentro de cada grupo de especies (**Cuadro 2**), en el grupo de las poáceas anuales y durante el período vegetativo, las especies que más aportaron a la dieta fueron *Vulpia bromoides* (L.) Gray., *B. hordeaceus*, *H. berterioanum* y *L. rigidum*. El aporte de estas especies difirió significativamente ($P \leq 0,05$) entre las tres temporadas estudiadas. En el primer año la participación de este grupo en los períodos vegetativo, reproductivo y seco fue de un 41,0; 21,0 y 0,7%, respectivamente ($P \leq 0,05$). En el segundo año fue algo similar, con aportes de 39,5; 27,5 y 2,3%, en los mismos períodos ($P \leq 0,05$). Sin embargo, en el tercer año de estudio este aporte en los períodos vegetativo y reproductivo fue 20 y 17,4%, sin diferencias significativas entre ellos ($P > 0,05$). No obstante, en el período seco el porcentaje de estas especies fue de 4,1%, difiriendo significativamente de los otros dos períodos ($P \leq 0,05$). Al analizar individualmente cada una de las poáceas antes mencionadas, *H. berterioanum*, *L. rigidum* y *B. hordeaceus* no presentaron diferencias significativas entre los períodos en las tres temporadas analizadas ($P > 0,05$), lo que refleja un comportamiento que se repite año a año. La excepción fue *V. bromoides*, la cual participó en mayor cantidad dentro del grupo especialmente en el período seco y reproductivo (**Cuadro 2**).

Dentro del grupo de las poáceas perennes destacaron las especies *N. manicata* y *P. stipoides*, las cuales presentaron el mismo comportamiento a través del año (**Cuadro 2**), sin diferencias significativas entre años ($P > 0,05$).

La participación porcentual de las dicotiledóneas herbáceas estuvo representado principalmente por las especies *Medicago polymorpha* L. e *H. glabra* (**Cuadro 2**). El aporte total de estas dos especies tuvo un comportamiento disímil en las tres temporadas. En el primer año de estudio la contribución a la dieta presentó diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los períodos vegetativo, reproductivo y seco, siendo sus aportes de 8,9; 25,3 y 2,9%, respectivamente. En el segundo año el período

vegetativo (0,3%) fue significativamente menor ($P \leq 0,05$) que los períodos reproductivo (9,7%) y seco (9,1%). En el tercer año el aporte en el período reproductivo fue de 15,2%, siendo significativamente mayor ($P \leq 0,05$) que el período seco (0,9%) y vegetativo (0,2%).

Cuadro 2. Contribución en la dieta (%) de las principales especies consumidas por alpacas, en diferentes estados fenológicos, durante las tres temporadas del período experimental. Hidango, Región Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile.

Table 2. Contribution to diet (%) of main consumed species by alpacas, at different phenological stages, during three seasons of experimental period. Hidango, Libertador General Bernardo O'Higgins Region, Chile.

Especies vegetales	Estado fenológico de la pradera								
	1994-1995			1995-1996			1996-1997		
	V	R	S	V	R	S	V	R	S
	%								
<i>Bromus hordeaceus</i>	0,9	1,4	0,2	1,5	2,0	0,5	0,3	0,3	0,4
<i>Lolium rigidum</i>	9,2	5,4	0,4	7,2	6,9	1,1	5,6	3,2	2,0
<i>Hordeum berteroanum</i>	9,9	6,6	0,1	8,9	3,1	0,2	4,8	6,0	0,1
<i>Vulpia bromoides</i>	20,7	7,5	0,1	21,7	15,4	0,4	9,3	7,9	1,7
Subtotal	40,7	20,9	0,8	39,3	27,4	2,2	20,0	17,4	4,2
<i>Nasella manicata</i>	14,9	3,3	3,1	9,7	5,2	5,0	9,2	2,4	4,2
<i>Piptochaetium stipoides</i>	21,9	2,8	1,2	23,7	8,6	1,9	18,8	1,2	2,3
Subtotal	36,8	6,1	4,3	33,4	13,8	6,9	28,0	3,6	6,5
<i>Hypochaeris glabra</i>	8,1	23,9	0,9	0,3	8,2	1,9	0,2	13,7	0,5
<i>Medicago polymorpha</i>	0,0	1,4	2,0	0,0	1,5	7,2	0,0	1,5	0,4
Subtotal	8,1	25,3	2,9	0,3	9,7	9,1	0,2	15,2	0,9
<i>Acacia caven</i>	9,3	26,0	69,0	10,2	18,7	63,9	18,4	42,6	48,0
<i>Rubus ulmifolius</i>	4,4	21,6	23,0	16,6	30,3	17,7	33,1	21,3	40,5
Subtotal	13,7	47,6	92,0	26,8	49,0	81,6	51,5	63,9	88,5

V: vegetativo; R: reproductivo; S: seco.

La participación de especies leñosas en la dieta fue la más alta durante los períodos reproductivo y seco, lo que indica que la alpaca presenta un hábito marcadamente ramoneador. Dentro de este grupo destacaron *A. caven* y *R. ulmifolius* (**Cuadro 2**). De éstas, *A. caven* presentó un comportamiento similar en las tres temporadas estudiadas, tendiendo a aumentar su participación en la dieta a medida que la pradera entra en etapa reproductiva y se seca, mostrando diferencias significativas entre los períodos fenológicos ($P \leq 0,05$). *R. ulmifolius* se comportó de forma más errática, no existiendo un patrón de consumo estable.

Índice de diversidad relativa (E)

El índice E calculado en la pradera, tuvo un comportamiento relativamente estable, con un valor medio para las tres temporadas de evaluación de 0,71 (71%), con pequeñas variaciones que se repiten año a año, alcanzando los puntos más bajos en el otoño y los más altos durante los meses de crecimiento activo de la pradera (**Figura 3**). Lo anterior indica una composición de especies en la pradera relativamente estable y balanceada en sus respectivas proporciones a lo largo del tiempo, lo que podría explicarse en parte, por el alto número de especies vegetales presentes en el estrato herbáceo, el cual superó las 49 especies en este estudio. Sin embargo, a pesar de esta alta oferta de especies, solamente un subconjunto de ellas reúne las propiedades para ser seleccionadas por los animales. Lo anterior se refleja en el índice E de la dieta, el cual presentó una fluctuación mucho más marcada, alcanzando los puntos más altos en invierno y principios de primavera, durante el periodo de crecimiento activo de la pradera, y obteniendo los más bajos en los meses estivales. La dieta durante el periodo de crecimiento de la pradera es más equilibrada en cuanto a su composición, sucediendo lo contrario en la época seca, cuando la dieta presenta los menores índices E, lo cual se atribuye a un menor número de especies seleccionadas durante este período, y también a un mayor desequilibrio en sus proporciones en la dieta. Por lo anterior, se puede afirmar que la composición botánica de la dieta no necesariamente es función directa de la composición botánica de la pradera, y confirma que el valor nutritivo, reflejado a través del estado fenológico de las especies de la pradera y su respectiva disponibilidad, son los factores determinantes.

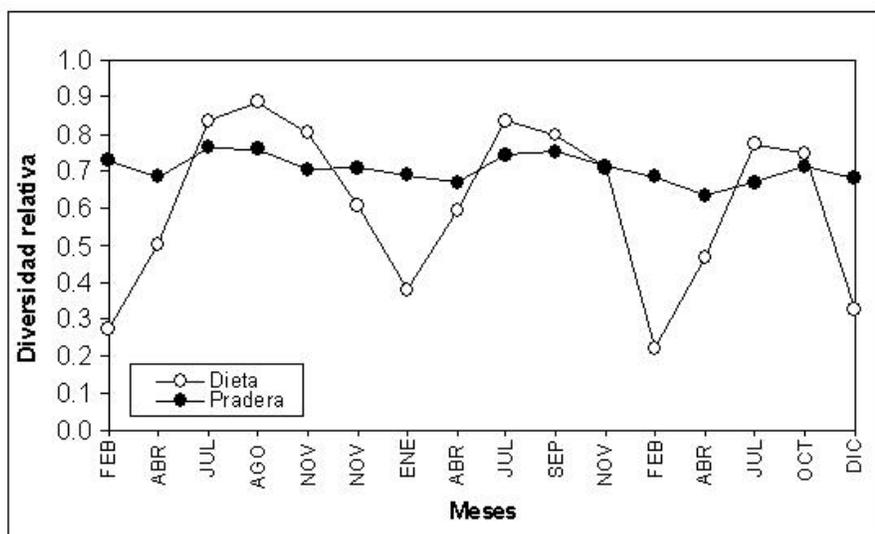


Figura 3. Índice de diversidad de Shannon, expresado como diversidad relativa (valores fraccionarios) de la dieta y de la pradera. Hidango, Región Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile.

Figure 3. Diets's and pasture Shannon Diversity Index expressed as relative diversity (fractional values). Hidango, Libertador General Bernardo O'Higgins Region, Chile.

Índice de selectividad (IS)

Las variaciones obtenidas en el IS para las especies herbáceas más importantes se presentan en la **Figura 4**, y en el **Cuadro 3** se presenta el promedio de IS para las mismas dentro de cada estado fenológico del pastizal. Las poáceas anuales, *V. bromoides* y *H. berterioanum*, presentaron una variación en el tiempo que en cierta forma se repite año a año (**Figura 4a**). Los valores de IS para estas especies fueron altos durante el período de crecimiento activo de la pradera herbácea, pero descendieron durante el período seco al disminuir su disponibilidad y valor nutritivo (**Figura 4a**). No se observó lo mismo para *L. rigidum*, la cual todo el tiempo mantuvo valores de IS entre 0,0 y 0,5, teniendo, por lo tanto, un grado de selectividad intermedio y relativamente constante en el tiempo. Lo anterior se podría atribuir a que esta especie mantiene una alta participación en la disponibilidad de la pradera, y probablemente su valor nutricional, especialmente durante el período seco, probablemente es más alto y menos variable en comparación con el resto de las poáceas anuales de hábito de crecimiento similar. Una situación completamente diferente se cuantificó para la especie *B. hordeaceus*, cuyo IS mantuvo valores entre -1,0 y -0,5, lo cual indica que fue rechazada en todos los estados fenológicos.

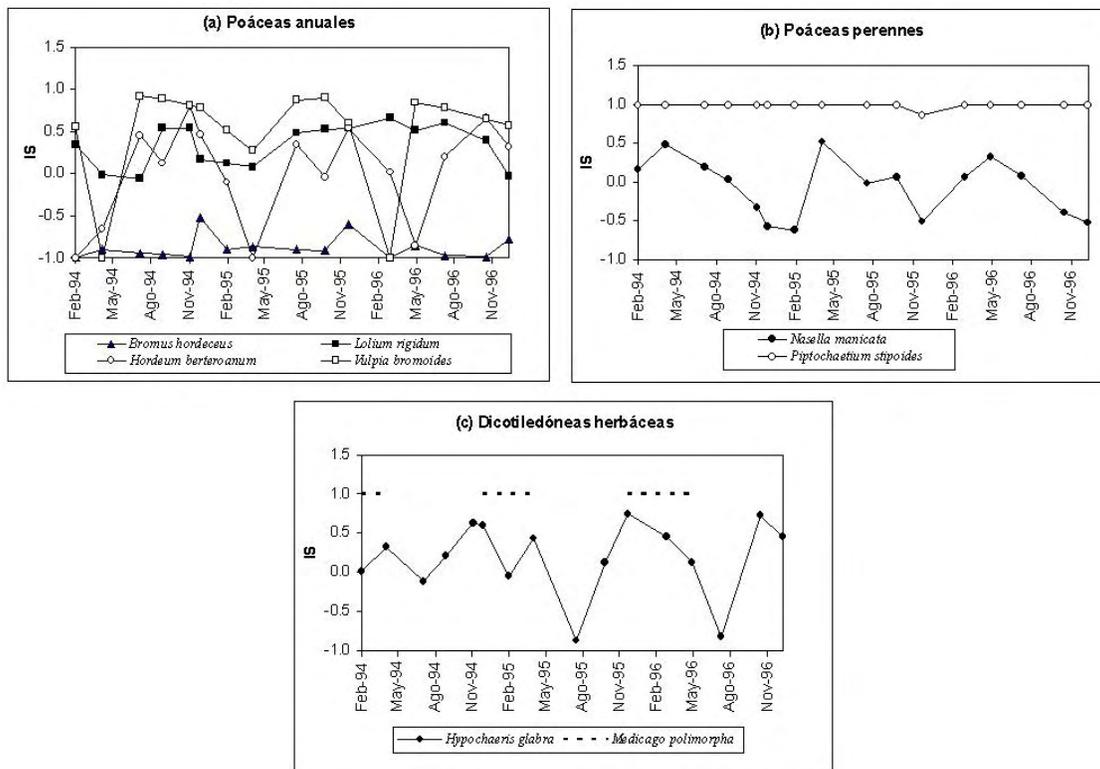


Figura 4. Índice de selectividad de Ivlev (IS) de diferentes grupos de especies herbáceas en todas las fechas evaluadas. (a) Poáceas anuales, (b) poáceas perennes y (c) dicotiledóneas herbáceas. Hidango, Región Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile.

Figure 4. Ivlev's Selectivity Index (IS) of different herbaceous species groups in all evaluated dates. (a) annual grasses, (b) perennial grasses and (c) herbaceous dicots. Hidango, Libertador General Bernardo O'Higgins Region, Chile.

Cuadro 3. Índice de selectividad de Ivlev, calculado para las especies más importantes de la dieta de la alpaca. Promedio para tres estadios fenológicos de la pradera.

Table 3. Ivlev's Selectivity Index calculated to main alpaca's diet species. Average for three phenological stages.

Especie vegetal	Estado fenológico de la pradera		
	Vegetativo	Reproductivo	Seco
<i>Vulpia bromoides</i>	0,86	0,72	0,03
<i>Hordeum berteroanum</i>	0,28	0,46	-0,59
<i>Bromus hordeaceus</i>	-0,94	-0,80	-0,92
<i>Lolium rigidum</i>	0,39	0,36	0,28
<i>Piptochaetium stipoides</i>	1,00	0,98	1,00
<i>Nasella manicata</i>	0,08	-0,38	0,15
<i>Hypochaeris glabra</i>	-0,40	0,54	0,22
<i>Medicago polymorpha</i>	(¹)	(¹)	1,00

(¹) Indica que en alguna fecha de cada período no existieron datos de presencia en la dieta ni en la pradera.

En el caso de poáceas perennes (**Figura 4b**), *N. manicata* tiende a ser rechazada especialmente durante la primavera y el verano, presentando un repunte a inicios de la temporada de crecimiento, lo que coincide con el rebrote de la especie. Un comportamiento diferente presentó *P. stipoides*, cuyo IS fue alto (0,98-1,0) y prácticamente constante durante todo el año. Esto estaría indicando que a pesar de contribuir en muy baja proporción a la disponibilidad de MS de la pradera, esta especie es buscada por el animal y consumida.

Dentro de las especies dicotiledóneas herbáceas (**Figura 4c**), *H. glabra* se seleccionó en los períodos reproductivo y seco, siendo rechazada en el período vegetativo, probablemente debido a su bajo valor nutricional, en comparación con otras especies que en dicho momento crecen activamente en la pradera. En la mayoría de las mediciones efectuadas tanto en la pradera como en la dieta no fue posible detectar *M. polymorpha*, situación que hizo imposible cuantificar su IS. No obstante, en algunas mediciones se detectó solamente su presencia en la dieta, especialmente durante el período seco de la pradera, lo que indicaría que durante tal estadio fenológico sería seleccionada por los animales.

Las especies que no son seleccionadas por los animales se ven favorecidas, ya que pueden terminar su ciclo de desarrollo y perpetuarse en el tiempo. Las más seleccionadas, al ser buscadas y consumidas por los herbívoros, ven afectada su capacidad de perpetuación, y en condiciones de sobrepastoreo o de rezagos cortos pueden ir disminuyendo paulatinamente su participación en la pradera, lo que trae como consecuencia un deterioro de la condición del pastizal. Estos datos confirman que para clasificar las especies vegetales de un pastizal de acuerdo a su IS, se debe considerar la disponibilidad de la especie en la pradera y la preferencia del animal por la misma.

CONCLUSIONES

Durante el período vegetativo de la pradera, la dieta de la alpaca estaba constituida principalmente de gramíneas. Hacia el período reproductivo aumentó el consumo de especies leñosas seguidas por las dicotiledóneas herbáceas.

Durante el período seco de la pradera herbácea, las especies leñosas son el principal componente de la dieta de la alpaca, quedando de manifiesto su hábito ramoneador.

La diversidad relativa de la composición de la pradera fue alta y relativamente estable a lo largo del estudio, no así en la composición botánica de la dieta de la alpaca, la cual presentó fluctuaciones importantes, observando altos valores en la época de crecimiento activo de la pradera, siendo muy desequilibrada durante el período seco de la misma.

Las alpacas son animales que adaptan sus hábitos de consumo en función de la calidad nutricional y de la disponibilidad de las especies del pastizal.

Este estudio confirma que, en el caso particular de la alpaca, el índice de selección de las especies vegetales varía de acuerdo a su disponibilidad y preferencia del animal, y esta última depende del estado fenológico de las especies vegetales.

RESUMEN

Composición botánica de la dieta de alpaca (*Lama pacos* Linn.) en un pastizal del secano mediterráneo de la zona central de Chile. G. Castellaro G., F. Squella N., F. León C., y A. Raggi S.

La reintroducción de camélidos sudamericanos domésticos (alpaca y llamas) en la zona central de Chile, hace necesario estudiar su comportamiento y adaptabilidad. En este contexto, la caracterización de la dieta es fundamental. Por ello, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar las especies vegetales seleccionadas por las alpacas en diferentes etapas fenológicas del pastizal (vegetativo, reproductivo y seco). El estudio se realizó durante tres temporadas en un potrero de 2,5 ha ocupado por un matorral claro dominado por *Acacia caven* (Mol.) Mol. y especies anuales en el estrato herbáceo, las cuales fueron pastoreadas continuamente por cinco alpacas macho. En la pradera se evaluó la composición botánica y la disponibilidad de la materia seca bajo pastoreo. La composición botánica de la dieta fue estimada mediante la técnica microhistológica, utilizando muestras de fecas colectadas directamente del recto de los animales. Las especies más consumidas en el período vegetativo fueron las poáceas anuales y perennes. En el período reproductivo, las especies leñosas, poáceas anuales y dicotiledóneas herbáceas fueron los componentes más importantes de la dieta. En el período seco, la dieta estuvo constituida en un alto porcentaje por especies leñosas.

Palabras clave: alpaca, composición botánica de la dieta, pradera anual de clima mediterráneo, microhistología.

LITERATURA CITADA

- Bryant, F., and R. Farfán. 1984. Dry season forage selection by alpaca (*Lama pacos*) in Southern Perú. *J. Range Manage.* 37:330-333.
- Castellaro, G, M. Silva, y F. Santibáñez. 1994. Efecto de la radiación solar y la temperatura sobre las fenofases de las principales especies del pastizal mediterráneo anual. *Av. Prod. Anim.* 19: 65-75.
- Castellaro, G., J. García-Huidobro, and P. Salinas. 1998. Alpaca liveweight variations and fiber production in Mediterranean range of Chile. *J. Range Manage.* 51:509-513.
- Castellaro, G., F. Squella, T. Ullrich, F. León, y A. Raggi. 2006. Algunas técnicas microhistológicas utilizadas en la determinación de la composición botánica de la dieta de herbívoros. *Agric. Téc. (Chile)* 67:86-93
- Castellaro, G., T. Ullrich,, B. Wackwitz, y A. Raggi. 2004. Composición botánica de la dieta de alpacas (*Lama pacos* L.) y llamas (*Lama glama* L.) en dos estaciones del año, en praderas altiplánicas de un sector de la provincia de Parinacota, Chile. *Agric. Téc. (Chile)* 64:353-364.
- Cortés, A., J. Rau, E. Miranda, y J. Jiménez. 2002. Hábitos alimenticios de *Lagidium viscacia* y *Abrocoma cinerea*: roedores sintópicos en ambientes altoandinos del norte de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 75:583-593.
- Etienne, M., E. Caviedes, y D. Contreras. 1979. Un nuevo enfoque en la evaluación de la productividad de las praderas. Tomo II. p. 1-12. *In* Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales (IREN). Seminario Metodología para el Desarrollo de Zonas en Desertificación, La Serena. 8 de mayo de 1978. IREN, CORFO, Santiago Chile.
- George, N., G. Nader, N. Mc Dougald, M. Connor, and B. Forst. 2001. Annual rangeland forage quality. Rangeland Management Series. Publication 8022. 13 p. University of California, California Rangelands Research and Information Center, Davis, California, USA.
- Holechek, J.L., R.D. Pieper, and C.H. Herbel. 2001. Range management, principles and practices. 4th ed. 587 p. Prentice Hall, New Jersey, USA.

- Krebs, C.J. 1989. Ecological methodology. 654 p. Harper Collins Publisher, New York, USA.
- Johnston, M., A. Olivares, V. García de Cortázar, y X. Contreras. 1998. El banco de semillas del suelo y su respuesta a regímenes pluviométricos simulados. I. Comunidad de terófitas del mediterráneo semiárido. Av. Prod. Anim. 23:45-54.
- Olivares, A., M. Johnston, y X. Contreras. 1998. Régimen pluviométrico del secano interior de la Región Metropolitana. Av. Prod. Anim. 23:35-43.
- Olivares, A., M. Johnston, y C. Gutiérrez. 2006. Crecimiento y desarrollo de *Bromus berterioanus* Colla sometido a diferentes regímenes pluviométricos Agric. Téc. (Chile) 66:166-173
- Olivares, A., M. Johnston, y E. Salas. 2004. Distribución de la precipitación y producción de semillas de alfilerillo (*Erodium moschatum* (L.) L' Hér. Agric. Téc. (Chile) 64:251-263.
- Ovalle, C., J. Aronson, A. Del Pozo, and J. Avendaño. 1990. The espinal: agroforestry systems of the Mediterranean type climate region of Chile. Agroforest. Syst. 10:213-239.
- Ovalle, C., y F. Squella. 1996. Terrenos de pastoreo con pastizales anuales en el área de influencia climática mediterránea. 2ª ed. p. 429-466. In Ruiz, I. (ed.) Praderas para Chile. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, Chile.
- Reiner, J., and C. Bryant. 1986. Botanical composition and nutritional quality of alpaca diets in two Andean rangeland communities. J. Range Manage. 39:424-427.
- Riveros, E., E. Neuman, A. Olivares, H. Manterola, y R. Ramírez. 1978. Variaciones estacionales en el contenido de caroteno y proteína de la pradera natural y del forraje consumido por ovinos en ecosistemas semiáridos. Av. Prod. Anim. 3:23-30.
- San Martín, F., and F. Bryant. 1989. Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. Small Ruminant Res. 2:191-216.

- Santibáñez, F., y J. Uribe. 1990. Atlas agroclimático de Chile. Regiones VI, VII, VIII y IX. 97 p. Ministerio de Agricultura, CORFO, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago, Chile.
- Soil Survey Staff. 1992. Keys to soil taxonomy. 5ª ed. Technical Monograph N°19. 541 p. United States Department of Agriculture–Soil Conservation Service. Pocahontas Press, Blacksburg, Virginia, USA.
- Soto, P., y M. Silva. 1984. Consumo de forraje de ovinos que pastorean una pradera mediterránea anual. I. Características del forraje y las dietas seleccionadas en diferentes momentos de utilización. *Av. Prod. Anim.* 9:51-62.
- Spark, D., and J. Malechek. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *J. Range Manage.* 21:264-265.
- Steel, R.G.D., y J.H. Torrie. 1988. Bioestadística. Principios y procedimientos. 622 p. McGraw-Hill, New York, USA.
- Stuth, J.W. 1991. Foraging behavior. Chap. 3. p. 65-83. *In* Heitschmidt, R., and J. Stuth (eds.) *Grazing management. An ecological perspective.* Timber Press, Portland, Oregon, USA.