

COMPARACIÓN DE DOS TÉCNICAS PARA DETERMINAR LA DIGESTIBILIDAD PROTEICA DE INSUMOS Y ALIMENTOS COMERCIALES PARA CANINOS

Sandra Malca O.¹, Orlando Lucas A.², Teresa Arbaiza F.², Fernando Carcelén C.² y Felipe San Martín H.^{2,3}

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the *in vivo* apparent protein digestibility method in rats and the *in vitro* pepsin digestibility method as well as their level of correlation. Three protein sources used in commercial dog foods (soybean meal, meat meal, and chicken meal), three commercial adult dog foods (A1, A2, and A3), three commercial puppy foods (C1, C2, and C3), and sodium caseinate as a control group were evaluated. For the *in vivo* assay, 60 twenty-three-day-old albino laboratory rats (*Rattus norvegicus*) were used and for the *in vitro* method the standardized pepsin method used at the Nutrition Laboratory, Faculty of Veterinary Medicine, UNMSM was evaluated. The correlation coefficient between the *in vivo* and *in vitro* methods was 0.94, whereas the *in vitro* digestibility was statistically higher than the *in vivo* digestibility ($p < 0.05$). The regression equation was $Y, \textit{in vivo} = 11.037 + 0.804 (X, \textit{in vitro})$. It was concluded that there is a high correlation between both protein digestibility methods when assessing protein sources and commercial dog foods.

Key words: digestibility, protein, commercial dog food, soy bean meal, chicken meal, meat meal

RESUMEN

El objetivo del estudio fue comparar el método de digestibilidad proteica aparente *in vivo* en ratas con el método alternativo *in vitro* con pepsina, así como determinar el grado de correlación entre ambos métodos. Para ello, se determinó la digestibilidad proteica de tres insumos utilizados en la elaboración de alimentos comerciales para perros (torta de soya, harina de carne y harina de pollo), tres alimentos comerciales para cachorros (C1, C2 y C3); tres alimentos comerciales para perros adultos (A1, A2 y A3); y un control que fue caseinato de sodio. Para la prueba *in vivo* se utilizaron 60 ratas albinas de laboratorio (*Rattus norvegicus*) de 23 días de edad y para la prueba *in vitro* se utilizó el método de la pepsina estandarizado en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNMSM. El coeficiente de correlación entre ambos fue de 0.94 y la regresión fue: $Y, \textit{in vivo} = 11.037 + 0.804 (X, \textit{in vitro})$, siendo la digestibilidad proteica *in vitro*

¹ Práctica privada

² Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal, FMV-UNMSM

³ E-mail: decanovet@unmsm.edu.pe

estadísticamente mayor que la digestibilidad aparente *in vivo* ($p < 0.05$). Se concluye que existe una alta correlación entre los métodos empleados para medir la digestibilidad proteica de insumos y alimentos usados en la alimentación canina.

Palabras clave: digestibilidad, proteína, alimentos comerciales, torta de soya, harina de pollo, harina de carne

INTRODUCCIÓN

La alimentación canina ha ido evolucionando con el paso de los años desde una dieta básicamente casera hasta el uso cada vez mayor de alimentos balanceados. Sin embargo, para elegir un alimento comercial hay que tener en cuenta aspectos importantes como el contenido de nutrientes, y la digestibilidad y disponibilidad de los mismos (Case *et al.*, 1997).

La digestibilidad es uno de los indicadores más utilizados para determinar la calidad de las proteínas debido a que no todas son digeridas, absorbidas y utilizadas en la misma medida. Las diferencias en digestibilidad pueden deberse a factores inherentes a la naturaleza de las proteínas alimentarias, a la presencia de componentes no proteicos con influencia en la digestión (fibra de la dieta, taninos, fitatos), a la presencia de factores antifisiológicos o a las condiciones de elaboración que pueden interferir en los procesos enzimáticos de liberación de los aminoácidos (Church y Pond, 1990). La digestibilidad proteica se puede determinar por varios métodos, entre ellos, la digestibilidad *in vivo*, ya sea aparente o verdadera, directa o indirecta, y la digestibilidad *in vitro* utilizando enzimas (FAO/OMS, 1992).

En la actualidad, las regulaciones de la Association of American Feed Control Officials (AAFCO) no permiten que los fabricantes de alimentos para animales incluyan datos de digestibilidad de carácter cuantitativo o comparativo en sus etiquetas. Esta información se puede obtener solamente a través de la comunicación directa con el fa-

bricante. Los alimentos con una digestibilidad igual o superior al 80% en materia seca son los apropiados para las mascotas, debiendo rechazarse cualquier alimento cuya digestibilidad sea inferior al 75%; sin embargo, la gran variabilidad en la calidad de la proteína presente en los alimentos comerciales hace que la determinación de su digestibilidad sea de gran importancia (Case *et al.*, 1997).

La digestibilidad *in vivo* en ratas es un método ampliamente utilizado para determinar la calidad de los alimentos de uso humano. Así mismo, la fisiología digestiva de la rata es similar a la del canino; sin embargo, la determinación de la digestibilidad en ratas presenta algunos inconvenientes como son el tiempo de su ejecución (9 días), la cantidad de alimento empleado, el costo y el manejo de animales (Córdova, 1993). Por estas razones, se planteó el presente estudio utilizando un método alternativo *in vitro* que pueda tener una alta correlación con la técnica *in vivo* en ratas y que sea de fácil aplicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Se evaluaron tres insumos proteicos: torta de soya, harina de carne y harina de pollo, y tres marcas de alimento comercial para perros de origen nacional y extranjero, cada una en su variedad de cachorro y adulto. Como fuente proteica control se utilizó el caseinato de sodio.

Se realizó el análisis químico proximal de los insumos proteicos, alimentos comerciales y dietas experimentales mediante técni-

Cuadro 1. Composición de las dietas para caninos utilizadas en la determinación de la digestibilidad proteica *in vivo* (g/100g)

Componente de la dieta	Dietas ¹									
	Ctrl	TS	HC	HP	C1	C2	C3	A1	A2	A3
Insumo o alimento comercial	11.7	22.2	19.4	16.5	32.8	38.4	38.8	38.4	46.8	48.4
Aceite de maíz	10.0	9.6	7.6	7.8	4.4	7.7	7.0	4.4	7.1	7.4
Mezcla de minerales	3.1	1.9	0.9	1.4	1.0	1.0	1.3	1.0	1.3	1.2
Mezcla de vitaminas	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Celulosa	5.0	4.2	4.8	4.8	3.8	4.4	4.3	3.8	4.1	4.2
Almidón de maíz	68.2	60.1	65.3	67.5	56.0	46.5	46.6	50.4	38.7	36.8

¹ Ctrl: caseinato de sodio; TS: torta de soya; HC: harina de carne; HP: harina de pollo; C1, C2, C3: alimentos comerciales para cachorros; A1, A2, A3: alimentos comerciales para perros adultos

cas estandarizadas del Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Arbaiza, 1997).

Digestibilidad *in vivo*

Se prepararon 10 dietas experimentales:

- Dieta con torta de soya (TS)
- Dieta con harina de carne (HC)
- Dieta con harina de pollo (HP)
- Alimento de cachorro comercial 1 (C1)
- Alimento de cachorro comercial 2 (C2)
- Alimento de cachorro comercial 3 (C3)
- Alimento de perro adulto comercial 1 (A1)
- Alimento de perro adulto comercial 2 (A2)
- Alimento de perro adulto comercial 3 (A3)
- Caseinato de sodio (control)

El criterio de formulación de las dietas experimentales se basó en el método oficial de la AOAC (1990), el cual recomienda una

composición final de 10% de proteínas, 10% de grasas, 2% de mezcla de vitaminas, 3.5% de mezcla de minerales, 5% de celulosa y almidón de maíz hasta completar 100%. La composición de las dietas bajo evaluación se detalla en el Cuadro 1.

Se utilizaron 60 ratas albinas (*Rattus norvegicus*) machos de 23 días de edad, distribuidas aleatoriamente en 10 grupos de seis ratas cada uno con promedios de pesos similares. Los animales se sometieron a un proceso previo de acondicionamiento por tres días consumiendo pienso estándar de rata; luego fueron alimentadas con las dietas experimentales por un periodo preliminar de cuatro días para su adaptación y limpieza del tracto digestivo de restos del alimento anterior, y se terminó con un periodo de experimentación de cinco días, en que se recogió las heces y el alimento sobrante. Las heces fueron desecadas, pesadas y trituradas determinándose su contenido de N mediante el método de Kjeldahl (AOAC, 1995).

Cuadro 2. Composición química proximal (g/100g) de los insumos proteicos¹ (base seca)

	TS	HC	HP	Control
Materia seca	92.1	96.6	97.6	97.1
Proteína	48.9	53.5	62.0	88.1
Extracto etéreo	1.9	12.8	13.8	0.1
Fibra cruda	3.5	0.8	1.3	---
Cenizas	7.7	23.6	13.0	3.4
Extracto no nitrogenado	37.8	9.2	9.8	8.4

¹ TS: torta de soya; HC: harina de carne; HP: harina de pollo; Control (caseinato de sodio)

La digestibilidad aparente (DA) para cada animal se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$DA = \frac{(N \text{ ingerido} - N \text{ en heces})}{N \text{ ingerido}} \times 100$$

Digestibilidad *in vitro*

Se realizaron seis pruebas de digestibilidad para cada insumo y alimento comercial empleando el método de la pepsina (Arbaiza, 1997).

Análisis estadístico

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza, correlación y regresión. La diferencia estadística entre medias se analizó con el método de Tukey. El nivel de confianza fue del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis químico proximal de los insumos proteicos se muestran en el Cuadro 2. Los niveles de proteína obtenidos para la torta de soya, harina de carne y harina de pollo son similares a los valores en base seca señalados por la NRC (1985).

Los resultados del análisis proximal de los concentrados comerciales se muestran en el Cuadro 3. Los valores de humedad, proteína y fibra cruda estaban dentro de los rangos declarados en la etiqueta; sin embargo, el extracto etéreo resultó por debajo de lo declarado, especialmente en las muestras A3 y C3. Esto podría deberse a fallas en el proceso de elaboración y control, fallas en la conservación o tipo de empaque y fallas en la técnica empleada para la determinación del contenido graso.

El Cuadro 4 muestra los resultados del análisis químico proximal y la densidad energética de las dietas experimentales en base a la digestibilidad *in vivo*. Los valores de proteína estuvieron alrededor del 10%, que es el valor referencial de la AOAC (1990); además, se observa que las dietas en estudio son aproximadamente isocalóricas, factor importante ya que la cantidad de alimento que el animal consume depende de su contenido de energía (Iams, 2000).

Los resultados de digestibilidad proteica *in vivo* e *in vitro* de los insumos proteicos y las muestras de alimento concentrado para cachorros y perros adultos bajo estudio se muestran en el Cuadro 5. Como resultado del análisis de varianza se observó que la digestibilidad proteica *in vitro* fue

Cuadro 3. Composición química proximal (g/100 g) de alimentos comerciales para caninos y su comparación con la composición indicada en la etiqueta del producto comercial (base húmeda)

Item ³	Humedad		Proteína		EE ¹		Fibra cruda		Cenizas	ENN ²
	A ⁴	E ⁵ (max ⁶)	A	E (min)	A	E (min)	A	E (max)	A	A
C1	4.8	10.0	30.1	32.0	17.8	21.0	3.5	4.0	6.8	36.6
C2	6.1	12.0	26.0	25.0	6.0	7.5	1.6	3.0	6.4	54.0
C3	3.4	10.0	25.6	26.0	7.7	14.0	1.6	3.5	5.5	56.0
A1	4.1	10.0	26.0	28.0	14.6	18.0	3.1	5.0	6.4	45.8
A2	6.2	12.0	21.4	19.0	6.2	7.0	2.0	3.0	10.2	54.0
A3	6.2	10.0	20.6	21.0	5.4	10.0	1.7	3.5	4.8	61.2

¹ Extracto Etéreo² Extracto No Nitrogenado³ C1, C2 y C3: alimentos comerciales para perros cachorros; A1, A2 y A3: alimentos comerciales para perros adultos⁴ Resultado del análisis químico proximal⁵ Dato proporcionado en la etiqueta del producto comercial⁶ Max: máximo; Min: mínimoCuadro 4. Composición químico proximal (g/100g) y densidad energética (Mcal/kg) de las dietas¹ para caninos mediante la determinación de la digestibilidad proteica *in vivo* (base seca)

	TS	HC	HP	C1	C2	C3	A1	A2	A3	Control
Humedad	5.2	4.4	5.4	5.3	5.8	4.0	4.7	5.3	5.9	4.8
Materia seca	94.8	95.6	94.6	94.7	94.2	96.0	95.3	94.7	94.1	95.2
Proteína	11.2	10.8	10.7	11.3	11.4	11.4	10.4	11.1	11.1	10.2
EE ²	11.3	10.4	10.4	10.0	8.8	12.3	10.2	7.8	10.4	9.4
Fibra cruda	3.8	2.8	3.4	2.6	1.7	3.2	3.7	3.1	3.0	2.8
Cenizas	3.0	5.8	3.8	3.3	3.4	3.4	3.6	4.2	2.8	2.7
ENN ³	70.7	70.2	71.7	72.8	74.7	69.7	72.1	73.8	72.7	74.9
Densidad de Energía ⁴	3.6	3.6	3.5	3.6	3.5	3.7	3.6	3.4	3.6	3.6

¹TS (Torta de soya), HC (harina de carne), HP (harina de pollo), C1, C2 y C3 (alimentos comerciales para cachorros), A1, A2 y A3 (alimentos comerciales para perros adultos), Control (caseinato de sodio)² Extracto Etéreo³ Extracto No Nitrogenado⁴ Calculado con el factor de Atwater modificado: proteínas (3.5) hidratos de carbono (3.5) y lípidos (8.5) (Case *et al.*, 1997)

Cuadro 5. Digestibilidad proteica *in vivo* e *in vitro* de tres insumos proteicos y seis alimentos comerciales para caninos¹

Insumo ²	Proteína %	in vivo (%)	in vitro (%)	Significancia (p<0.05)
		$\bar{x} \pm d.e$	$\bar{x} \pm d.e.$	
Control	88.1	91.0 ^a ± 1.4	98.8 ^a ± 0.4	*
TS	48.9	83.1 ^b ± 1.0	90.2 ^b ± 0.7	*
HP	62.0	73.8 ^c ± 1.1	74.6 ^c ± 0.9	ns
HC	53.5	71.8 ^c ± 2.7	79.5 ^d ± 1.2	*
Control	88.1	91.0 ^a ± 1.4	98.8 ^a ± 0.4	*
C1	32.0	81.6 ^b ± 1.1	85.9 ^b ± 1.2	*
C2	27.6	81.0 ^b ± 1.9	86.5 ^b ± 1.1	*
C3	26.6	74.9 ^c ± 0.7	83.4 ^c ± 0.9	*
Control	88.1	91.0 ^a ± 1.4	98.8 ^a ± 0.4	*
A1	27.1	80.7 ^b ± 0.7	86.1 ^b ± 1.2	*
A2	22.0	78.9 ^{b,c} ± 1.2	84.2 ^c ± 0.9	*
A3	22.8	77.6 ^c ± 0.8	82.0 ^d ± 0.9	*

¹ Estos tres cuadros muestran el promedio \pm d.e de 6 ratas en el caso de la digestibilidad *in vivo* y de seis valores con réplicas en el caso de la digestibilidad *in vitro*

² Control (Caseinato de sodio), TS (Torta de soya), HP (Harina de pollo), HC (Harina de carne), C1, C2 y C3 (alimento comercial para cachorros), A1, A2 y A3 (alimento comercial para perros adultos)

* Diferencia estadística entre técnicas; ns: no hay diferencia significativa

^{abc} Letras diferentes dentro de columnas son estadísticamente diferentes (p<0.05)

estadísticamente mayor que la digestibilidad proteica aparente *in vivo* (p<0.05), con excepción de la harina de pollo.

Los valores de digestibilidad proteica de la harina de carne y la harina de pollo fueron los más bajos en ambos métodos, confirmando que la calidad de estas harinas es muy variable y que no depende únicamente de su contenido proteico (Hand *et al.*, 2000).

La digestibilidad *in vivo* de la torta de soya estuvo dentro del rango de los valores reportados en alimentos para perros (Kendall y Holme, 1982, citado por National Research

Council, 1985). Los resultados de digestibilidad proteica *in vivo* de las muestras de alimentos comerciales hallados en el presente estudio, fueron similares a los reportados en la literatura en alimentos para perros (Quezada, 1988; Saavedra, 1996).

La Fig. 1 muestra la relación entre la digestibilidad aparente *in vivo* de las diez muestras estudiadas y la digestibilidad de las mismas muestras determinadas *in vitro* con el método de la pepsina. Los resultados indican que existe una alta correlación (0.94) entre ambos métodos, y este valor es similar al reportado por Carias *et al.* (1995) que fue de 0.93.

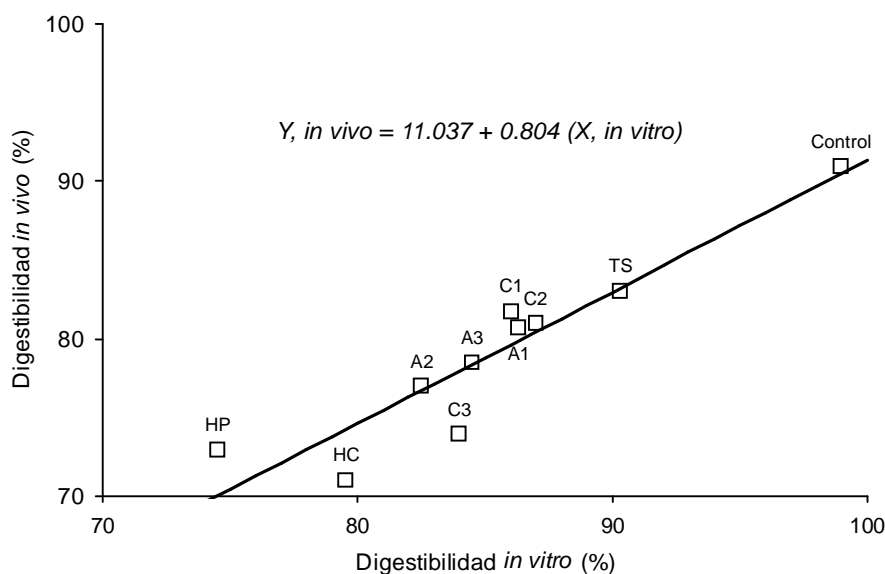


Figura 1. Digestibilidad proteica aparente *in vivo* vs. digestibilidad proteica *in vitro* de insumos proteicos y alimentos comerciales para perros: Control (caseinato de sodio), TS (torta de soya), HC (harina de carne), HP (harina de pollo); C1, C2 y C3 (alimentos comerciales para cachorros); A1, A2 y A3 (alimentos comerciales para perros adultos)

CONCLUSIONES

- Existe una alta correlación entre los métodos de determinación de la digestibilidad proteica *in vivo* e *in vitro* (coeficiente de correlación = 0.94).
- La digestibilidad proteica *in vitro* tiende a ser mayor que la digestibilidad proteica *in vivo*.
- La técnica *in vitro* es un buen método para estimar la digestibilidad proteica del insumo o alimento concentrado de caninos.

LITERATURA CITADA

1. **AOAC. Official Methods of Analysis. 1990.** Pepsin digestibility of animal protein feeds. p 78-79. AOAC. USA.
2. **AOAC. Official Methods of Analysis. 1995.** True protein digestibility of foods and food ingredients. 2: 62. AOAC Maryland, USA.
3. **Arbaiza, F. 1997.** Evaluación química del contenido de nutrientes de los alimentos. Facultad de Medicina Veterinaria, UNMSM. Lima. 13 p.
4. **Carias, D; A. Cioccia; P. Hevia. 1995.** Grado de concordancia entre la digestibilidad de proteínas animales y vegetales medidas *in vivo* e *in vitro* y su efecto sobre el cómputo químico. Arch. Latinoam. Nutr. 45: 111-116.
5. **Case, L.P.; D.P. Carey; D.A. Hirakawa. 1997.** Nutrición canina y felina. 2ª ed. Ed. Harcourt Brace. España. 455 p.
6. **Church, D.C.; WG Pond. 1990.** Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2ª ed. p 51-60. Ed. Limusa. México.
7. **Córdova, P. 1993.** Alimentación animal. p 48-61. CONCYTEC. Perú.
8. **FAO/OMS. 1992.** Informe de una consulta de expertos. Evaluación de la calidad de las proteínas FAO. EE.UU. 57 p.
9. **Hand, M.; C. Thatcher; R. Remillard; P. Roudebush. 2000.** Nutrición clínica en pequeños animales. 4ª ed. Ed. Mark Morris. EEUU. 1368 p.

- 10. Iams Company. 2000.** Densidad de nutrientes – medida del contenido nutritivo de los alimentos para mascotas. Bol. Tec. 12. Iams. EEUU. 2 p.
- 11. National Research Council. 1985.** Nutrient requirements of dogs. p 9-14. National Academy Press. Washington, USA.
- 12. Quezada, Q.E. 1988.** Evaluación bajo condiciones de la extrusión sobre la aceptación y digestibilidad de las principales fracciones nutritivas de dietas para perros en etapa de crecimiento temprano. Tesis de Médico Veterinario. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Univ. de Chile. Santiago de Chile. 75 p.
- 13. Saavedra, E. 1996.** Valor nutritivo de dietas secas comerciales para perros. Tesis de Médico Veterinario. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Univ. de Chile. Santiago de Chile. 92 p.