

CAPÍTULO 3**APROXIMACIONES METODOLÓGICAS PARA EL ESTUDIO DE LA CALIDAD DE DIETA DE UNGULADOS EN LAGUNA BLANCA****INTRODUCCIÓN**

Determinar la calidad de la dieta de los herbívoros es un elemento importante para el estudio de la nutrición animal pero puede resultar dificultoso (Wofford et al. 1985); involucra múltiples aspectos que tiene que ver no sólo con las características del alimento (su contenido nutricional) sino con los requerimientos de los animales y sus capacidades digestivas y fisiológicas para aprovechar los recursos.

Muchos estudios de calidad de dieta utilizan indicadores nutricionales fecales, debido a que las características químicas del material fecal pueden relacionarse con la cantidad y calidad del alimento ingerido (Robbins 1983). El contenido de nitrógeno en las heces es el indicador de calidad de dieta más frecuentemente usado y debido a que el nitrógeno es un componente de las proteínas, compuestos de alto valor nutricional, ha sido utilizado para evaluar la calidad nutricional de las dietas de numerosas especies de rumiantes, tanto de animales salvajes de libre pastoreo como de domésticos (Arman et al. 1975, Holloway et al. 1981, Leslie & Starkey 1985, Putman & Hemmings 1986, Leslie & Starkey 1987, Irwin et al. 1993, Hodgman et al. 1996, Blanchard et al. 2003, Moore et al. 2004), así como también de mamíferos no rumiantes (Sakaguchi & Ohmura 1992, Branch & Sosa 1994, Guichón et al. 2003). Se ha sugerido además el uso del nitrógeno fecal como indicador de otros parámetros dietarios, tales como la ingesta (Leite & Sthut, 1990), digestibilidad (Holechek et al. 1982), y además para evaluar cambios de peso (Gates & Hudson 1981) y cambios en la densidad de las poblaciones animales (Blanchard et al. 2003). Además del nitrógeno, otros componentes del material vegetal, como el contenido de fibra (celulosa, hemicelulosa) y lignina, han sido utilizados también como indicadores de calidad de dieta (Bach Knudsen 2001). Sin embargo, a diferencia del nitrógeno, los porcentajes de fibra y lignina se relacionan en forma inversa con la calidad y digestibilidad del forraje (Haufler & Servello 1996). Una detallada revisión del uso de los índices fecales, de sus ventajas y desventajas, pueden encontrarse en Benitez (2005).

En camélidos, los estudios fisiológicos y nutricionales se han realizado casi exclusivamente con animales domésticos (llamas y alpacas) y tienden a evaluar los requerimientos dietarios o la digestibilidad de distintos forrajes (Reiner & Bryant

1986, Genin & Tichit 1997, López et al. 1998, San Martín & Bryant 1989; López et al. 2000, Sponheimer et al. 2003). Muchos de estos estudios se realizaron en condiciones de pasturas controladas y con animales fistulados. Los estudios con camélidos silvestres han sido escasos.

En este capítulo si bien no se profundizan cuestiones relacionadas con la fisiología digestiva, se intenta responder a dos interrogantes: ¿Existen variaciones temporales o espaciales en la calidad de la dieta de los animales? ¿Varía la calidad de la dieta de distintos tipos de animales que comparten un mismo ambiente? Para esto, se ponen a prueba dos aproximaciones metodológicas complementarias: uso de índice fecal y uso de índice de ingesta.

METODOLOGÍA

Se pusieron a prueba dos aproximaciones metodológicas complementarias para evaluar la calidad de la dieta de los animales: (1) el uso de indicadores fecales de calidad, que se basa en la composición química de las heces, y (2) el uso de estimadores de calidad a partir de la ingesta, que estima la calidad de la dieta a partir de las proporciones de las distintas especies vegetales consumidas, con composición química conocida.

Indicadores fecales de calidad de la dieta

Para la primera aproximación se utilizaron muestras de heces frescas recolectadas en distintos sitios dentro del área de estudio (Borgnia et al. 2008). Cada muestra, correspondiente a un sitio de muestreo, estaba compuesta por alrededor de 100 heces de camélidos, y entre 15 y 30 heces de burros, vacas o rumiantes menores (cabras y ovejas, considerados en forma conjunta como ch/ov).

). Las heces fueron lavadas y secadas a estufa a la temperatura de 60°C. Luego de alcanzar pesos constantes, a fin de estandarizar las heces analizadas, se molieron (equipo HQ ANALYZER MC modelo MC-1) y se homogeneizaron con un tamiz (ZONITEST Nº 18 malla 1000 µm). Posteriormente se tomaron cantidades correspondientes para cada uno de los análisis químicos y se analizó el contenido de nitrógeno, fibra y lignina. El contenido de nitrógeno total se determinó con el método de semi-micro Kjeldahl utilizando un digestor TEKATOR. El contenido de fibras se realizó mediante la determinación de fibra detergente ácido (FDA) utilizando un analizador de fibras ANKOM y el de Lignina (L) mediante tratamiento con H₂SO₄ (Goering & Van Soest 1970; AOAC 1980).

Se realizó un análisis intraespecífico (para cada unguado) temporal para evaluar la calidad de la dieta entre períodos de muestreo. Las diferencias se analizaron con ANOVA y prueba de *Tukey* (n desigual) para comparaciones múltiples, previa transformación arcoseno de los datos. Debido al número de muestras el análisis estadístico para fibra y lignina se realizó solamente para las

vicuñas. Además, se realizó un análisis interespecífico (entre tipos de ungulados) en cuanto a los tres parámetros nutricionales considerados en forma global (valores promedio entre períodos de censo).

Estimadores de calidad a través de la ingesta

En cuanto a la segunda aproximación del análisis de calidad de dieta, se tomó como modelo a la vicuña. Se utilizó un índice de ingesta (1) (Benitez 2005) que tiene en cuenta la proporción en que cada ítem es consumido, y su respectivo contenido nutricional (proteína o fibra u otro parámetro):

(1) Índice de ingesta = Σ proporción ítem en la dieta * contenido nutricional de ítem consumido

Se obtuvo entonces el índice de ingesta proteica, utilizando los datos de % proteína (contenido de nitrógeno total * 6,25; Robbins 1983) de cada ítem vegetal y los datos de composición de la dieta (% frecuencia relativa) de la vicuña en cada sitio de muestreo (n=52) (Borgnia datos no publicados). Las diferencias en los índices de ingesta proteica entre períodos se analizaron estadísticamente de igual forma que para el método anterior.

Además, basándose en las estimaciones de ingesta para cada ítem individual (% ítem consumido * % contenido nutricional del ítem) también se calculó el aporte proteico en términos relativos de cada grupo funcional de plantas (arbustos, gramíneas, graminoides, hierbas dicotiledóneas) a la dieta de la vicuña. Las diferencias significativas se testearon con la prueba no paramétrica de *Kruskal Wallis* y test Q para comparaciones múltiples (Zar 1984).

RESULTADOS

Indicadores fecales de calidad de la dieta

El contenido de nitrógeno en muestras de heces de vicuñas, burros y vacas mostró variaciones en entre los períodos de muestreo considerados (Tabla 3.1). En general, los animales tuvieron mayores contenidos de nitrógeno fecal en las heces recolectadas durante la época más húmeda (marzo). Los valores para rumiantes menores (ch/ov) mostraron la misma tendencia pero la diferencia no fue significativa. El contenido de fibra y lignina en muestras de heces de vicuñas no fue significativamente diferente entre períodos de muestreo.

Tabla 3.1. Contenido de Nitrógeno, Fibra detergente ácido y lignina por período de censo (% promedio) en muestras de heces de vicuñas, burros y ganado. Letras diferentes muestran diferencias intraespecíficas significativas. NS, no significativo. (-), datos insuficientes. El n corresponde al número total de muestras analizadas para cada parámetro.

		Vicuña (n=50)	Burro (n=18)	Ch/ov (n=12)	Vaca (n=10)	Caballo (n=3)	Llamas (n=5)
NITRÓGENO	Mayo 02	1,26 ^a	0,81 ^a	1,07a	1,19 ^{ab}	-	1,09
	Octubre 02	1,23 ^a	0,85 ^a	0,95a	1,04 ^a	1,15	1,4
	Marzo 03	1,48 ^b	1,16 ^b	1,2a	1,41 ^b	1,05	-
	Septiembre 03	0,96 ^c	0,86 ^a	1,01a	0,86 ^c	1,08	1,25
	F (p<0,01)	12,79	7,26	NS	19,38	-	-
FDA	May-02	49,37	50,79	45,44	47,72	-	40,34
	Oct-02	47,92	52,22	48,33	50,41	-	47
	Mar-03	51,96	43,66	43,12	44,74	47,68	-
	Sep-03	54,03	-	45,38	50,84	42,74	37,68
	F (p<0,01)	NS	-	-	-	-	-
LIGNINA	May-02	31,33	25,42	26,08	29,46	-	17,22
	Oct-02	34,61	34,93	33,42	34,96	-	32,7
	Mar-03	36,38	27,1	25,08	29,44	28	-
	Sep-03	40,17	-	30,2	35,37	-	19,99
	F (p<0,01)	NS	-	-	-	-	-

El análisis interespecífico muestra que en términos globales hubo diferencias en el contenido de nitrógeno entre tipos de ungulados ($F=12,76$; $p<0,01$; $gl=74$) (Figura 3.1a) pero no en los componentes estructurales de fibra ($F=2,50$; $p>0,05$; $gl=74$) y lignina ($F=2,67$; $p>0,05$; $gl=74$) (Figura 3.1b). Las heces de vicuñas tuvieron una

mayor cantidad de nitrógeno que las heces de burros y ch/ov, pero no hubo diferencias con el porcentaje de nitrógeno en heces de vacas.

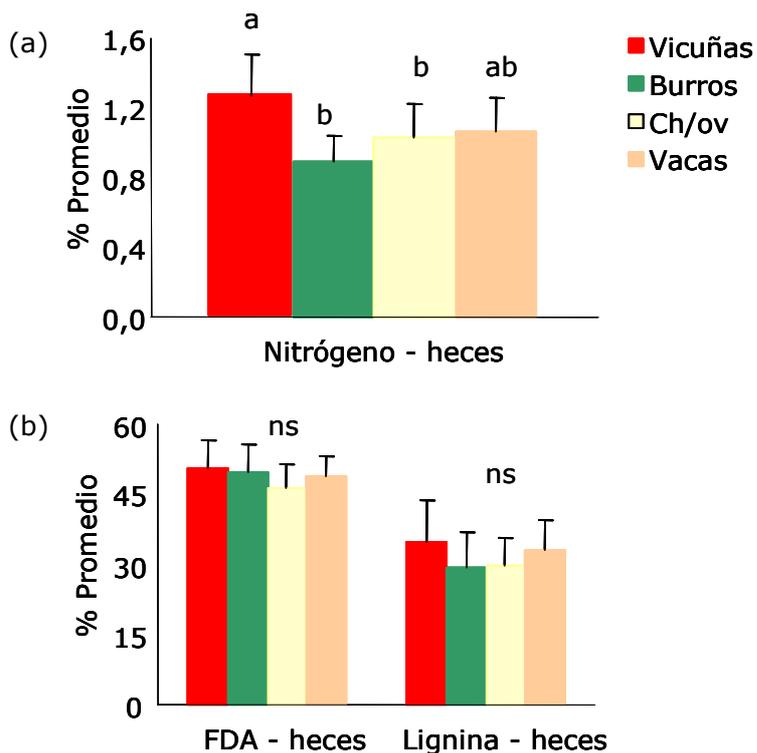


Figura 3.1. Contenido de Nitrógeno (a), Fibra detergente ácido y lignina (b) (% promedio) en las heces de vicuñas, burros y ganado. Letras diferentes muestran diferencias interespecíficas significativas para un mismo parámetro ($p < 0,01$); ns, no significativo.

Estimadores de calidad a través de la ingesta

El índice de ingesta proteica de la vicuña difirió según el período considerado ($F=7,56$; $p < 0,01$; $gl=48$). Las vicuñas tuvieron un índice de ingesta proteica mayor en marzo que en mayo y octubre (Figura 3.2) pero sin diferencias con el período de septiembre, aunque las fluctuaciones en este último período fueron muy grandes.

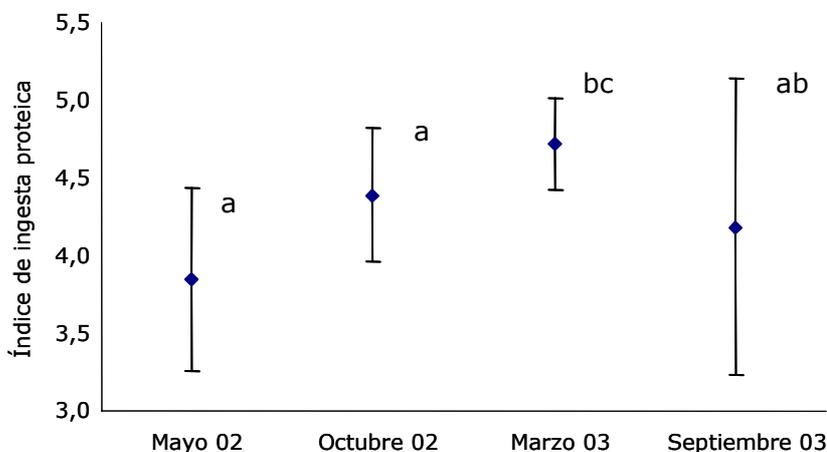


Figura 3.2. Índice de ingesta proteica (Σ [proteína ítem_z * consumo ítem_z]) para la vicuña en cada período (media y desvío estándar). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,01$; N mayo=12, N octubre=17, N marzo =16, N septiembre=7).

El aporte relativo de proteínas a la dieta de las vicuñas difirió significativamente según los distintos grupos funcionales ($H=13,5$; $p=0,0037$; $n=16$). El mayor aporte proteico estuvo dado por las gramíneas, que fue mayor al de gramínoides ($Q=3,15$) e hierbas ($Q=5,04$). El aporte de arbustos no difirió del de gramíneas ($Q=1,89$) ni gramínoides ($Q=1,26$) pero fue mayor que el de hierbas ($Q=3,15$), grupo con el menor aporte en la ingesta proteica (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Aporte proteico relativo (% promedio) de cada grupo funcional de plantas a la dieta de las vicuñas en Laguna Blanca. Letras diferentes corresponden a diferencias significativas ($p < 0,05$, *Kruskal Wallis* y prueba *Q* para comparaciones múltiples).

	Mayo 02	Octubre 02	Marzo 03	Septiembre 03	KW-Q
Arbustos	26,6	25,0	22,5	27,0	ab
Gramíneas	60,7	58,0	51,3	55,5	a
Gramínoides	11,6	16,6	25,6	15,7	b
Hierbas	1,1	0,3	0,6	1,8	c

DISCUSIÓN

La evaluación de la calidad de la dieta de los animales en la puna se analizó mediante dos metodologías diferentes. En un estudio preliminar en Laguna Blanca, Benitez (2005) encontró que las estimaciones provenientes de ambas son similares. Aquí se utilizaron indicadores nutricionales sencillos muy utilizados como son el nitrógeno fecal total y los contenidos de fibra y lignina en heces. Otros autores han avanzado en la utilización del primer método a partir de la determinación de otros parámetros fecales como por ejemplo la distinción entre el contenido de nitrógeno no proteico del nitrógeno proteico, o el análisis del contenido de taninos (Leite & Stuth 1990). También ha sido importante el análisis del contenido de cenizas en las heces de jabalíes (Treydte et al. 2006) como una manera de evaluar el consumo de suelo por estos animales.

El primero de los dos métodos es más directo y sencillo por la facilidad de recolectar heces en el campo y puede ser una herramienta útil cuando se desconocen otros aspectos de la dieta de los animales. Si bien tiene limitaciones en cuanto a su aplicación, los resultados obtenidos pueden ser utilizados de manera relativa a efectos de hacer comparaciones. Algunos resultados presentados aquí son coincidentes con Benitez et al. (2006), como el hecho de que los burros tuvieron una calidad de dieta (en cuanto a nitrógeno fecal) significativamente menor que las vicuñas. Sin embargo en el presente estudio, la dieta de la vicuña también fue de mejor calidad que la de los ch/ov. En otros estudios realizados a partir de datos de nitrógeno proveniente de fístulas esofágicas y con los animales alimentándose de las mismas pasturas, las dietas de los ovinos tuvieron una mayor calidad que las de los camélidos domésticos (San Martín & Bryant 1989, Mamani Rivera 2000). Teniendo en cuenta que existe un alto solapamiento dietario entre los animales de Laguna Blanca (Borgnia et al. 2008) las diferencias de calidad de dieta pueden fundamentarse en diferencias de digestibilidad y aprovechamiento de los recursos forrajeros por parte de los distintos animales. Como también fue planteado por Benitez et al. (2006), se necesitan estudios de digestibilidad, eficiencia de utilización y otras cuestiones fisiológicas que ayuden a complementar la evaluación interespecífica.

Respecto análisis temporal, los resultados indican que la dieta de los animales, tendría una mayor calidad (en cuanto a contenido de nitrógeno fecal) en la época húmeda (marzo) respecto a otras épocas más secas (octubre o septiembre). Esto es coincidente con otros trabajos realizados en otros ungulados y en alpacas (Pfister et al. 1989, Avalos et al. 2003) y podría asociarse a una mejor condición de la vegetación consumida en la época húmeda o una mayor digestibilidad de las proteínas en esa época. El contenido de componentes estructurales (fibra y lignina) no mostró variaciones interespecíficas ni intraespecíficas, aunque otros autores también mencionan que en la época de mayores precipitaciones la vegetación tendría una menor cantidad de fibra (Mamani

Rivera 2000). En conclusión, los índices fecales como indicadores de la calidad de la dieta deben analizarse con precaución, debido a las diferencias en la selección de dieta, anatomía y ecofisiología de las diferentes especies animales, y debido a lo complejo de las relaciones entre los constituyentes fecales (provenientes o no del alimento ingerido). Sin embargo, tiene un alto valor potencial como herramienta en el manejo animal y para investigar los procesos de selección de dieta en los herbívoros.

Respecto a la segunda aproximación, los resultados obtenidos aquí indican que fue mayor el aporte proteico de la dieta de marzo respecto de otras épocas (mayo y octubre) aunque no mostró diferencias con la dieta de septiembre, aunque probablemente se deba a una limitación en el tamaño de la muestra. Esto coincide con lo obtenido con el indicador fecal.

El patrón de aporte proteico de los distintos grupos funcionales a la dieta de las vicuñas presenta algunas diferencias con el patrón de consumo. El mayor aporte proteico estuvo dado por las gramíneas aunque no fue significativamente mayor que el aporte de arbustos. Sin embargo, el consumo de gramíneas fue significativamente mayor al consumo de arbustos y otros grupos de plantas (Borgnia et al. en revisión).

Los índices de ingesta estimados como se presentan aquí pueden representar la calidad de la dieta, y aunque no indican valores absolutos son útiles para fines comparativos. En otro trabajo, Sassi et al. (2007) se basaron en la misma aproximación para estudiar la calidad de dieta de los cuises (en cuanto al aporte de fibra) en Mendoza, Argentina.

Este es uno de los pocos estudios de calidad de dieta de vicuñas silvestres y ganado realizados a campo en la puna Argentina, y las líneas metodológicas generales planteadas pueden servir de base para futuros estudios para mejorar el conocimiento de la nutrición de estos animales con implicancias para su conservación y manejo.