

**REVISIÓN 3ª EDICIÓN TABLAS FEDNA:
I.- INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.**

Carlos de Blas y Paloma García Rebollar.
Departamento de Producción Animal.
Universidad Politécnica de Madrid

**1.- VALOR ENERGÉTICO DE LOS CONCENTRADOS DE FIBRA DIGESTIBLE
EN RUMIANTES**

En el trabajo presentado por Cannas y Fernández en el curso FEDNA 2011 se puso de manifiesto la existencia de notables discrepancias entre diferentes sistemas en la valoración energética para rumiantes de alimentos con un elevado porcentaje de fibra digestible, tales como la pulpa de remolacha (42,8% FND, 1,7% LAD, 24,5% fibra soluble). Así, tomando como base 100 el valor asignado al grano de cebada, el valor relativo para la pulpa de remolacha en rumiantes de leche es sensiblemente inferior en el sistema SRNS que en FEDNA (2010), sobre todo cuando la comparación se hace a un nivel de alimentación similar (ver cuadro 1). Las mismas discrepancias se observan en otros sistemas de valoración de alimentos cuando la comparación se extiende (ver cuadro 2) a otros concentrados de fibra digestible, tales como la pulpa de cítricos (24,6% FND, 1,9% LAD, 26,5% fibra soluble) o la cascarilla de soja (57,5% FND, 1,8% LAD, 11% fibra soluble). Las diferencias tienden a ser más importantes en el caso de los ingredientes con mayor contenido en FND (pulpa de remolacha y cascarilla de soja). Igualmente, de los datos del cuadro 2 se deduce un valor relativo diferente de estos dos ingredientes en ganado lechero y terneros en cebo, sobre todo en el caso de los métodos NRC y FEDNA.

Cuadro 1.- Valor absoluto (Kcal ENI/kg MS) y relativo de la pulpa de remolacha con respecto al grano de cebada en las Tablas FEDNA (2010) y en el método SRNS (Cannas y Fernández, 2011)

	Valor absoluto	Valor relativo
FEDNA (1)	1.830	0,937
SRNS (2)	1.574	0,862
SRNS (3)	1.494	0,785

(1) Nivel alimentación 3 x; (2) 70% forraje, nivel 1 x; (3) 30% forraje, nivel 3,1 x

Cuadro 2.- Valor energético relativo¹ para rumiantes de varios concentrados de fibra digestible en diferentes sistemas

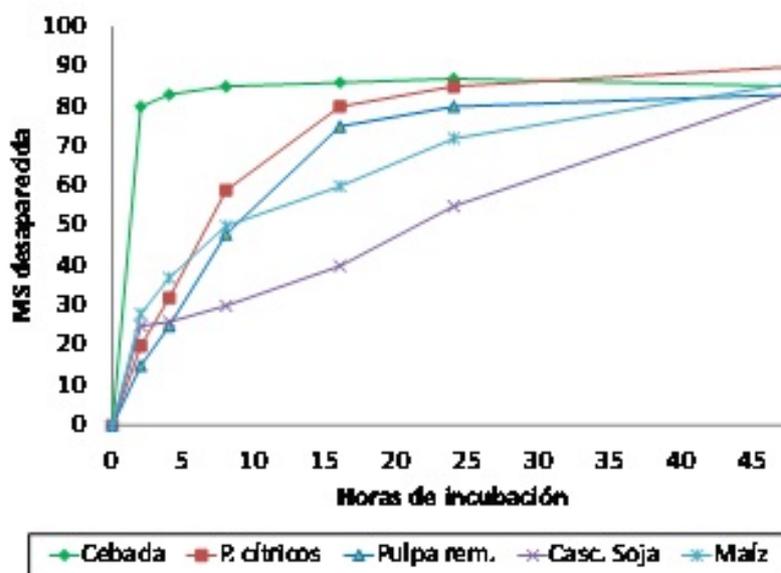
	Pulpa cítricos	Pulpa remolacha	Cascarilla soja
NRC, 2001			
ENI 3 x	0,95	0,79	0,78
ENc 3 x	0,92	0,73	0,72
SRNS			
ENI 3,1 x	-	0,78	-
INRA, 2004			
UFI	0,98	0,88	0,90
UFc	0,99	0,88	0,88
CVB, 2008			
VEM	0,95	0,92	0,91
VEVi	0,95	0,91	0,88
FEDNA, 2010			
UFI	0,99	0,94	0,89
UFc	0,99	0,91	0,75

¹ por kg de MS (base 1 = grano de cebada).

La base general para explicar algunas de estas discrepancias se encuentra en las diferencias en la tasa de degradación ruminal entre ingredientes fibrosos. En la figura 1 se muestran las curvas de degradación de la materia seca de diferentes concentrados de fibra digestible en relación con granos de fermentación rápida (cebada) y lenta (maíz). Las diferencias entre alimentos fibrosos se explican por su diferente composición química (ver cuadro 3), de forma que la pulpa de cítricos se degrada rápidamente por su alta concentración en pectinas y azúcares y baja de FND, mientras que la cascarilla de soja se degrada lentamente por su elevado contenido en celulosa y por la particular estructura

física de su pared celular (presencia de células en empalizada). Como consecuencia, la degradación ruminal de la cascarilla de soja es más dependiente de la velocidad de tránsito ruminal que la de la pulpa de cítricos.

Figura 1.- Degradación ruminal in situ de la MS de algunas materias primas (%) (Michalet-Doreau y Sauvant, 1989; Smet et al., 1995)



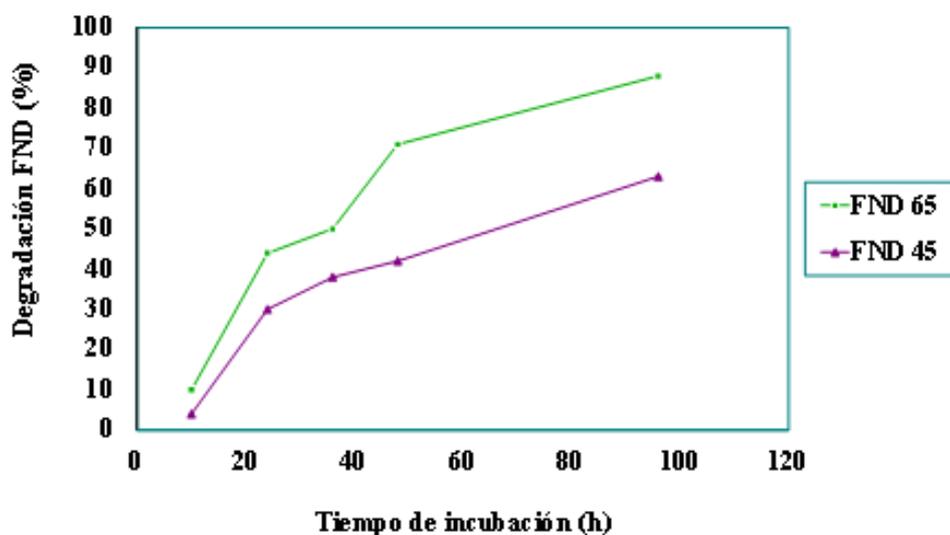
Cuadro 3.- Composición de la pared celular (%) concentrados de fibra digestible (FEDNA, 2010)

	FND soluble	Hemicelulosas	Celulosa	LAD
Pulpa cítricos	55	11	30	3
Pulpa remolacha	32	32	34	3
Casc. soja	12	22	63	3

Así, la degradación ruminal efectiva de la cascarilla de soja resulta superior en rumiantes extensivos (con elevados tiempos de permanencia de la digesta en el rumen) que en animales de elevado nivel de producción. Además, debe tenerse en cuenta que, tal como se muestra en la figura 2, la degradación de los concentrados de fibra digestible (como la cascarilla de soja) se reduce de manera sensible cuando disminuye la proporción de FND en forma de forraje en la ración, lo que podría explicarse por una disminución paralela del pH ruminal y de la actividad celulolítica en raciones concentradas (Sarwar et al., 1991). En base a todas las consideraciones anteriores, podría justificarse un valor energético variable para los concentrados de fibra digestible en rumiantes lecheros decreciente en función del

nivel de alimentación y/o de la proporción de concentrado en la ración (ver cuadros 1 y 4). En el caso de rumiantes en cebo intensivo, un incremento de la proporción de concentrado en la ración (de un 30 a un 60%) implica por el contrario una disminución de la velocidad de paso (en un 16%) pero una reducción aún mayor de la velocidad de degradación (de un 25%), de forma que la degradación efectiva disminuye igualmente en situaciones de producción intensiva (González et al., 1987; Poncet et al., 1987).

Figura 2.- Efecto de la % de FND de forraje de la ración sobre la degradación de la FND de la cascarilla de soja en vacas de leche (Sarwar et al., 1991).



Cuadro 4.- Efecto del nivel de alimentación sobre la velocidad de tránsito ruminal (Kp) y la degradabilidad efectiva de la MS.

$$Kp = 2,904 + 1,375 \text{ MSi (\% PV)} - 0,02\% \text{ Conc.} \quad (\text{NRC, 2001})$$

Tipo de animal	Kp, %/h	TTR, h	Degradabilidad efectiva MS	
			P. cítricos	Cas. soja
Vacas leche alta producción	7,5	13,5	74	37
Vacas leche producción media	6	16,6	80	40
Vacas leche baja producción	5	20	82	47
Vacuno extensivo	4	25	85	55

No obstante, la cuantificación de estos efectos no es simple, puesto que parte de la fracción fibrosa que escapa de la fermentación ruminal puede digerirse posteriormente en el ciego y, además, no resulta fácil de estimar la velocidad real de tránsito digestivo de estos ingredientes en el rumen en las diversas situaciones productivas. Un método alternativo

para determinar el valor energético relativo de un ingrediente es a través del efecto de su inclusión en la ración sobre la conversión alimenticia. En las figuras 3 y 4 se muestra la influencia de la sustitución directa de cereales (principalmente grano de maíz) por cascarilla de soja sobre la eficacia de utilización de la ración en vacas de leche de alta producción o en rumiantes en cebo. De estos trabajos se deduce un valor energético elevado de la cascarilla de soja en raciones de rumiantes lecheros (solo ligeramente inferior al del grano de maíz). Resultados similares han sido obtenidos para la sustitución de granos de cereales por pulpa de cítricos (Bampidis y Robinson, 2006) y por pulpa de remolacha (Ronning y Bath, 1962; Bhattacharya y Sleiman, 1970; Bhattacharya y Lubbadah, 1970; Mansfield et al., 1994; Mahjoubi et al., 2009).

Figura 3.- Sustitución de grano de maíz (base 100) por cascarilla de soja y eficacia de utilización del pienso (kg FCM/kg MS). 1. Vacas leche = 30 kg FCM/d

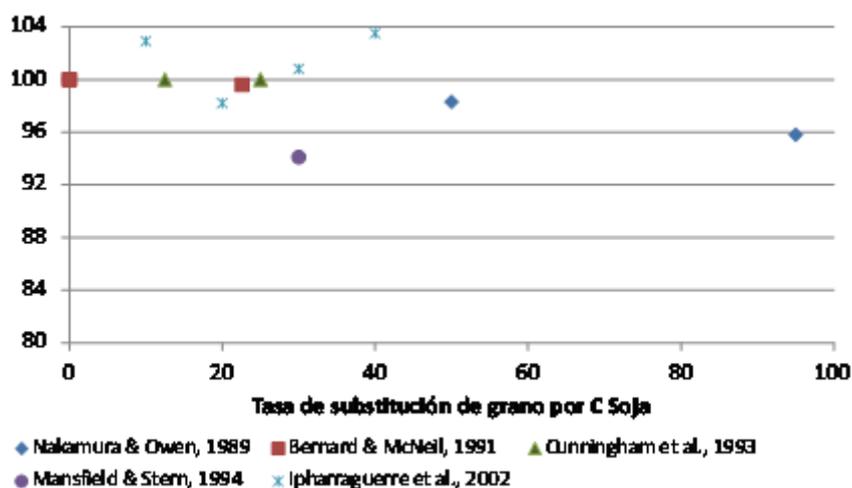
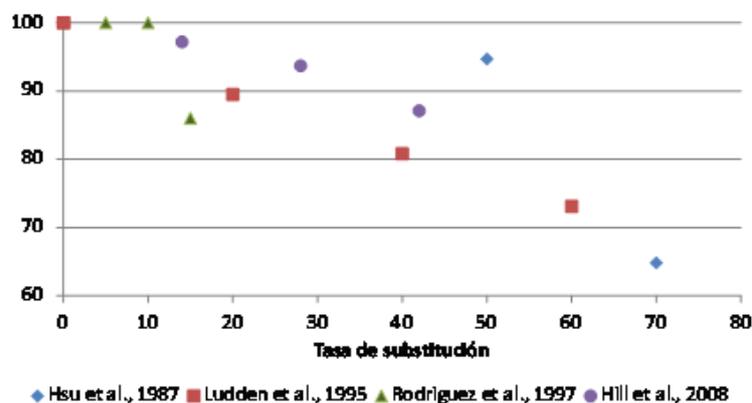


Figura 4.- Sustitución de grano (cebada o maíz) por cascarilla de soja y eficacia relativa de utilización del pienso. 2. Rumiantes cebo intensivo



En cambio, cuando la cascarilla de soja reemplaza hasta un 50% de granos de cereales en dietas de rumiantes en cebo (figura 4) se observa una reducción lineal de la eficacia de conversión del pienso de alrededor de un 33% con respecto al grano de maíz (lo que equivaldría a un valor energético de la cascarilla de soja de 0,73 UFc/kg). En el caso de la pulpa de cítricos los valores relativos en rumiantes en cebo son en cambio similares a los de los granos de cereales (Bampidis y Robinson, 2006), mientras que para la pulpa de remolacha se observan valores intermedios (83% con respecto a la cebada; Lofgreen et al., 1962).

De la información presentada anteriormente se concluye que:

1) Tiene sentido diferenciar el valor energético relativo de los concentrados de fibra digestible entre rumiantes lecheros y rumiantes en cebo, especialmente en el caso de la cascarilla de soja.

2) El valor energético relativo de los concentrados de fibra digestible para rumiantes lecheros y extensivos podría incrementarse con respecto a los valores propuestos en las Tablas FEDNA (2010) tanto en el caso de la pulpa de remolacha como, sobre todo, en el de la cascarilla de soja.

2.- EVALUACIÓN DE COPRODUCTOS DE MAÍZ

En la reunión de FEDNA-2011 se puso también de manifiesto el interés de incorporar nuevas matrices a las Tablas, correspondientes a coproductos de maíz no considerados en la 3ª edición (2010): harina zootécnica, torta de germen y gluten feed de calidad extra.

Cuando el maíz se moltura por vía seca con objeto de obtener almidón vítreo en forma de sémola (grits) se generan un grupo de coproductos que pueden utilizarse en alimentación animal: germen integral (con un alto contenido en grasa), una mezcla de salvado, almidón harinoso y partículas de germen de pequeño tamaño, y la harina flor, compuesta básicamente por partículas de almidón harinoso muy finas. Por otra parte, el germen integral puede procesarse posteriormente para la extracción de aceite. En el procesado de maíz por vía húmeda se generan principalmente gluten feed, gluten meal, germen integral y torta de germen de maíz (Esteve, 1990).

A partir de todos estos ingredientes se generan mezclas técnicas que los incluyen en diferentes proporciones y que, como consecuencia, contienen cantidades variables de

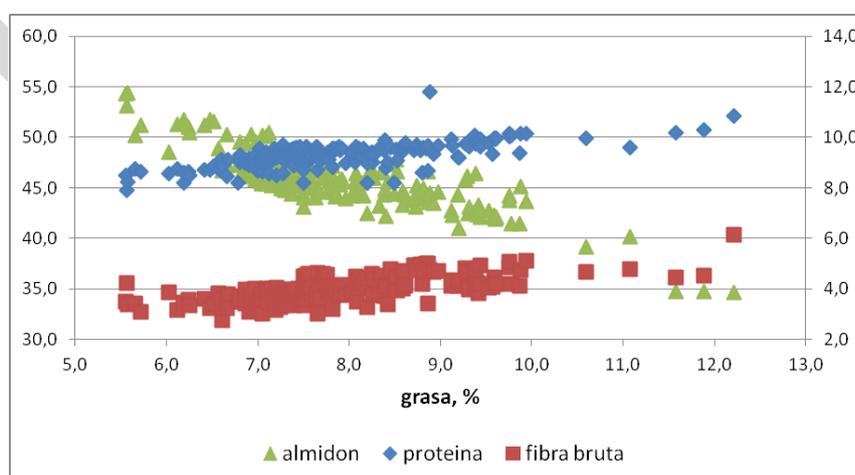
almidón, grasa, fibra y proteína de maíz. Según su composición adquieren distintas denominaciones: harina zootécnica, harinillas de maíz, germen integral, etc. Las matrices calculadas para ser incorporadas a las Tablas se corresponden con los valores analíticos proporcionados por distintas empresas y laboratorios (COREN SCL, DADELOS AGRÍCOLA, GALLIS, MOURISCADE, NUTRAL, NUTRECO, UPM, VALL COMPANYS) y difieren, en algunos casos de manera notable, de los valores reflejados en distintas tablas de composición de alimentos.

La **harina zootécnica** se obtiene en el procesado del maíz por vía seca. Está compuesta por una mezcla de proporciones variables de salvado, germen y harina flor de maíz. En los datos recibidos se aprecia una elevada variabilidad en su composición analítica (ver cuadro 5), que se correlaciona bien con su contenido en grasa (ver figura 5). En consecuencia, la información disponible (n = 207 muestras) se ha clasificado y valorado en las cuatro matrices que se adjuntan en el anexo de este texto, definidas a partir de un contenido creciente en grasa (6, 8, 10 y 11,5%), proteína (desde un 8,5 hasta un 10,2%), fibra bruta (desde un 3,3 hasta un 5,2%) y cenizas (de 2,2 a 3,1%) y decreciente en almidón (desde un 51,5 hasta un 37,0%).

Cuadro 5.- Harina zootécnica: composición media y variabilidad (n = 207).

	Humedad	Proteína	Grasa	Fibra	Cenizas	Almidón
Media	13,1	9,3	7,8	3,9	2,4	45,8
Mínimo	11,5	7,9	5,6	2,8	1,9	34,7
Máximo	16,4	11,8	12,2	6,1	3,3	54,4
SD	0,8	0,5	1,1	0,5	0,2	2,8
CV	6,3	5,1	14,1	12,6	8,8	6,1

Figura 5.- Harina zootécnica. Correlaciones entre componentes



Para la valoración energética se han utilizado ecuaciones sumativas que pueden extrapolarse a todos los subproductos del maíz de alta calidad (ver cuadro 6). Para la valoración proteica se han utilizado datos de Arruda (1992), INRA-2004 (tourteau de maïs de semolulerie), CVB-2008 (mais voermeel), NRC-2001, Almeida et al.-2011 y Stein-2011 (hominy feed), y se ha tenido en cuenta que el procesado térmico reduce su digestibilidad con respecto al grano original, sobre todo en animales monogástricos. De esta información puede deducirse que la harina zootécnica tiene un elevado valor energético en todas las especies, sólo ligeramente inferior al del grano. Al igual que éste presenta un alto contenido en humedad (12-15%), lo que plantea riesgos de contaminación con micotoxinas. Tiene un apreciable contenido en fibra, pero altamente digestible por su bajo grado de lignificación. La fracción lipídica y proteica tienen un perfil en ácidos grasos y aminoácidos similar al de otros subproductos del maíz. La digestibilidad del fósforo en monogástricos es inferior a la de los DDGs y similar a la del grano (Stein, 2011). Es un ingrediente palatable. Los niveles máximos propuestos de incorporación al pienso (cuadro 7) corresponden a la harina zootécnica 6% EE y deberían reducirse en el caso de las partidas con mayor contenido en grasa insaturada.

Cuadro 6.- Predicción del valor energético (kcal/kg) del maíz y subproductos de maíz a partir de la composición del alimento (g/kg) en distintas especies

1. RUMIANTES
$EM = dPB \times 4,4 PB + 0,85 \times 9,5 EX. ET.v + 4,1 \times 0,85 ALM + 3,7 \times 0,85 Az + 0,8 \times 0,8 \times 4,2 FND + 0,9 \times 0,8 \times 4,2 RES$
2. PORCINO
$EDc = dPB \times 5,65 PB + 0,92 \times 9,5 EX. ET.v + 4,1 ALM + 3,7 Az + 0,55 \times 4,2 FND + 0,8 \times 4,2 RES$
3. AVES
$EMAn = dPB \times 4,4 PB + 0,95 \times 9,5 EX. ET.v + 4,1 ALM + 3,7 Az + 0,15 \times 4,2 FND + 0,35 \times 4,2 RES$

Cuadro 7.- Límites de incorporación al pienso de distintos subproductos del maíz

	Rumiantes		Porcino			Aves		
	Vacas leche	Vacas carne	Cebo	Lechones	Cebo	Adultos	Pollos	Gallinas
Harina zootécnica	20	20	15	20	40	40	18	25
Torta de germen	20	18	10	5	15	20	4	10
Gluten feed, calidad extra	30	35	20	2	12	15	6	8

La torta o bagazo de germen es un coproducto del procesado del maíz por vía húmeda. Procede de la extracción del aceite del germen. El germen representa alrededor de un 11-12% del peso del grano y contiene un 45-50% de aceite. La torta de germen puede incorporarse a otros ingredientes o comercializarse de forma independiente. En el producto más disponible en España la extracción se hace por presión mecánica, lo que deja un residuo de aceite apreciable. La composición analítica y la valoración nutritiva de la ficha adjunta en el anexo se han elaborado a partir de las mismas fuentes que en el caso anterior. Debido a la especificidad de los sistemas de procesado del maíz utilizados en España, la composición de las partidas nacionales comercializadas no tiene equivalencia con las tablas de valor nutritivo de otros países.

La variabilidad de la composición en las muestras disponibles (n = 103) de torta de germen es inferior a la de la harina zootécnica (CV de PB, EE y FND = 6,9; 11,6 y 5,8%), por lo que no se ha hecho diferenciación de sus características en diferentes fichas. En cualquier caso, las ecuaciones del cuadro 6 pueden utilizarse también en este ingrediente para la corrección del valor energético de diferentes partidas según su composición analítica. La torta de germen participa de características comunes con otros subproductos de maíz, como la elevada digestibilidad de la fibra y grado de insaturación de la grasa. Contiene también niveles apreciables de proteína y almidón, lo que lo hace un ingrediente adecuado y palatable de raciones para rumiantes en lactación, y piensos para cerdas adultas y conejos. La torta de germen de maíz tiene un bajo contenido en humedad y granula bien, lo que facilita la incorporación indirecta de grasa al pienso. Los niveles máximos propuestos de incorporación a raciones y piensos en distintas especies se muestran en el cuadro 7.

De forma esporádica pueden encontrarse también en el mercado otros coproductos de maíz tales como el **germen integral** (5% humedad; 12% PB; 48% EE; 8,5% FB; 1,5 cenizas; Gorrachategui, comunicación personal), el **salvado de maíz** (11% humedad; 12% PB; 12,5 PB; 2,5% EE y 1,5% cenizas; Dadelos Agrícola, comunicación personal) y **extracto de solubles de maíz** (52% humedad; 42,5% PB; 20,5% ácido láctico; 1,8% P; Dadelos Agrícola, comunicación personal).

Finalmente, en la ficha adjunta en el anexo se muestra una valoración del **gluten feed-19% de PB de calidad extra**. Este ingrediente se caracteriza por variaciones muy notables de su valor nutritivo debido a diferencias en la tecnología de fabricación, en la proporción de ingredientes que se añaden a la mezcla, y a las condiciones y tiempo de almacenamiento. Como consecuencia, la valoración del producto que se hace en países productores vs. importadores es bastante notable, sobre todo en el caso de animales monogástricos. Por ello, se ha propuesto y aceptado incorporar esta nueva matriz que

correspondería básicamente a producto bien procesado y consumido fresco. La información analítica que aparece en la ficha corresponde a partidas de origen nacional y ha sido proporcionada por DADELOS AGRÍCOLA, GALLIS y NUTER. Los valores energéticos se han estimado a partir de las ecuaciones del cuadro 6, que corresponden a productos de maíz de alta calidad. Los límites de incorporación a distintas raciones y piensos (cuadro 7) se han revisado al alza con respecto a los indicados en la 3ª edición de las Tablas para un gluten feed de calidad media.

3.- ADDENDAS Y CORRECCIONES

En el anexo se encuentra una nueva ficha de **“hidrolizado de mucosa intestinal 70% PB”** que sustituye a la anterior con un 60% PB que ya no se encuentra en el mercado. La nueva ficha refleja un cambio en el proceso de fabricación que ha permitido reducir el contenido en cenizas e incrementar la concentración en proteína. De acuerdo con ello se han realizado las modificaciones correspondientes en la matriz de valoración.

Se han corregido igualmente erratas en los valores energéticos del centeno para EN de porcino, y del lactosuero reengrasado 50% partiendo del supuesto de estar constituido por una mezcla a partes iguales de suero dulce de vacuno y aceite de palma (valores energéticos de rumiantes) o manteca (valores energéticos de monogástricos). Se ha corregido también el contenido en FND de la harina de pescado 67% PB (desde 1,0 a 1,5%), la concentración en ácido palmitoleico del aceite de soja (hasta un 0,2%), el nivel de cobre y de aminoácidos azufrados del hidrolizado de mucosa 50% PB (hasta 11,9 ppm y 2,50%, respectivamente) y se ha incrementado la digestibilidad del P en los DDGS para tener en cuenta los resultados de Stein (2011). También se ha modificado el texto para indicar que la glicerina debe ser considerada como materia prima (y no como aditivo) en piensos, con independencia de su nivel de inclusión. Todos estos cambios junto con las nuevas fichas y matrices han sido ya incorporados a las Tablas que se encuentran en la página WEB de FEDNA (<http://www.fundacionfedna.org>).

4.- REFERENCIAS

- ALMEIDA, F.N., PETERSEN, G.I. y STEIN, H.H. (2011) *J. Anim. Sci.* 89, 4109-4115.
ANDERSON, S.J., MERRILL, J.K. y KLOPFENSTEIN, T.J. (1988) *J. Anim. Sci.* 66, 2959-2964.

- ARRUDA, F. (1992) *Estudio del valor nutritivo nitrogenado de subproductos del maíz derivados de la industria del almidón y destilerías para rumiantes*. Tesis Doctoral UPM. 215 pp.
- BAMPIDIS, V.A. y ROBINSON, P.H. (2006) *Anim. Feed Sci. Technol.* 128, 175-217.
- BATAJOO, K.K. y SHAVER, R.D. (1998) *Anim. Feed Sci. Technol.* 71, 165-176.
- BERNARD, J.K. y McNEIL, J.J. (1991) *J. Dairy Sci.* 71, 991-998.
- BHATTACHARYA, A.N. y SLEIMAN, F.T. (1970) *J. Dairy Sci.* 54, 89-94.
- BHATTACHARYA, A.N. y LUBBADAH, W.F. (1970) *J. Dairy Sci.* 54, 95-99.
- CANNAS, A. y FERNANDEZ, C. (2011) En: *XXVII Curso de Especialización Fedna*. pp. 3-25.
- CUNNINGHAM, K.D., CECAVA, M.J. y JOHNSON, T.R. (1993) *J. Dairy Sci.* 76, 3523-3535.
- CVB (2008) *Veevoedertabel (Livestock feed table)*. Centraal Veevoeder Bureau, Lelystad, The Netherlands.
- DE SMET, A.M., DE BOEVER, J.L., DE BRAVANDER, D.L., VANACKER, J.M. y BOUCQUÉ, Ch.V. (1995) *Anim. Feed Sci. Technol.* 51, 297-315.
- DELAHOY, J.E., MULLER, L. D., BARGO, F., CASSIDY, T.W. y HOLDEN, L.A. (2003) *J. Dairy Sci.* 86, 906-915.
- ESTEVE, A. (1990) *Subproductos de los Cereales: Producción y Control de Calidad*. FEDNA. 37 pp.
- FAULKNER, D.B., HUMMEL, D.F., BUSKIRK, D.D., BERGER, L.L., PARRET, D.F. y CMARIK, G.F. (1994) *Anim. Sci.* 72, 470-477.
- FEDNA (2010) *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Tablas de composición y valor nutritivos de alimentos para la fabricación de piensos compuestos*. 3ª Edición. C. de Blas, G.G. Mateos y P. García-Rebollar. 502 pp. También disponible on line: <http://www.fundacionfedna.org/>
- GONZALEZ, J., MICHALET-DOREAU, G. y PONCET, C. (1987) *Reprod. Nutr. Dévelop.* 27, 255-256.
- GRIGSBY, K.N., KERLEY, M.S., PATERSON, J.A. y WEIGEL, J.C. (1993) *J. Anim. Sci.* 71, 1057-1064.
- HILL, T.M., BATEMAN, H.G., ALDRICH, J.M. y SCHLOTTERBECK, R.L. (2008) *J. Dairy Sci.* 91, 3128-3137.
- HSU, H.F., METHIAS, M., LEY, H.F. y LOOSLI, J.K. (1964) *J. Anim. Sci.* 23, 43-46.
- INRA (2004) *Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero*. D. Sauvant, J.M. Perez y G. Tran. 310 pp.
- IPHARRAGUERRE, I.R., IPHARRAGUERRE, R.R. y CLARK, J.H. (2002a) *J. Dairy Sci.* 85, 2905-2912.
- IPHARRAGUERRE, I.R., SHABI, Z., CLARK, J.H. y FREEMAN, D.E. (2002b) *J. Dairy Sci.* 85, 2890-2904.

- IPHARRAGUERRE, I.R. y CLARK, J.H. (2003) *J. Dairy Sci.* 86, 1052-1073.
- LOFGREEN, G.P., BATH, D.L. y YOUNG, V.R. (1962) *J. Anim. Sci.* 21, 766-771.
- LUDDEN, P.A., CECAVA, M.J. y HENDRIX, K.S. (1995) *J. Anim. Sci.* 73, 2706-2711.
- MAHJOUBI, E., AMANLOU, H., ZAHMATKESH, D., GHELICH KHAN, M. y AGHAZIARATI, N. (2009) *Anim. Feed Sci. Technol.* 153, 60-67.
- MANSFIELD, H.R. y STERN, M.D. (1994) *J. Dairy Sci.* 77, 1070-1083.
- MANSFIELD, H.R., STARN, M.D. y OTTERBY, D.E. (1994) *J. Dairy Sci.* 77, 205-216.
- MARTIN, S.K. y HIBBERD, C.A. (1990) *J. Anim. Sci.* 68, 4319-4325.
- MICHALET-DOREAU, B. y SAUVANT, D. (1989) *INRA. Production Animales* 2(4): 235-244.
- NAKAMURA, T. y OWEN, F.G. (1989) *J. Dairy Sci.* 72, 988-994.
- NRC (2001) *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academy Press, Washington, D.C.
- PONCET, C., GONZALEZ, J. y MICHALET-DOREAU, B. (1987) *Reprod. Nutr. Dévelop.* 27, 257-258.
- REBOLLAR, P.G., DE BLAS, C. y MATEOS, G.G. (1997) *Utilización de la Cascarilla de Soja en Alimentación Animal*. ASA, Brussels, Belgium.
- RODRÍGUEZ, C. y LÁZARO, R. (1997) *Study on the Substitution of Soybean Hulls for Barley Grain in Diets for Fattening Lambs*. Assay ASA - 3 - 97.
- RONNING, M. y BATH, D.L. (1962) *J. Dairy Sci.* 45, 854-857.
- SARWAR, M., FIRKINS, J.L. y EASTRIDGE, M.J. (1991) *J. Dairy Sci.* 74, 1006-1017.
- SARWAR, M., FIRKINS, J.L. y EASTRIDGE, M.L. (1992) *J. Dairy Sci.* 75, 1533-1542.
- STEIN, H.H. (2011) En: *Actas XXVII Curso de Especialización FEDNA*. pp. 95-109.
- WEIDNER, S.J. y GRANT, R.J. (1994) *J. Dairy Sci.* 77, 522-532.

HARINA ZOOTÉCNICA DE MAÍZ, 6% EE

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
13,0	2,2	8,2	6,0	80

$\Sigma = 99,0$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
3,4	16,5	4,9	0,6	50,5	2,6

Ácidos Grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.	-	11	-	2	27	56	1	-
% Alimento	-	0,53	-	0,10	1,30	2,69	0,05	-

Macrominerales (%)

Ca	P _{pp}	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{dig. Av}	P _{dig. Porc}
0,13	0,48	0,36	0,12	0,40	0,28

Na	Cl	Mg	K	S
0,02	0,09	0,15	0,47	0,10

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
7	140	21	45	6	0,13	1100

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
2960	1,08	1,09	1920	2045	1405	39	67

PORCINO				AVES		CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento			Cerdas	EMAn		ED	ED
ED	EM	EN	EN	pollos <20 d	broiler/pon.		
3335	3260	2550	2685	2840	2990	3325	3350

VALOR PROTEICO

Coefficiente de digestibilidad de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
72	68	75	72	74

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	(%)			(%PDIE)	
36	59	6	65,5	80	2,5	7,0	5,4	6,8	2,0

AAs	PORCINO						AVES	
	Composición		DIA		DIS		DR	
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	3,6	0,29	58	0,17	62	0,18	65	0,19
Met	1,8	0,15	80	0,12	82	0,12	84	0,12
Met + Cys	3,8	0,31	75	0,23	77	0,24	78	0,24
Thr	3,5	0,29	62	0,18	66	0,19	70	0,20
Trp	0,6	0,05	55	0,03	60	0,03	70	0,03
Ile	3,3	0,27	67	0,18	71	0,19	79	0,21
Val	4,8	0,39	67	0,26	72	0,28	81	0,32
Arg	5,0	0,41	78	0,32	83	0,34	85	0,35

HARINA ZOOTÉCNICA DE MAÍZ, 8% EE

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
13,1	2,4	9,1	8,0	80

$\Sigma = 99,1$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
3,9	19,3	5,8	0,7	44,9	2,3

Ácidos Grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.	-	11	-	2	27	56	7	-
% Alimento	-	0,70	-	0,13	1,73	3,58	0,06	-

Macrominerales (%)

Ca	P _{pp}	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{dig. Av}	P _{dig. Porc}
0,12	0,49	0,37	0,12	0,41	0,28

Na	Cl	Mg	K	S
0,02	0,09	0,17	0,43	0,12

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
8	160	19	48	7	0,13	1100

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
3000	1,09	1,10	1945	2070	1425	39	67

PORCINO				AVES		CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento			Cerdas	EMAn		ED	ED
ED	EM	EN	EN	pollos <20 d	broiler/pon.		
3335	3245	2535	2705	2765	2940	3320	3355

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
72	68	75	72	74

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	(%)			(%PDIE)	
36	59	6	65,5	80	2,7	7,1	6,0	6,7	1,9

AAs	Composición		PORCINO				AVES	
			DIA		DIS		DR	
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	3,7	0,34	58	0,20	62	0,21	65	0,22
Met	1,8	0,16	80	0,13	82	0,13	84	0,14
Met + Cys	3,8	0,35	75	0,26	77	0,27	78	0,27
Thr	3,5	0,32	62	0,20	66	0,21	70	0,22
Trp	0,6	0,05	55	0,03	60	0,03	70	0,04
Ile	3,3	0,30	67	0,20	71	0,21	79	0,24
Val	4,8	0,44	67	0,29	72	0,31	81	0,35
Arg	5,0	0,46	78	0,35	83	0,38	85	0,39

HARINA ZOOTÉCNICA DE MAÍZ, 10% EE
--

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
13,2	2,6	9,6	10	80

$\Sigma = 99,2$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
4,5	21,8	6,5	0,8	40,0	2,0

Ácidos Grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.	-	11	-	2	27	56	1	-
% Alimento	-	0,88	-	0,16	2,16	4,48	0,08	-

Macrominerales (%)

Ca	P _{pp}	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{dig. Av}	P _{dig. Porc}
0,11	0,50	0,37	0,13	42	0,29

Na	Cl	Mg	K	S
0,02	0,08	0,18	0,40	0,14

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
9	180	15	52	8	0,13	1100

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
3035	1,10	1,11	1965	2095	1440	39	67

PORCINO				AVES		CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento			Cerdas	EMAn		ED	ED
ED	EM	EN	EN	pollos <20 d	broiler/pon.		
3335	3240	2530	2725	2715	2905	3315	3360

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
72	68	75	72	74

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	(%)			(%PDIE)	
36	59	6	65,5	80	2,9	7,0	6,3	6,6	1,9

AAs	Composición		PORCINO				AVES	
			DIA		DIS		DR	
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	3,7	0,36	58	0,21	62	0,22	65	0,23
Met	1,8	0,17	80	0,14	82	0,14	84	0,15
Met + Cys	3,8	0,36	75	0,27	77	0,28	78	0,28
Thr	3,6	0,35	62	0,21	66	0,23	70	0,24
Trp	0,6	0,06	55	0,03	60	0,03	70	0,04
Ile	3,3	0,32	67	0,21	71	0,22	79	0,25
Val	4,8	0,46	67	0,31	72	0,33	81	0,37
Arg	5,1	0,49	78	0,38	83	0,41	85	0,42

HARINA ZOOTÉCNICA DE MAÍZ, > 10% EE

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
13,4	3,0	10,0	11,5	80

$\Sigma = 99,3$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
4,9	23,0	6,9	0,8	36,6	1,8

Ácidos Grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.	-	11	-	2	27	56	1	-
% Alimento	-	1,01	-	0,18	2,48	5,15	0,09	-

Macrominerales (%)

Ca	P _{pp}	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{dig. Av}	P _{dig. Porc}
0,11	0,51	0,37	0,14	0,43	0,29

Na	Cl	Mg	K	S
0,03	0,08	0,18	0,38	0,14

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
9	190	14	53	9	0,13	1100

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
3055	1,11	1,12	1980	2110	1450	39	67

PORCINO				AVES		CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento			Cerdas	EMAn		ED	ED
ED	EM	EN	EN	pollos <20 d	broiler/pon.		
3335	3230	2525	2755	2665	2885	3310	3365

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
72	68	75	72	74

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	(%)			(%PDIE)	
36	59	6	65,5	80	3,0	7,0	6,6	6,5	1,9

AAs	Composición		PORCINO				AVES	
			DIA		DIS		DR	
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	3,8	0,38	58	0,22	62	0,24	65	0,25
Met	1,8	0,18	80	0,14	82	0,15	84	0,15
Met + Cys	3,8	0,38	75	0,28	77	0,29	78	0,30
Thr	3,6	0,36	62	0,22	66	0,24	70	0,25
Trp	0,6	0,06	55	0,03	60	0,04	70	0,04
Ile	3,3	0,33	67	0,22	71	0,23	79	0,26
Val	4,8	0,48	67	0,32	72	0,35	81	0,39
Arg	5,1	0,51	78	0,40	83	0,42	85	0,43

TORTA DE GERMEN DE MAÍZ EXPELLER

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
4,8	1,5	21,5	9,9	75

$\Sigma = 99,7$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
10,0	38,2	11,2	0,9	23,1	0,7

Ácidos Grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.	-	11	-	2	27	56	1	-
% Alimento	-	0,82	-	0,15	2,01	4,18	0,07	-

Macrominerales (%)

Ca	P _{pp}	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{dig. Av}	P _{dig. Porc}
0,05	0,60	0,47	0,13	0,35	0,24

Na	Cl	Mg	K	S
0,04	0,05	0,25	0,45	0,02

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
10	700	12	93	17,5	-	-

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
3260	1,19	1,20	2120	2250	1565	39	67

PORCINO				AVES		CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento			Cerdas	EMAn		ED	ED
ED	EM	EN	EN	pollos <20 d	broiler/pon.		
3390	3185	2295	2560	2380	2600	3310	3450

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
78	73	83	70	76

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	(%)			(%PDIE)	
32	64	5	61	80	7,4	11,6	14,5	5,8	1,8

AAs	Composición		PORCINO				AVES	
			DIA		DIS		DR	
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	4,0	0,86	60	0,52	63	0,54	78	0,67
Met	1,7	0,37	78	0,29	81	0,30	88	0,32
Met + Cys	3,9	0,84	69	0,49	72	0,60	84	0,70
Thr	3,8	0,82	65	0,53	69	0,56	77	0,63
Trp	0,7	0,15	60	0,09	64	0,10	75	0,11
Ile	3,2	0,69	64	0,44	67	0,46	85	0,58
Val	4,9	1,05	71	0,75	74	0,78	85	0,89
Arg	5,4	1,16	83	0,96	85	0,99	90	1,04

GLUTEN FEED DE MAÍZ, 19% PB CALIDAD EXTRA
--

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
10,6	7,0	19,3	3,3	78

$\Sigma = 97,7$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
7,6	35,0	8,0	0,8	19,8	2,5

Ácidos Grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.	-	11	-	2	27	56	1	-
% Alimento	-	0,28	-	0,05	0,72	1,44	0,02	-

Macrominerales (%)

Ca	P _{pp}	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{dig. Av}	P _{dig. Porc}
0,15	0,87	0,52	0,29	0,39	0,22

Na	Cl	Mg	K	S
0,20	0,20	0,35	0,90	0,31

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
6	213	21	72	12	0,14	1480

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
2650	0,95	0,94	1700	1820	1230	56	82

PORCINO				AVES		CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento			Cerdas	EMAn		ED	ED
ED	EM	EN	EN	pollos <20 d	broiler/pon.		
2800	2650	1850	2100	1840	2080	2750	2920

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
79	77	85	76	78

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	(%)			(%PDIE)	
54	35	8,0	75	88	4,7	10,3	12,7	6,3	1,9

AAs	Composición		PORCINO				AVES	
			DIA		DIS		DR	
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	3,30	0,64	65	0,41	70	0,45	76	0,48
Met	1,80	0,35	84	0,29	87	0,30	87	0,30
Met + Cys	3,85	0,74	71	0,53	74	0,55	77	0,57
Thr	3,70	0,71	65	0,46	72	0,51	75	0,54
Trp	0,65	0,12	58	0,07	66	0,08	70	0,08
Ile	3,10	0,60	77	0,46	81	0,48	83	0,50
Val	4,70	0,91	75	0,68	77	0,70	87	0,79
Arg	4,40	0,85	88	0,75	90	0,76	90	0,76

HIDROLIZADO MUCOSA INTESTINAL, 70% PB
--

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
3,6	17,3	70,1	0,1	100

$\Sigma = 91,1$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
-	-	-	-	-	-

Ácidos Grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.	-	-	-	-	-	-	-	-
% Alimento	-	-	-	-	-	-	-	-

Macrominerales (%)

Ca	P _{pp}	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{dig. Av}	P _{dig. Porc}
0,01	0,91	0	0,91	0,75	0,75

Na	Cl	Mg	K	S
5,30	0,07	0,24	0,67	3,58

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
4	78	3	86	-	-	-

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
3020	1,14	1,17	1930	2050	1420	-	-

PORCINO				AVES		CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento			Cerdas	EMAn		ED	ED
ED	EM	EN	EN	pollos <20 d	broiler/pon.		
3925	3445	2030	2030	3400	3445	3920	-

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
99	99	99	99	-

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	(%)			(%PDIE)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

AAs	Composición		PORCINO				AVES	
	(%PB)	(%)	DIA		DIS		DR	
			(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	8,00	5,61	98	5,50	99	5,55	99	5,55
Met	2,20	1,54	99	1,53	99	1,53	99	1,53
Met + Cys	3,20	2,24	98	2,20	99	2,22	99	2,22
Thr	4,70	3,29	99	3,26	99	3,26	99	3,26
Trp	1,20	0,84	99	0,83	99	0,83	99	0,83
Ile	4,20	2,94	99	2,91	99	2,91	99	2,91
Val	5,80	4,07	99	4,03	99	4,03	99	4,03
Arg	4,40	3,08	99	3,05	99	3,05	99	3,05

FEDNA

FEDONA