

# VALORES DE DIGESTIBILIDAD DE TRES ALIMENTOS RICOS EN PROTEÍNA, OBTENIDOS MEDIANTE EL MÉTODO DE SUSTITUCIÓN, A DOS NIVELES DE INCLUSIÓN EN LA RACIÓN BASE

Pérez Alba, L.M., Díaz Arca, J.F. y Pérez Hernández, M.<sup>1</sup>  
Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba. Córdoba.

## Resumen

Se ha determinado la digestibilidad de tres alimentos ricos en proteína (torta de soja, torta de girasol y harina de semillas de *L. Albus* "Maxilupa") en gazapos por el método de sustitución, cada uno a dos niveles de inclusión en una ración base (10 y 20%). La ración base se formuló para conseguir consumos y crecimientos que pudieran considerarse normales y para que la sustitución del 10 ó 20% de la misma por los concentrados proteicos usados no produjera grandes diferencias en contenido proteico con las raciones derivadas. Los niveles de sustitución usados, se eligieron porque representan el rango de proporciones en que se incluyen en raciones prácticas. Se usaron 40 gazapos de edad y peso homogéneos que recibieron la dieta base (n = 10) y las 6 dietas problema, con el concentrado proteico y nivel de sustitución correspondiente (n = 5 cada una). No se observaron diferencias significativas entre los 2 valores de proteína bruta digestible obtenidos para cada concentrado proteico, según el nivel de sustitución (10 ó 20%) del mismo en la ración base. Sí existieron diferencias, más o menos importantes según nivel de sustitución para los respectivos valores de fibra neutro detergente digestible, contenidos celulares digestibles y energía bruta digestible, que fueron significativas para la torta de soja. No lo fueron para el girasol con el nivel de probabilidad ( $P < 0,05$ ) estándar usado, y solo lo fueron para la fibra neutro detergente del altramuz dulce. Los resultados parecen indicar la existencia de fenómenos de asociatividad entre los concentrados proteicos (particularmente la torta de soja, pero también el altramuz y la torta de girasol) y la ración basal, según los niveles de sustitución usados y solamente relacionados con los componentes no proteicos estudiados en la valoración (fibra neutro detergente, contenidos celulares y energía bruta).

## Introducción

El tipo de ración base y el nivel de sustitución pueden influir en los valores de componentes digestibles de los concentrados proteicos obtenidos por diferencia (Villamide, Fraga y de Blas, 1991).

El objetivo de este trabajo fue la determinación por diferencia de los valores digestibles de proteína bruta, energía bruta, fibra neutro detergente y contenidos celulares de tres concentrados proteicos (torta de soja, torta de girasol del 38% y harina de altramuz dulce *L. albus*, var. Maxilupa) a dos niveles diferentes de sustitución para comprobar la aditividad de los valores de digestibilidad obtenidos por diferencia.

---

<sup>1</sup> Persona de contacto: Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba. Avda. Medina Azahara, 9, 14005 Córdoba. Tlf.: 957-218740 y 218746. E. Mail un1pehem@uco.es

## Material y Métodos

### *Diseño*

Se usó el método de sustitución, con dos niveles (10 y 20%) de cada concentrado proteico estudiado. El método y tiempo de recogida de heces fue igual que los descritos en una comunicación previa (Pérez Alba et al., 1999).

### *Animales y alojamiento*

Se usaron 40 gazapos, machos y hembras cruzados, de raza neozelandesa blanca y californiana. Se distribuyeron en 8 lotes de 5 con un peso medio de  $700 \pm 5$  g, y 35 días de edad. Se alojaron en jaulas de digestibilidad individuales, en un conejar con temperatura controlada ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ) y régimen luz-oscuridad de 14-10 horas.

### *Raciones*

Una ración base y 6 raciones derivadas de la base por sustitución de 10 ó 20% de la misma con torta de soja, torta de girasol de 38% de proteína y harina de semillas de *L. albus* "Maxilupa". La ración base se dio a dos grupos de 5 gazapos y las 6 raciones derivadas a un grupo de 5 gazapos cada una. Todos los ingredientes se molieron por un tamiz de 3 mm de diámetro y se granularon al vapor por una matriz de 3,5 mm.

### *Análisis químicos y estadísticos:*

Igual a lo descrito en comunicación anterior (Pérez Alba et al., 1999).

## Resultados y discusión

Los rangos de valores medios de consumo y aumento de peso, 76,7-96,9 y 32,5-42,1 son normales (tabla 3).

Los coeficientes de variación para los coeficiente de digestibilidad aparente de la fibra neutro detergente de las raciones (tabla 4) son más altos que los de los restantes principios calculados, lo que refleja la mayor variabilidad en digestión y análisis químico de esta fracción de los alimentos. No hubo diferencias significativas en coeficiente de digestibilidad aparente para la proteína bruta de las raciones, aunque sí las hubo para fibra neutro detergente, energía bruta y contenidos celulares, siendo, en general, los valores más bajos, los correspondientes a las raciones con girasol.

Los dos valores de proteína bruta digestible de cada ingrediente calculados por diferencia, según el nivel de sustitución, no difieren (tabla 5). Sí lo hacen, en gran magnitud los de fibra neutro detergente digestible de la soja y altramuz dulce. En ambos alimentos, el valor obtenido para el nivel de sustitución más bajo (10%) es muy superior al obtenido para el nivel de sustitución del 20% y mucho más alto que el valor bruto de fibra neutro detergente

del alimento respectivo. Lo cual parece indicar un efecto mejorador de la digestión en intestino grueso y de la producción e ingestión de heces blandas, en las raciones con 10% de estos dos ingredientes. Lo opuesto sucede con el girasol (no hay diferencias significativas). Estos efectos, que se observan también para contenidos celulares digestibles y energía bruta digestible en el mismo sentido de lo indicado para cada uno de los tres concentrados proteicos usados, no parecen tener una relación aparente con los contenidos de proteína bruta digestible.

Se observa en general que los coeficientes de variación de los valores digestibles de los alimentos valorados son más bajos cuanto mayor el nivel de sustitución. La variabilidad entre animales que consumen las raciones experimentales y los errores experimentales se magnifican en el procedimiento de cálculo por diferencia del valor del ingrediente, cuando los niveles de sustitución son bajos.

Los valores obtenidos de energía bruta digestible de la torta de soja incluida al nivel del 10% en la ración base, parecen señalar un efecto asociativo del suplemento con la ración base. Este efecto asociativo no parece deberse a una menor velocidad de tránsito por descenso del contenido en fibra respecto de la ración base, pues el descenso es escaso y menor que el que se produce en la ración en que se incluye la torta de soja al 20%, que no ofreció valores de energía digestible tan altos. Tampoco se observa un menor consumo de pienso en esos gazapos. Villamide et al., (1991) no encontraron diferencias para dos valores de energía digestible calculados por diferencia de la torta de soja incluida al 15, 30 y 45% en la ración base (tabla 7).

La torta de girasol del 38% de proteína usada muestra un contenido de proteína bruta y fibra bruta (424 y 200 g/kg de MS) algo superior al de otras tortas de girasol de 38% de proteína estudiadas por otros autores (Villamide et al, 1991).

Los coeficientes de digestibilidad aparente de la proteína bruta son similares o algo más bajos (según nivel de inclusión) que los encontrados por estos autores para la torta de girasol de similar contenido de proteína bruta, pero más altos que los valores ofrecidos por otros autores (tabla 8).

No hemos encontrado datos de digestibilidad en conejos de la harina de semillas de altramuz dulce *L. Albus* "Maxilupa". Los valores de proteína bruta y la energía digestibles encontrados permiten considerarlo como un concentrado proteico con alto valor energético. INRA (1984) ofrece un valor de energía digestible para altramuz dulce, de 2890 cal/g de producto seco al aire, y un coeficiente de digestibilidad de la proteína bruta de 0,81, resultados algo más bajos que los obtenidos en este experimento, para el nivel de sustitución más alto de los usados (3036 cal/g y 0,88 para la energía digestible y el coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína bruta).

Los coeficientes de variación de los contenidos digestibles, señalan a los valores obtenidos para el nivel de inclusión más alto de los usados, como los recomendados para su utilización.

## **Bibliografía**

- Fekete, S. Y Gippert, T., 1986. Digestibility and nutritive value of nineteen feedstuffs. *J. Appl. Rabbit Res.*, 9: 103-108.
- Maertens, L. y De Groote, G., 1984. Digestibility and digestible energy content of a number of feedstuffs for rabbits. *Cuni. Sci.*, 3, 7 – 14.
- Martínez, J. y Fernández, J., 1980b. Composition, digestibility, nutritive value and relations among them of several feeds for rabbits. *Proceedings of the II Rabbit World Congress, Barcelona*, pp. 214 – 223.
- Pérez Alba, L.M., Díaz Arca, J.F. y Pérez Hernández, M., 1999. Valores de digestibilidad de dos cereales incluidos en la ración a diferentes niveles. Comunicación enviada al XXIV Simposium de Cunicultura. *Asescu*. 1999.
- Villamide, M.J., Fraga, M.J., y de Blas, J.C., 1991. Effect of the basal diet and rate of inclusion on the evaluation of protein concentrates with rabbits. *Anim. Prod.*, 52: 215 – 224.
- INRA, 1984. *L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*. INRA. Versailles.

Tabla 1. Análisis de laboratorio de los alimentos valorados. Expresados en porcentaje (la energía en cal/g) de producto seco al aire.

	Torta de soja	Torta de girasol	Altramuz dulce
Componentes (% PSA <sup>1</sup> )			
Materia seca	93.6	94.2	93.7
Proteína bruta	43.8	39.9	36.9
Extracto etéreo	2.44	1.89	6.85
Cenizas	6.11	10.3	3.24
Fibra bruta	7.10	18.8	10.9
S.E.L.N.	34.1	23.4	35.8
Fibra neutro detergente	12.9	25.0	13.8
Contenidos celulares	80.7	69.2	79.9
Fibra ácido detergente	8.90	18.9	9.99
Energía bruta	4189	4042	4546

<sup>1</sup> Producto seco al aire.

Tabla 2. Raciones experimentales. Composición en nutrientes. Niveles de torta de soja, torta de girasol y altramuz dulce incluidos indicados en las cabeceras de columnas. Expresadas en porcentaje de producto seco al aire. La energía bruta en cal/g.

Nivel sust.	Raciones						
	Base	Torta de soja		Torta de girasol		Altramuz dulce	
	---	10%	20%	10%	20%	10%	20%
MS	90.7	91.1	91.5	90.7	91.0	90.7	91.3
MO	80.4	80.7	81.5	80.3	80.4	81.0	81.6
PB	15.3	17.8	20.6	17.8	20.2	17.5	19.3
EE	1.95	2.18	2.36	2.13	1.47	3.49	3.61
FB	9.03	8.81	6.64	9.32	9.73	8.25	9.27
CE	10.3	10.3	10.0	10.4	10.6	9.73	9.71
SELN	54.1	51.9	51.9	51.1	49.0	51.8	49.4
FND	20.4	21.5	19.9	20.4	22.7	23.5	22.2
CC <sup>1</sup>	60.2	61.2	62.0	64.7	59.9	64.4	66.9
FAD	12.3	11.8	11.3	12.5	13.6	12.5	12.5
FNDDC <sup>2</sup>	10.4	9.88	15.6	11.2	10.9	10.5	9.28
EB	3724	3819	3870	3736	3792	3761	3822

<sup>1</sup> Contenidos celulares.

<sup>2</sup> Fibra neutro detergente digestible con celulasa.

Tabla 3. Resultados de consumos de pienso y aumentos de peso vivo expresados en gramos por día. Medias con su coeficiente de variación.

Raciones	Consumo de pienso	Aumento de peso
Base (n = 10)	77.7 ± 11.2	33.7 ± 4.68
Base 90- t. Soja 10 (n = 5)	85.8 ± 16.4	36.8 ± 8.40
Base 80- t. Soja 20 (n = 5)	89.2 ± 17.3	38.6 ± 5.89
Base 90- t. Girasol 10 (n = 5)	91.1 ± 5.17	37.6 ± 3.67
Base 80- t. Girasol 20 (n = 5)	96.9 ± 14.1	42.1 ± 3.41
Base 90- altramuz 10 (n = 5)	76.7 ± 14.1	32.5 ± 3.56
Base 80- altramuz 20 (n = 4)	85.4 ± 16.3	34.5 ± 9.72

Tabla 4. Coeficientes de digestibilidad aparente (CDa) de una dieta base y seis dietas obtenidas sustituyendo 10 o 20% de la base por torta de soja (SJ), torta de girasol, (G) y altramuz dulce (AD). Medias para la proteína bruta, fibra neutro detergente, contenidos celulares y energía bruta, con sus coeficientes de variación.

	Base (n = 10)	SJ-10 (n = 5)	SJ-20 (n = 5)	G-10 (n = 5)	G-20 (n = 5)	AD-10 (n = 5)	AD-20 (n = 4)
CDa de							
PB	0.820	0.827	0.836	0.837	0.841	0.856	0.855
CV	4.88	4.53	3.90	3.25	3.29	5.01	0.470
FND	0.230 <sup>ab</sup>	0.302 <sup>b</sup>	0.260 <sup>ab</sup>	0.203 <sup>a</sup>	0.251 <sup>ab</sup>	0.421 <sup>c</sup>	0.299 <sup>b</sup>
CV	21.9	11.6	17.5	23.4	27.3	30.3	13.0
EB	0.742 <sup>ab</sup>	0.756 <sup>b</sup>	0.751 <sup>ab</sup>	0.729 <sup>ab</sup>	0.724 <sup>a</sup>	0.754 <sup>b</sup>	0.737 <sup>ab</sup>
CV	3.52	1.98	2.82	2.57	1.56	2.08	2.37
CC	0.865 <sup>ab</sup>	0.861 <sup>ab</sup>	0.865 <sup>ab</sup>	0.859 <sup>ab</sup>	0.843 <sup>a</sup>	0.878 <sup>b</sup>	0.866 <sup>ab</sup>
CV	2.58	1.95	2.92	2.04	0.835	2.34	0.988

Valores en la misma fila con diferente superíndice son diferentes ( $P < 0,05$ ).

Tabla 5. Valores<sup>1</sup> de principios digestibles de torta de soja, torta de girasol y altramuza dulce, calculados por diferencia, para los dos niveles de sustitución usados (10 y 20%). Medias con su coeficiente de variación para la proteína bruta, fibra neutro detergente, contenidos celulares y energía bruta de estos alimentos como producto seco al aire.

Alimento	Torta de soja			Torta de girasol			Altramuza dulce		
	10%	20%	P	10%	20%	P	10%	20%	P
Nivel de sustituc.	(n = 5)	(n = 5)		(n = 5)	(n = 5)		(n = 5)	(n = 5)	
PBD	34.3	36.1	0.599	35.6	34.8	0.738	36.7	32.5	0.313
CV	19.5	9.3		13.5	8.1		20.5	1.2	
FNDD	22.9	7.05	0.003	-0.840	9.71	0.095	56.9	14.3	0.028
CV	32.8	64.1		1154	80.4		52.8	30.1	
CCD	51.9	81.4	0.002	56.9	44.5	0.058	42.5	56.0	0.098
CV	22.5	11.6		21.6	5.4		32.4	5.3	
EBD	4471	3486	0.015	2381	2685	0.392	3589	3036	0.104
CV	13.0	11.8		29.5	8.0		14.1	11.0	

<sup>1</sup> Valores como porcentaje del producto seco al aire, excepto para la energía bruta digestible que está expresada en cal/g.

Tabla 6. Valores obtenidos por regresión del nivel de inclusión del alimento problema sobre el valor digestible correspondiente de la ración (calculados extrapolando el nivel de inclusión del alimento problema a 100), y valores brutos de cada alimento. En porcentaje de producto seco al aire excepto la energía bruta (cal/g producto seco al aire).

Alimen.	Torta de soja		Torta de girasol		Altramuz dulce	
	Digestibles (g.l. = 19)	Brutos	Digestibles (g.l. = 19)	Brutos	Digestibles (g.l. = 18)	Brutos
PB	35.99 <sup>***3</sup>	43.8	34.87 <sup>***</sup>	39.9	33.08 <sup>***</sup>	36.9
r <sup>2</sup>	0.914	--	0.924	--	0.891	--
e.e.e. <sup>1</sup>	0.628	--	0.557	--	0.606	--
FND	8.77 <sup>NS</sup>	12.4	8.56 <sup>NS</sup>	25.0	20.6 <sup>NS</sup>	13.8
r <sup>2</sup>	--	--	--	--	--	--
e.e.e. <sup>1</sup>	--	--	--	--	--	--
CC	78.2 <sup>**</sup>	80.7	45.9 <sup>***</sup>	69.2	53.99 <sup>NS</sup>	79.9
r <sup>2</sup>	0.375	--	0.477	--	--	--
e.e.e. <sup>1</sup>	2.019	--	1.387	--	--	--
EB (cal/g)	3595 <sup>**</sup>	4189	2653 <sup>NS</sup>	4042	3119 <sup>NS</sup>	4546
r <sup>2</sup>	0.363	--	--	--	--	--
e.e.e. <sup>1</sup>	94.4	--	--	--	--	--

<sup>1</sup> Error estándar de la estimación.

<sup>3</sup> El modelo es significativo si P < 0.05 ( NS, no significativo; \*, P < 0.05; \*\*, P < 0.01; \*\*\*P < 0.001).

Tabla 7.- Resultados de energía, proteína y fibra digestibles para torta de soja, obtenidos por el método de sustitución usando distintos niveles (los valores entre paréntesis son los coeficientes de digestibilidad aparente).

SOJA	Niveles de sustitución	Energía		Proteína		Fibra	
		ED <sup>1</sup>	CDa <sup>2</sup>	PD <sup>3</sup>	CDa	FD <sup>4</sup>	CDa
Villamide et al., 1991	15	3702	0,80	400,9	0,89	53,91 <sup>5</sup>	0,4 <sup>5</sup>
	30	3917	0,85	393,3	0,80	60,89 <sup>5</sup>	0,51 <sup>5</sup>
	45	3901	0,85	397,6	0,86	33,20 <sup>5</sup>	0,28 <sup>5</sup>
Este estudio	10	4777	106,7	366,5	0,78	244,6 <sup>6</sup>	1,78 <sup>6</sup>
	20	3724	0,83	385,7	0,82	75,32 <sup>6</sup>	0,55 <sup>6</sup>
	Regresión	3841	0,86	384,5	0,82	93,7 <sup>6</sup>	0,68 <sup>6</sup>

1. Energía digestible (kcal/g de materia seca).
2. Coeficiente de digestibilidad aparente.
3. Proteína digestible (%).
4. Fibra digestible (%).
5. Fibra ácido detergente digestible.
6. Fibra neutro detergente digestible.

Tabla 8.- Comparación de algunos valores brutos, coeficientes de digestibilidad y contenido de energía digestible obtenidos por diferentes autores para la torta de soja y la torta girasol.

	Fibra	Proteína	Digestibilidad (%)			Energía
	bruta	bruta				digestible
	FB g/Kg	PB g/Kg	FB	PB	EB	ED cal/g
<b>SOJA</b>						
Maertens y De Groote (1984)	85,0	489,0	0,017	0,794	0,762	3351
Fekete y Gippert (1986)	70,0	504,0	0,560	0,820	0,810 <sup>1</sup>	3619
Villamide et al (1991, NS=40%)	91,0	448	0,279 <sup>2</sup>	0,864	0,848	3901
Este estudio (NS = 20%)	75,9	468	0,550 <sup>3</sup>	0,824	0,832	3724
<b>GIRASOL</b>						
Martínez y Fernández (1980)	178	356	0,293	0,818	0,660 <sup>1</sup>	3100
Maertens y De Groote (1984)	276	334	0,046	0,755	0,517	2397
Fekete Gippert (1986)	200,0	386,0	0,000	0,840	0,590 <sup>1</sup>	2749
Villamide et al. (1991)	165,0	390,0	0,288 <sup>2</sup>	0,899	0,762	3435
Villamide et al (1991)	251,0	323,0	0,173 <sup>2</sup>	0,729	0,534	2459
Este estudio (NS = 20%)	200,0	424,0	0,389	0,871	0,664	2850

<sup>1</sup> Digestibilidad de la materia orgánica.

<sup>2</sup> Fibra ácido detergente digestible.

<sup>3</sup> Fibra neutro detergente digestible.