

**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**

**Botanical composition of alpaca (*Lama pacos* L.) and llama (*Lama glama* L.) diets
in two seasons of the year on highland ranges of Parinacota province, Chile.**

Giorgio Castellaro G.^{1*}, Tamara Ullrich R.², Birgit Wackwitz ³ y Alberto Raggi S.⁴

ABSTRACT

The botanical composition of alpaca (*Lama pacos* L.) and llama (*Lama glama* L.) diets was determined, grazing on a highland range of Parinacota, Chile (18°12' S lat; 69°16' W long; 4390 m.o.s.l.), using microhistological analysis of feces. The evaluations were carried out in dry-winter and rainy-summer seasons. The availability of dry matter (MS) and botanical composition (BC) of the main grassland, the "bofedal," was measured. The availability of DM varied between 1,860 and 2,940 kg ha⁻¹, and the BC was dominated by *Oxychloe andina* (Cyperaceae) and *Festuca nardifolia* (Poaceae). Diets were dominated by species of the bofedal, especially by the grasses (*F. nardifolia*, *Deschampsia caespitosa* and *Agrostis tolucensis*) and grass-like plants (*O. andina*), also being prominent, the "pajonal" and "tholar" species, *Festuca orthophylla* and *Parastrephia lucida*, respectively, especially in winter and in llama diets. Diets differed in their composition and diversity, there being an interaction between the type of herbivore and the season of the year, with a significant overlapping between 61.4% in summer and 73.6%, in winter, that suggests a differentiated grazing management of these camelids to avoid eventual competition. The Ivlev's selectivity index, highlighted the grass species *A. tolucensis*, *D. caespitosa* and the ranunculaceae *Ranunculus uniflorus*, which obtained positive values close to one, indicating a high preference by the herbivores. Whereas, the dominant species of bofedal, *O. andina*, obtained a negative value (rejection), and consequently, tended to dominate in the BC of grassland, having a negative effect on the grassland's condition.

Key words: botanical composition, diets, microhistological analysis, camelids, highland ranges.

RESUMEN

Se determinó la composición de las dietas de alpacas (*Lama pacos* L.) y llamas (*Lama glama* L.) que pastorearon praderas altiplánicas de Parinacota, Chile (18°12' lat. Sur; 69°16' long. Oeste; 4390 m.s.n.m.) utilizando microhistología fecal. Las evaluaciones se realizaron en la época seca-invernal y la lluviosa-estival. Se midió la disponibilidad de materia seca (MS) y composición botánica (CB) de la principal pradera, el "bofedal". La disponibilidad de MS varió entre 1.860 y 2.940 kg ha⁻¹, y la CB fue dominada por *Oxychloe andina* (Cyperaceae) y *Festuca nardifolia* (Poaceae). En las dietas dominaron especies del bofedal, especialmente gramíneas (*F. nardifolia*, *Deschampsia caespitosa* y *Agrostis tolucensis*) y gramínoideas (*O. andina*), destacando también, especies del "pajonal" y el "tolar", *Festuca orthophylla* y *Parastrephia lucida*, respectivamente, especialmente en invierno y en las dietas de llamas. Las dietas difirieron en composición y diversidad, existiendo una interacción entre el tipo de herbívoro y la época del año, con una significativa superposición de 61,4% en verano y de 73,6% en invierno, lo que sugiere un manejo del pastoreo diferenciado de estos camélidos para evitar una eventual competencia. El índice de selectividad de Ivlev, destaca a las gramíneas *A. tolucensis* y *D. caespitosa* y la ranunculácea *Ranunculus uniflorus*, las que obtuvieron valores positivos y cercanos a uno, indicando una alta preferencia por parte de los herbívoros. Contrariamente, la especie dominante del bofedal, *O. andina*, obtuvo un valor negativo (rechazo) y, en consecuencia, tenderá a dominar en la CB de la pradera, teniendo un efecto negativo en la tendencia de la condición de la misma.

Palabras clave: composición botánica, dietas, fecas, análisis microhistológico, camélidos, praderas altiplánicas.

¹ Dardignac N° 175, Depto. 21-A, Recoleta, Santiago. *Autor para correspondencia.

² Pedro Lagos 258, Río Tranquilo, Aysén, Chile.

³ Universidad Alexander von Humbolt, Berlín, Alemania.

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

Recibido: 28 de mayo de 2003. Aceptado: 30 de diciembre de 2003.

INTRODUCCIÓN

En Chile, la ganadería en la zona del altiplano de la provincia de Parinacota, se basa fundamentalmente en la explotación de las especies domésticas de camélidos sudamericanos, la alpaca (*Lama pacos* Linn.) y llama (*Lama glama* Linn.). Si bien la población nacional de camélidos domésticos, 45.282 alpacas y 79.365 llamas, según cifras de (INE, 1997), es considerablemente inferior a las de Perú y Bolivia; su explotación constituye un pilar importante en el desarrollo de las comunidades altoandinas de la región. Es importante considerar que este sistema de producción es extensivo, durante todo el año, en que alpacas y llamas constituyen rebaños mixtos, cuya nutrición depende casi exclusivamente del uso de las praderas altiplánicas (“bofedales”, “pajonales” y “tolares”). Éstas forman parte de un ecosistema frágil, el cual se desarrolla entre los 3.500 a 4.500 m.s.n.m., que está sometido a condiciones climáticas rigurosas, tales como un extenso período seco (marzo a noviembre), bajas temperaturas e intensa radiación solar.

Los “bofedales” – formación de tundra, cuyo estrato herbáceo se desarrolla en cojines emergentes sobre el nivel de inundación, dando origen a histosoles hidromórficos – representan una escasa superficie del total de las praderas naturales de la región (Caviedes y Faúndez, 1989), y constituyen la base alimentaria del ganado doméstico y de los herbívoros silvestres (Troncoso, 1983; De Carolis, 1987; Castellaro *et al.*, 1998). En el altiplano chileno, el conocimiento del funcionamiento de los sistemas de producción basados en la explotación de camélidos domésticos es escaso, especialmente lo referido al estudio de la interfase planta-animal, la cual requiere información acerca de la naturaleza de la pradera, y de la composición botánica de la dieta consumida por los animales en pastoreo (Dove y Mayes, 1991). Por otra parte, una adecuada evaluación de la dieta, facilita la aplicación de los principios de la nutrición y del manejo de las praderas (Holechek *et al.*, 2001).

La mayor parte de la información disponible proviene del altiplano peruano y boliviano (Bryant y

Farfán, 1984; San Martín y Bryant, 1989; Didier *et al.*, 1994), y aun cuando es de difícil extrapolación a las condiciones del medio altiplánico chileno, debido a que en esta área, las condiciones climáticas, edáficas y prateras, son diferentes, siendo generalmente más limitantes. De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo principal determinar el efecto de las variaciones estacionales (épocas seca-invernal y lluviosa-estival) sobre la composición botánica, diversidad florística y similitud de las dietas de alpacas y llamas, en un sector de praderas representativo de la región altiplánica chilena.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área del estudio

El estudio se realizó durante la temporada 1995-1996, en el predio “Suma Uywaña”, localidad de Chingani, ubicado aproximadamente a 3 km del poblado de Parinacota (18°12' lat. Sur; 69°16' long. Oeste, 4390 m.s.n.m.), dentro del Parque Nacional Lauca, I Región, Chile. De acuerdo con la información publicada por Santibáñez (1982), la precipitación promedio anual del área es 321 mm, concentrándose un 89% entre los meses de diciembre a marzo, con una evapotranspiración potencial anual de 1.202 mm. Julio es el mes más frío y enero el más caluroso, con temperaturas medias de -1,8 y 4,4° C, respectivamente. En la Figura 1 se puede observar la temperatura y precipitación media mensual, registradas durante el período experimental. Los suelos ocupados por “pajonales” y “tolares”, se caracterizan por ser delgados a medianamente profundos, frecuentemente pedregosos, con texturas medias a gruesas, bajos contenidos de materia orgánica (0,5 - 2 %) y pH que varía entre 6,8 y 8,8 (Luzio y Vera, 1982). Son clasificados como Inceptisoles, Cryochrepts (Soil Survey Staff, 1992). Los “bofedales” se desarrollan sobre suelos orgánicos, generalmente profundos, en un medio hidromórfico. El contenido de materia orgánica es alto (hasta 42%) y el pH varía entre 5,6 y 8,6 (Luzio y Vera, 1982), siendo clasificados como Histosoles, Cryofibrists (Soil Survey Staff, 1992).

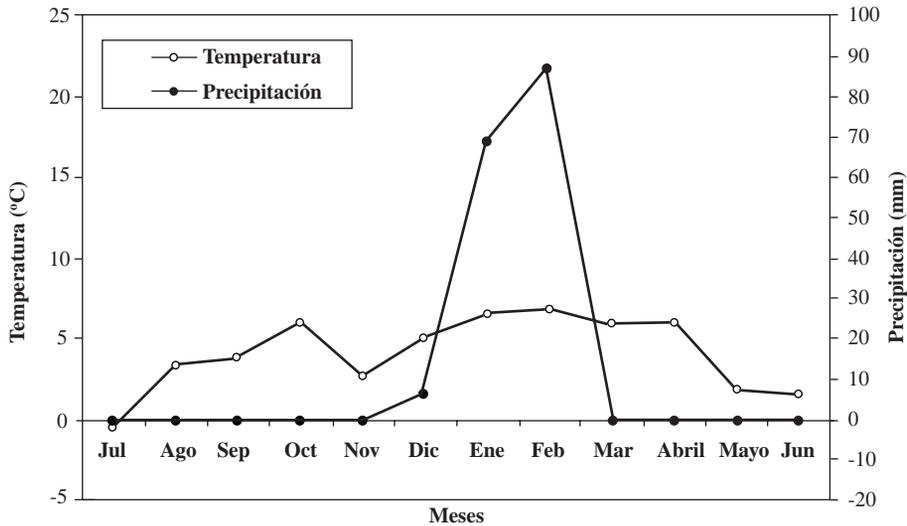


Figura 1. Temperaturas y precipitación medias mensuales registradas durante el período experimental. Parinacota, Chile, julio de 1995 a junio de 1996.

Figure 1. Average monthly temperature and precipitation registered during the experimental period. Parinacota, Chile, July 1995 to June 1996.

La vegetación del área del estudio está representada en una gran proporción por “pajonales” (formación herbácea, dominada por *Festuca orthophylla* Pilgert) y “tolares” (formación leñosa baja, cuya especie dominante es *Parastrephia lucida* Wedd.). En los “bofedales”, las especies dominantes pertenecen a la familias *Cyperaceae*, *Poaceae* y *Asteraceae* destacándose en la primera, las especies *Oxychloe andina*, *Distichia muscoides* y *Carex incurva*; en la segunda, las especies *Festuca nardifolia* y *Deyeuxia* spp., y varias especies del género *Werneria*, dentro de la tercera familia mencionada. Una evaluación detallada de las formaciones vegetales, composición botánica de la pradera altiplánica y aptitudes forrajeras de las especies dominantes, ha sido realizada por Troncoso (1982), Lailhacar (1990) y, más recientemente, por Castellaro *et al.* (1998).

Composición botánica y disponibilidad bajo pastoreo

Las evaluaciones se efectuaron en las dos estaciones más contrastadas del año: períodos seco - invernal (julio) y lluvioso - estival (enero). Las praderas se pastorearon continuamente por un rebaño mixto constituido por 113 alpacas y 142 llamas, siendo los “bofedales” el principal recurso forrajero. Con el propósito de estratificar el muestreo de estas praderas, se utilizó una Carta de

Ocupación de Tierras del sector, elaborada en un estudio previo (Castellaro *et al.*, 1998). En ella se determinó la composición botánica a través del método “Point Quadrat” (Daget y Poissonet, 1971), evaluando la contribución específica de contacto (CEC, %), mediante la lectura de cien puntos en dos líneas permanentes de 4 m de longitud, dispuestas aleatoriamente dentro de cada elemento vegetal:

$$CEC_i = \left[\frac{FEC_i}{\sum_{i=1}^n FEC_i} \right] \times 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde FEC_i , es la frecuencia específica de contacto de la especie i .

En cada una de las líneas se evaluó también la disponibilidad de MS bajo pastoreo (kg ha^{-1}) cortando el forraje circunscrito en un cuadrante de $0,25 \text{ m}^2$. Las muestras se deshidrataron en una estufa de aire forzado, a 60°C por 48 h. Para los datos de composición botánica y disponibilidad de MS, se determinó un promedio ponderado, considerando la proporción de cada uno de los elementos presentes en el área de bofedales.

Composición botánica de la dieta

La composición botánica de la dieta se estimó mediante la identificación de fragmentos de epidermis de las plantas presentes en el material fecal (Holechek *et al.*, 1982). Para lo anterior fue necesario confeccionar preparados de referencia de las epidermis de las plantas presentes en las praderas del área. Éstos fueron efectuados mediante raspado y decoloración con hipoclorito de Na (solución comercial) en el caso de especies gramíneas y graminoides, por diafanización en el caso de dicotiledóneas herbáceas, y mediante un macerado en el caso de especies arbustivas. Las muestras de epidermis se fijaron en portaobjetos, utilizando como medio de montaje gelatina glicerizada en mezcla con fenol, para evitar deshidratación y contaminación (Ullrich *et al.*, 1996).

En cada período de evaluación, del rebaño de alpacas y llamas, se seleccionaron aleatoriamente 10 hembras adultas secas de cada especie de camélido, de las que se recolectaron muestras de fecas sacadas directamente del recto. Este muestreo se efectuó durante cinco días consecutivos, y paralelamente se efectuaron las evaluaciones en la pradera. Al final de los cinco días, las muestras de cada animal se juntaron, constituyendo una muestra compuesta, la cual se deshidrató a 60°C por 48 h y molió con malla de 1 mm. Posteriormente, una porción de cada muestra se decoloró con una solución de hipoclorito de Na comercial y se colocó en un portaobjeto, usando como medio de montaje el mismo utilizado en la confección de los preparados de referencia. De cada muestra se prepararon cinco portaobjetos, y en cada uno de ellos, se evaluaron veinte campos, bajo un aumento de 100x, totalizando cien campos por muestra. En cada campo se registró la frecuencia de cada fragmento identificable. La frecuencia total de cada especie así obtenida, se convirtió a densidad, usando la tabla desarrollada por Fracker y Brischle (Sparks y Malechek, 1968) y se expresó en porcentajes de densidad relativa.

También se efectuó un análisis global de las dietas, calculando el índice de diversidad de Shannon (H) para cada individuo, el cual también se expresó como diversidad relativa o equitatividad (J) (Smith y Smith, 2001):

$$H = - \sum_{i=1}^n (P_i) \times (\log_2 P_i) \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$J = \frac{H}{H_{\max}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

En las ecuaciones anteriores, P_i es la proporción de la especie i en la dieta, y n es el número de especies en la misma. H_{\max} representa el valor que tendría H si todas las especies encontradas en la dieta tuviesen la misma frecuencia, lo cual se estimó con la siguiente ecuación (Smith y Smith, 2001):

$$H_{\max} = \log_2(n) \quad (\text{Ecuación 4})$$

Con la información del porcentaje de cada especie vegetal obtenida entre los pares de individuos de alpaca y llama, se calculó también el índice de similitud de Kulcynski (IS) (Oosting, 1956; Olsen y Hansen, 1977), de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$IS = \frac{\left[\frac{\sum_{i=1}^n 2 \times W_i}{\sum_{i=1}^n (a + b)_i} \right] \times 100}{\quad} \quad (\text{Ecuación 5})$$

donde W_i es el porcentaje menor de una determinada especie cuando se comparan sus porcentajes de consumo por dos animales diferentes y $(a + b)_i$ es la suma de estos dos porcentajes.

Análisis estadístico

Los valores de composición botánica de la dieta (Y_{ijk}) se analizaron mediante un análisis de varianza multivariado (MANOVA), considerando las siguientes fuentes de variación: la época del año (1 = seca invernal; 2 = lluviosa estival), la especie animal (1 = alpaca; 2 = llama) y la interacción entre ambas:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Época}_i + \text{Animal}_j + \text{Época} \times \text{Animal} + \varepsilon_{ijk} \quad (\text{Ecuación 6})$$

donde e_{ijk} es el error experimental.

Las medias se compararon ($P \leq 0,05$) con el test de Hotelling - Lawley Trace (SAS Institute, 1982).

Los índices de diversidad y equitatividad se analizaron mediante un análisis de varianza univariado, utilizando las mismas fuentes de variación indicadas en la Ecuación 6. En el caso del índice de similitud, únicamente se consideró la época del año como fuente de variación. Para detectar diferencias significativas se efectuó la prueba de Tukey ($P = 0,05$).

En todos los casos donde se trabajó con valores expresados en porcentajes o fracción, se efectuó previamente una transformación angular de los datos (Steel y Torrie, 1988).

Finalmente, con el propósito de estimar índices de selección de las principales especies vegetales consumidas (I_{sel}), se utilizaron los promedios de la composición botánica de las dietas y de la pradera, calculando el índice de Ivlev (Lechowicz, 1982):

$$I_{sel_i} = \frac{(D_i - P_i)}{(D_i + P_i)} \quad (\text{Ecuación 7})$$

donde D_i y P_i representan los porcentajes de la especie i en la dieta y la pradera, respectivamente. Para lo anterior, solamente se consideró la composición botánica correspondiente a las especies vegetales del bofedal, la cual fue corregida tomando como 100% el total parcial de especies del bofedal presentes en la dieta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Disponibilidad de MS bajo pastoreo y composición botánica de la pradera

Durante la época representativa del período invernal (julio), la disponibilidad de MS presentó un valor promedio de 1.860 kg ha^{-1} con un rango entre 637 y 3.633 kg ha^{-1} . A su vez, durante la época representativa del período estival (enero), la disponibilidad de MS fue de 2.940 kg ha^{-1} , con un rango entre 1.158 y 4.570 kg ha^{-1} . Los rangos obtenidos en esta variable pueden ser atribuidos

al tipo y condición de los bofedales, y confirman lo indicado por varios autores (Troncoso, 1983; De Carolis, 1987; Castellaro *et al.*, 1998) con relación a que en la época lluviosa estival predominan mejores condiciones ambientales que favorecen el crecimiento vegetal, lo que se traduce en mayores disponibilidades de MS para los animales en pastoreo.

En el Cuadro 1 se presenta la composición botánica promedio ponderada de los bofedales medida en los períodos antes mencionados. En general se observa un claro predominio de especies gramíneas y gramínoideas, las que aportan en conjunto más del 80% de la contribución específica de contacto de la pradera. Destacan en estos grupos las especies *Festuca nardifolia* y *Oxychloe andina*, respectivamente. Es destacable el hecho de la constancia relativa que se observa en la contribución de las gramíneas entre ambas épocas, no sucediendo lo mismo con las especies gramínoideas, las que tienden a disminuir hacia la época estival, al ser parcialmente reemplazadas por las dicotiledóneas que, entonces, duplican su contribución. Lo anterior indicaría que si bien el aporte de este último grupo de especies es pequeño, presenta mayor dinámica, siendo ello importante desde el punto de vista del aumento en la calidad nutricional de la pradera durante la época estival (Castellaro *et al.*, 1998).

Composición botánica de la dieta

La composición botánica promedio de las dietas de alpacas y llamas en las dos épocas de evaluación se presenta en el Cuadro 2. Como lo confirma el Cuadro 2, las dietas variaron significativamente en función de la especie camélida, de la época del año y de la interacción de ambas fuentes de variación ($P \leq 0,05$).

En términos globales, la dieta de ambos camélidos estuvo dominada por especies herbáceas, especialmente aquellas del bofedal (Figura 2), en las que destacan las gramíneas *F. nardifolia*, *Agrostis tolucensis* y *Deschampsia caespitosa*. Respecto de especies gramínoideas (ciperáceas y juncáceas), la más consumida fue *O. andina*. También fueron importantes componentes de la dieta, especies gramíneas del

pajonal, tales como *Festuca orthophylla* y *Poa lilloi*. Estas dos poáceas del pajonal y la asterácea arbustiva *Parastrephia lucida*, del tolar, evidencian un mayor aporte a la dieta invernal que estival, así como en las llamas que en las alpacas, lo que confirma la mayor capacidad de la llama en cuanto a la utilización de

especies vegetales de menor valor nutritivo (San Martín y Bryant, 1989). Lo anterior coincidió con una menor disponibilidad de MS en los bofedales y una menor accesibilidad a los mismos, debido al congelamiento superficial que ocurre durante los meses de menores temperaturas, y que persiste durante parte del día.

Cuadro 1. Composición botánica promedio del bofedal en las épocas seca-invernal y lluviosa-estival. Parinacota, Chile. 1995-1996 ¹.

Table 1. Average botanical composition in the highland meadows (bofedales) in winter dry-season and summer rainy-season. Parinacota, Chile. 1995-1996.

Especie vegetal	Invierno (%)	Verano (%)
Gramíneas		
<i>Deyeuxia jamesonii</i>	7,4	8,1
<i>Festuca nardifolia</i>	24,8	23,6
Otras gramíneas	2,1	2,1
Total gramíneas	34,3	33,8
Graminoides ²		
<i>Carex incurva</i>	5,3	7,5
<i>Distichia muscoides</i>	3,5	2,9
<i>Eleocharis albibracteata</i>	0,2	0,2
<i>Juncus</i> sp.	1,4	0,6
<i>Oxychloe andina</i>	46,5	38,6
Total graminoides	56,9	49,8
Hierbas ³		
<i>Arenaria rivularis</i>	1,2	2,0
<i>Gentiana prostrata</i>	0,0	0,1
<i>Hypochoeris etchegarayii</i>	0,1	2,2
<i>Lachemilla diplophylla</i>	0,5	1,6
<i>Plantago barbata</i>	1,2	3,0
<i>Pratia repens</i>	0,1	0,4
<i>Ranunculus uniflorus</i>	0,1	0,5
<i>Werneria popposa</i>	3,6	3,1
<i>Werneria pygmaea</i>	0,7	2,2
<i>Werneria spathulata</i>	0,2	0,8
<i>Werneria</i> sp.	0,0	0,1
Total hierbas	7,7	16,0
Hierbas acuáticas		
<i>Chara</i> sp.	0,1	0,0
<i>Lilaeopsis andina</i>	0,0	0,2
<i>Myriophyllum acuaticum</i>	0,4	0,2
<i>Nostoc</i> sp.	0,2	0,0
Total hierbas acuáticas	0,7	0,4
Musgos y líquenes	0,4	0,0
Total general	100,0	100,0

¹ Corresponde a un promedio ponderado por la proporción del área de cada elemento vegetacional cartografiado con relación a la superficie total.

² Ciperáceas y juncáceas.

³ Hierbas que no son gramíneas ni graminoides.

Diversidad de las dietas

Los índices de diversidad y equitatividad de las dietas de alpacas y llamas se presentan en el Cuadro 3. La diversidad y equitatividad de la dieta fueron significativamente diferentes entre ambas especies ($P \leq 0,05$) siendo mayor en el caso de llama, lo que refleja su mayor grado de adaptación a las variaciones alimentarias anuales. Además, al comparar las dos épocas del año, se observó que no existen diferencias marcadas de estos índices. Sin embargo, la información experimental denota una interacción significativa ($P \leq 0,05$) entre la época del año y la especie animal. En el caso de la llama, la diversidad y

equitatividad de la dieta tienden a ser mayores en la época de verano, sucediendo lo contrario con la alpaca.

Similitud de las dietas

El grado de superposición de las dietas de ambos camélidos, medido a través del índice de similitud de Kulczynski, manifestó una variación significativa desde 61,4% en la época lluviosa-estival, a 73,6% en la seca-invernal ($P \leq 0,05$). Los valores de similitud de dieta encontrados fueron altos (Holecheck *et al.*, 2001), evidenciando un elevado grado de competencia entre llamas y alpacas, el que se acentúa en el período de mayor escasez

Cuadro 2. Composición botánica de la dieta de alpacas y llamas (% promedio \pm DE) en la época seca-invernal y lluviosa-estival. Parinacota, Chile. 1995-1996.

Table 2. Botanical composition of alpaca and llama diets (% average \pm SD), in winter dry-season and summer rainy-season. Parinacota, Chile. 1995-1996.

Especies vegetales	Alpaca invierno		Llama invierno		Alpaca verano		Llama verano	
	%	DE	%	DE	%	DE	%	DE
Gramíneas bofedal								
<i>Agrostis tolucensis</i>	12,3	3,5	7,9	2,4	12,3	4,7	12,9	3,0
<i>Festuca nardifolia</i>	25,1	6,5	12,7	4,4	33,3	5,4	11,2	2,6
<i>Deschampsia caespitosa</i>	8,4	2,3	8,3	3,7	6,5	2,7	17,6	3,9
<i>Deyeuxia jamesonii</i>	3,8	1,8	3,8	1,7	5,0	1,4	3,9	1,2
<i>D. curvula</i>	1,4	1,3	2,6	1,8	1,4	0,7	2,9	1,6
Total gramíneas bofedal	50,9		35,3		58,5		48,5	
Graminoides bofedal ¹								
<i>Carex incurva</i>	3,4	1,4	2,9	1,4	2,6	1,0	3,7	2,2
<i>Eleocharis albibracteata</i>	0,0	0,0	1,1	1,1	0,0	0,0	1,4	0,6
<i>Oxychloe andina</i>	10,3	4,7	12,8	2,9	11,9	5,9	14,3	7,6
<i>Distichia muscoides</i>	2,0	2,1	1,6	0,9	2,6	1,9	1,3	0,7
Total graminoides bofedal	15,7		18,4		17,1		20,7	
Hierbas bofedal ²								
<i>Aa nervosa</i>	0,2	0,3	0,0	0,1	0,6	0,6	0,0	0,0
<i>Ranunculus uniflorus</i>	0,7	0,7	1,6	1,5	0,6	0,6	5,9	4,9
Total hierbas bofedal	0,9		1,6		1,2		5,9	
Gramíneas pajonal								
<i>Festuca orthophylla</i>	13,5	3,8	20,6	7,0	5,6	3,0	4,8	1,8
<i>Poa lilloi</i>	10,1	3,3	10,6	2,7	7,0	2,9	8,9	3,3
<i>Stipa leptostachya</i>	2,6	1,6	4,1	1,3	4,5	3,1	5,3	2,2
Total pajonal	26,2		35,3		17,1		19,0	
Tolar (especies arbustivas)								
<i>Parastrephia lucida</i>	6,3	3,0	9,4	2,8	6,1	4,1	5,9	2,2
Total general	100,0		100,0		100,0		100,0	

¹ Ciperáceas y juncáceas.

² Hierbas que no son gramíneas ni graminoides.

DE: desviación estándar.

Cuadro 3. Índices de diversidad y equitatividad (valores entre paréntesis) de las dietas de alpacas y llamas durante la época seca-invernal y la época lluviosa-estival. Parinacota, Chile. 1995-1996.
Table 3. Diversity and equiparity index (values in brackets) of diets of alpacas and llamas, during winter-dry season and summer-rainy season. Parinacota, Chile. 1995-1996.

Especie de camélido	Época del año		Promedio por herbívoro
	Seca - invernal	Lluviosa - estival	
Alpaca	3,13 (0,847)	3,01 (0,811)	3,07 (0,829) a
Llama	3,30 (0,870)	3,37 (0,884)	3,33 (0,877) b
Promedio estacional	3,22 (0,859) a	3,19 (0,848) a	

Letras diferentes entre columnas o entre filas indican diferencia significativa según test de Tukey (P < 0,05).

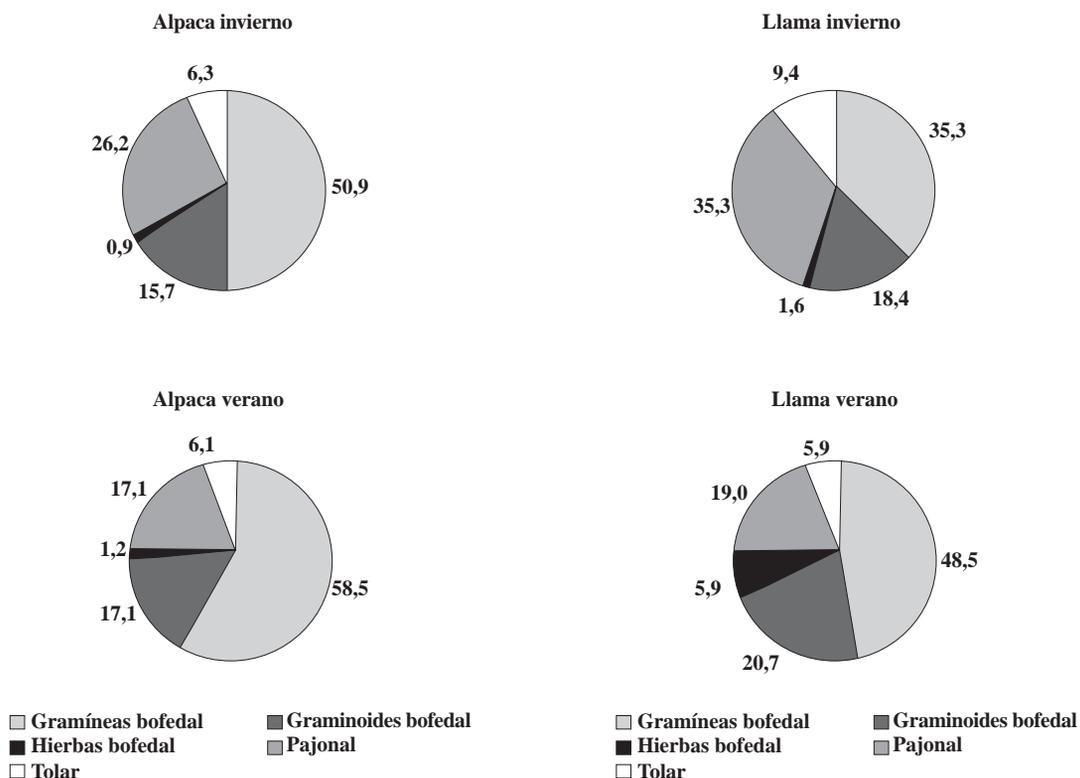


Figura 2. Composición botánica promedio de la dieta de alpacas y llamas en la época seca-invernal y en la época lluviosa-estival. Parinacota, Chile. 1995-1996.
Figure 2. Average botanical composition of alpaca and llama diets in winter dry-season and summer rainy-season. Parinacota, Chile. 1995-1996.

de forraje, sugiriendo la conveniencia de pastorear ambos rebaños por separado para evitar la competencia en el uso del hábitat.

Índices de selectividad

Como selectividad se entiende la elección que realiza el herbívoro a partir de las diferentes especies vegetales presentes y de sus disponibilidades. La preferencia involucra la elección proporcional de dos o más especies, y es un concepto esencialmente relacionado con el comportamiento del herbívoro en pastoreo (Stuth, 1991; Frost y Ruyle, 1993). Los conceptos anteriores pueden ser sintetizados a través de índices, tal como el utilizado en este estudio (Ecuación 7). Los valores calculados del índice de Ivlev, correspondiente a las especies vegetales del bofedal más relevantes en las dietas de los camélidos estudiados, se presenta en el Cuadro 4.

Se obtuvieron valores cercanos a cero cuando la proporción de la especie en la dieta fue similar a la encontrada en la pradera, lo que indicaría una relativa indiferencia del animal por la especie en cuestión, consumiéndola en forma proporcional a su disponibilidad en la pradera. Tal es el caso de

las especies *F. nardifolia*, *Deyeuxia jamesonii*, *Carex incurva* y *Distichia muscoides*, para la dieta promedio de ambos camélidos. Valores positivos y cercanos a la unidad indican una preferencia por la especie vegetal, independiente de su abundancia en la pradera o de la presencia de otras especies en la misma. Este sería el caso de *A. tolucensis*, *D. caespitosa*, *Deyeuxia curvula*, *Aa nervosa* y *Ranunculus uniflorus*, en la dieta de ambos camélidos y de *Eleocharis albibracteata*, en la dieta de la llama. Estas especies debieran ser consideradas como “deseables” en la pradera. En contraposición, valores negativos cercanos a la unidad, indican rechazo, por tratarse de especies seleccionadas en proporciones inferiores a sus respectivas disponibilidades. Es el caso de *O. andina*, especie dominante en los bofedales estudiados (Cuadro 1), donde su contribución supera el 38%, si bien no participa con más de 10 a 15% de las dietas (Cuadro 2). Estas especies debiera ser clasificadas como “indeseables”, ya que al ser rechazadas por los herbívoros, tenderán a dominar en la composición botánica de la pradera, sobre todo en una situación de sobrepastoreo, teniendo en consecuencia, un efecto negativo en la tendencia de la condición de la pradera.

Cuadro 4. Índice de selectividad de Ivlev estimado para las especies más importantes de la dieta de alpacas y llamas. Parinacota, Chile. 1995-1996¹.

Table 4. Estimated Ivlev's selectivity index for the most important meadow species in alpaca and llama diets. Parinacota, Chile. 1995-1996.

Especie vegetal	Alpaca			Llama		
	Invierno	Verano	Promedio	Invierno	Verano	Promedio
<i>Agrostis tolucensis</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Festuca nardifolia</i>	0,20	0,30	0,25	-0,04	-0,22	-0,13
<i>Deschampsia caespitosa</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Deyeuxia jamesonii</i>	-0,14	-0,11	-0,13	-0,04	-0,22	-0,13
<i>Deyeuxia curvula</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Carex incurva</i>	-0,03	-0,38	-0,20	0,00	-0,21	-0,11
<i>Eleocharis albibracteata</i>	-1,00	-1,00	-1,00	0,78	0,85	0,82
<i>Oxychloe andina</i>	-0,51	-0,42	-0,47	-0,34	-0,34	-0,34
<i>Distichia muscoides</i>	-0,09	0,07	-0,01	-0,11	-0,27	-0,19
<i>Aa nervosa</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	n.d. ²	n.d.
<i>Ranunculus uniflorus</i>	0,76	0,20	0,48	0,90	0,87	0,89

¹ Estimado sobre la base de la composición botánica promedio del bofedal y de la dieta, considerando en esta última solamente las especies provenientes del bofedal.

² Valores no determinados.

CONCLUSIONES

Los datos obtenidos en este estudio confirman que en los ecosistemas altiplánicos, los camélidos se comportan como ungulados esencialmente pastoreadores, consumiendo preferentemente especies monocotiledóneas. Los resultados indican una alta preferencia por las especies del mesosere del bofedal, siendo las gramíneas (*Poaceae*) las que contribuyen en mayor porcentaje a la dieta de ambos herbívoros.

A pesar de que las especies del bofedal son las más importantes en la dieta de los camélidos domésticos, algunas especies del pajonal y del tolar también participan en ésta, y muy particularmente en la de las llamas durante los meses más secos. Estas plantas representan un complemento importante en la nutrición de los camélidos domésticos en períodos de restricción alimentaria.

La dieta de ambas especies animales varió significativamente, tanto en lo que respecta a composición botánica como diversidad florística, en función de la época del año.

No obstante la conclusión anterior, se constató un elevado grado de superposición en las dietas de ambas especies, lo que respalda la conveniencia de manejar el pastoreo con rebaños individuales y no mixtos, para reducir la competencia entre ellos.

De acuerdo con los índices de selección estimados, y para ambos camélidos, las especies *A. tolucensis*, *D. caespitosa*, *D. curvula*, *A. nervosa* y *R. uniflorus* son clasificadas como especies “deseables”. Contrariamente, *O. andina* sería clasificada como una especie “indeseable” en la pradera. *F. nardifolia*, *D. jamesonii*, *C. incurva* y *D. muscoides*, tienen un comportamiento intermedio, por lo cual pueden ser clasificadas como especies “poco deseables”. *E. albibracteata* sería una especie “deseable” para la llama pero indeseable para la alpaca.

RECONOCIMIENTO

Los autores desean agradecer la cooperación del señor Alberto Mansilla M., profesor del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, por el apoyo prestado en el análisis estadístico utilizado en este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Bryant, F.C., and R.D. Farfan. 1984. Dry season forage selection by alpaca (*Lama pacos* L.) in Southern Peru. *J. Range Manage.* 37:330:333.
- Castellaro, G., C. Gajardo, V. Parraguez, R. Rojas, y L. Raggi. 1998. Productividad de un rebaño de camélidos sudamericanos domésticos en un sector de la provincia de Parinacota: I. Variación estacional de la composición botánica, disponibilidad de materia seca, valor pastoral y valor nutritivo de los bofedales. *Agric. Téc. (Chile)* 58:191-204.
- Caviedes, E., y L. Faúndez. 1989. Estado actual de la vegetación del altiplano a través de cartografía de ocupación de tierras, en el transecto Caquena - Guallatire. Mapa escala: 1:50.000. 10 p. Segundo Congreso Internacional de Camélidos Sudamericanos, Jujuy, Argentina. 20-24 de noviembre de 1989. Red de Rumiantes Menores (RERUMEN), Jujuy, Argentina.
- Daget, Ph., et J. Poissonet. 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies, critères d'application. *Ann. Agron.* 22:5-41.
- De Carolis, G. 1987. Descripción del sistema ganadero y hábitos alimentarios de camélidos domésticos y ovinos en el bofedal de Parinacota. Tesis Ingeniero Agrónomo. 261 p. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago, Chile.
- Didier, G., Z. Villca, and P. Abasto. 1994. Diet selection and utilization by llama and sheep in a high altitude-arid rangeland of Bolivia. *J. Range Manage.* 47: 245-248.
- Dove, H., and R. Mayes., R. 1991. The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. *Aust. J. Agric. Res.* 42:913-952.
- Frost, B., and G. Ruyle. 1993. Range management terms/definitions. p. 15-22. *In* Russell, G., Ruyle, G. and Rice, R. (eds.) *Arizona rancher's management guide*. Arizona Cooperative Extension. Tucson, Arizona, USA.
- Holechek, J.L., R.D. Pieper and C.H. Herbel. 2001. Range management. Principles and practices. 587 p. 4th ed. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Holechek, J.L., M. Vavra, and R.D. Pieper. 1982. Botanical composition determination of range herbivore diets: A review. *J. Range Manage.* 35:309-315.
- INE. 1976. V Censo Nacional Agropecuario 1975-1976. 14 v. Aprox. 2657 p. Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Santiago, Chile.
- Lailhacar, S. 1990. Evaluación nutritiva de los recursos forrajeros naturales y naturalizados de la I Región. *Av. Prod. Anim.* 15:61-80.
- Lechowicz, M. J. 1982. The sampling characteristics of electivity indices. *Oecologia (Heidelb.)* 52:22-30.
- Luzio L.W., y W. Vera. 1982. Caracterización de los suelos en los ecosistemas de la I Región. Capítulo II. p. 45-119. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Análisis de los ecosistemas de la Primera Región de Chile. Sociedad Agrícola CORFO Ltda.- U. de Chile. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Santiago, Chile.
- Olsen, F.W., and R.M. Hansen. 1977. Food relations of wild free-ranging horses to livestock and big game, Red Desert, Wyoming. *J. Range Manage.* 30:17-20.
- Oosting, H.J. 1956. The study of plant communities. 440 p. W.H. Freeman and Co., San Francisco, California, USA.
- San Martín, F., and F.C. Bryant. 1989. Nutrition of domesticated South American llamas and sheep. *Small Ruminant Res.* 2:191-216.
- Santibáñez, Q.F. 1982. Zonificación de los recursos climáticos de la I Región. Capítulo I. p. 1-44. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Análisis de los ecosistemas de la Primera Región de Chile. Sociedad Agrícola CORFO Ltda. - Universidad de Chile. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Santiago, Chile.
- SAS. 1982. The GLM procedure. p. 140-200. SAS User's guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.
- Smith, R.L., y T.M. Smith. 2001. *Ecología*. 642 p. 4^a ed. Pearson Educación S. A., Madrid, España.
- Soil Survey Staff. 1992. Keys to soil taxonomy. 5th ed. United States Department of Agriculture-Soil Conservation Service. Technical Monograph N°19. 541 p. Pocahontas Press, Blacksburg, Virginia, USA.
- Sparks, 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. p. 65-83. *In* Heitschmidt and Stuth (eds.). *Grazing management. An ecological perspective*. Timber Press, Portland, Oregon, USA.
- Troncoso, R. 1982. Evaluación de la capacidad de carga del Parque Nacional Lauca. 222 p. CONAF. I Región. Informe de Consultoría. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Arica, Chile.
- Troncoso, R. 1983. Caracterización ambiental del ecosistema bofedal de Parinacota y su relación con la vegetación. Tesis Ingeniero Agrónomo. 252 p. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago, Chile.
- Ullrich, TG., G. Castellaro, B. Wackwitz, G. Ferrando, V. Parraguez, y L. Raggi. 1996. Utilización de la técnica microhistológica para la determinación de la composición botánica de la dieta de herbívoros. p. 3-4. XXI Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal A.G. (SOCHIPA), Coyhaique, Chile. 12-14 de noviembre de 1996. SOCHIPA, Temuco, Chile.