

ECUACIONES DE PREDICCIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE CEREALES GRANO Y CONCENTRADOS DE PROTEÍNA VEGETAL

F. MAROTO MOLINA¹, A. GÓMEZ CABRERA², J. E. GUERRERO GINEL², A.
GARRIDO VARO² y H. E. VEGA PARRY³

infosia@uco.es

¹Servicio de Información sobre Alimentos. Universidad de Córdoba (España).

²Dpto. Producción Animal. ETSIAM. Universidad de Córdoba (España).

³Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán (Argentina).

INTRODUCCIÓN

El Servicio de Información sobre Alimentos (SIA)

El SIA es un Servicio Centralizado de la Universidad de Córdoba. Tiene su origen en una iniciativa de dicha universidad para el desarrollo de un “Banco de Alimentos Valorados”. Este Banco tenía como objetivo, entre otros, conservar las muestras valoradas para su utilización como patrones en determinados ensayos analíticos.

Los datos relativos a las características de las muestras conservadas se almacenaban en soporte informático, siendo éste el comienzo de otra de las actividades del SIA, el desarrollo de bases de datos de alimentos. Actualmente, es posible el acceso a las bases de datos desarrolladas (“BD Pastos Españoles (SEEP)” y “BD SIA”) a través de internet (www.uco.es/sia).

Base de datos “Ecuaciones de predicción”

Entre las bases de datos proyectadas se encuentra una de ecuaciones de predicción del valor nutritivo de los alimentos, que el SIA está desarrollando actualmente. Se ha llevado a cabo una intensa búsqueda bibliográfica (más de 180 publicaciones entre 1938 y 2009) con el objetivo de rescatar las ecuaciones propuestas por diversos autores e instituciones para la estima de los valores nutritivos (energía, proteína, aminoácidos, etc). Este trabajo ha dado como resultado una base de datos, con más de 4800 registros, que incluye ecuaciones de estima para la mayoría de los parámetros y categorías de animales.

La calidad de estas ecuaciones, obtenidas en muy diversas circunstancias, necesita ser contrastada, para seleccionar aquellas más adecuadas para su uso en las condiciones españolas actuales.

En el presente anexo se incluye un listado de ecuaciones de predicción (aún sin contrastar) potencialmente aplicables a los granos de cereales y a los concentrados de proteína vegetal más comúnmente utilizados en España. Se han seleccionado algunas de las ecuaciones específicas de este tipo de alimentos, obviando aquellas ecuaciones más generales, pero también utilizables en estas materias, como, por ejemplo, las que se refieren a todos los granos de cereales, todas las harinas proteicas, etc.

FEDNA

LISTADO DE SIGLAS

- ALM = almidón
AZUC = azúcares
CEN = cenizas
DE = digestibilidad de la energía
EB = energía bruta
ED = energía digestible
EE = extracto etéreo
EED = extracto etéreo digestible
EM = energía metabolizable aparente
EMn = energía metabolizable aparente corregida en nitrógeno
EN = energía neta
FAD = fibra ácido detergente
FB = fibra bruta
FBD = fibra bruta digestible
FC = factor de corrección de los azúcares (valores tabulados por ingrediente en CVB, 2002)
FND = fibra neutro detergente
LAD = lignina ácido detergente
MELN = materiales extractivos libres de nitrógeno = MO - PB - EE - FB
MELND = materiales extractivos libres de nitrógeno digestibles
MO = materia orgánica
MOR = materia orgánica residual = MO - PB - EE - ALM - FC x AZUC
MORD = materia orgánica residual digestible
MS = materia seca
PAR = paredes insolubles en agua
PB = proteína bruta
PD = proteína digestible
PNA = polisacáridos no amiláceos (English y Cummings, 1984).
UFC = unidades forrajeras carne
UFL = unidades forrajeras leche

Cereales	ECUACIONES	Referencia
<p>AVENA</p> <p>Grano</p>	<p>EB (kcal/kg MS) = 4215 + 14,73 x PB + 9,25 x FB + 52,4 x EE - 44,6 x CEN (%MS) EB (kcal/kg MS) = 58 + 5,72 x PB + 9,5 x EE + 4,79 x FB + 4,17 x MELN (g/kg MS)</p> <p><u>Rumiantes</u></p> <p>EM (kJ/kg MS) = 15,9 x PD + 37,66 x EED + 13,81 x FBD + 14,64 x MELND (g/kg MS) PD (g/kg MS) = -30 + PB (g/kg MS) EED (g/kg MS) = -2,5 + 0,976 x EE (g/kg MS) FBD (g/kg MS) = 0,495 x FB (g/kg MS) MELND (g/kg MS) = 0,946 x MELN - 0,808 x FB (g/kg MS)</p> <p><u>Porcino</u></p> <p>ED (kcal/kg MS) = DE (%) x EB (kcal/kg MS) DE (%) = 93,6 - 2,13 x FB (%MS)</p> <p>EN (kJ/kg MS) = 10,8 x PD + 36,1 x EED + 13,5 x ALM + 11,59 x AZUC + + 9,5 x (MORD + 0,0495 x AZUC) (g/kg MS) PD (g/kg MS) = -12,5 + 0,87 x PB (g/kg MS) EED (g/kg MS) = -5 + 0,816 x EE (g/kg MS) MORD (g/kg MS) = 0,292 x MOR (g/kg MS) MORD (g/kg MS) = 0,471 x MOR (g/kg MS) (<u>grano decorricado</u>)</p> <p><u>Aves</u></p> <p>EMn (MJ/kg MS) = 12,98 - 0,01298 x CEN + 0,04882 x EE - 0,0255 x FB (g/kg MS)</p>	<p>Noblet y Tran (2004) Martin-Rosset et al. (2006)</p> <p>CVB (2002)</p> <p>Noblet y Tran (2004)</p> <p>CVB (2002)</p> <p>CVB (1994)</p>

Cereal	EQUACIONES	Referencia
CEBADA	<p>EB (kcal/kg MS) = 4176 + 14,73 x PB + 9,25 x FB + 52,4 x EE - 44,6 x CEN (%MS)</p> <p>EB (kcal/kg MS) = 31 + 5,72 x PB + 9,5 x EE + 4,79 x FB + 4,17 x MELN (g/kg MS)</p>	Noblet y Tran (2004) Martin-Rosset et al. (2006)
Productos	<p><u>Rumiantes</u></p> <p>EN (UFL/kg MS) = 1,28 - 0,024 x FB (%MS)</p> <p>EN (UFL/kg MS) = 1,32 - 0,027 x FAD (%MS)</p> <p>EN (UFC/kg MS) = 1,27 - 0,02 x FB (%MS)</p> <p>EN (UFC/kg MS) = 1,28 - 0,022 x FAD (%MS)</p>	Sauvant et al. (1987)
Grano	<p><u>Porcino</u></p> <p>ED (kcal/kg MS) = DE (%) x EB (kcal/kg MS)</p> <p>DE (%) = (2 x (94,2 - 2,53 x FB) + (90,9 - 1,72 x FAD))/3 (%MS)</p>	Noblet y Tran (2004)
Grano	<p>EM (kcal/kg) = 188,1 + 0,93 x EB - 2,9 x PB - 5,1 x FAD (kcal/kg; %). r² = 0,99</p> <p>EM (kcal/kg) = 3091,5 - 90,4 x FAD (%). r² = 0,87</p>	Fairbairn et al. (1999)
	<p>EN (kJ/kg MS) = 10,8 x PD + 36,1 x EED + 13,5 x ALM + 9,15 x AZUC + 9,5 x (MORD + 0,24 x AZUC) (g/kg MS)</p> <p>PD (g/kg MS) = -20,3 + 0,903 x PB (g/kg MS)</p> <p>EED (g/kg MS) = -5 + 0,811 x EE (g/kg MS)</p> <p>MORD (g/kg MS) = -49,4 + 0,975 x MOR - 1,3 x FB (g/kg MS)</p>	CVB (2002)
	<p><u>Aves</u></p> <p>EMn (kcal/kg MS) = 2784 + 203,7 x EE + 72 x AZUC - 17,3 x PNA (%MS). r² = 0,915</p>	Villamide et al. (1997)

Cereal	ECUACIONES	Referencia
MAÍZ	<p data-bbox="391 607 422 672">Grano</p> <p data-bbox="391 672 422 739">EB (kJ/kg MS) = 19456 - 19,456 x CEN (g/kg MS)</p> <p data-bbox="391 739 422 806">EB (kcal/kg MS) = 4140 + 14,73 x PB + 9,25 x FB + 52,4 x EE - 44,6 x CEN (%MS)</p> <p data-bbox="391 806 422 873">EB (kcal/kg MS) = -8 + 5,72 x PB + 9,5 x EE + 4,79 x FB + 4,17 x MELN (g/kg MS)</p> <p data-bbox="391 873 422 940"><u>Rumiantes</u></p> <p data-bbox="391 940 422 1008">EM (kJ/kg MS) = 15,9 x PD + 37,66 x EED + 13,81 x FBD + 14,64 x MELND (g/kg MS)</p> <p data-bbox="391 1008 422 1075">PD (g/kg MS) = -30 + 0,934 x PB (g/kg MS)</p> <p data-bbox="391 1075 422 1142">EED (g/kg MS) = -2,5 + 0,958 x EE (g/kg MS)</p> <p data-bbox="391 1142 422 1209">FBD (g/kg MS) = 0,513 x FB (g/kg MS)</p> <p data-bbox="391 1209 422 1276">MELND (g/kg MS) = 0,964 x MELN - 0,849 x FB (g/kg MS)</p> <p data-bbox="391 1276 422 1344">EN (UFL/kg MS) = 1,31 - 0,021 x FB (%MS)</p> <p data-bbox="391 1344 422 1411">EN (UFL/kg MS) = 1,32 - 0,02 x FAD (%MS)</p> <p data-bbox="391 1411 422 1478">EN (UFC/kg MS) = 1,33 - 0,025 x FB (%MS)</p> <p data-bbox="391 1478 422 1545">EN (UFC/kg MS) = 1,34 - 0,024 x FAD (%MS)</p> <p data-bbox="391 1545 422 1612"><u>Porcino</u></p> <p data-bbox="391 1612 422 1680">ED (kcal/kg MS) = DE (%) x EB (kcal/kg MS)</p> <p data-bbox="391 1680 422 1747">DE (%) = ((97,3 - 3,83 x FB) + (97,4 - 3,11 x FAD) + 88)/3 (%MS)</p> <p data-bbox="391 1747 422 1814">EN (kJ/kg MS) = 10,8 x PD + 36,1 x EED + 13,5 x ALM + 10,98 x AZUC + 9,5 x (MORD + 0,096 x AZUC) (g/kg MS)</p> <p data-bbox="391 1814 422 1881">PD (g/kg MS) = -12,5 + 0,946 x PB - 0,256 x FB (g/kg MS)</p> <p data-bbox="391 1881 422 1948">EED (g/kg MS) = -5 + 0,82 x EE (g/kg MS)</p> <p data-bbox="391 1948 422 2016">MORD (g/kg MS) = 0,546 x MOR (g/kg MS)</p>	<p data-bbox="391 1854 422 1921">CVB (1994)</p> <p data-bbox="391 1921 422 1989">Noblet y Tran (2004)</p> <p data-bbox="391 1989 422 2056">Martin-Rosset et al. (2006)</p> <p data-bbox="391 2056 422 2123">CVB (2002)</p> <p data-bbox="391 2123 422 2190">Sauvant et al. (1987)</p> <p data-bbox="391 2190 422 2240">Noblet y Tran (2004)</p> <p data-bbox="391 2257 422 2240">CVB (2002)</p>

Cereal	EQUACIONES	Referencia
SORGO	Grano	Noblet y Tran (2004)
	<p><i>Rumiantes</i></p> <p>EB (kcal/kg MS) = 4215 + 14,73 x PB + 9,25 x FB + 52,4 x EE - 44,6 x CEN (%MS)</p> <p>EM (kJ/kg MS) = 15,9 x PD + 37,66 x EED + 13,81 x FBD + 14,64 x MELND (g/kg MS)</p> <p>PD (g/kg MS) = -30 + 0,79 x PB (g/kg MS)</p> <p>EED (g/kg MS) = -2,5 + 0,95 x EE (g/kg MS)</p> <p>FBD (g/kg MS) = 0,24 x FB (g/kg MS)</p> <p>MELND (g/kg MS) = 0,91 x MELN (g/kg MS)</p>	CVB (2002)
	<p><i>Porcino</i></p> <p>ED (kcal/kg MS) = 3908 - 263 x Taninos (%MS). r = -0,92</p>	Pérez y Bourdon (1984)
	<p>EN (kJ/kg MS) = 10,8 x PD + 36,1 x EED + 13,5 x ALM + 11,59 x AZUC + 9,5 x (MORD + 0,048 x AZUC) (g/kg MS)</p> <p>PD (g/kg MS) = -12,5 + 0,87 x PB (g/kg MS)</p> <p>EED (g/kg MS) = -5 + 0,873 x EE (g/kg MS)</p> <p>MORD (g/kg MS) = 0,656 x MOR (g/kg MS)</p>	CVB (2002)
	<p><i>Aves</i></p> <p>EM (kcal/kg MS) = 3830 - 383 x Taninos (%)</p>	Leclercq (1985)

Cereal	ECUACIONES	Referencia
TRIGO	Grano $EB \text{ (kcal/kg MS)} = 4140 + 14,73 \times PB + 9,25 \times FB + 52,4 \times EE - 44,6 \times CEN \text{ (%MS)}$ $EB \text{ (kcal/kg MS)} = -17 + 5,72 \times PB + 9,5 \times EE + 4,79 \times FB + 4,17 \times MELN \text{ (g/kg MS)}$	Noblet y Tran (2004) Martin-Rosset et al. (2006)
	Grano <u>Rumiantes</u> $EM \text{ (kJ/kg MS)} = 15,9 \times PD + 37,66 \times EED + 13,81 \times FBD + 14,64 \times MELND \text{ (g/kg MS)}$ $PD \text{ (g/kg MS)} = -30 + PB - 0,096 \times FB \text{ (g/kg MS)}$ $EED \text{ (g/kg MS)} = -2,5 + 0,842 \times EE \text{ (g/kg MS)}$ $FBD \text{ (g/kg MS)} = 0,302 \times FB \text{ (g/kg MS)}$ $MELND \text{ (g/kg MS)} = 0,974 \times MELN - 1,163 \times FB \text{ (g/kg MS)}$	
Productos	$EN \text{ (UFL/kg MS)} = 1,3 - 0,041 \times FB \text{ (%MS)}$ $EN \text{ (UFL/kg MS)} = 1,32 - 0,034 \times FAD \text{ (%MS)}$ $EN \text{ (UFC/kg MS)} = 1,33 - 0,051 \times FB \text{ (%MS)}$ $EN \text{ (UFC/kg MS)} = 1,36 - 0,042 \times FAD \text{ (%MS)}$	Sauvant et al. (1987)
Grano	<u>Porcino</u> $ED \text{ (kcal/kg MS)} = DE \text{ (%)} \times EB \text{ (kcal/kg MS)}$ $DE \text{ (%)} = 97,7 - 3,94 \times FB \text{ (%MS)}$	Noblet y Tran (2004)
Grano	$EN \text{ (kJ/kg MS)} = 10,8 \times PD + 36,1 \times EED + 13,5 \times ALM + 7,32 \times AZUC + 9,5 \times (MORD + 0,38 \times AZUC) \text{ (g/kg MS)}$ $PD \text{ (g/kg MS)} = -22,5 + 0,989 \times PB \text{ (g/kg MS)}$ $EED \text{ (g/kg MS)} = -8,9 + 0,79 \times EE \text{ (g/kg MS)}$ $MORD \text{ (g/kg MS)} = -61,9 + 0,924 \times MOR \text{ (g/kg MS)}$	CVB (2002)
Productos	<u>Aves</u> $EMn \text{ (MJ/kg MS)} = 13,49 - 0,01349 \times CEN - 0,06427 \times FB \text{ (g/kg MS)}$	CVB (1994)

Cereal	ECUACIONES	Referencia
TRITICALE Grano	$EB \text{ (kcal/kg MS)} = 4140 + 14,73 \times PB + 9,25 \times FB + 52,4 \times EE - 44,6 \times CEN \text{ (%MS)}$ <p><i>Porcino</i></p> $ED \text{ (kcal/kg MS)} = DE \text{ (%)} \times EB \text{ (kcal/kg MS)}$ $DE \text{ (%)} = (2 \times (94,7 - 3,33 \times FB) + 87,3) / 3 \text{ (%MS)}$ $EN \text{ (kJ/kg MS)} = 10,8 \times PD + 36,1 \times EED + 13,5 \times ALM + 9,15 \times AZUC + 9,5 \times (MORD + 0,24 \times AZUC) \text{ (g/kg MS)}$ $PD \text{ (g/kg MS)} = -12,5 + 0,936 \times PB \text{ (g/kg MS)}$ $EED \text{ (g/kg MS)} = -5 + 0,798 \times EE \text{ (g/kg MS)}$ $MORD \text{ (g/kg MS)} = 0,428 \times MOR \text{ (g/kg MS)}$	<p>Noblet y Tran (2004)</p> <p>Noblet y Tran (2004)</p> <p>CVB (2002)</p>

Concentrados de Proteína		ECUACIONES	Referencia
ALTRAMUZ	Grano	$EB \text{ (kcal/kg MS)} = 4053 + 14,73 \times PB + 9,25 \times FB + 52,4 \times EE - 44,6 \times CEN \text{ (\%MS)}$ $EB \text{ (kcal/kg MS)} = -212 + 5,72 \times PB + 9,5 \times EE + 4,79 \times FB + 4,17 \times MELN \text{ (g/kg MS)}$ <u>Rumiantes</u> $EM \text{ (kJ/kg MS)} = 15,9 \times PD + 37,66 \times EED + 13,81 \times FBD + 14,64 \times MELND - 0,63 \times AZUC \text{ (g/kg MS)}$ <i>(corrección azúcares sólo si AZUC > 80 g/kg MS).</i> $PD \text{ (g/kg MS)} = -30 + 0,981 \times PB \text{ (g/kg MS)}$ $EED \text{ (g/kg MS)} = -2,5 + 0,919 \times EE \text{ (g/kg MS)}$ $FBD \text{ (g/kg MS)} = 0,917 \times FB \text{ (g/kg MS)}$ $MELND \text{ (g/kg MS)} = 0,917 \times MELN \text{ (g/kg MS)}$	Noblet y Tran (2004) Martin-Rosset et al. (2006)
		<u>Porcino</u> $EN \text{ (kJ/kg MS)} = 10,8 \times PD + 36,1 \times EED + 13,5 \times ALM + 7,93 \times AZUC + 9,5 \times (MORD + 0,3325 \times AZUC) \text{ (g/kg MS)}$ $PD \text{ (g/kg MS)} = -12,5 + 0,874 \times PB \text{ (g/kg MS)}$ $EED \text{ (g/kg MS)} = -5 + 0,766 \times EE \text{ (g/kg MS)}$ $MORD \text{ (g/kg MS)} = 0,867 \times MOR \text{ (g/kg MS)}$	CVB (2002)

Concentrados de Proteína		ECUACIONES	Referencia
GUISANTE	Grano	$EB \text{ (kcal/kg MS)} = 4053 + 14,73 \times PB + 9,25 \times FB + 52,4 \times EE - 44,6 \times CEN \text{ (%MS)}$ $EB \text{ (kcal/kg MS)} = -113 + 5,72 \times PB + 9,5 \times EE + 4,79 \times FB + 4,17 \times MELN \text{ (g/kg MS)}$	Noblet y Tran (2004) Martin-Rosset et al. (2006)
		<p><u>Rumiantes</u></p> $EM \text{ (kJ/kg MS)} = 15,9 \times PD + 37,66 \times EED + 13,81 \times FBD + 14,64 \times MELND - 0,63 \times AZUC \text{ (g/kg MS)}$ <i>(corrección azúcares sólo si AZUC > 80 g/kg MS).</i>	
		<p><u>Porcino</u></p> $EN \text{ (kJ/kg MS)} = 10,8 \times PD + 36,1 \times EED + 13,5 \times ALM + 8,54 \times AZUC + 9,5 \times (MORD + 0,291 \times AZUC) \text{ (g/kg MS)}$ $PD \text{ (g/kg MS)} = -12,5 + 0,902 \times PB \text{ (g/kg MS)}$ $EED \text{ (g/kg MS)} = -5 + 0,9 \times EE \text{ (g/kg MS)}$ $MORD \text{ (g/kg MS)} = 0,864 \times MOR \text{ (g/kg MS)}$	CVB (2002)

Concentrados de Proteína		ECUACIONES	Referencia
ALGODÓN	Productos Semilla	$EB \text{ (kcal/kg MS)} = 4256 + 14,73 \times PB + 9,25 \times FB + 52,4 \times EE - 44,6 \times CEN \text{ (\%MS)}$ $EB \text{ (kcal/kg MS)} = -133 + 5,72 \times PB + 9,5 \times EE + 4,79 \times FB + 4,17 \times MELN \text{ (g/kg MS)}$	Noblet y Tran (2004) Martin-Rosset et al. (2006)
	Productos	<p><u>Rumiantes</u></p> $EM \text{ (kJ/kg MS)} = 15,9 \times PD + 37,66 \times EED + 13,81 \times FBD + 14,64 \times MELND \text{ (g/kg MS)}$ $PD \text{ (g/kg MS)} = -30 + 0,865 \times PB \text{ (g/kg MS)}$ $EED \text{ (g/kg MS)} = -2,5 + 1 \times EE \text{ (g/kg MS)}$ $FBD \text{ (g/kg MS)} = 0,414 \times FB \text{ (g/kg MS)}$ $MELND \text{ (g/kg MS)} = 0,77 \times MELN - 0,129 \times FB \text{ (g/kg MS)}$	CVB (2002)
	Productos	<p><u>Porcino</u></p> $ED \text{ (kcal/kg MS)} = DE \text{ (\%)} \times EB \text{ (kcal/kg MS)}$ $DE \text{ (\%)} = 100 \times (53,78 \times PB + 75,76 \times EE + 41,11 \times ALM + 7,65 \times FND + 38,96 \times (100 - (PB + CEN + ALM + FND + EE))) / EB \text{ (\%MS)}$	Noblet y Tran (2004)
	Harinas	$EN \text{ (kJ/kg MS)} = 10,8 \times PD + 36,1 \times EED + 13,5 \times ALM + 4,27 \times AZUC + 9,5 \times (MORD + FC \times 0,65 \times AZUC) \text{ (g/kg MS)}$ $FC = 0,94 - 0,96 \text{ (según productos)}$ $PD \text{ (g/kg MS)} = -12,5 + 0,763 \times PB \text{ (g/kg MS)}$ $EED \text{ (g/kg MS)} = -5 + 0,867 \times EE \text{ (g/kg MS)}$ $MORD \text{ (g/kg MS)} = 0,31 \times MOR \text{ (g/kg MS)}$	CVB (2002)
	Productos	<p><u>Aves</u></p> $EMin \text{ (MJ/kg MS)} = 8,898 + 0,01972 \times EE - 0,01291 \times FB \text{ (g/kg MS)}$	CVB (1994)

Concentrados de Proteína	ECUACIONES	Referencia
COLZA	<p>EB (kcal/kg MS) = 4256 + 14,73 x PB + 9,25 x FB + 52,4 x EE - 44,6 x CEN (%MS)</p> <p>EB (kcal/kg MS) = 4140 + 14,73 x PB + 9,25 x FB + 52,4 x EE - 44,6 x CEN (%MS)</p> <p>EB (kcal/kg MS) = 10 + 5,72 x PB + 9,5 x EE + 4,79 x FB + 4,17 x MELN (g/kg MS)</p> <p><u>Rumiantes</u></p> <p>EM (kJ/kg MS) = 15,9 x PD + 37,66 x EED + 13,81 x FBD + 14,64 x MELND - 0,63 x AZUC (g/kg MS) (corrección azúcares sólo si AZUC > 80 g/kg MS).</p> <p>PD (g/kg MS) = -30 + 0,921 x PB (g/kg MS)</p> <p>EED (g/kg MS) = -2,5 + 0,967 x EE (g/kg MS)</p> <p>FBD (g/kg MS) = 0,412 x FB (g/kg MS) (extractadas por presión)</p> <p>FBD (g/kg MS) = 0,376 x FB (g/kg MS) (por presión)</p> <p>MELND (g/kg MS) = 0,833 x MELN (g/kg MS) (por presión)</p> <p>MELND (g/kg MS) = 0,797 x MELN (g/kg MS) (por solventes)</p>	<p>Noblet y Tran (2004)</p> <p>Martin-Rosset et al. (2006)</p> <p>CVB (2002)</p>
	<p><u>Porcino</u></p> <p>ED (kcal/kg MS) = DE (%) x EB (kcal/kg MS)</p> <p>DE (%) = ((97,2 - 1,34 x FAD) + (106 - 1,21 x FND))/2 (%MS)</p>	<p>Noblet y Tran (2004)</p>
Harinas	<p>ED (kcal/kg MS) = 4129 + 47,9 x EE - 71,9 x FB (%MS). r² = 0,775</p>	<p>Bourdon (1986)</p>
Harinas	<p><u>Aves</u></p> <p>EM (kcal/kg MS) = 1810 + 65,6 x EE (%). Aplicable a colza productos</p>	<p>Bourdon (1986)</p>

Concentrados de Proteína	ECUACIONES	Referencia
GIRASOL Productos Semilla Harinas	$\text{EB (kcal/kg MS)} = 4094 + 14,73 \times \text{PB} + 9,25 \times \text{FB} + 52,4 \times \text{EE} - 44,6 \times \text{CEN} (\% \text{MS})$ $\text{EB (kcal/kg MS)} = -269 + 5,72 \times \text{PB} + 9,5 \times \text{EE} + 4,79 \times \text{FB} + 4,17 \times \text{MELN} (\text{g/kg MS})$ $\text{EB (kcal/kg MS)} = -57 + 5,72 \times \text{PB} + 9,5 \times \text{EE} + 4,79 \times \text{FB} + 4,17 \times \text{MELN} (\text{g/kg MS})$	Noblet y Tran (2004) Martin-Rosset et al. (2006)
Harinas	<u>Rumiantes</u> $\text{ED (kcal/kg MS)} = \text{DE} (\%) \times \text{EB} (\text{kcal/kg MS})$ $\text{DE} (\%) = 92,41 - 0,99 \times \text{FAD} (\% \text{MS}). r^2 = 0,76$	Djadi (1995)
Productos	$\text{EM (kJ/kg MS)} = 15,9 \times \text{PD} + 37,66 \times \text{EED} + 13,81 \times \text{FBD} + 14,64 \times \text{MELND} (\text{g/kg MS})$ $\text{PD (g/kg MS)} = -30 + 0,957 \times \text{PB} (\text{g/kg MS})$ $\text{EED (g/kg MS)} = -2,5 + 0,947 \times \text{EE} (\text{g/kg MS})$ $\text{FBD (g/kg MS)} = 73 - 0,073 \times \text{EE} - 0,073 \times \text{CEN} (\text{g/kg MS})$ $\text{MELND (g/kg MS)} = 0,957 \times \text{MELN} - 0,299 \times \text{FB} (\text{g/kg MS})$	CVB (2002)
Harinas	$\text{EN (UFL/kg MS)} = 1,16 - 0,016 \times \text{FB} (\% \text{MS})$ $\text{EN (UFL/kg MS)} = 1,22 - 0,016 \times \text{FAD} (\% \text{MS})$ $\text{EN (UFL/kg MS)} = 0,1 + 0,018 \times \text{PB} (\% \text{MS})$ $\text{EN (UFC/kg MS)} = 1,09 - 0,017 \times \text{FB} (\% \text{MS})$ $\text{EN (UFC/kg MS)} = 1,14 - 0,017 \times \text{FAD} (\% \text{MS})$ $\text{EN (UFC/kg MS)} = -0,01 + 0,018 \times \text{PB} (\% \text{MS})$	Sauvant et al. (1987)

Concentrados de Proteína	ECUACIONES	Referencia
<p>GIRASOL (<i>continuación</i>)</p> <p>Harinas</p> <p>Productos</p>	<p><u>Porcino</u></p> <p>ED (kcal/kg MS) = 4690 - 79 x FB (%MS). r = -0,958</p> <p>ED (kcal/kg MS) = 4027 + 13,4 x FB - 2,5 x FB² (%MS). r² = 0,972</p> <p>ED (MJ/kg MS) = 16,85 - 0,033 x FB (g/kg MS). r² = 0,92</p> <p>ED (kcal/kg MS) = DE (%) x EB (kcal/kg MS)</p> <p>DE (%) = ((90,8 - 1,27 x FB) + (94,9 - 1,32 x FAD) + (98,9 - 1,04 x FND))/3 (%MS)</p> <p>EN (kJ/kg MS) = 10,8 x PD + 36,1 x EED + 13,5 x ALM + 7,32 x AZUC + 9,5 x (160 + FC x 0,4 x AZUC) (g/kg MS)</p> <p>FC = 0,95 - 0,96 (<i>según productos</i>)</p> <p>PD (g/kg MS) = - 12,5 + 0,921 x PB - 0,063 x MOR (g/kg MS)</p> <p>EED (g/kg MS) = - 5 + 0,929 x EE (g/kg MS)</p> <p><u>Aves</u></p> <p>EMn (MJ/kg MS) = 2,626 - 0,00262 x CEN + 0,01062 x PB + 0,0262 x EE (g/kg MS)</p> <p>(<i>productos con FB < 280 g/kg MS</i>)</p>	<p>Pérez et al. (1986)</p> <p>Noblet (1993)</p> <p>Noblet y Tran (2004)</p> <p>CVB (2002)</p> <p>CVB (1994)</p>

Concentrados de Proteína	ECUACIONES	Referencia
SOJA	$EB \text{ (kcal/kg MS)} = 4094 + 14,73 \times PB + 9,25 \times FB + 52,4 \times EE - 44,6 \times CEN \text{ (\%MS)}$ $EB \text{ (kcal/kg MS)} = -78 + 5,72 \times PB + 9,5 \times EE + 4,79 \times FB + 4,17 \times MELN \text{ (g/kg MS)}$ $EB \text{ (kcal/kg MS)} = -94 + 5,72 \times PB + 9,5 \times EE + 4,79 \times FB + 4,17 \times MELN \text{ (g/kg MS)}$	<p>Noblet y Tran (2004)</p> <p>Martin-Rosset et al. (2006)</p>
	<p><i>Rumiantes</i></p>	CVB (2002)
	$EM \text{ (kJ/kg MS)} = 15,9 \times PD + 37,66 \times EED + 13,81 \times FBD + 14,64 \times MELND - 0,63 \times AZUC \text{ (g/kg MS)}$	
Grano	$PD \text{ (g/kg MS)} = -30 + 0,971 \times PB \text{ (g/kg MS)} \text{ (tratado térmicamente)}$	
Harinas	$PD \text{ (g/kg MS)} = -30 + 0,97 \times PB \text{ (g/kg MS)} \text{ (sin tratar o tratadas con xilosa)}$	
Harinas	$PD \text{ (g/kg MS)} = -30 + 0,95 \times PB \text{ (g/kg MS)} \text{ (tratadas con } CH_2O)$	
Grano y harina	$EED \text{ (g/kg MS)} = -2,5 + 0,967 \times EE \text{ (g/kg MS)} \text{ (extracción por presión)}$	
Harinas	$EED \text{ (g/kg MS)} = -2,5 + 0,81 \times EE \text{ (g/kg MS)} \text{ (sin tratar o tratadas)}$	
Grano	$FBD \text{ (g/kg MS)} = 0,795 \times FB \text{ (g/kg MS)} \text{ (tratado térmicamente)}$	
Harinas	$FBD \text{ (g/kg MS)} = 0,836 \times FB \text{ (g/kg MS)} \text{ (sin tratar o tratadas con } CH_2O)$	
Harinas	$FBD \text{ (g/kg MS)} = 0,736 \times FB \text{ (g/kg MS)} \text{ (tratadas con xilosa)}$	
Grano	$MELND \text{ (g/kg MS)} = 0,819 \times MELN \text{ (g/kg MS)} \text{ (tratado térmicamente)}$	
Harinas	$MELND \text{ (g/kg MS)} = 0,934 \times MELN \text{ (g/kg MS)} \text{ (sin tratar y tratadas con } CH_2O)$	
Harinas	$MELND \text{ (g/kg MS)} = 0,9195 \times MELN \text{ (g/kg MS)} \text{ (tratada con xilosa)}$	
Harinas	$EN \text{ (UFL/kg MS)} = 1,2 - 0,005 \times FB \text{ (\%MS)}$	Sauvant et al. (1987)
	$EN \text{ (UFL/kg MS)} = 1,2 - 0,004 \times FAD \text{ (\%MS)}$	
	$EN \text{ (UFL/kg MS)} = 0,95 - 0,004 \times PB \text{ (\%MS)}$	
	$EN \text{ (UFC/kg MS)} = 1,19 - 0,006 \times FB \text{ (\%MS)}$	
	$EN \text{ (UFC/kg MS)} = 1,19 - 0,005 \times FAD \text{ (\%MS)}$	
	$EN \text{ (UFC/kg MS)} = 0,9 + 0,005 \times PB \text{ (\%MS)}$	

Concentrados de Proteína		ECUACIONES	Referencia
SOJA (continuación)	Harinas	<p><u>Porcino</u> $ED \text{ (kcal/kg MS)} = DE \text{ (\%)} \times EB \text{ (kcal/kg MS)}$ $DE \text{ (\%)} = ((92,2 - 1,01 \times FB) + 2 \times (94,9 - 0,71 \times FND))/3 \text{ (\%MS)}$</p>	Noblet y Tran (2004)
	Productos	$EN \text{ (kJ/kg MS)} = 10,8 \times PD + 36,1 \times EED + 13,5 \times ALM + 8,54 \times AZUC + 9,5 \times (MORD + FC \times 0,3 \times AZUC) \text{ (g/kg MS)}$ $FC = 0,95 - 0,96 \text{ (según productos)}$ $PD \text{ (g/kg MS)} = -12,5 + 0,916 \times PB \text{ (g/kg MS) (tratado térmicamente)}$ $PD \text{ (g/kg MS)} = -12,5 + 1,023 \times PB - 0,157 \times MOR \text{ (g/kg MS)}$ $EED \text{ (g/kg MS)} = -5 + 0,874 \times EE \text{ (g/kg MS)}$ $MORD \text{ (g/kg MS)} = 0,866 \times MOR \text{ (g/kg MS) (tratado térmicamente)}$ $MORD \text{ (g/kg MS)} = 0,925 \times MOR - 0,001 \times MOR \times FB \text{ (g/kg MS)}$	CVB (2002)
	Grano		
	Harinas		
	Grano		
	Harinas		
	Harinas	<p><u>Aves</u> $EMn \text{ (MJ/kg MS)} = 7,69 - 0,00769 \times CEN + 0,006464 \times PB + 0,02943 \times EE - 0,01609 \times FB \text{ (g/kg MS) (con PB entre 154 y 706 g/kg MS, FB entre 29 y 369 g/kg MS y EE entre 4 y 85 g/kg MS)}$</p>	CVB (1994)

REFERENCIAS

- BOURDON D. (1986) Valeur nutritive des nouveaux tourteaux et graines entières de colza à basse teneur en glucosinolates por le porc à l'engrais. *Journées de la Recherche Porcine en France* 18:13-28.
- CVB (1994) *Veevoedertabel, 1994*. Ed. CVB. Lelystad (Holland).
- CVB (2002) *Veevoedertabel, 2002*. Ed. CVB. Lelystad (Holland).
- DJADI A. (1995) Evaluation nutritive du tourteau de tournesol intégrale. Master Thesis CIHEAM. Zaragoza, España.
- ENGLISH N., CUMMINGS J. (1984) Simplified method for the measurement of total non starch polysaccharides by gas liquid chromatography of constituents sugars as alditol acetates. *Analyst* 109: 937-942.
- FAIRBAIRN S. L., PATIENCE J.F., CLASSEN H.L., ZIJLSTRA R.T. (1999) The energy content of barley fed to growing pigs: characterizing the nature of its variability and developing prediction equations for its estimation. *Journal of Animal Science* 77(6): 1502-1512.
- LECLERCQ, B., 1985. Mesure et prédiction de la valeur énergétique: intérêt, signification, limites. Conférence Avicole WSPA - SIMAVIP. *Valeur énergétique et qualité des aliments* 1: 4-12.
- MARTIN-ROSSET W., ANDRIEU J., VERMOREL M., JESTIN M. (2006) Routine methods for predicting the net energy and protein values of concentrates for horses in the UFC and MADC systems. *Livestock Science* 100: 53-69.
- NOBLET J. (1993) Les systèmes d'appréciation de la valeur énergétique des aliments pour le porc. *INRA Productions Animales* 6(2): 105-115.
- NOBLET J., TRAN G. (2004). Estimation of energy value of feeds for pigs. *Feedmix* 11(4): 16-20.
- PÉREZ J.M., BOURDON D. (1984) Prévion de la valeur énergétique et azotée des sorghos à partir de leurs teneurs en tanins. *Journées de la Recherche Porcine en France* 16: 293-300.
- PÉREZ J.M., BOURDON D., BAUDET J.J., EVRARD J. (1986) Prévion de la valeur énergétique des tourteaux de tournesol a partir de leurs teneurs en constituants pariétaux. *Journées de la Recherche Porcine en France* 18: 35-46.
- SAUVANT D., AUFRERE J., MICHALET-DOREAU B. GIGER S, CHAPOUTOT P. (1987) Valeur nutritive des aliments concentres simples: tables et prévion. *Bulletin Technique Centre des Recherches Zootechniques et Vétérinaires de Theix* 70: 75-89.
- VILLAMIDE, M. J.; FUENTE, J. M.; PÉREZ DE AYALA, P.; FLORES, A., 1997. Energy evaluation of eight barley cultivars for poultry: effect of dietary enzyme addition. *Poultry Science*, 76(6), 834 - 840.