

VALOR NUTRICIONAL DE LA ALGARROBA (*Prosopis pallida*) EN LA ALIMENTACIÓN DEL CABALLO

Fernando Peñaloza A.¹, Felipe San Martín H.² y Miguel Ara G.³

Abstract

The present research was carried out to estimate the nutritional value of carob bean (*Prosopis pallida*) in horses. Four rations with increasing carob bean levels (0; 20; 46.7 y 66.7%) in a base-diet of barley and lucerne hay were evaluated. Four Anglo-Argentinien crossbred geldings were fed the four rations using a simple overchange model with an arrangement of the 4 x 4 Latin Square. A feeding-test consisting of lucerne hay alone was previously done, aiming at obtaining digestibility of carob bean by difference in percentage with the treatment containing 66.77% carob bean. Digestibility of both dry and organic matter was 62.1% and 61.6%, respectively. The increase of carob bean's content in rations reduced digestibility in most nutritional fractions of feeding rations, with the exception of ethereal extract. Reduction followed a linear, significant pattern ($P < 0.05$) for organic matter, nitrogen-free extract, neutral detergent fibre and acid detergent fibre.

Key words: carob bean, *Prosopis pallida*, digestibility, horse

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de estimar el valor nutritivo de la algarroba (*Prosopis pallida*) en caballos. Se evaluaron cuatro raciones con niveles crecientes (0; 20; 46.7 y 66.7%) de algarroba, en una dieta base de cebada y heno de alfalfa. Se usaron cuatro caballos castrados de cruce Anglo-Argentino, que fueron sometidos a las cuatro raciones, en un diseño de sobrecambio simple con arreglo de Cuadrado Latino 4 x 4. Previamente se llevó a cabo un ensayo de alimentación con sólo heno de alfalfa con la finalidad de obtener la digestibilidad de la algarroba sola por diferencia con el tratamiento de 66.7% de algarroba. La digestibilidad de la materia seca y materia orgánica fue de 62.1 y 61.6% respectivamente. El incremento de algarroba en la ración redujo la digestibilidad de la mayor parte de las fracciones nutricionales de las raciones, a excepción del extracto etéreo. El patrón de esta reducción fue lineal, significativo ($P < 0.05$) para materia orgánica, extracto libre de nitrógeno, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida.

Palabras clave: algarroba, *Prosopis pallida*, digestibilidad, caballo

¹ Graduado de la Unidad de Postgrado, FMV-UNMSM

² Laboratorio de Nutrición, FMV-UNMSM. E-mail: decanovet@unmsm.edu.pe

³ Departamento de Producción Animal, FMV-UNMSM

INTRODUCCIÓN

En los pasados 20 años se reunió suficiente información para permitir la formulación científica de raciones para caballos que cubran sus requerimientos nutritivos. Las pruebas de alimentación han sido el principal método empleado para determinar los requerimientos cualitativos y cuantitativos de la mayoría de los nutrientes conocidos, así como para determinar el valor de los alimentos y las combinaciones dietéticas para el crecimiento, mantenimiento, trabajo, lactancia y reproducción.

En nuestro país la alimentación de caballos en crianza intensiva es a base de grano de cebada y heno de alfalfa; sin embargo, en unidades de Caballería del Ejército una parte de la dieta generalmente es conformada por el fruto de algarrobo (*Prosopis pallida*), debido a su alta disponibilidad y bajo precio.

No existen trabajos realizados en nuestro medio sobre el uso de algarroba en la alimentación de caballos. Sin embargo en países desarrollados se ha logrado establecer cierta relación entre los componentes químicos y los valores de digestibilidad de los alimentos. Se ha demostrado que la digestibilidad de todos los componentes del forraje disminuye con el aumento de la fibra cruda y la materia seca y se ha observado que el contenido de fibra cruda fue el mejor predictor de todas las digestibilidades (Aplegate y Hershberger, 1969; Vander Noot y Gilbreath, 1970). Por otro lado, en estudios comparativos de alimentación entre vacunos, ovinos, conejos y caballos no se observaron diferencias significativas al emplear alimentos con menos del 15% de fibra cruda (Hintz, 1969; Hintz et al., 1971; Slade y Hintz, 1969) por lo que se hace necesario evaluar directamente la digestibilidad de raciones conteniendo algarroba, componente que usualmente presenta valores superiores de 15% de fibra cruda. En base a lo antes expuesto, este trabajo tiene como objetivos estimar en caballos el

valor nutritivo de la algarroba y su digestibilidad en función de su inclusión en niveles crecientes en raciones a base de cebada y heno de alfalfa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El estudio se realizó entre febrero y marzo de 1994 en las instalaciones del Regimiento de Caballería "Escolta" del Ejército Peruano, ubicado en el distrito del Agustino Provincia de Lima, a una altitud de 197 m, latitud sur de 12° 03' 04", y a una longitud de 76° 59' 54" (INEI, 1997). Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Lima.

Animales

Se seleccionaron 4 caballos castrados de 5 a 8 años de edad, con un peso promedio de 400 kg, entre una población de 130 caballos cruzados Anglo-Argentino. Antes de iniciar el experimento se dosificó a los animales con fenbendazol al 10% a una dosis de 1 ml/10 kg p.v., se les limó los dientes y fueron confinados en caballerizas individuales. En la puerta de cada corral se indicó la ración que debía recibir el animal para cada período.

Tratamientos, alimentación y manejo de los animales

Cada uno de los animales fue sometido a una alimentación secuencial con cuatro raciones con niveles crecientes de algarroba (0, 20.0, 46.7 y 66.7%) y decrecientes de cebada (66.7, 46.7, 20.0 y 0%) y una cantidad constante de heno de alfalfa (33.3%) (Cuadro 1). Cada período de la secuencia duró 12 días, con 7 días de acostumbramiento y 5 días de recolección de heces. Previamente se realizó un ensayo, alimentando a todos los animales con la dieta basal (5 kg de heno de

Cuadro 1. Raciones usadas en la alimentación secuencial en el experimento [(Kg (%))]

Insumos	Tratamientos			
	A	B	C	D
Algarroba	5.0 (66.7)	3.5 (46.7)	1.5 (20.0)	0.0 (00.0)
Cebada	0.0 (00.0)	1.5 (20.0)	3.5 (46.7)	5.0 (66.7)
Heno de alfalfa	2.5 (33.3)	2.5 (33.3)	2.5 (33.3)	2.5 (33.3)
Total	7.5 (100.0)	7.5 (100.0)	7.5 (100.0)	7.5 (100.0)

alfalfa) por 7 días de acostumbramiento y 5 días de recolección de heces, con la finalidad de estimarse por diferencia, con los resultados de la ración de 66.7% de algarroba sola. La alimentación fue controlada para mejorar la utilización del régimen y sobre todo para evitar los diversos trastornos gastrointestinales a los que el caballo es especialmente sensible. Por ello se consideró una cantidad igual de heno de alfalfa en todos los tratamientos. El horario de abrevado fue cada dos horas, a partir de las 06:00 hasta las 20:00 horas.

Las raciones se prepararon y pesaron el día anterior, de acuerdo al tratamiento correspondiente para cada caballo y cada periodo. El heno de alfalfa y las vainas de algarroba se cortaron en trozos pequeños. La cebada se remojó en agua por 3 horas antes de su consumo. La ración se suministró en dos partes iguales, la primera a las 08:00 (3.75 kg) y la otra a las 14:00 horas (3.75 kg). En todo momento se registraron los consumos individuales de los caballos.

Muestras

Se obtuvieron muestras de los insumos al inicio del ensayo para el análisis correspondiente.

Se colocaron bolsas colectoras de heces, fabricadas de lona y sujetadas con arneses a los caballos del estudio a partir de las 08:00 del primer día de la fase de reco-

lección. El contenido de las bolsas fue evacuado a las 18:00 y 08:00 de cada día experimental. El contenido fue pesado y registrado, y se obtuvieron sub-muestras homogéneas en bolsas plásticas debidamente rotuladas y herméticamente cerradas. Las sub-muestras fueron almacenadas en congelación a -25°C para su posterior análisis. Las sub-muestras de las 18:00 horas de un día y de las 08:00 del día siguiente se combinaron para formar una sola sub-muestra, llegando a obtenerse cinco sub-muestras por animal dentro de cada tratamiento.

Análisis de laboratorio

Los alimentos componentes de las raciones, así como las muestras de heces fueron sometidas al análisis proximal (AOAC, 1990) estimándose materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno. Adicionalmente se estimó fibra detergente neutra y fibra detergente ácida (AOAC, 1990).

Determinación de la digestibilidad aparente

Los coeficientes de digestibilidad aparente in vivo de las fracciones del análisis proximal y de Van Soest se obtuvieron mediante la siguiente fórmula (Van Soest, 1982):

Coeficiente de digestibilidad (%) =

$$\frac{\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente en heces}}{\text{nutriente ingerido}} \times 100$$

El ensayo previo con sólo heno de alfalfa sirvió para calcular el coeficiente de digestibilidad de la algarroba por diferencia (Lloyd et al., 1987) con los resultados obtenidos con la ración del 66.7% de algarroba.

En base a los resultados del valor nutritivo y coeficientes de digestibilidad de los insumos y las raciones se evaluó la calidad de acuerdo a los valores siguientes: bajo (< 40%), media (41-70%) y alta (> 71%).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de sobrecambio simple con arreglo de Cuadrado Latino 4 x 4. Los parámetros evaluados fueron sometidos a análisis de varianza, y en caso de hallar diferencias significativas entre tratamientos, estas fueron sometidas a la prueba de com-

paración de medias por el método de Diferencia Mínima Significante (DMS) protegida (Steel y Torrie, 1987). La estimación del efecto de los niveles de algarroba en una dieta base de cebada y heno de alfalfa sobre la digestibilidad de las fracciones se efectuó mediante análisis de regresión lineal y cuadrática.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis proximal de las raciones, de sus componentes y del fraccionamiento de la fibra (Cuadro 2) muestran que las mayores diferencias se observan en el contenido de fibra cruda de las raciones, el cual se incrementa de 13.6 a 23.8% a medida que el nivel de algarroba se incrementa.

Cuadro 2. Análisis proximal y de Van Soest de las raciones utilizadas y de sus componentes

Fracción	Raciones (% de algarroba)				Componentes		
	66.7	46.7	20.0	0	Algarroba	Cebada	Heno alfalfa
MS	87.5	87.2	86.8	86.4	87.9	86.3	86.7
Cenizas	6.1	5.9	5.7	5.5	4.0	3.1	10.3
MO	93.9	94.1	94.3	94.5	96.0	96.9	89.7
PC	12.2	12.3	12.4	12.5	9.0	9.3	18.8
FC	23.8	20.8	16.7	13.6	19.7	4.3	32.2
EE	1.7	1.6	1.6	1.6	1.8	1.8	1.4
ELN	56.2	59.4	63.6	66.8	65.5	81.5	37.3
FDN	53.9	54.4	55.2	55.7	46.7	49.3	68.5
FDA	48.7	49.2	49.8	50.4	41.5	43.9	63.3

MS=materia seca, MO=materia orgánica, PC=proteína cruda, FC=fibra cruda, EE=extracto etéreo, ELN=extracto libre de nitrógeno, FDN=fibra detergente neutra, FDA=fibra detergente ácida

Coefficiente de digestibilidad aparente de la algarroba

Los coeficientes de digestibilidad de la algarroba, obtenidos por diferencia con los resultados de la digestibilidad del tratamiento previo con heno de alfalfa se muestran en el Cuadro 3. Estos valores son inferiores a los obtenidos por Coronado (1950) en ovinos y particularmente los valores de fibra cruda.

Cuadro 3. Coeficientes de digestibilidad aparente de las fracciones del análisis proximal y de Van Soest de la algarroba en caballos

Fracción	Coefficiente de digestibilidad (%)
MS	62.1
MO	61.6
PC	61.5
FC	6.9
EE	20.9
ELN	78.6
FDN	25.6
FDA	23.3

MS = materia seca, MO = materia orgánica, PC = proteína cruda, FC = fibra cruda, EE = extracto etéreo, ELN = extracto libre de nitrógeno, FDN = fibra detergente neutra, FDA = fibra detergente ácida

Es probable que esta diferencia pueda ser debida a una mejor digestión de la fibra por los ovinos, por su condición de poligástricos, debido a que la degradación microbiana de los carbohidratos complejos es mayor en el rumen del vacuno que en el ciego del caballo; y la mayor degradación microbiana esté en relación a una mayor población y calidad microbiana en el rumen (Maynard et al., 1986).

En cuanto a los resultados por animal, se observó diferencias marcadas entre caballos para la digestibilidad de la fibra cru-

da. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede indicar que la algarroba en la alimentación del caballo es de baja digestibilidad para fibra cruda, extracto etéreo, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida; de digestibilidad media para materia seca, materia orgánica y proteína cruda; y, de digestibilidad alta para extracto libre de nitrógeno, debido a que la fracción mayoritaria de la pulpa de la algarroba está constituida por sacarosa (95.4%) y el resto por glucosa, fructuosa, galactosa, xilosa, arabinosa y fucosa (Grados et al., 1994).

Los resultados de los análisis de varianza indican que la inclusión de niveles crecientes de algarroba en una dieta base de cebada y heno de alfalfa afectaron la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, extracto libre de nitrógeno ($P < 0.01$), fibra detergente neutra ($P < 0.05$) y fibra detergente ácida ($P < 0.01$), pero no la proteína cruda, fibra cruda y extracto etéreo (Cuadro 4).

El análisis de medias (DMS) se realizó con aquellas fracciones con significancias estadísticas, encontrándose que el coeficiente de digestibilidad disminuye a medida que se incrementan los niveles de algarroba en la ración ($P < 0.05$, Cuadro 5). Sin embargo, y dependiendo de la fracción analizada, algunas raciones no fueron diferentes ($P > 0.05$).

El análisis de regresión lineal mostró diferencias significativas entre raciones ($P < 0.05$, Cuadro 6) para materia orgánica, extracto libre de nitrógeno, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida.

Este análisis se ilustra en los gráficos de la Fig.1 donde se observa que a excepción del extracto etéreo, los niveles crecientes de algarroba redujeron en forma lineal la digestibilidad de todas las fracciones. La tendencia en reducción de la digestibilidad de las fracciones es explicable fundamentalmente en términos del contenido de fibra cruda de los tratamientos. Estos resultados están de acuerdo con los reportados por Aplegate

Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza para las diferentes fuentes de variabilidad y para los componentes del análisis proximal y de Van Soest de raciones con niveles crecientes de algarroba en la alimentación de caballos

Fuente	GL	Cuadrados medios							
		MS	MO	PC	FC	EE	ELN	FDN	FDA
Periodos	3	3.51	2.0	28.77	13.38	52.88	3.50	7.01	12.29
Caballos	3	0.70	0.42	21.43	2.21	63.46	0.54	19.26	7.69
Niveles de algarroba	3	115.41**	140.08**	42.75 ^{ns}	60.66 ^{ns}	201.98 ^{ns}	67.72**	341.35*	484.03**
Error	6	10.95	9.57	10.62	31.04	57.03	5.45	44.45	25.20

MS = materia seca, MO = materia orgánica, PC = proteína cruda, FC = fibra cruda, EE = extracto etéreo, ELN = extracto libre de nitrógeno, FDN = fibra detergente neutra, FDA = fibra detergente ácida

** = $P > 0.01$, * = $P > 0.05$, ns = no significativo

Cuadro 5. Análisis de medias de la digestibilidad aparente de raciones con niveles crecientes de algarroba en la alimentación de caballos

Fracción	Raciones (% algarroba)			
	66.7	46.7	20.0	0
MS	57.9 ^a	59.7 ^a	62.2 ^a	70.1 ^b
MO	58.2 ^a	60.4 ^{ab}	63.7 ^b	71.7 ^c
ELN	73.3 ^a	75.3 ^a	77.1 ^a	82.9 ^b
FDN	30.1 ^a	36.6 ^a	39.9 ^a	52.1 ^b
FDA	31.3 ^a	35.9 ^{ab}	42.8 ^b	56.6 ^c

MS = materia seca, MO = materia orgánica, ELN = extracto libre de nitrógeno, FDN = fibra detergente neutra, FDA = fibra detergente ácida

* Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas ($P < 0.05$) a la prueba de DMS protegida

y Hershberger (1969) y Vander Noot y Gilbreath (1970), quienes indican que la digestibilidad de todos los componentes del forraje disminuyen con el aumento de la fibra cruda en la materia seca.

El efecto cuadrático no fue significativo para ninguna de las fracciones. La predominancia de un efecto lineal y la ausen-

cia de efecto cuadrático significativo indican que el efecto de la inclusión de niveles crecientes de algarroba en una dieta base de cebada y heno de alfalfa sobre la digestibilidad de las fracciones del análisis proximal y de Van Soest es aditivo, por lo tanto existe cierta confianza en la representatividad de los valores de digestibilidad de la algarroba obtenidos por diferencia a partir del ensayo previo.

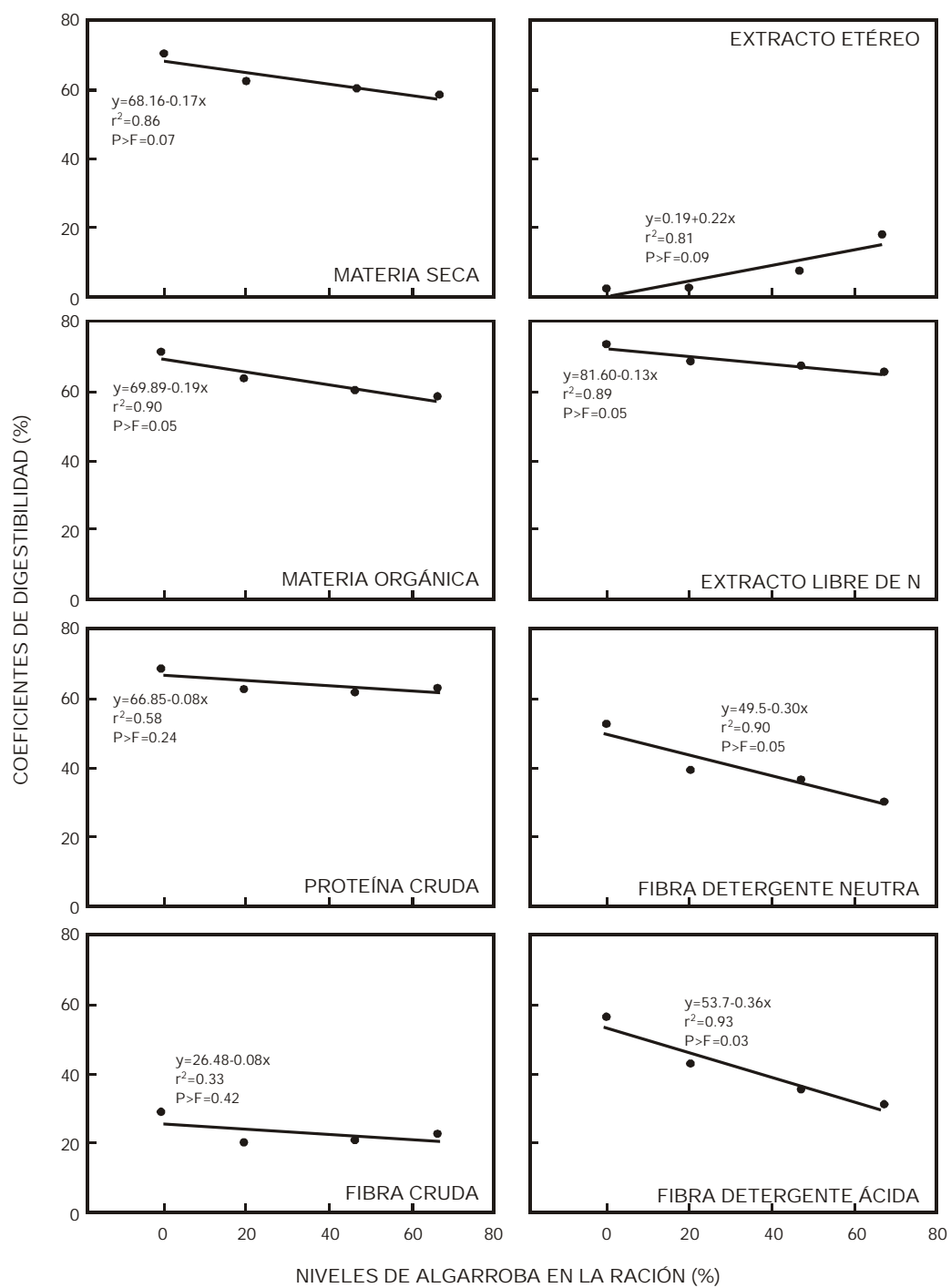


Fig. 1. Efecto de los niveles de algarroba sobre los coeficientes de digestibilidad parcial de las fracciones del análisis proximal y de van Soest

Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de la regresión lineal para los diferentes componentes del análisis proximal y de Van Soest de raciones con niveles crecientes de algarroba en la alimentación de caballos

Fuente	GL	Cuadrados medios							
		MS	MO	PC	FC	EE	ELN	FDN	FDA
Modelo	1	75.10 ^{ns}	94.66*	18.55 ^{ns}	16.46 ^{ns}	120.67 ^{ns}	45.90*	230.37*	339.36*
Error	2	5.87	5.16	6.84	16.27	13.40	2.70	12.58	12.82

* = P>0.05, ns = no significativo

CONCLUSIONES

1. La digestibilidad de la algarroba para caballos adultos es de 62%. Destaca la baja digestibilidad de la fibra cruda (6.9%).
2. La ración tradicional (sin incluir algarroba) es la de mayor digestibilidad para todas las fracciones nutricionales, a excepción del extracto etéreo.
3. El incremento de algarroba en la ración en caballos reduce linealmente los coeficientes de digestibilidad de la mayoría de las fracciones nutricionales.
4. En términos económicos, medido en función por kg de materia seca digerida, los menores precios se obtuvieron a mayores inclusiones de algarroba en la ración.

LITERATURA CITADA

1. Association of Official Agricultural Chemists. 1990. Official methods of analysis. 15th edition. Arlington.
2. Applegate, C.S.; T.V. Hershberger. 1969. Evaluation of in vitro and in vivo cecal fermentation techniques for estimating the nutritive value of forages for equine. J. Anim. Sci. 28: 18-22.
3. Coronado, J. 1950. La digestibilidad de las vainas de algarrobo en el ganado ovino. (Tesis) Escuela Nacional de Agricultura. Lima. 50 p.
4. Grados, N.; L. Bravo; F. Saura-Calixto. 1994. Estudio comparativo entre algarroba peruana (*Prosopis pallida*) y Mediterránea (*Ceratonia siliqua*). Boletín de la Sociedad Química del Perú 60: 103-117.
5. Hintz, H. 1969. Review article. Equine nutrition comparisons of digestion coefficient obtained with cattle, sheep, rabbits and horses. The Veterinarian 6: 45-51.
6. Hintz, H.F.; S.J. Roberts; S.W. Sabin; H.F. Schryver. 1971. Energy requirements of light horses for various activities. J. Anim. Sci. 32: 100-102.
8. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 1997. Guía INEI. Lima. 2^{da} ed., Edit. Continental de Comunicaciones S.A. Tomo I, 616 p.
9. Lloyd L.E.; B.E. McDonald; E.W. Crampton. 1987. Fundamentos de Nutrición. España EDAF, S.A. 464 p.
10. Maynard, L.A.; J.K. Loosli; H.F. Hintz; R.G. Warner. 1986. Nutrición animal. México. Editorial Mc Graw-Hill 7^{ma} ed. 640 p.
11. Slade, L.M.; H.F. Hintz. 1969. Comparison of digestion in horses, ponies, rabbits, and guinea pigs. J. Anim. Sci. 28: 842-843.
12. Steel, R.G.D.; J.H. Torrie, 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2^{da} ed. Ed. Mc Graw-Hill Latinoamericana, S.A. 622 p.
13. Vander Noot, G.W.; E.C. Gilbreath. 1970. Comparative digestibility of components of forage by geldings and steers. J. Anim. Sci. 33: 351-355.
14. Van Soest, P. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O & B Books Inc. 373 p.