

# VALORES DE DIGESTIBILIDAD DE DOS CEREALES INCLUIDOS EN LA RACION A DIFERENTES NIVELES

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 dos cereales, trigo y cebada, cada uno sustituyendo el 20, el 30 o el 40 % de una ración base. Esta se formuló para conseguir consumos y crecimientos que pudieran considerarse normales y para que las seis raciones con los cereales incluidos no se desviaran excesivamente de la composición y los resultados de la base. Se usaron 40 gazapos de edad y peso homogéneos, que recibieron, 10, la dieta base y 5, cada una de las raciones con los cereales sustituyendo la parte indicada de la base. Los resultados obtenidos por el método por diferencia para los tres niveles de sustitución usados, no señalan diferencias entre los valores de proteína y energía digestibles para el trigo o para la cebada. Sí existen diferencias significativas entre los valores de contenidos celulares digestibles obtenidos para los tres niveles de inclusión de la cebada y del trigo. Los valores de fibra neutro detergente digestible decrecen cuanto mayor es el nivel de inclusión de ambos cereales, pero solo significativamente en el caso del trigo. El valor medio de proteína digestible y sobre todo el de fibra neutro detergente digestible para ambos cereales resultó siempre, en términos absolutos, más alto que el correspondiente valor bruto. Lo mismo ocurrió con los valores de energía digestible y bruta del trigo. Esos resultados parecen indicar la existencia de fenómenos asociativos entre los cereales usados y la ración base, que potencian la digestión de componentes determinados de ésta, y que pudieran deberse a efectos negativos de los niveles de cereales usados sobre la velocidad de tránsito de la digesta.

## Introducción

El método de sustitución para calcular los valores de principios digestibles está indicado para alimentos que no constituyen la totalidad de la ración (Schneider y Flatt, 1975). Está basado en el supuesto de la aditividad de los valores de digestibilidad de los alimentos. Este principio, aceptado generalmente, puede, en ocasiones y para algunos alimentos y especies animales, no cumplirse exactamente (Blaxter, 1979). No existen muchas comprobaciones de este tipo en los alimentos destinados a los conejos. Villamide y de Blas (1991) han utilizado el mismo método para la valoración de cereales, en concreto la cebada. Estos autores han usado este procedimiento para otros alimentos también (Villamide, Fraga y de Blas, 1991, de Blas, Villamide y Carabaño, 1989, y García, Villamide y de Blas, 1996).

El objetivo de este trabajo es comprobar el supuesto de aditividad de los valores de digestibilidad calculados por el método de sustitución para dos cereales de

---

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

amplio uso en la alimentación de los conejos (la cebada) o de gran importancia en la producción agraria de la provincia de Córdoba (el trigo).

## **Material y métodos.**

### *Diseño*

Se utilizó el método de sustitución con tres niveles de trigo o cebada, 20, 30 y 40% sustituyendo a la ración base. Se siguió el método de recogida total de las heces, separadas de la orina, durante un período de 10 días a cada animal experimental, tras un período de 10 días de adaptación.

### *Animales y alojamiento.*

Se usaron 40 gazapos machos, cruzados de razas neozelandesa blanca y california, destetados a los 25 días de edad, con 35 ( $\pm 1,5$ ) días al comienzo de las pruebas y 700 ( $\pm 5$ ) gramos de peso vivo. Estaban alojados en jaulas individuales de digestibilidad en un conejar con temperatura constante ( $20 \pm 1^\circ \text{C}$ ) y un régimen luz-oscuridad de 14 - 10 horas.

### *Raciones*

Se formularon siete raciones experimentales. La ración base se formuló para conseguir un consumo y crecimiento que pudieran considerarse normales y para evitar grandes diferencias en las seis raciones derivadas de la misma por sustitución parcial con la cantidad adecuada del cereal correspondiente. La ración base se valoró en 10 gazapos y las derivadas por sustitución en 5 gazapos cada una. Todos los ingredientes de las raciones se molieron a través de un tamiz de 3 mm y se granularon al vapor con una matriz de 3,5 mm de diámetro.

### *Análisis*

Los análisis químicos de materia seca, materia orgánica, proteína bruta, extracto etéreo, fibra bruta y cenizas totales en los alimentos y raciones y los de materia seca, materia orgánica, proteína bruta en heces se realizaron según AOAC (1990). Los de fibra neutro detergente, según Goering y Van Soest (1970), utilizando  $\alpha$ -amilasa tanto en los análisis de piensos como en los de heces. Los de fibra neutro detergente con celulasa, se realizaron según un procedimiento descrito por Alderman, (1985). Los contenidos celulares se hallaron por diferencia entre la materia seca total y la fibra neutro detergente de cada ración y de cada muestra de heces. La energía bruta se determinó en bomba calorimétrica adiabática marca Parr, modelo 1271.

Los análisis estadísticos realizados fueron análisis de varianza para un solo factor (raciones o alimentos, según el caso) y prueba de Duncan para determinar significación estadística de las diferencias entre medias. También se realizó un análisis de regresión del nivel de sustitución usado para cada alimento sobre el contenido energético de la ración. Para ello se utilizaron los datos obtenidos para la ración base

(llevaba un 10% de cada cereal estudiado) y las tres raciones usadas para valorar cada alimento.

### **Resultados y discusión.**

Los rangos de valores medios de consumo y aumento de peso diarios (89.2 - 113.1 y 26.6 - 35,6 g, tabla 3) pueden considerarse aceptables en un experimento de este tipo.

Los coeficientes de variación para los valores de digestibilidad de la fibra neutro detergente de las raciones, que figuran en la tabla 4, son más altos que los de los restantes principios calculados, y todos los correspondientes a la cebada son algo más altos que los del trigo.

Los valores de cada alimento, calculados por diferencia para los tres niveles de sustitución usados (tabla 5) no son diferentes ( $P < 0,05$ ) para la proteína y energía del trigo, o de la cebada. Los valores de contenidos celulares digestibles aumentan significativamente para ambos cereales con su nivel de inclusión en la ración, al contario que la fibra neutro detergente, aunque ésta solo decrece significativamente en el caso del trigo. Posiblemente un factor que contribuye a explicar los valores crecientes de digestibilidad de los contenidos celulares con el aumento del nivel de sustitución sea la menor proporción de la materia fecal endógena al aumentar la cantidad de contenidos celulares ingeridos, pero puede que el efecto de la menor proporción de fibra de las raciones con más cereales influya más, al cambiar la velocidad de tránsito digestivo. La menor ingesta de alimento con el aumento de cereal en la ración puede ser un reflejo de ese menor tránsito digestivo. Por otra parte el descenso de la digestión de la fibra neutro detergente con el aumento de cereales puede deberse a diferentes causas. Se puede pensar que el ambiente en intestino grueso fue óptimo para la digestión fermentativa con las raciones que sustituían el 20% de la base con cualquiera de los dos cereales estudiados, y que ese ambiente fue empeorando con las raciones más ricas en cereal.

En la tabla 6 se compara el valor digestible de cada componente estudiado para cada cereal (obtenido por regresión lineal del nivel de inclusión del alimento problema sobre el valor digestible correspondiente de cada alimento obtenido en cada animal experimental, resolviendo la ecuación respectiva para un nivel de sustitución de 10%), con su respectivo valor bruto. Los valores digestibles correspondientes a la proteína, y sobre todo a la fibra neutro detergente de ambos cereales son más altos que sus respectivos valores brutos. Lo mismo ocurrió para la energía del trigo. Los valores de proteína digestible de ambos cereales, más altos sin excepción que los valores brutos respectivos, parecen deberse a una mejor utilización del nitrógeno en dietas pobres en este elemento, pero posiblemente, ricas en energía fermentable a nivel de intestino grueso, lo que permitiría una mejor recuperación del nitrógeno por una mayor actividad microbiana, y una mayor ingesta de heces blandas.

Comparando los valores de proteína digestible y energía digestible obtenidos en este experimento para la cebada con los de Villamide y de Blas (1991) para este mismo alimento observamos que nuestros resultados son más altos, lo que posiblemente se deba a un mayor tiempo de retención (menor velocidad de tránsito), por el menor

contenido de fibra de nuestras dietas, y a un bajo nivel de proteína bruta en las mismas, lo que junto a un contenido alto en almidón y posiblemente por ello una digesta ileal rica en material fermentable pudo ocasionar valores de digestibilidad de la proteína bruta superiores a 100% (tabla 7).

El efecto de la sustitución de cereal (cebada) en distintas proporciones en una ración basal, sobre la digestión de la fibra (fibra ácido detergente en su caso), fue también observado por Villamide y de Blas (1991). El coeficiente de digestibilidad aparente para la fibra ácido detergente de la cebada cambió de 96.6 a 30,1% cuando el nivel de sustitución varió de 20 a 60% (tabla 7). La menor velocidad de tránsito probablemente ocasionada por los bajos niveles de fibra deben estar entre las razones de estos elevados valores.

### **Bibliografía.**

- Alderman, G. (1985). Prediction of the energy value of compounds feeds. En W. Haresign y D.J.A. Cole: Recent Advances in Animal Nutrition 1985. Butterworths. London
- Association of Official Analytical Chemists, 1990. Official Methods of Analysis. Vol. I and II. 15<sup>th</sup> ed. AOAC, Arlington, VA.
- Blaxter, K.L., 1979. Further developments of the metabolizable energy system for ruminants. En Studies in the agricultural and food sciences. Recent advances in animal nutrition-1979, pp 79-91.
- De Blas, C., Villamide, M.J. y Carabaño, R., 1989. Nutritive value of cereal by-products for rabbits. 1 Wheat straw. Journal Applied Rabbit Research 12, 148-151.
- García, J., Villamide, M.J., y de Blas, J.C., 1996. Energy, protein and fibre digestibility of sunflower hulls, olive leaves and NaOH-treated barley straw for rabbits. World Rabbit Science, 4:205 – 209.
- Goering, H.K. y Van Soest, P.J., 1970. Forage fiber analyses. (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural Handbooks n:73. ARS-USDA, Whashington, D.C.
- Schneider, B.H., y Flatt, W.P., 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. The University of Georgia Press. Athens. Pag. 151 – 168.
- 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. Animal Production, 52: 215 – 224.
- Villamide, M.J., y de Blas, J.C., 1991. Nutritive value of cereal grains for rabbits. Journal of Applied Rabbit Research, 14: 144 – 147.

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

	Trigo	Cebada
Componentes (% PSA <sup>1</sup> )		
Materia seca	90.5	91.9
Proteína bruta	9.74	10.1
Extracto etéreo	2.50	2.41
Cenizas	1.50	1.73
Fibra bruta	2.40	4.90
S.E.L.N.	74.4	72.8
Fibra neutro detergente	7.57	9.10
Contenidos celulares	82.9	82.8
Fibra ácido detergente	2.52	3.55
Energía bruta	3883	3894

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

Tabla 2. Raciones experimentales. Composición en nutrientes. Niveles de trigo y cebada incluidos indicados en las cabeceras de columnas. Expresadas en porcentaje de producto seco al aire excepto la energía bruta (cal/g).

Nutrientes	Raciones						
	Base	Trigo			Cebada		
	---	20	30	40	20	30	40
MS	90.7	89.7	90.7	90.4	90.6	90.9	91.0
MO	80.1	80.3	82.5	83.4	81.0	81.7	82.8
PB	14.0	13.2	12.7	12.3	13.4	13.0	12.5
EE	2.75	2.32	2.14	2.17	3.00	1.80	1.45
FB	11.8	11.3	9.55	8.14	9.67	9.09	8.56
CE	10.6	9.43	8.16	7.01	9.60	9.22	8.21
SELN	51.6	53.5	58.1	60.8	54.9	57.8	60.3
FND	30.5	29.8	26.3	23.5	29.4	28.9	26.3
CC <sup>1</sup>	60.2	59.9	64.4	66.9	61.2	62.0	64.7
FAD	15.7	15.5	13.8	10.6	15.7	13.6	13.9
FNDD-C <sup>2</sup>	18.5	18.5	15.2	12.9	16.7	15.9	13.3
EB	3749	3764	3775	3776	3753	3771	3770

<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 = 9)	113.1 ± 5.13	31.9 ± 3.66
Base 80 - trigo 20 (n = 5)	104.2 ± 6.14	27.3 ± 3.45
Base 70.- trigo 30 (n = 5)	96.2 ± 5.12	31.1 ± 2.52
Base 60 - trigo 40 (n = 5)	89.2 ± 8.35	26.6 ± 5.21
Base 80 - cebada 20 (n = 5)	106.6 ± 5.46	30.6 ± 2.93
Base 70 - cebada 30 (n = 5)	109.0 ± 3.08	35.6 ± 1.75
Base 60 - cebada 40 (n = 5)	95.5 ± 12.71	29.0 ± 3.15

Tabla 4. Coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de una dieta base y seis dietas obtenidas sustituyendo 20, 30 o 40% de la base por trigo (T) o cebada (C). Medias para la proteína bruta, fibra neutro detergente, contenidos celulares y energía bruta, con sus coeficientes de variación.

	Base (n = 9)	T-20 (n = 5)	T-30 (n = 5)	T-40 (n = 5)	C-20 (n = 5)	C-30 (n = 5)	C-40 (n = 5)
C Da de							
PB	0.896 <sup>a</sup>	0.929 <sup>bc</sup>	0.930 <sup>bc</sup>	0.950 <sup>c</sup>	0.925 <sup>bc</sup>	0.924 <sup>b</sup>	0.934 <sup>bc</sup>
CV	1.63	0.781	2.07	0.527	2.63	2.05	3.109
FND	0.523 <sup>a</sup>	0.626 <sup>b</sup>	0.648 <sup>b</sup>	0.635 <sup>b</sup>	0.622 <sup>b</sup>	0.617 <sup>b</sup>	0.639 <sup>b</sup>
CV	6.85	5.11	3.74	7.27	14.0	6.89	12.4
CC	0.908 <sup>a</sup>	0.926 <sup>b</sup>	0.961 <sup>c</sup>	0.969 <sup>c</sup>	0.940 <sup>b</sup>	0.936 <sup>b</sup>	0.964 <sup>c</sup>
CV	0.895	1.68	1.95	1.11	2.26	1.54	1.36
EB	0.782 <sup>a</sup>	0.831 <sup>b</sup>	0.866 <sup>c</sup>	0.885 <sup>c</sup>	0.832 <sup>b</sup>	0.832 <sup>b</sup>	0.869 <sup>c</sup>
CV	2.34	1.09	1.56	0.942	5.38	2.84	3.46

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



Tabla 5. Valores<sup>1, 2</sup> de principios digestibles de trigo y cebada, calculados por diferencia, para los tres niveles de sustitución usados (20, 30 y 40%). Medias, con su coeficiente de variación, para la proteína bruta, fibra neutro detergente, contenidos celulares y energía bruta de ambos alimentos. Valores expresados como producto seco al aire.

Alimento	Trigo				Cebada			
	20 (n = 5)	30 (n = 5)	40 (n = 5)	P	20 (n = 5)	30 (n = 5)	40 (n = 5)	P
PBD	10.9	10.1	10.4	0.153	11.6	11.0	10.4	0.573
CV	4.43	8.00	1.49		0.99	7.80	8.78	
FNDD	29.4 <sup>a</sup>	19.5 <sup>b</sup>	13.8 <sup>c</sup>	0.000	24.3	21.2	18.1	0.342
CV	16.2	10.9	21.4		6.08	7.83	28.7	
CCD	59.1 <sup>a</sup>	79.0 <sup>b</sup>	80.1 <sup>b</sup>	0.000	67.5 <sup>a</sup>	65.8 <sup>a</sup>	74.2 <sup>b</sup>	0.001
CV	7.86	5.08	2.25		3.23	3.71	2.86	
EBD	3944	4060	3956	0.416	3469	3573	3794	0.109
CV	4.39	4.19	2.00		4.57	2.08	7.45	

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

<sup>2</sup> Valores con distinto superíndice en una fila, para un alimento, son diferentes (P < 0,05).

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).

	Trigo		Cebada	
	Digestibles (g.l. = 23)	Brutos	Digestibles g.l. = 23)	Brutos
PB	10.34 <sup>***3</sup>	9.74	10.63 <sup>***</sup>	10.1
r <sup>2</sup>	0.812	--	0.571	--
e.e.e. <sup>1</sup>	0.178	--	0.283	--
FND	16.36 <sup>NS</sup>	7.57	19.79 <sup>NS</sup>	9.10
r <sup>2</sup>	--	--	--	--
e.e.e. <sup>1</sup>	--	--	--	--
CC	76.63 <sup>***</sup>	82.9	72.52 <sup>***</sup>	82.8
r <sup>2</sup>	0.823	--	0.843	--
e.e.e. <sup>1</sup>	1.909	--	1.232	--
EB	3985 <sup>***</sup>	3883	3756 <sup>***</sup>	3894
r <sup>2</sup>	0.920	--	0.641	--
e.e.e. <sup>1</sup>	51.6	--	103	--

<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. Valores de energía digestible (cal/g de materia seca) y coeficientes de digestibilidad de la energía bruta, la proteína bruta y la fibra obtenidos para diferentes niveles de sustitución por Villamide y de Blas (1991) y en este estudio.

Autores	Nivel de sustitución	ED	CDa de (%)		
			EB	PB	Fibra
Villamide y de Blas (1991)	20	3612	82.3	55.3	96.6 <sup>1</sup>
	60	3522	80.2	67.2	30.1 <sup>1</sup>
Este estudio	20	3775	89.09	114.9	267.0 <sup>2</sup>
	30	3888	91.76	108.9	233.0 <sup>2</sup>
	40	4128	97.43	103.0	198.9 <sup>2</sup>
	Regresión	4087	96.46	105.2	217.5 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Referidos a fibra ácido detergente.

<sup>2</sup> Referidos a fibra neutro detergente.

