

REVISIÓN 3ª EDICIÓN TABLAS FEDNA: GRANOS DE CEREALES

Carlos de Blas Beorlegui, Paloma G. Rebollar, Gonzalo G. Mateos
Departamento de Producción Agraria. Universidad Politécnica de Madrid

Con la colaboración de:

Piero Agostini (Schothorst Feed Research), Eugenio Cegarra (Núter SA), Jaime Coma (Vall Companys SA), Luisa Delgado (AGAFAC/Galis), Diego G. Valencia (Cargill SA), Mercé Llordella (Agropecuaria Guissona), Jesús Méndez (COREN SCG), Pedro Pérez de Ayala (Trouw Nutrition SA) y Gerardo Santomá (Trouw Nutrition SA)

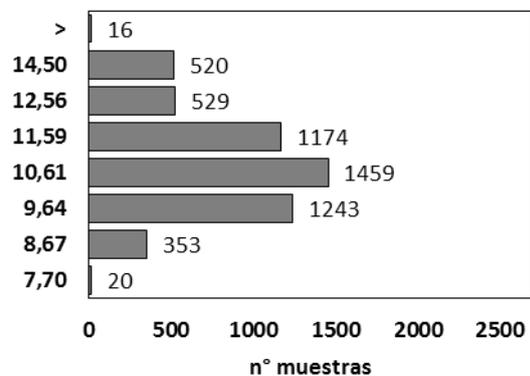
1.- INTRODUCCIÓN. BASE DE DATOS FEDNA 2016 GRANOS DE CEREALES

Con esta actualización de los valores de granos de cereales se inicia la revisión completa de la 3ª edición de las Tablas FEDNA que se prevé continuar con los grupos de subproductos de cereales (2017), concentrados de proteína vegetal (2018) y alimentos fibrosos, grasas y aceites y minerales y microingredientes (2019) como preparación a la presentación de la 4ª edición de las Tablas para 2020.

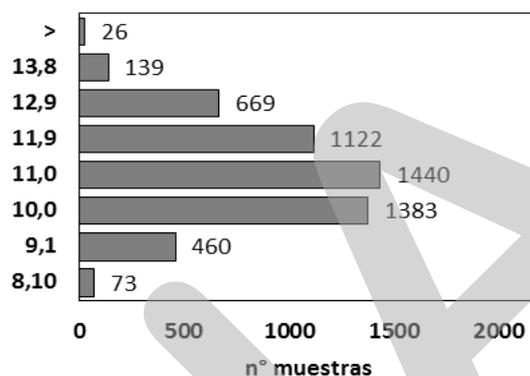
Para esta actualización se ha contado de nuevo con abundante información analítica reciente proporcionada por las empresas colaboradoras. En la figura 1 se recogen el número de datos y los valores medios, mínimos, máximos y el coeficiente de variación de los principales componentes analíticos de los granos de cereales de los que se ha dispuesto de un mayor volumen de información: cebada, centeno, maíz y trigo.

Figura 1a.- CEBADA (n=5.669)

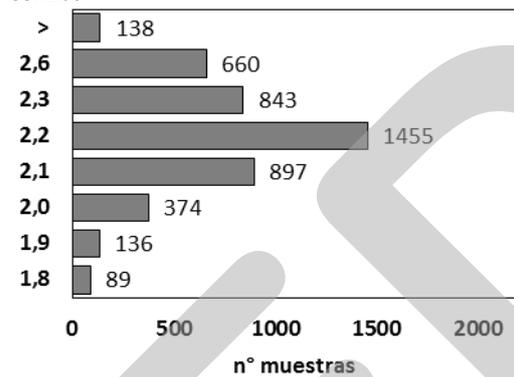
Humedad



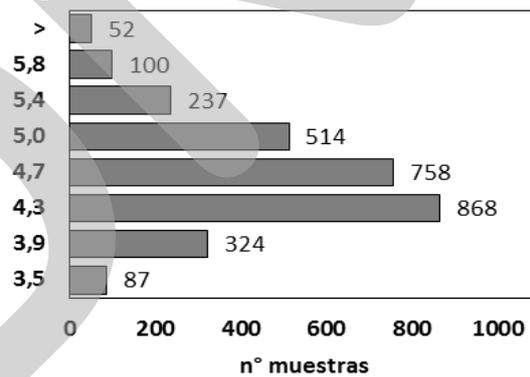
PB



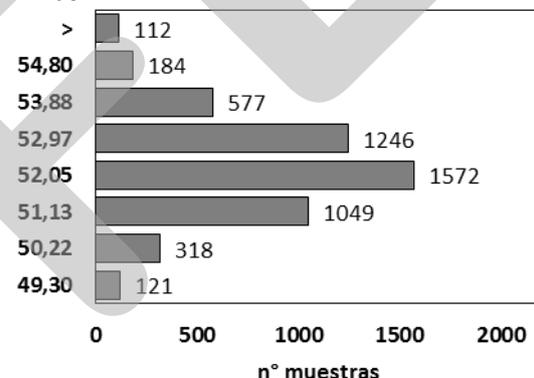
Cenizas



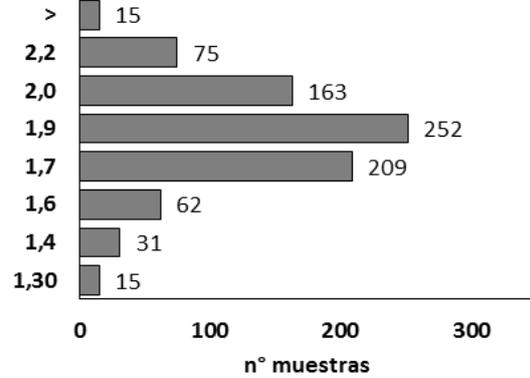
FB



Almidón

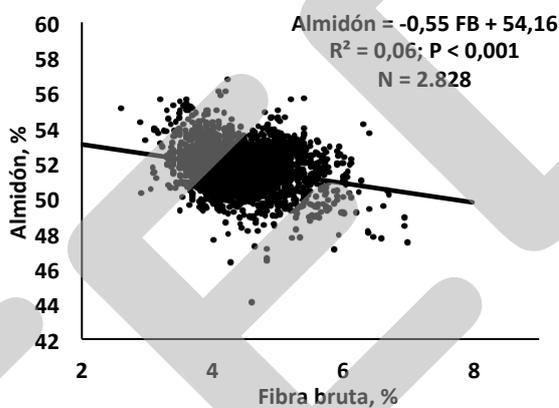
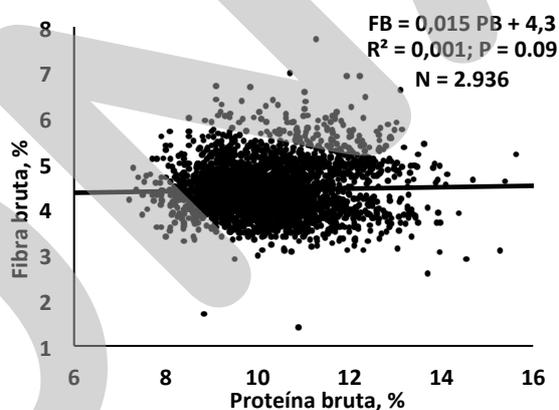
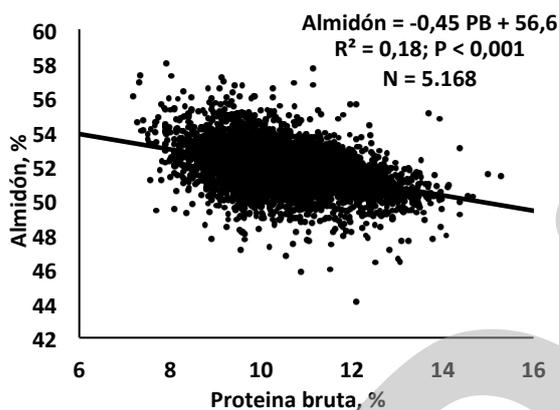


EE



Componente	Medias por FÁBRICAS				
	1	2	3	4	5
Humedad	10,6	12,4	11,5	10,2	10,6
Cenizas	2,2	2,1	2,1	2,2	2,3
PB	10,3	9,4	10,6	11,0	10,6
EE	1,8	1,7	-	1,6	1,6
FB	4,4	5,1	4,9	-	4,8
Almidón	51,7	52,1	52,0	52,0	53,1

REGRESIONES:

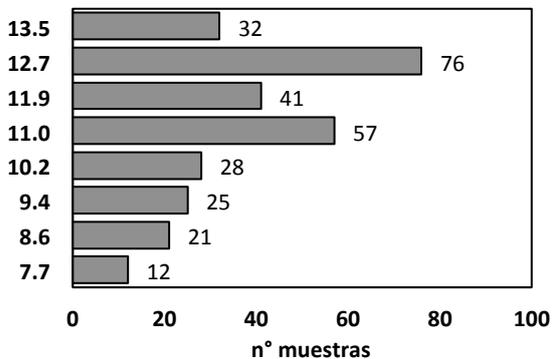


CORRELACIONES:

	Humedad	Cenizas	PB	EE	FB	Almidón
Humedad	1,00					
Cenizas	-0,52	1,00				
PB	-0,42	0,06	1,00			
EE	-0,28	0,21	0,15	1,00		
FB	0,12	0,17	0,03	0,14	1,00	
Almidón	0,00	-0,10	-0,42	-0,21	-0,25	1,00

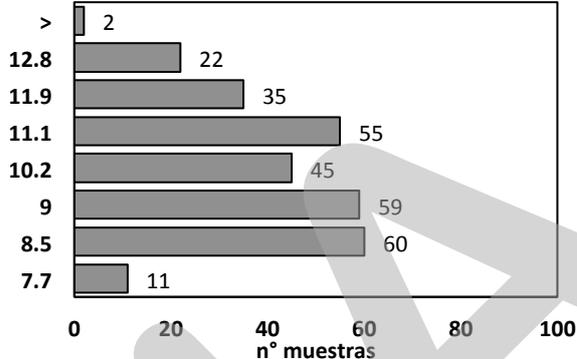
Figura 1b.- CENTENO (n=286)

Humedad



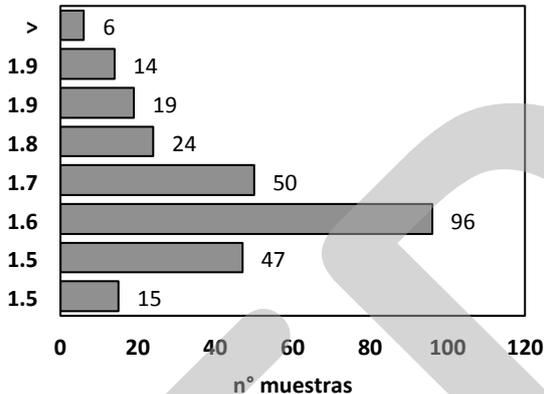
min: 6,9 max: 13,5 media: 11,1 C.V.: 17,0

PB



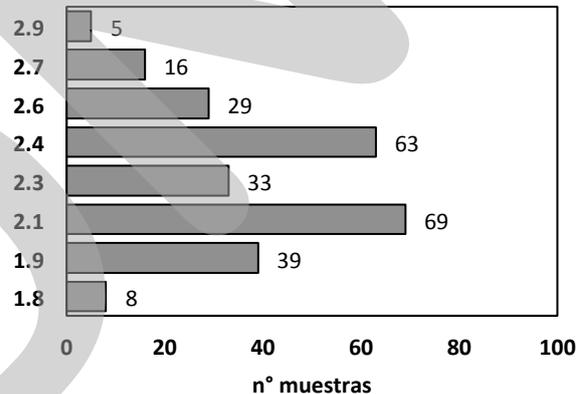
min: 6,8 max: 14,8 media: 9,8 C.V.: 14,2

Cenizas



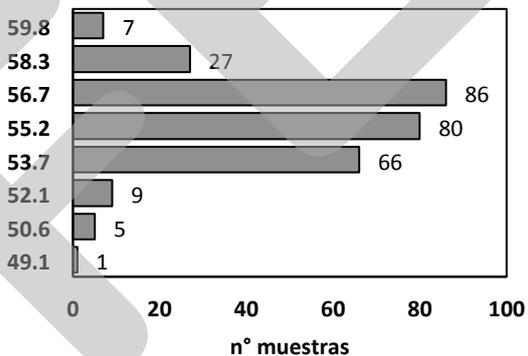
min: 1,4 max: 2,3 media: 1,6 C.V.: 10,0

FB



min: 1,6 max: 2,9 media: 2,3 C.V.: 12,2

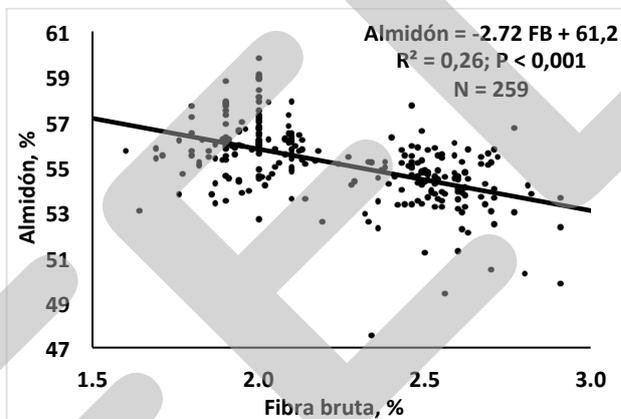
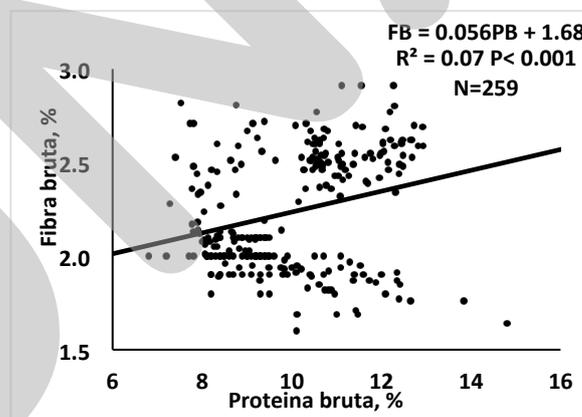
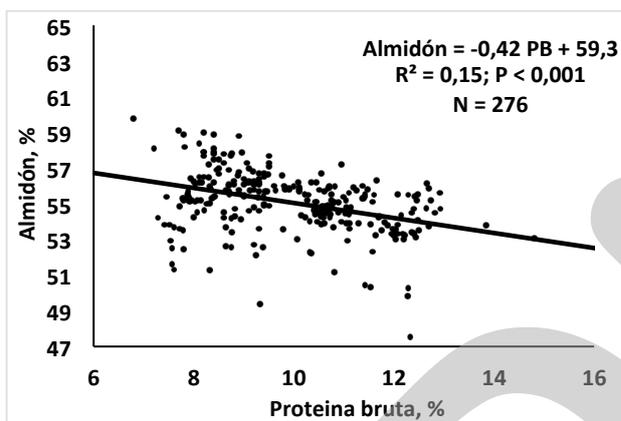
Almidón



min: 47,5 max: 59,8 media: 54,9 C.V.: 3,6

Componente	Medias por FÁBRICAS			
	1	2	3	4
Humedad	10,2	11,1	12,2	12,0
Cenizas	1,6	1,7	1,6	1,6
PB	9,5	9,4	8,2	10,8
FB	2,0	2,5	-	2,5
Almidón	56,1	53,3	54,2	54,6

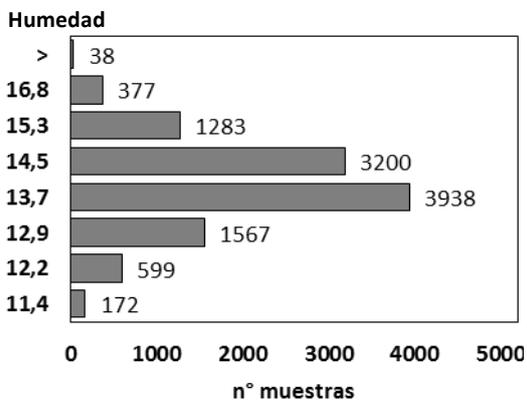
REGRESIONES:



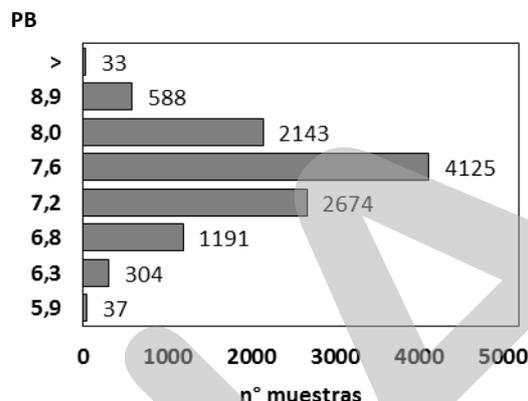
CORRELACIONES:

	Humedad	Cenizas	PB	FB	Almidón
Humedad	1,00				
Cenizas	-0,10	1,00			
PB	-0,11	0,89	1,00		
FB	0,14	-0,01	0,27	1,00	
Almidón	-0,17	-0,29	-0,39	-0,50	1,00

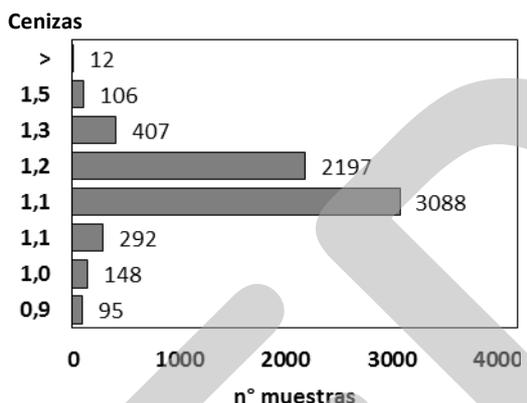
Figura 1c.- MAÍZ (n=11.805)



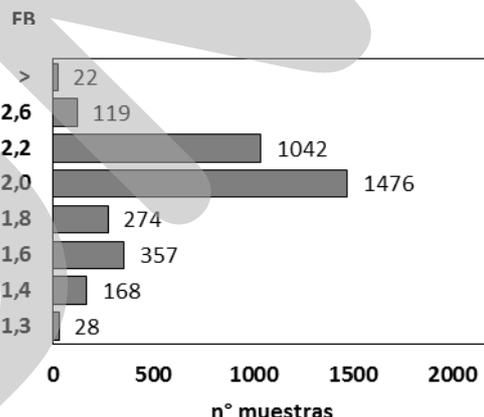
min: 5,0 max: 25,7 media: 13,6 C.V.: 7,2



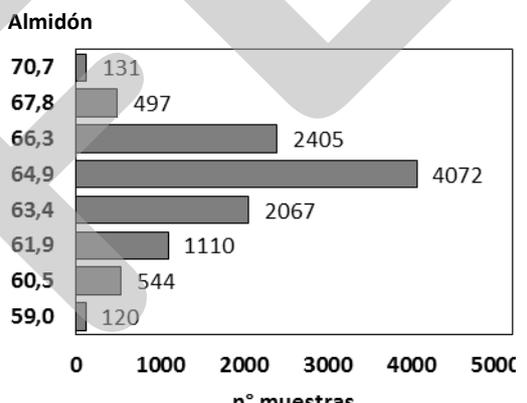
min: 5,2 max: 10,2 media: 7,3 C.V.: 6,8



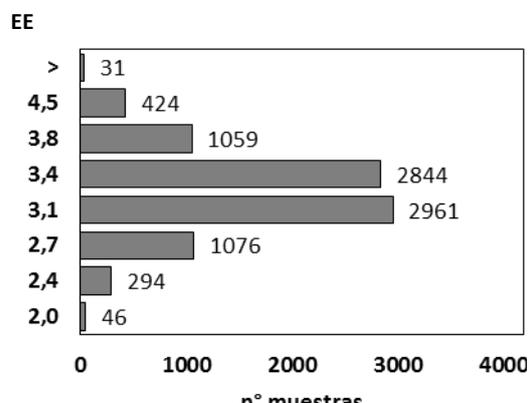
min: 0,4 max: 2,2 media: 1,1 C.V.: 7,1



min: 0,6 max: 4,3 media: 2,1 C.V.: 13,3



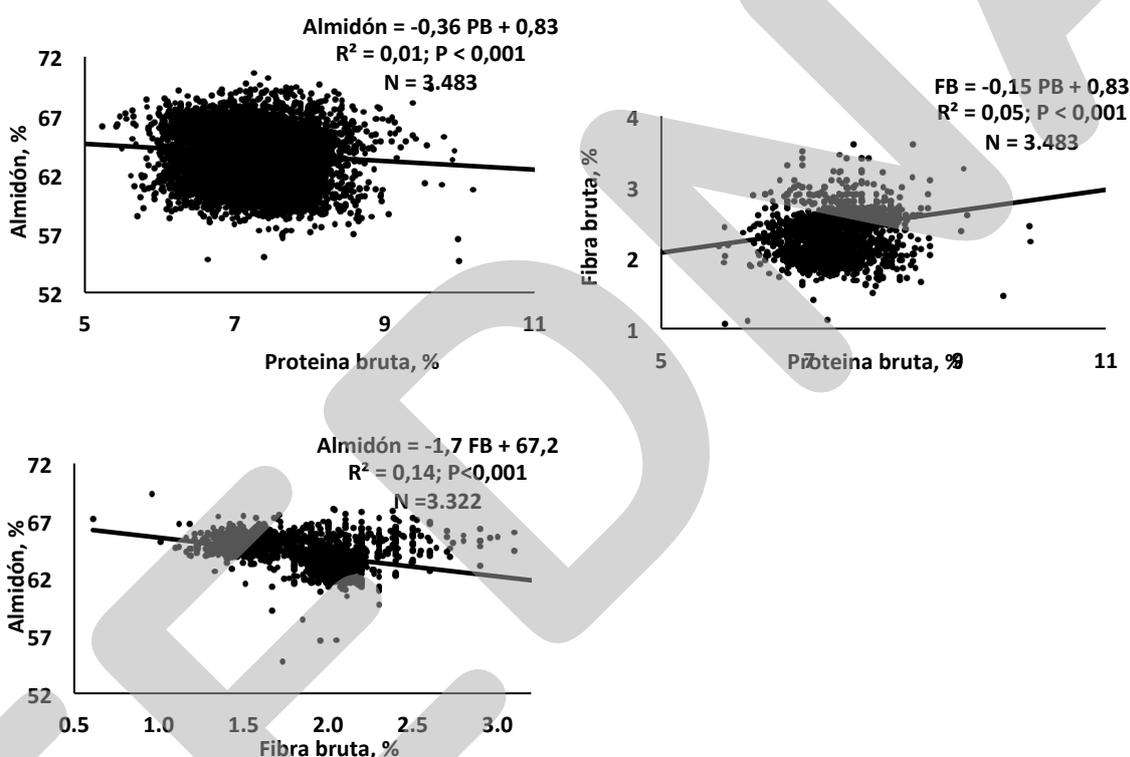
min: 45,5 max: 70,6 media: 63,8 C.V.: 2,9



min: 1,0 max: 5,5 media: 3,3 C.V.: 13,4

Componente	Medias por FÁBRICAS				
	1	2	3	4	5
Humedad	14,0	13,6	13,5	13,4	13,7
Cenizas	1,1	1,2	1,3	1,2	1,2
PB	7,4	7,2	7,3	7,2	7,2
EE	3,3	3,3	3,3	3,2	3,3
FB	1,9	2,3	-	-	2,2
Almidón	63,9	65,3	65,2	63,6	63,7

REGRESIONES:

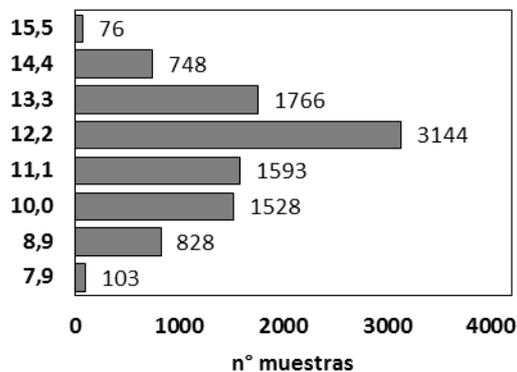


CORRELACIONES:

	Humedad	Cenizas	PB	EE	FB	Almidón
Humedad	1,00					
Cenizas	-0,26	1,00				
PB	-0,10	0,25	1,00			
EE	-0,03	0,29	0,15	1,00		
FB	-0,21	0,40	0,22	0,09	1,00	
Almidón	-0,31	0,07	-0,10	-0,11	-0,37	1,00

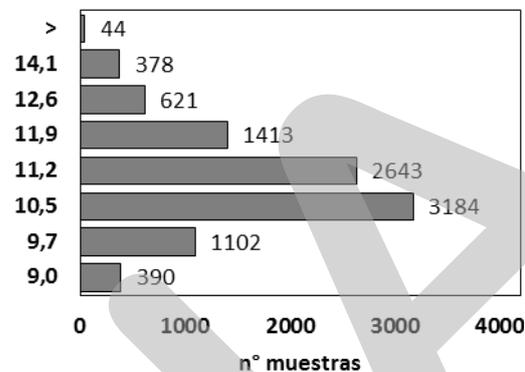
Figura 1d.- TRIGO BLANDO (n=10.355)

Humedad



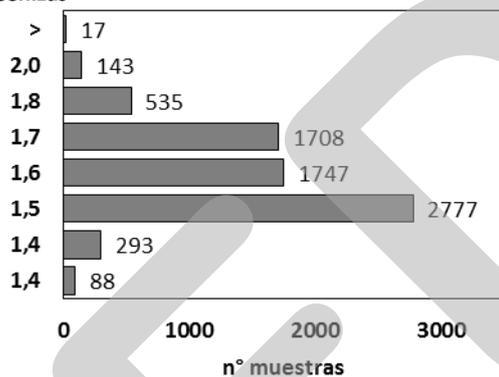
min: 6,8 max: 15,5 media: 11,2 C.V.: 13,7

PB



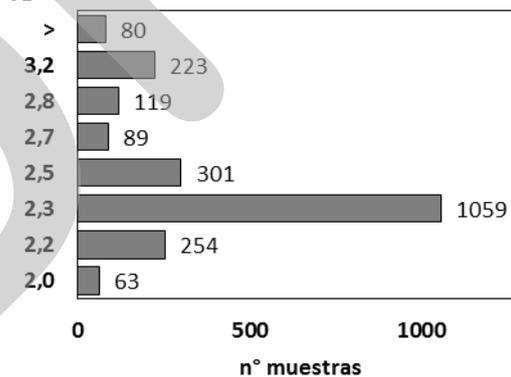
min: 7,3 max: 16,3 media: 10,6 C.V.: 9,6

Cenizas



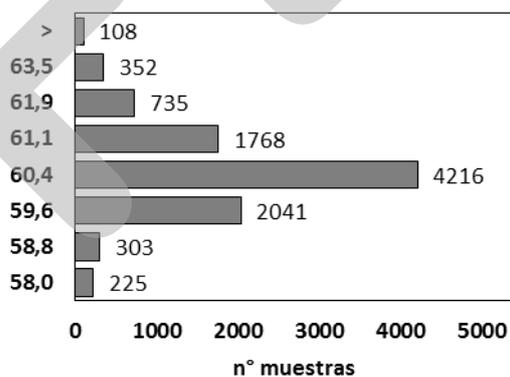
min: 1,0 max: 2,2 media: 1,6 C.V.: 6,5

FB



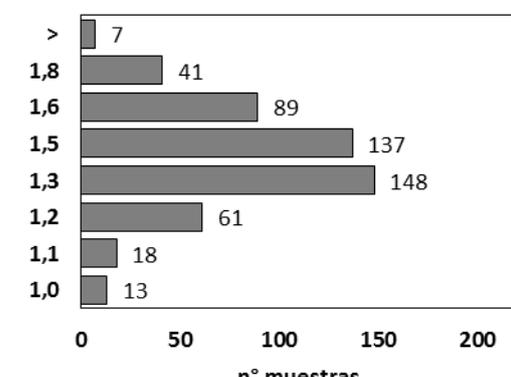
min: 1,5 max: 3,6 media: 2,4 C.V.: 13,5

Almidón



min: 49,9 max: 71,3 media: 60,4 C.V.: 2,0

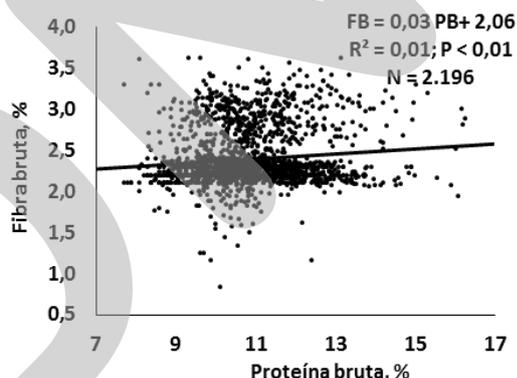
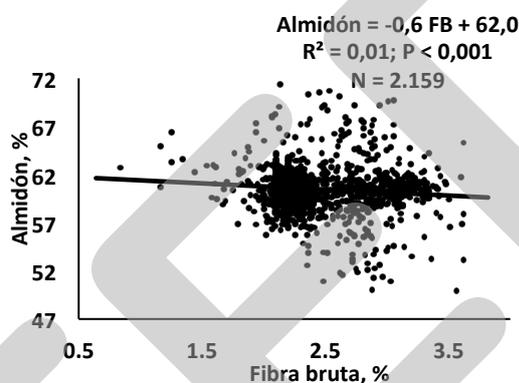
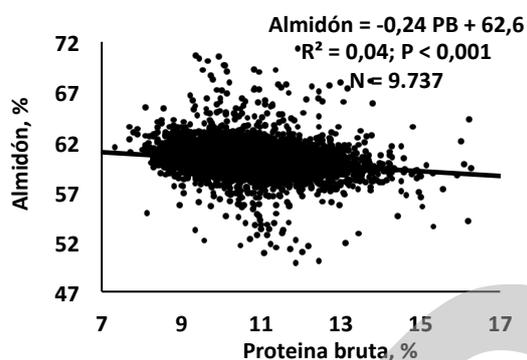
EE



min: 0,8 max: 2,4 media: 1,4 C.V.: 13,1

Componente	Medias por FÁBRICAS				
	1	2	3	4	5
Humedad	11,2	12,9	10,5	11,2	11,7
Cenizas	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6
PB	10,9	9,8	10,9	10,6	10,8
EE	1,4	1,3	-	-	1,4
FB	2,3	2,6	3,0	-	3,0
Almidón	60,5	60,3	60,5	60,0	61,1

REGRESIONES:



CORRELACIONES:

	Humedad	Cenizas	PB	FB	EE	Almidón
Humedad	1,00					
Cenizas	-0,70	1,00				
PB	-0,29	0,43	1,00			
FB	0,13	0,28	0,05	1,00		
EE	-0,10	0,38	0,11	0,18	1,00	
Almidón	-0,09	-0,17	-0,20	-0,12	-0,12	1,00

Los menores coeficientes de variación (entre el 2,0 y el 3,6%) correspondieron al almidón, mientras que el resto resultaron ser próximos o ligeramente superiores al 10%. Estos valores indican una elevada variabilidad relativa de algunos resultados, de forma que mientras que el contenido medio en humedad de las muestras de trigo ($CV = 13,7\%$) fue de un 11,2%, una proporción elevada (un sexto) estuvo por encima del 12,7% y otra sexta parte por debajo del 9,7%. En general, la mayor variabilidad correspondió a las muestras de centeno y la menor a las de maíz.

En el cuadro 1 se muestra una comparación entre los valores de desviación estándar obtenidos en este estudio con respecto a los del INRA (2004) y CVB (2016). Los resultados son similares aunque en trigo y cebada los datos FEDNA son superiores para PB e inferiores para almidón.

Cuadro 1.- Desviación estándar de las concentraciones de los principales principios nutritivos en distintas bases de datos

	INRA (2004)	CVB (2016)	FEDNA (2016)
1. Cebada			
Humedad	1,2	0,8	1,4
Proteína	0,9	0,8	1,2
Fibra bruta	0,7	0,5	0,6
Almidón	2,3	2,3	1,3
2. Maíz			
Humedad	1,1	0,7	1,0
Proteína	0,7	0,4	0,5
Fibra bruta	0,4	0,3	0,3
Almidón	1,9	1,2	1,9
3. Trigo			
Humedad	1,1	0,9	1,5
Proteína	0,9	0,9	1,0
Fibra bruta	0,3	0,2	0,3
Almidón	1,9	2,0	1,2

Asimismo, en la figura 1 se presentan los valores medios por empresa, que resultaron ser bastante próximos, los coeficientes de correlación y las ecuaciones de regresión entre los principales componentes analizados. En todos los casos, se observaron correlaciones negativas entre la concentración de almidón y las de fibra bruta y proteína, mientras que la correlación entre fibra bruta y proteína fue menos significativa y siempre positiva. Las correlaciones más elevadas se obtuvieron para cebada y centeno y las más bajas para maíz y trigo.

Por otra parte, en el cuadro 2 se resume información complementaria obtenida para otros granos de cereales con menor grado de uso por la industria en estos últimos años.

Cuadro 2.- Valores analíticos medios (% sobre fresco) de otros granos de cereales

	n	Humedad	Cenizas	PB	EE	FB	Almidón
Avena	130	9,5	2,8	9,9	4,9	12,8	36,1
Sorgo	180	13,0	1,3	8,9	3,0	2,3	64,2
Triticale	37	12,3	1,8	10,3	1,5	3,2	58,7

En la información proporcionada por las empresas, el parámetro utilizado de forma mayoritaria para expresar la concentración de pared celular fue la fibra bruta. En el cuadro 3 se presentan valores equivalentes de los valores de fibra de Van Soest (FND, FAD y LAD) derivados de la limitada información recibida y de datos bibliográficos. Como puede apreciarse, existe una elevada correlación entre los niveles de FND y FB ($\%FND = 1.94 \%FB + 6,62$; $R^2 = 0,94$); por otra parte, la proporción LAD/FND en este tipo de ingredientes es relativamente baja (7,9% como media) y poco variable entre unos cereales y otros.

Cuadro 3.- Contenido de fibra de Van Soest (% sobre fresco) en los principales granos de cereales

	FB	FND	FAD	LAD
Avena	12,8	30,9	14,2	2,6
Cebada	4,7	18,1	5,5	1,1
Centeno	2,3	13,6	3,4	1,0
Maíz	2,1	9,0	2,8	0,7
Sorgo	2,3	9,3	4,5	0,8
Trigo	2,4	10,6	3,1	1,0

Por otra parte, en el cuadro 4 se muestra la concentración de fibra soluble en los granos de cereales según distintas fuentes y distintos métodos de valoración. Los valores determinados son bajos en el caso del maíz y del trigo y significativos en el centeno, siendo intermedios los de avena y cebada. La principal particularidad del grano de centeno con respecto a otros granos es su contenido apreciable (próximo a un 10%) en arabinosilanos (pentosanas) de alto peso molecular. Estos componentes pueden absorber 15-20 veces su peso en agua, incrementando notablemente la viscosidad del contenido digestivo en aves jóvenes (ver cuadro 5), dando lugar a una disminución de la digestibilidad y a la producción de heces húmedas en aves. Estos efectos negativos pueden corregirse en parte mediante la utilización de enzimas (pentosanasas) exógenas.

Cuadro 4.- Contenido de fibra soluble (FS total y FNDs, % MS) en distintos granos de cereales

	FS total¹	FNDs²	FNDs³	Principales componentes
Avena	4,8	-	6,6	β -glucanos
Cebada	6,6	8,3	5,2	β -glucanos
Centeno	8,0	9,5	8,7	β -glucanos + AX
Maíz	1,8	1,3	2,1	
Trigo	4,6	4,4	2,1	AX

¹ Bach-Knudsen, 1997; ² Van Amburgh et al. 1988; Losada et al., 2009; ³ CVB, 2016

Cuadro 5.- Variación de la viscosidad entre grados de cereales (ml/g, INRA, 2004)

Cereal	Viscosidad
Centeno	21,0
Avena	4,2
Cebada	4,2
Trigo	1,9
Maíz	0,6
Sorgo	0,3

2.- COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA MEDIA CON OTRAS BASES DE DATOS

En los cuadros 6, 7, 8 y 9 se muestra una comparación de los valores medios obtenidos en esta revisión (FEDNA, 2016) para los principales granos de cereales utilizados en España (cebada, centeno, maíz y trigo), con los de otras bases de datos europeas (INRA, 2004; Premier, 2014; Evonik, 2016 y CVB, 2016) y americanas (Tablas Brasileñas, 2011 y NRC, 2012), así como con los datos publicados en la tercera edición de las Tablas (FEDNA, 2010).

Cuadro 6.- Variabilidad de la concentración en nutrientes (% MS) entre diferentes bases de datos: grano de cebada

	INRA, 2004	FEDNA, 2010	NRC, 2012	Premier, 2014	Evonik, 2016	CVB, 2016	FEDNA, 2016
n	2.739	3.297	70	-	613	-	5.669
Humedad	13,3	9,8	10,1	13,0	12,0	13,3	11,1
Cenizas	2,5	2,4	2,7	2,5	2,5	2,3	2,4
PB	11,6	12,5	12,6	12,6	11,9	11,5	11,8
EE	2,1	2,2	2,3	1,8	2,8	2,1	1,9
FB	5,3	5,0	4,3	5,5	5,0	5,0	5,2
Almidón	60,2	56,7	55,8	59,2	59,5	62,3	58,3

Cuadro 7.- Variabilidad de la concentración en nutrientes (% MS) entre diferentes bases de datos: grano de centeno

	INRA, 2004	FEDNA, 2010	NRC, 2012	Premier, 2014	CVB, 2016	FEDNA, 2016
n	284	107	2	-	-	286
Humedad	12,7	10,9	10,6	13,0	12,8	11,0
Cenizas	2,1	1,8	2,0	2,0	1,8	2,6
PB	10,3	9,8	13,1	11,2	11,1	11,0
EE	1,4	1,5	2,2	1,8	1,5	1,6
FB	2,2	2,5	3,0	2,8	2,4	2,6
Almidón	61,6	61,3	66,3	61,0	62,1	61,7

Cuadro 8.- Variabilidad de la concentración en nutrientes (% MS) entre diferentes bases de datos: grano de maíz

	INRA, 2004	FEDNA, 2010	Brasil, 2011	NRC, 2012	Premier, 2014	Evonik, 2016	CVB, 2016	FEDNA, 2016
n	2.634	3.853	-	160	-	1.200	-	11.805
Humedad	13,6	13,8	12,5	11,7	13,0	12,0	13,3	13,6
Cenizas	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3
PB	9,4	8,7	9,0	9,3	9,2	8,6	8,8	8,4
EE	4,3	4,2	4,1	4,0	4,1	4,2	4,1	3,8
FB	2,5	2,7	1,9	2,3	2,3	2,5	2,3	2,4
Almidón	74,2	73,4	71,7	70,9	72,4	73,4	74,8	73,8

Cuadro 9.- Variabilidad de la concentración en nutrientes (% MS) entre diferentes bases de datos: grano de trigo

	INRA, 2004	FEDNA, 2010	Brasil, 2011	NRC, 2012	Premier, 2014	Evonik, 2016	CVB, 2016	FEDNA, 2016
n	7.068	3.087	-	46	-	831	-	10.355
Humedad	13,2	11,4	11,9	13,6	13,0	12,0	14,2	11,5
Cenizas	1,8	1,8	1,8	2,3	2,0	1,9	1,7	1,8
PB	12,1	12,6	13,3	12,6	12,6	13,3	13,0	12,0
EE	1,7	2,0	1,9	1,6	1,7	2,2	1,6	1,6
FB	2,5	3,2	2,7	-	2,3	2,8	2,7	2,8
Almidón	69,7	66,6	62,3	69,4	69,0	68,4	70,3	68,0

En general se aprecia una elevada concordancia entre las distintas fuentes. No obstante, de los resultados también se observa que, en el caso de los cereales de invierno, los valores de FEDNA (tanto en 2010 como en 2016) para humedad y también para proteína bruta y almidón sobre materia seca tienden a ser entre 1 y 4 unidades porcentuales inferiores con respecto a los de otros países europeos. En el caso del maíz también se ha obtenido un contenido medio en proteína bruta y extracto etéreo inferiores en el valor FEDNA-2016 (8,4 y 3,8% MS) que en el resto de bases de datos. Los contenidos generalmente más bajos en proteína en FEDNA que en otros países podrían ser reflejo de diferencias en las técnicas de cultivo, especialmente en la fertilización nitrogenada y los derivados de la selección genética, y de la variabilidad en las condiciones climáticas. También se aprecian cambios en los valores medios de la composición de los principales granos (cebada, maíz y trigo) entre los datos generados para FEDNA-2010 y FEDNA-2016, ya que de forma consistente los niveles de proteína bruta han disminuido en términos relativos del orden de un 5% mientras que los de almidón han aumentado cerca de un 2%. En todas estas comparaciones no debe olvidarse que una parte significativa del volumen de granos de cereales utilizado en España procede de otros países, especialmente en el caso del trigo y el maíz (sobre todo países limítrofes del Mar Negro, pero también Reino Unido para el trigo, Francia y América para el maíz y Alemania para el centeno).

Con respecto a los datos analíticos de la 3ª edición de las Tablas (FEDNA-2010) la nueva base de datos (FEDNA-2016) da lugar a valores muy similares, aunque se aprecia una ligera tendencia hacia un incremento en el contenido en almidón (entre 0,4 y 1,3 ud porcentuales según granos) que se acompaña por una ligera disminución tanto de la concentración de proteína en cebada, maíz y trigo, como en la de fibra bruta en maíz y trigo (entre 0,3 y 0,7 unidades porcentuales).

Por lo que se refiere a las tablas americanas son de destacar las bajas concentraciones relativas asignadas al almidón para la cebada y maíz en las Tablas NRC

(55,8 y 70,9% sobre MS, respectivamente) y para el maíz y trigo en las Tablas Brasileñas (71,7 y 62,3% sobre MS, respectivamente). Estos valores inferiores podrían estar relacionados con el hecho de que al menos los valores del NRC derivan de trabajos experimentales donde tiende a utilizarse el método enzimático de análisis, lo que da lugar a estimaciones del contenido en almidón algo inferiores a los obtenidos por el método polarimétrico (Ewers, ver cuadro 10) que es el más generalmente utilizado por los fabricantes de pienso, y por tanto es la base de los datos FEDNA. Es también notable el alto contenido en almidón asignado al centeno en NRC (66,3% MS), aunque fue obtenido a partir de una base de datos muy limitada (n = 2).

Cuadro 10.- Diferencias entre bases de datos: Metodología determinación almidón (% sobre fresco, CVB, 2016)

	Ewers	Enzimático
Maíz	64,9	62,0
Sorgo	62,5	60,6
Trigo blando	60,3	58,9
Centeno	54,0	51,4
Cebada	54,0	52,8
Avena	40,0	38,0

Otra causa habitual de variabilidad analítica entre fuentes (aunque poco relevante en este grupo de ingredientes) es la aplicación o no de hidrólisis ácida antes de la estimación del contenido en lípidos a partir del peso del residuo de extracto etéreo. Las diferencias reportadas con ambos métodos por el CVB (2016) se muestran en el cuadro 11.

Cuadro 11.- Diferencias entre bases de datos: Efecto de la hidrólisis ácida previa en la estimación del extracto etéreo (% sobre fresco, CVB, 2016)

	Sin HA	Con HA
Avena	4,0	4,6
Maíz	3,6	4,2
Sorgo	2,8	3,5
Cebada	1,8	2,7
Trigo	1,4	1,8
Centeno	1,3	1,8

3.- VALORES ENERGÉTICOS

Los valores energéticos asignados en diferentes Tablas para rumiantes (expresados en ENI/kg MS y una equivalencia de 1.700 kcal/UFI), porcino en crecimiento (kcal ENc/kg MS) y aves (kcal EMAn/kg MS), se muestran en los cuadros 12, 13 y 14, respectivamente, tanto en valor absoluto como en valor relativo asignando al trigo el valor 100. El procedimiento de cálculo de los valores de FEDNA-2016 se muestra en el anejo 2. En líneas generales, los valores energéticos son bastante concordantes cuando se expresan en valor relativo, habiéndose marcado en negrita los que resultan más discrepantes con respecto al resto. Las diferencias entre tablas son mayores cuando los valores se expresan en valor absoluto y especialmente si la comparación se hace en base a sustancia fresca, ya que en este caso no se consideran las variaciones existentes en el contenido en MS entre las diversas bases de datos. Como consecuencia, es importante a la hora de formular usar una única fuente de datos para todos los ingredientes del pienso, para minimizar los errores derivados del uso de fórmulas de cálculo diferentes.

En el conjunto de datos disponibles en la actualidad, los valores relativos que se deducen de las tablas FEDNA (2016) se encuentran en general en situaciones intermedias con respecto a otras tablas. Una excepción la constituye el caso del grano de trigo en ganado porcino y aves, cuyos valores energéticos parecen estar subvaloradas con respecto a los otros granos. Sin embargo este resultado puede en parte justificarse por el menor contenido en almidón de las muestras de trigo y cebada en FEDNA-2016 que en otras tablas europeas. Los valores energéticos asignados al maíz tienden a ser igualmente ligeramente más bajos en las Tablas FEDNA-2016, lo que podría estar relacionado con la menor concentración de extracto etéreo con respecto a otras bases de datos.

Cuadro 12.- Valor energético cereales según distintas fuentes. 1. Rumiantes (kcal ENI/kg MS)

	NRC, 2001		INRA, 2007		FEDNA, 2010		CVB, 2016		FEDNA, 2016*	
	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹
Avena	1.770	88,9	1.486	74,3	1.721	86,2	1.758	86,9	1.657	82,6
Cebada	1.860	93,5	1.863	93,2	1.903	95,4	1.925	95,2	1.902	94,8
Centeno	-	-	2.006	100,4	1.963	98,4	1.968	97,3	1.961	97,7
Maíz	2.010	101,0	2.086	104,4	2.110	105,7	2.149	106,3	2.084	103,8
Sorgo	1.800	90,4	2.064	103,3	2.013	100,8	1.965	97,2	2.018	100,6
Trigo	1.990	100	1.998	100	1.995	100	2.022	100	2.007	100

¹Base 100 trigo

* UFI x 1.700

Cuadro 13.- Valor energético cereales según distintas fuentes. 2. Porcino (kcal ENc/kg MS)

	INRA, 2004		FEDNA, 2010		Brasil, 2011		NRC, 2012		CVB, 2016		FEDNA, 2016	
	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹
Avena	2.157	74,6	2.167	79,0	-	-	2.106	70,1	2.289	77,9	2.178	78,4
Cebada	2.630	90,9	2.605	95,0	-	-	2.588	86,1	2.756	93,8	2.612	94,0
Centeno	2.703	93,5	2.623	95,6	-	-	2.752	91,6	2.742	93,3	2.661	95,7
Maíz	3.067	106,0	3.074	112,1	3.027	106,4	3.026	100,7	3.170	107,9	2.950	106,2
Sorgo	3.029	104,7	2.897	105,6	2.969	104,4	3.110	103,5	3.089	105,1	2.923	105,2
Trigo	2.892	100	2.743	100	2.843	100	3.003	100	2.938	100	2.797	100

¹Base 100 trigo

Cuadro 14.- Valor energético cereales según distintas fuentes. 3. Aves (kcal EMAn/kg MS)

	NRC, 1994 ²		INRA, 2004 ³		FEDNA, 2010 ⁴		Brasil, 2011		CVB, 2016 ⁵		FEDNA, 2016	
	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹	Absoluto	Relativo ¹
Avena	2.865	79,3	2.667	77,6	2.778	79,3	-	-	2.861	80,0	2.626	75,8
Cebada	2.933	81,2	3.172	92,4	3.135	89,6	-	-	3.284	91,8	3.084	89,2
Centeno	2.937	81,3	3.150	91,8	3.061	87,5	-	-	3.157	88,2	3.121	90,1
Maíz	3.798	105,1	3.704	107,9	3.805	108,7	3.865	110,4	3.825	106,9	3.800	109,7
Sorgo	3.593	99,5	3.815	111,1	3.690	105,4	3.876	110,7	3.674	102,7	3.747	108,2
Trigo	3.611	100	3.433	100	3.499	100	3.501	100	3.578	100	3.548	100

¹Base 100 trigo²varios tipos de animales y de metodologías, incluyendo EM verdadera según tipo de alimento³gallos⁴pollos > 20 d y ponedoras⁵ponedoras.

4.- VALORES PROTEICOS

El perfil en aminoácidos esenciales de la proteína de los granos de cereales según diferentes fuentes se muestra en el cuadro 15.

Cuadro 15. Perfil de aminoácidos esenciales (%PB) de los principales granos de cereales según diversas fuentes

		Lys	Met	M+C	Thr	Trp	Ile	Val	Arg
Avena	INRA, 2004	4,18	1,84	5,10	3,47	1,22	3,78	5,31	6,73
	FEDNA, 2010	3,91	1,61	4,60	3,33	1,38	3,68	4,94	6,55
	NRC, 2012	4,38	6,07	9,29	3,75	1,25	3,66	5,63	6,52
	Premier, 2014	3,85	1,54	4,40	3,08	1,21	3,63	5,05	6,04
	Evonik, 2016	4,00	1,62	4,48	3,33	1,33	3,62	5,05	6,48
	CVB, 2016	4,10	1,70	4,70	3,50	1,20	3,70	5,20	6,50
Cebada	INRA, 2004	3,76	1,68	4,06	3,47	1,29	3,56	5,15	4,75
	FEDNA, 2010	3,65	1,67	3,85	3,33	1,25	3,54	5,00	4,90
	NRC, 2012	3,54	1,77	4,07	3,19	1,15	3,27	4,60	4,69
	Premier, 2014	3,73	1,64	3,82	3,36	1,27	3,36	4,73	4,91
	Evonik, 2016	3,62	1,62	3,81	3,33	1,24	3,43	4,86	4,95
	CVB, 2016	3,60	1,70	3,90	3,40	1,15	3,50	4,90	4,90
Centeno	INRA, 2004	3,89	1,56	3,89	3,44	1,00	3,44	4,78	5,00
	FEDNA, 2010	3,79	1,72	4,02	3,33	1,03	3,33	4,60	5,06
	Premier, 2014	3,80	1,70	4,00	3,40	1,10	3,50	4,60	5,10
	Evonik, 2016	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
	CVB, 2016	3,80	1,70	4,10	3,30	1,00	3,40	4,70	5,10
Maíz	INRA, 2004	2,96	2,10	4,57	3,70	0,62	3,70	5,06	4,69
	FEDNA, 2010	2,93	2,13	4,27	3,60	0,80	3,47	4,80	4,53
	Brasil, 2011	2,91	2,03	4,18	4,05	0,76	3,42	4,68	4,68
	NRC, 2012	3,05	2,20	4,51	3,41	0,73	3,41	4,63	4,51
	Premier, 2014	3,00	2,00	4,25	3,50	0,75	3,25	4,88	4,75
	Evonik, 2016	3,03	2,11	4,34	3,55	0,79	3,42	4,74	4,74
	CVB, 2016	2,90	2,10	4,30	3,60	0,70	3,40	4,80	4,70
Sorgo blanco	INRA, 2004	2,34	1,60	3,51	3,30	1,06	4,26	5,43	4,04
	FEDNA, 2010	2,25	1,69	3,60	3,37	1,12	3,93	5,06	3,93
	Brasil, 2011	2,22	1,67	3,33	3,22	1,11	4,00	5,00	3,89
	NRC, 2012	2,13	1,70	3,62	3,19	0,74	3,83	4,89	3,83
	Premier, 2014	2,32	1,79	3,58	3,26	1,05	3,89	4,95	3,79
	Evonik, 2016	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90
	CVB, 2016	2,40	1,80	3,70	3,30	1,10	4,00	5,00	4,00
Trigo blando	INRA, 2004	2,95	1,62	4,00	3,05	1,24	3,62	4,48	5,05
	FEDNA, 2010	2,77	1,61	3,75	2,86	1,16	3,57	4,29	4,82
	Brasil, 2011	2,99	1,71	4,19	3,16	1,28	3,85	4,70	5,21
	NRC, 2012	3,21	2,02	4,77	3,21	1,28	3,12	4,31	4,77
	Premier, 2014	2,82	1,55	3,91	2,82	1,18	3,45	4,18	4,73
	Evonik, 2016	2,82	1,54	3,76	2,82	1,28	3,33	4,19	4,79
	CVB, 2016	2,80	1,60	3,80	2,90	1,20	3,40	4,30	4,70

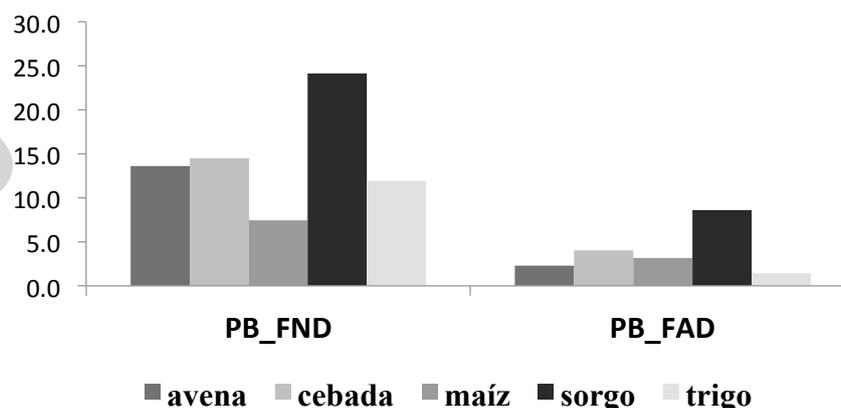
Una particularidad de la proteína de los cereales es su alta proporción de ácido glutámico, cuya baja concentración en nitrógeno (9,5%) condiciona un bajo contenido medio en nitrógeno del conjunto de la proteína de los cereales (del orden del 13%) con respecto al resto de los ingredientes (del orden de un 16%). Como consecuencia, el factor de paso de la concentración de N determinada por el método Kjeldahl al total de proteína verdadera debería estar igualmente por encima de la media (7,7 vs 6,25; ver cuadro 16). Esto es poco importante si las normas y valoración de alimentos se expresan ambas sobre PB ($N \times 6,25$), pero tiene relevancia al contabilizar la suma de los componentes del alimento, especialmente en subproductos de cereales con alto contenido en PB como los DDGS.

Cuadro 16.- Concentración en N de las proteínas de los granos de cereales y factor de conversión N/PB

	% N	100/% N
Avena	13,6	7,37
Cebada	13,0	7,67
Centeno	13,1	7,65
Maíz	13,0	7,69
Sorgo	12,8	7,83
Trigo	12,8	7,80

La proporción de la proteína total que se encuentra ligada a la pared celular (estimada por el residuo de las determinaciones FND y FAD) es relativamente baja (figura 2), lo que resulta en unas digestibilidades aparentes totales de la PB en rumiantes relativamente elevadas (73-80% en cereales de invierno y 65-66% en maíz y sorgo con una elevada proporción de endospermo córneo),

Figura 2.- Proporción de PB unida a la pared celular (NRC, 2001)



Por otra parte, los valores de digestibilidad de los aminoácidos esenciales (ileal estandarizada para el ganado porcino y fecal real para aves) según diferentes bases de datos se muestran en el cuadro 17.

Cuadro 17.- Digestibilidad de los aminoácidos esenciales en especies no rumiantes según diferentes fuentes

		Digestibilidad ileal estandarizada porcino, %							
		Lys	Met	M+C	Thr	Trp	Ile	Val	Arg
Avena	INRA, 2004	73	84	78	69	78	79	77	88
	FEDNA, 2010	79	86	78	72	75	81	81	88
	NRC, 2012	76	83	80	71	59	73	72	85
	Premier, 2014	77	79	77	75	82	79	80	87
	Evonik, 2016	78	86	78	75	81	85	83	90
	CVB, 2016	80	84	77	75	77	82	82	90
Cebada	INRA, 2004	75	84	84	75	79	81	80	83
	FEDNA, 2010	80	81	81	75	79	79	83	83
	NRC, 2012	75	82	82	76	82	79	80	85
	Premier, 2014	76	83	81	81	79	81	81	83
	Evonik, 2016	76	83	82	79	81	82	80	86
	CVB, 2016	76	82	81	79	77	82	80	84
Centeno	INRA, 2004	72	81	83	71	76	77	75	80
	FEDNA, 2010	73	80	83	76	78	76	75	75
	Premier, 2014	74	82	82	71	73	77	76	80
	Evonik, 2016	74	80	79	74	78	75	76	83
	CVB, 2016	75	81	82	74	76	78	78	79
Maíz	INRA, 2004	80	91	90	83	80	88	87	91
	FEDNA, 2010	77	87	85	83	80	87	87	88
	Brasil, 2011	80	89	88	81	81	87	87	91
	NRC, 2012	74	83	82	77	80	82	82	87
	Premier, 2014	75	87	85	82	83	88	87	87
	Evonik, 2016	75	87	85	80	77	86	85	89
	CVB, 2016	75	87	84	79	76	86	86	88
Sorgo blanco	INRA, 2004	74	85	81	76	79	83	81	82
	FEDNA, 2010	75	93	84	80	80	83	84	86
	Brasil, 2011	79	86	84	82	82	87	85	87
	NRC, 2012	74	79	73	75	74	78	77	80
	Premier, 2014	91	94	91	90	90	95	91	89
	Evonik, 2016	72	80	76	77	78	79	75	76
	CVB, 2016	80	89	87	86	86	88	87	86
Trigo blando	INRA, 2004	81	89	90	83	88	89	86	88
	FEDNA, 2010	83	90	90	84	87	91	87	89
	Brasil, 2011	83	89	89	84	86	89	86	88
	NRC, 2012	82	90	90	85	88	90	87	89
	Premier, 2014	84	88	88	87	85	89	89	88
	Evonik, 2016	83	89	89	85	88	90	88	92
CVB, 2016	84	90	90	86	88	90	88	90	

Cuadro 17.- Continuación

		Digestibilidad fecal verdadera aves, %							
		Lys	Met	M+C	Thr	Trp	Ile	Val	Arg
Avena	INRA, 2004	86	88	85	80		87	85	91
	FEDNA, 2010	71	79	70	66	67	69	70	81
	Premier, 2014	83	79	85	82	91	88	85	91
	Evonik, 2016	87	87	85	84	80	89	88	94
	CVB, 2016	60	76	67	63	73	70	68	79
Cebada	INRA, 2004	78	80	82	76		80	80	83
	FEDNA, 2010	74	75	78	75	67	79	79	81
	Premier, 2014	76	78	81	76	79	81	81	83
	Evonik, 2016	84	92	89	75	69	85	82	80
	CVB, 2016	65	75	72	67	73	73	74	79
Centeno	INRA, 2004								
	FEDNA, 2010	70	73	74	76	56	76	80	68
	Premier, 2014	79	82	80	76	73	80	80	80
	Evonik, 2016	80	79	82	78	81	81	81	84
	CVB, 2016	60	60	60	60	60	60	60	60
Maíz	INRA, 2004	85	94	93	88		92	92	95
	FEDNA, 2010	73	90	84	82	80	88	85	90
	Brasil, 2011	85	93	90	84	90	91	88	92
	Premier, 2014	83	94	91	86	83	88	85	92
	Evonik, 2016	91	95	92	89	83	98	95	89
	CVB, 2016	61	88	80	75	80	84	80	88
Sorgo blanco	INRA, 2004	87	90	88	89		93	90	95
	FEDNA, 2010	85	93	84	83	90	89	89	86
	Brasil, 2011	85	89	86	89	85	91	90	89
	Premier, 2014	82	88	85	84	80	89	89	89
	Evonik, 2016	90	89	84	83	87	90	87	88
	CVB, 2016	55	69	67	44	70	73	68	69
Trigo blando	INRA, 2004	84	90	91	83		90	88	87
	FEDNA, 2010	83	90	88	81	87	86	85	87
	Brasil, 2011	82	89	88	81	85	89	86	90
	Premier, 2014	84	88	88	84	85	84	83	87
	Evonik, 2016	86	91	92	88	86	94	91	86
	CVB, 2016	84	89	86	79	83	85	82	86

5.- UTILIZACIÓN DEL FÓSFORO

En el cuadro 18 se muestra información relativa a la concentración de fósforo total y fósforo fítico de los principales granos de cereales y las estimaciones de su valor nutritivo para cerdos y aves en distintas bases de datos. Puede apreciarse que los valores son bastante próximos, aunque en el caso de las Tablas INRA la digestibilidad del P en porcino se expresa en unidades fecales aparentes, frente a valores de digestibilidad ileal estandarizada en el resto. Por otra parte, en los datos del INRA no se ha considerado la actividad fitásica endógena que alcanza valores significativos en algunos granos (ver cuadro 19). Se observa también una tendencia a una disminución en el contenido en fósforo total de los granos en las bases de datos más recientes, lo que podría corresponderse con cambios derivados de la selección genética, y que se ha reflejado en una ligera disminución de los niveles de las fichas FEDNA de 2016 con respecto a las de 2010 para algunos de los granos. Finalmente, se propone sustituir en las Tablas FEDNA-2016 la unidad de valoración de P digestible anteriormente utilizada para el caso de aves a P retenido, que es la unidad mayoritariamente utilizada en otras bases de datos.

Cuadro 18.- Eficacia de utilización del P de distintos granos de cereales en porcino y aves según diferentes fuentes

		P (%)	P fítico (%)	P dig, porc (%)	P ret, aves (%)
Avena	INRA, 2004	0,32	0,18	0,10	0,08
	FEDNA, 2010	0,33	0,18	0,09	
	NRC, 2012	0,35	0,19	0,14	
	CVB, 2016	0,32	0,21	0,10	0,16
Cebada	INRA, 2004	0,34	0,19	0,11	0,20
	FEDNA, 2010	0,32	0,21	0,10	
	NRC, 2012	0,35	0,22	0,16	
	CVB, 2016	0,31	0,23	0,11	0,12
Centeno	INRA, 2004	0,30	0,20	0,09	0,14
	FEDNA, 2010	0,30	0,21	0,11	
	NRC, 2012	0,30	0,20	0,15	
	CVB, 2016	0,31	0,20	0,09	0,12
Maíz	INRA, 2004	0,26	0,20	0,07	0,06
	FEDNA, 2010	0,25	0,18	0,05	
	NRC, 2012	0,26	0,21	0,09	
	CVB, 2016	0,24	0,21	0,06	0,07
Sorgo blanco	INRA, 2004	0,28	0,20	0,07	0,06
	FEDNA, 2010	0,30	0,20	0,05	
	NRC, 2012	0,27	0,18	0,11	
	CVB, 2016	0,27	0,19	0,07	0,08
Trigo blando	INRA, 2004	0,32	0,21	0,10	0,19
	FEDNA, 2010	0,30	0,20	0,11	
	NRC, 2012	0,30	0,20	0,17	
	CVB, 2016	0,28	0,18	0,08	0,11

Cuadro 19.- Actividad fitásica endógena en algunos granos de cereales (INRA, 2004)

	(UI/kg)
Avena	40
Cebada	540
Centeno	535
Maíz	20
Sorgo	30
Trigo	460

6.- FICHAS GRANOS DE CEREALES_2016

En el anejo 1 se presentan las nuevas fichas FEDNA para granos de cereales elaboradas en esta revisión de 2016. Corresponden a aquellos ingredientes de los que se ha obtenido una información analítica significativa en cuanto a número de muestras (cebada, centeno, maíz y trigo). También se adjuntan fichas para otros ingredientes con un nivel de información disponible más limitado (avena y sorgo). Con respecto a la tercera edición de las Tablas y a las revisiones realizadas en años posteriores y recogidas en el fichero Excel de la página web de FEDNA (<http://www.fundacionfedna.org>) se han producido algunos cambios. La composición analítica de partida corresponde a los valores medios calculados a partir de esta nueva base de datos. Se han mantenido diferentes matrices clasificadas por nivel de proteína para cebada (dos) y para trigo (3) para tener en cuenta la variabilidad registrada entre partidas. En estos casos la composición química se ha particularizado a partir de cada nivel de proteína, utilizando las ecuaciones entre nutrientes obtenidas en esta revisión. Los valores energéticos para las principales especies ganaderas se han estimado utilizando los sistemas de ecuaciones que se muestran en el anejo 2.

7.- REFERENCIAS

- AMINODAT 5.0 (2016) Evonik Industries.
- BACH KNUDSEN, K.E. (1997) Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. *Anim. Feed Sci. Technol.* 67, 319-338.
- CVB (2016) Veevoedertabel (Livestock feed table). Centraal Veevoeder Bureau. Lelystad, The Netherlands.
- FEDNA (2010) Tablas Fedna de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 3ª ed. C. de Blas, G.G. Mateos, P. García-Rebollar (eds). 502 pp.

- INRA (2004) Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero. D.Sauvant, M.J. Perez y G. Tran (eds). Ed. Mundi Prensa, Madrid.
- LE GOFF, G. y NOBLET, J. (2001) Comparative digestibility of dietary energy and nutrients in growing pigs and adult sows. *J. Anim. Sci.* 79, 2418-2427.
- LOSADA, B., GARCÍA-REBOLLAR, P., ALVAREZ, C., CACHALDORA, P., IBÁÑEZ, M.A., MÉNDEZ, J., DE BLAS, C. (2010) *Anim. Feed Sci. Technol.* 160, 62-72.
- NRC (1994) Nutrient requirements of poultry. 9th revised edition, National Academies Press. Washington DC.
- NOBLET, J., FORTUNE, H., DUBOIS, S. y HENRY, Y. (1989) Nouvelles bases d'estimation des teneurs en énergie digestible, métabolisable et nette des aliments pour le porc. INRA éd., París, Francia.
- NOBLET, J., BONTEMS, V. y TRAN, G. (2003) Estimation de la valeur énergétique des aliments pour le porc. *INRA Prod. Anim.* 16, 197-210.
- NRC (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th ed. National Academy Press. Washington DC.
- NRC (2012) Nutrient Requirements of Swine. 11th ed. National Academy Press, Washington DC.
- PREMIER ATLAS (2014) Ingredients matrix. Premier Nutrition, Rugeley. UK.
- TABELAS BRASILEIRAS PARA AVES E SUINOS (2011) 3ª ed. H.S. Rostagno (Ed). Univ. Federal de Viçosa. Brasil.

**Anejo 1.- Nuevas fichas de composición y valor nutritivo
de granos de cereales**

AVENA

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
9,5	2,8	9,9	4,9	90

$\Sigma = 95,6$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
12,8	30,9	14,2	2,6	36,1	1,5

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.	0,3	19	0,4	1	35	39	2	0,4
% Alimento	0,01	0,84	0,02	0,05	1,54	1,72	0,09	0,02

Macrominerales (%)

Ca	P	P _{fítico}	P _{disp.}	P _{ret. Av}	P _{dig. Porc}
0,08	0,33	0,18	0,09	0,14	0,09

Na	Cl	Mg	K	S
0,02	0,08	0,12	0,36	0,18

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
5	80	44	25	13	0,18	1000

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
2500	0,88	0,84	1605	1720	1140	67	91

PORCINO			AVES			CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento		EN Cerdas	EMAn		ED	ED	
ED	EM		EN	pollitos <20 d			broilers/ponedoras
2920	2825	1970	2050	2185	2375	2870	2950

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad fecal aparente de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
76	72	76	73	77

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	PDIE (%)		(%PDIE)		
64	24	12	80	80	1,8	6,6	6,2	7,6	2,2

AAs	Composición		PORCINO		AVES		DR	
	(%PB)	(%)	DIA		DIS		(%PB)	(%)
			(%PB)	(%)	(%PB)	(%)		
Lys	3,93	0,39	70	0,27	78	0,30	71	0,28
Met	1,66	0,16	79	0,13	84	0,14	77	0,13
Met + Cys	4,62	0,46	74	0,34	78	0,36	71	0,32
Tre	3,33	0,33	65	0,21	73	0,24	67	0,22
Trp	1,33	0,13	70	0,09	78	0,10	73	0,10
Ile	3,65	0,36	74	0,27	81	0,29	71	0,26
Val	4,98	0,49	72	0,35	80	0,39	69	0,34
Arg	6,50	0,64	82	0,53	88	0,57	82	0,53

CEBADA DOS CARRERAS NACIONAL 11,3% PB
--

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
10,1	2,2	11,3	1,7	70

$\Sigma = 96,9$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
4,7	18,1	5,5	1,1	51,9	1,6

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.	-	23	-	-	13	56	6	-
% Alimento	-	0,3	-	-	0,2	0,7	0,1	-

Macrominerales (%)

Ca	P	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{ret. Av}	P _{dig. Porc}
0,06	0,32	0,21	0,12	0,13*	0,10*

Na	Cl	Mg	K	S
0,02	0,12	0,10	0,40	0,15

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
6	75	15	30	20	0,16	1025

*Con actividad fitásica Pret av. = 0,15; Pdig porc = 0,13.

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
2705	1,00	1,00	1735	1860	1260	52	87

PORCINO			AVES			CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento			EN Cerdas	EMAn		ED	ED
ED	EM	EN		pollitos <20 d	broilers/ponedoras		
3370	3270	2345	2395	2490	2780	3300	3430

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad fecal aparente de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
73	78	74	77	70

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	(%)			(%PDIE)	
30	61	17	75	90	2,8	8,6	7,5	7,3	2,1

AAs	Composición		PORCINO		AVES		DR	
	(%PB)	(%)	DIA		DIS		(%PB)	(%)
			(%PB)	(%)	(%PB)	(%)		
Lys	3,60	0,41	69	0,28	78	0,32	75	0,31
Met	1,64	0,19	78	0,14	84	0,15	78	0,14
Met + Cys	3,83	0,43	75	0,32	82	0,35	80	0,35
Tre	3,31	0,37	66	0,25	79	0,29	76	0,28
Trp	1,20	0,14	70	0,09	80	0,11	73	0,10
Ile	3,50	0,40	73	0,29	81	0,32	79	0,31
Val	4,90	0,55	71	0,39	80	0,44	79	0,44
Arg	4,91	0,55	80	0,44	84	0,47	81	0,45

CEBADA DOS CARRERAS NACIONAL 9,6% PB

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
11,1	2,2	9,6	1,7	70

$\Sigma = 96,8$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
4,7	18,1	5,5	1,1	52,5	1,6

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.	-	23	-	-	13	56	6	-
% Alimento	-	0,27	-	-	0,15	0,67	0,07	-

Macrominerales (%)

Ca	P	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{ret. Av}	P _{dig. Porc}
0,06	0,32	0,21	0,12	0,13*	0,10*

Na	Cl	Mg	K	S
0,02	0,12	0,10	0,40	0,15

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
6	70	15	30	20	0,16	1025

*Con actividad fitásica Pret av. = 0,15; Pdig porc = 0,13.

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
2680	1,00	1,00	1725	1840	1250	52	87

PORCINO			AVES			CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento		EN	EMAn			ED	ED
ED	EM	EN	Cerdas	pollitos <20 d	broilers/ponedoras		
3315	3230	2325	2375	2345	2735	3255	3375

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad fecal aparente de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
73	78	74	77	70

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	PDIE (%)			(%PDIE)	
30	61	17	75	90	2,4	8,2	6,4	7,2	2,0

AAs	Composición		PORCINO				AVES	
	DIA		DIS		DR			
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	3,60	0,35	69	0,24	78	0,28	75	0,26
Met	1,64	0,16	78	0,12	84	0,13	78	0,12
Met + Cys	3,83	0,37	75	0,28	82	0,30	80	0,29
Tre	3,31	0,32	66	0,21	79	0,25	76	0,24
Trp	1,20	0,12	70	0,08	80	0,09	73	0,08
Ile	3,50	0,34	73	0,25	81	0,27	79	0,27
Val	4,95	0,48	71	0,34	80	0,38	79	0,38
Arg	4,91	0,47	79	0,37	83	0,39	80	0,38

CENTENO NACIONAL

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
10,6	1,6	9,4	1,3	70

$\Sigma = 95,1$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
2,3	13,6	3,4	1,0	54,9	3,7

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.	-	18	-	-	15	55	7	-
% Alimento	-	0,16	-	-	0,14	0,50	0,06	-

Macrominerales (%)

Ca	P	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{ret. Av}	P _{dig. Porc}
0,04	0,30	0,20	0,14	0,13*	0,10*

Na	Cl	Mg	K	S
0,02	0,03	0,09	0,40	0,12

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
4	38	25	25	15	0,06	432

*Con actividad fitásica Pret av. = 0,16; Pdig porc = 0,16.

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
2750	1,03	1,04	1773	1895	1290	60	89

PORCINO			AVES			CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento		EN	EMAn			ED	ED
ED	EM	EN	Cerdas	pollitos <20 d	broilers/ponedoras		
3350	3275	2380	2445	2560	2790	3300	3450

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad fecal aparente de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
74	70	68	70	71

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	(%)			(%PDIE)	
28	68	18	80	85	1,8	8,1	6,0	7,8	2,2

AAs	Composición		PORCINO				AVES	
	DIA		DIS		DR			
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	3,75	0,35	66	0,23	74	0,26	72	0,25
Met	1,68	0,16	77	0,12	81	0,13	77	0,12
Met + Cys	4,05	0,38	76	0,29	82	0,31	75	0,29
Tre	3,31	0,31	61	0,19	75	0,23	78	0,24
Trp	1,08	0,10	65	0,07	76	0,08	56	0,06
Ile	3,30	0,31	68	0,21	78	0,24	77	0,24
Val	4,60	0,43	66	0,29	76	0,33	81	0,35
Arg	5,00	0,47	67	0,31	76	0,36	70	0,33

MAIZ NACIONAL

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
13,6	1,1	7,3	3,3	90

$\Sigma = 99,8$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
2,1	9,0	2,8	0,7	63,8	1,7

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	-	0,33	-	0,06	0,80	1,66	0,03	-

Macrominerales (%)

Ca	P	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{ret. Av}	P _{dig. Porc}
0,03	0,25	0,20	0,05	0,07	0,06

Na	Cl	Mg	K	S
0,01	0,05	0,10	0,29	0,13

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
4	28	7	24	21	0,07	550

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
2825	1,07	1,09	1835	1955	1355	27	60

PORCINO			AVES			CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento		EN	EMAn			ED	ED
ED	EM	EN	Cerdas	pollitos <20 d	broilers/ponedoras		
3495	3435	2550	2580	3190	3285	3230	3460

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad fecal aparente de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
66	75	85	65	70

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	%			(%PDIE)	
12	82	4,0	45	90	4,0	7,9	5,6	6,1	2,0

AAs	Composición		PORCINO				AVES	
	DIA		DIS		DR			
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	2,95	0,22	66	0,14	77	0,17	73	0,16
Met	2,07	0,15	83	0,13	87	0,13	90	0,14
Met + Cys	4,29	0,31	78	0,24	85	0,27	84	0,26
Tre	3,56	0,27	70	0,19	83	0,22	82	0,22
Trp	0,78	0,06	60	0,04	80	0,05	80	0,05
Ile	3,40	0,26	77	0,20	87	0,22	88	0,22
Val	4,75	0,36	77	0,27	87	0,31	85	0,30
Arg	4,50	0,33	80	0,27	88	0,30	90	0,30

SORGO BLANCO (bajo en taninos < 0,4%)

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
13,0	1,3	8,9	3,0	90

$\Sigma = 100$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
2,3	8,8	4,5	0,8	64,2	0,8

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.	-	17	-	-	31	45	3	-
% Alimento	-	0,46	-	-	0,84	1,22	0,08	-

Macrominerales (%)

Ca	P	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{ret. Av}	P _{dig. Porc}
0,03	0,28	0,19	0,06	0,07	0,07

Na	Cl	Mg	K	S
0,01	0,09	0,15	0,35	0,10

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
4	52	11	18	10	0,24	620

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
2760	1,03	1,04	1905	1785	1310	28	52

PORCINO			AVES			CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento		EN	EMAn			ED	ED
ED	EM	EN	Cerdas	pollitos <20 d	broilers/ponedoras		
3520	3455	2545	2570	3115	3260	3320	3480

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad fecal aparente de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
65	78	74	65	72

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	(%)			(%PDIE)	
7,0	75	5,5	43	80	4,5	7,9	6,4	5,5	1,8

AAs	Composición		PORCINO				AVES	
	DIA		DIS		DR			
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	2,27	0,20	65	0,13	76	0,15	85	0,17
Met	1,74	0,15	84	0,13	88	0,14	90	0,14
Met + Cys	3,58	0,32	79	0,25	86	0,27	84	0,27
Tre	3,30	0,30	71	0,21	83	0,24	87	0,25
Trp	1,10	0,10	73	0,07	83	0,08	91	0,09
Ile	3,90	0,35	78	0,27	83	0,29	91	0,31
Val	5,05	0,45	77	0,35	85	0,38	90	0,40
Arg	3,91	0,35	80	0,28	86	0,30	87	0,30

TRIGO BLANDO NACIONAL 12,9% PB

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
10,3	1,8	12,9	1,4	70

$\Sigma = 97,1$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
2,4	10,8	3,2	1,0	58,4	1,5

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.	-	19	-	1,5	15	57	5	-
% Alimento	-	0,19	-	0,01	0,15	0,56	0,05	-

Macrominerales (%)

Ca	P	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{ret. Av}	P _{dig. Porc}
0,05	0,29	0,19	0,15	0,12*	0,10*

Na	Cl	Mg	K	S
0,02	0,08	0,11	0,32	0,14

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
7	50	31	50	14	0,11	890

*Con actividad fitásica Pret av. = 0,15; Pdig porc = 0,14.

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
2835	1,05	1,06	1830	1955	1340	59	92

PORCINO			AVES			CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento			EN Cerdas	EMAn		ED	ED
ED	EM	EN		pollitos <20 d	broilers/ponedoras		
3570	3470	2500	2540	3060	3215	3525	3650

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad fecal aparente de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
80	87	85	79	81

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	(%)			(%PDIE)	
27	68	18	78	92	2,9	9,2	8,5	7,1	2,1

AAs	Composición		PORCINO				AVES	
	DIA		DIS		DR			
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	2,80	0,36	75	0,27	84	0,30	83	0,30
Met	1,60	0,21	85	0,18	90	0,19	89	0,18
Met + Cys	3,80	0,49	83	0,41	89	0,44	88	0,43
Tre	2,85	0,37	71	0,26	85	0,31	80	0,29
Trp	1,13	0,15	80	0,12	88	0,13	88	0,13
Ile	3,50	0,45	82	0,37	90	0,41	87	0,39
Val	4,25	0,55	79	0,43	87	0,48	85	0,47
Arg	4,83	0,62	82	0,51	89	0,55	88	0,55

TRIGO BLANDO NACIONAL 11,2% PB

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
10,9	1,6	11,2	1,4	70

$\Sigma = 97,6$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
2,4	10,6	3,1	1,0	60,4	1,5

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.	-	19	-	1,5	15	57	5	-
% Alimento	-	0,19	-	0,01	0,15	0,56	0,05	-

Macrominerales (%)

Ca	P	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{ret. Av}	P _{dig. Porc}
0,05	0,29	0,19	0,15	0,12*	0,10*

Na	Cl	Mg	K	S
0,02	0,08	0,11	0,32	0,14

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
7	50	31	50	14	0,11	890

*Con actividad fitásica Pret av. = 0,14; Pdig porc = 0,14.

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
2815	1,04	1,05	1820	1940	1335	59	92

PORCINO			AVES			CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento		EN Cerdas	EMAn		ED	ED	
ED	EM		EN	pollitos <20 d			broilers/ponedoras
3530	3440	2495	2535	3000	3150	3500	3600

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad fecal aparente de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
80	86	84	78	80

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	PDIE (%)			(%PDIE)	
27	68	18	78	92	2,5	8,8	7,4	7,3	2,1

AAs	Composición		PORCINO				AVES	
	DIA		DIS		DR			
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	2,82	0,32	75	0,24	84	0,27	83	0,26
Met	1,61	0,18	85	0,15	90	0,16	89	0,16
Met + Cys	3,82	0,43	83	0,36	89	0,38	88	0,38
Tre	2,86	0,32	71	0,23	85	0,27	80	0,26
Trp	1,13	0,13	80	0,10	88	0,11	88	0,11
Ile	3,52	0,39	82	0,32	90	0,35	87	0,34
Val	4,27	0,48	79	0,38	87	0,42	85	0,41
Arg	4,55	0,51	82	0,39	89	0,43	88	0,42

TRIGO BLANDO NACIONAL 10,2% PB

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

Humedad	Cenizas	PB	EE	Grasa verd. (%EE)
11,5	1,5	10,2	1,4	70

$\Sigma = 97,0$

FB	FND	FAD	LAD	Almidón	Azúcares
2,4	10,3	3,0	1,0	60,6	1,5

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.	-	19	-	1,5	15	57	5	-
% Alimento	-	0,2	-	-	0,15	0,55	0,05	-

Macrominerales (%)

Ca	P	P _{fitico}	P _{disp.}	P _{dig. Av}	P _{dig. Porc}
0,05	0,29	0,19	0,15	0,12*	0,10*

Na	Cl	Mg	K	S
0,02	0,08	0,11	0,32	0,14

Microminerales y vitaminas (mg/kg)

Cu	Fe	Mn	Zn	Vit. E	Biotina	Colina
7	50	31	50	14	0,11	890

*Con actividad fitásica Pret av. = 0,14; Pdig porc = 0,14.

VALOR ENERGÉTICO (kcal/kg)

RUMIANTES						Almidón-rumen (%)	
EM	UFI	UFc	ENI	ENm	ENc	Soluble	Degradable
2800	1,04	1,05	1810	1930	1325	59	92

PORCINO			AVES			CONEJOS	CABALLOS
Crecimiento		EN	EMAn			ED	ED
ED	EM	EN	Cerdas	pollitos <20 d	broilers/ponedoras		
3500	3420	2485	2525	2965	3115	3475	3550

VALOR PROTEICO

Coeficiente de digestibilidad fecal aparente de la proteína (%)				
Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
80	86	84	78	80

RUMIANTES									
Degradación ruminal N (%)					PDIA	PDIE	PDIN	Lys	Met
a	b	c (%/h)	DT	dr	PDIE (%)			(%PDIE)	
27	68	18	78	92	2,3	8,6	6,7	7,4	2,1

AAs	Composición		DIA		DIS		DR	
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
	Lys	2,82	0,29	75	0,22	84	0,24	83
Met	1,61	0,16	85	0,14	90	0,15	89	0,15
Met + Cys	3,82	0,39	83	0,32	89	0,35	88	0,34
Tre	2,86	0,29	71	0,21	85	0,25	80	0,23
Trp	1,13	0,12	80	0,09	88	0,10	88	0,10
Ile	3,52	0,36	82	0,29	90	0,32	87	0,31
Val	4,27	0,44	79	0,34	87	0,38	85	0,37
Arg	4,55	0,46	82	0,38	89	0,41	88	0,41

Anejo 2.- Ecuaciones de cálculo del valor energético de los granos de cereales

1.- Rumiantes

El primer paso ha sido la estimación del valor de energía digestible (ED) por kg de alimento. Para ello se ha utilizado la siguiente ecuación de predicción (todos los valores expresados sobre materia fresca):

$$\begin{aligned} \text{ED} = & \text{Proteína Bruta (PB, g/kg)} * 5,65 \text{ kcal Energía Bruta (EB)/g} * d \text{ PB}^{(1)} (\%)/100 + \\ & + \text{Extracto etéreo (EE, g/kg)} * 9,3 \text{ kcal EB/g} * 0,85^{(2)} + \\ & + \text{Fibra neutro detergente (FND, g/kg)} * 4,1 \text{ kcal EB/g} * d \text{ FND}/100^{(3)} + \\ & + \text{Almidón (ALM, g/kg)} * 4,1 \text{ kcal EB/g}^{(4)} + \text{Azúcares (AZ, g/kg)} * 3,8 \text{ kcal EB/g}^{(4)} \\ & + \text{DIF (g/kg)}^{(5)} * 4,1 \text{ kcal EB/g} * 0,80^{(6)} \end{aligned}$$

(1) Valores de digestibilidad de la PB asignados en las fichas de cada ingrediente.

(2) Valores estimados de digestibilidad del EE (85% para todos los granos estudiados).

(3) Digestibilidad de la FND estimada según ecuación del NRC (2001):

$$[0,75 (\text{FND} - \text{LAD}) * (1 - \text{LAD}/\text{FND})^{0,667}] / \text{FND}$$

(4) Se asume una digestibilidad del 100% para almidones y azúcares excepto para el grano de sorgo, donde se supone una digestibilidad del almidón del 97%.

(5) Diferencia hasta 1000 del peso (g) de humedad + cenizas + PB + EE + FND + ALM + AZ

(6) Valor estimado para la digestibilidad de esta diferencia.

En el segundo paso se han calculado las relaciones EM/ED y las eficacias de lactación (Kl), mantenimiento (Km) y crecimiento (Kc) y la conjunta de mantenimiento y crecimiento para un nivel de producción $[\text{ENc}/(\text{ENm}+\text{ENc})]$ de 1,5, utilizando las ecuaciones propuestas por el INRA (2004):

$$\rightarrow 100 \text{ EM/ED} = 86,38 - 0,099 \text{ FB}_0 - 0,196 \text{ PB}_0, \text{ donde}$$

$$\text{FB}_0 = \% \text{ FB/MO} \text{ y } \text{PB}_0 = \% \text{ PB/MO}$$

$$\rightarrow \text{ENl/EM (Kl)} = 0,60 + 0,24 (\text{EM/EB} - 0,57)$$

$$\rightarrow \text{ENm/EM (Km)} = 0,287 \text{ EM/EB} + 0,554$$

$$\rightarrow \text{ENc/EM (Kc)} = 0,78 \text{ EM/EB} + 0,006$$

$$\rightarrow \text{ENmc/EM (Kmc)} = [\text{Km} * \text{Kc} * 1,5] / [\text{Kc} + 0,5 \text{ Km}]$$

Finalmente, las UFl y UFc por kg de alimento se determinaron a partir de las siguientes expresiones:

$$UFI = (ED \times EM / ED \times KI) / 1.700$$

$$UFc = (ED \times EM / ED \times Kmc) / 1.820$$

Los valores ENI, ENm y ENc del NRC (2001) que aparecen en las fichas se estimaron utilizando ecuaciones de regresión propias, derivadas de los valores EM, ENI, ENm y ENc (kcal/kg MS) publicados en las Tablas NRC para alimentos concentrados:

$$(ENI/EM) \times 100 = 2,7391 \times EM + 55,993$$

$$(ENm/EM) \times 100 = 1,7958 \times EM + 63,283$$

$$(ENc/EM) \times 100 = 5,8317 \times EM + 28,932$$

2.- Porcino

La ED de crecimiento sobre sustancia fresca para ganado porcino se ha calculado directamente a partir de la expresión:

$$\begin{aligned} EDc \text{ (kcal/kg)} &= PB \text{ (g/kg)} * 5,65 \text{ (kcal EB/g)} * d \text{ PB}^{(1)} + \\ &+ EE \text{ (g/kg)} * 9,3 \text{ (kcal EB/g)} * 0,9 \text{ (dig EE)} + \\ &+ FND \text{ (g/kg)} * 4,1 \text{ (kcal EB/g)} * d \text{ FND}^{(2)} + \\ &+ \text{Almidón (g/kg)} * 4,1 \text{ (kcal EB/g)} + \text{Azúcares (g/kg)} * 3,8 \text{ (kcal EB/g)} + \\ &+ DIF \text{ (g/kg)} * 4,1 \text{ (kcal EB/g)} * 0,70^{(3)} \end{aligned}$$

(1) Según valores asignados en Tablas a cada ingrediente.

(2) Digestibilidad de la FND: 0,35 para avena y 0,60 para el resto.

(3) Digestibilidad media estimada para esta fracción.

Para la estimación del valor EN para animales adultos se utilizó la ecuación de Le Goff y Noblet (2001) y para las estimaciones de los valores de EM y EN las ecuaciones propuestas por Noblet et al. (2003):

$$EM/ED = 100,7 - 0,021 \text{ PB (g/kg MS)} - 0,005 \text{ FND (g/kg MS)}$$

$$EN \text{ (kcal/kg MS)} = 0,73 \text{ EM (kcal/kg MS)} + 13,1 \text{ EE (\% MS)} + 3,7 \text{ ALM (\% MS)} - 6,7 \text{ PB (\% MS)} - 9,7 \text{ FB (\% MS)}$$

3.- Aves

La estimación de los valores de EM aves sobre sustancia fresca propuesta en las fichas del anejo 2 se ha hecho utilizando la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{EM (kcal/kg)} &= \text{PB (g/kg)} * 5,65 \text{ kcal EB/g} * 0,95^{(1)} * d \text{ PB}^{(2)} + \\ &+ \text{EE (g/kg)} * 9,3 \text{ (kcal EB/g)} * 0,9^{(3)} + \text{Almidón (g/kg)} * 4,1 \text{ (kcal EB/g)}^{(4)} + \\ &+ \text{AZ (g/kg)} * 3,8 \text{ (kcal EB/g)} + \text{FND (g/kg)} * 4,1 * 0,05^{(5)} + \\ &+ \text{DIF (g/kg)} * 4,1 \text{ (kcal EB/g)} * 0,1^{(6)} \end{aligned}$$

(1) *Coeficiente para contabilizar pérdidas en orina.*

(2) *Valores de digestibilidad de la PB asignados en Tablas.*

(3) *Digestibilidad media estimada del EE.*

(4) *Se asume una digestibilidad del 100% para almidones y azúcares excepto para el grano de centeno, donde se supone una digestibilidad del almidón del 97%.*

(5) *Digestibilidad media estimada para la FND.*

(6) *Digestibilidad media estimada para el componente DIF.*