



## AMINONIR® NRG

### Estimación do contido enerxético das materias primas e dos pensos

A enerxía bruta (EB) é, por definición, o contido enerxético bruto dun ingrediente. O animal transforma a EB en produtos (carne, ovos) que conteñen unha determinada cantidade de enerxía. O proceso produtivo non ten unha eficacia do 100 %, xa que se producen perdas nas diferentes etapas, desde a dixestión ata a obtención dos produtos finais. A repartición da enerxía do penso no animal pode ilustrarse como un "diagrama de equilibrio" que mostra as perdas de enerxía nutricional producidas ao transformarse a enerxía (figura 1). A avaliación do contido enerxético da dieta adoita basearse na enerxía dixerible (ED), na enerxía metabolizable (EM) ou na enerxía neta (EN) no caso dos porcos e na enerxía metabolizable aparente (EMAn) no das aves de curral.

Os experimentos con animais para medir o contido real dos ingredientes na ED (mediante unha mostra de feces), a EM (mostra de feces e ouriños), a EN (calorimetría indirecta) e a EMAn (mostra de feces e ácido úrico) requiren moito tempo e supoñen un enorme esforzo. Co fin de mellorar a súa aplicación práctica, desenvolvéronse ecuacións de predición enerxética baseadas nas correlacións entre a composición proximal e a ED, a EM ou a EN determinadas nos ingredientes dos pensos para porcos (Noblet *et al.*, 1994) e entre a composición proximal e a EMAn nas aves de curral (WPSA, 1989).

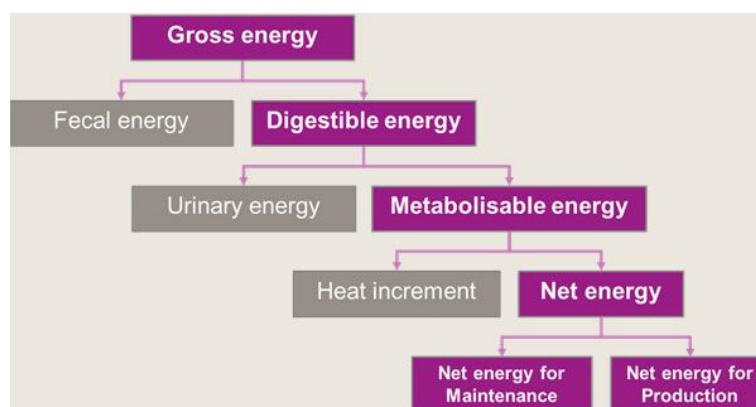


Figura 1: sistemas enerxéticos, diagrama de equilibrio

O contido enerxético e as necesidades enerxéticas calcúlanse de forma diferente en cada país en función dos datos dispoñibles en cada un, dos pensos utilizados habitualmente e dos custos e beneficios que supón a recollida de novos datos. Aínda que cada vez máis países usan sistemas de EN, avánzase lentamente e é probable que o sistema non se implante por completo ata dentro de moitos anos. Con frecuencia, as empresas adoptan o sistema de EN antes de que se convirta no sistema usado a nivel nacional, xa que abarata os custos, especialmente no caso das empresas dedicadas á produción porcina.

Os valores de AMINONIR® NRG están dispoñibles nos datos analíticos avanzados e preséntanse en megajoules por quilogramo [MJ/kg]. Aplicouse o factor de conversión de kcal a MJ ás ecuacións citadas polos autores sempre que foi necesario.

$$1 \text{ kcal} = 0,0041868 \text{ MJ}$$

### **Energía bruta (EB)**

A EB, ou calor de combustión, é a enerxía liberada ao queimar unha mostra de penso en exceso de osíxeno no interior dunha bomba calorimétrica. A cantidade de EB depende exclusivamente da composición química do penso, pero a composición química non pode predicir a eficacia na transformación enerxética. Na EB non se teñen en conta as perdas de enerxía que se producen ao inxerir, dixerir e metabolizar o penso. De feito, 1 kg de amidón ten aproximadamente o mesmo contido en enerxía bruta que 1 kg de palla, aínda que os porcos e as aves de curral non poden usar a maior parte da enerxía da palla debido á falta de enzimas dixestivas. Para calcular a EB emprégase a seguinte expresión:

$$\text{EB [MJ/kg DM]} = (4143 + (56 * \text{extracto etéreo [\%]} + (15 * \text{proteína bruta [\%]} - (44 * \text{cinzas brutas [\%]}))) * 0,0041868$$

Referencia: Ewan (1989)

### **Energía dixerible (ED)**

A ED é a EB do penso menos a EB das feces. Este sistema enerxético ten en conta a dixestibilidade do alimento e proporciona unha medida útil da enerxía que o animal pode utilizar. A vantaxe da enerxía dixerible é que é fácil de determinar. A desvantaxe é que non ten en conta as perdas de enerxía excretada nos ouriños e en forma de gases combustibles e durante o metabolismo. Estas perdas varían en función do tipo de penso.

### **Energía dixerible para porcos en crecemento (ED\_PC)**

$$ED\_PC \text{ [MJ/kg MS]} = (4168 - (91 * \text{cinzas brutas [\% MS]}) + (19 * \text{proteína bruta [\% MS]}) + (39 * \text{extracto etéreo [\% DM]}) - (36 * \text{fibra deterxente neutro [\% MS]})) * 0,0041868$$

Referencia: Noblet e Pérez (1993)

### **Energía dixerible para porcas (ED\_P)**

$$ED\_P \text{ [MJ/kg MS]} = ED\_P \text{ [MJ/kg MS]} * F1$$

F1 = factor específico do ingrediente

Os factores específicos dos ingredientes baséanse nos valores enerxéticos publicados polo INRA (2004).

### **Energía metabolizable (EM)**

No seguinte nivel atópase a EM, que se define como a ED menos a enerxía excretada nos ouriños e en forma de gases combustibles. Ao ter en conta estas perdas, a EM proporciona unha mellor estimación da enerxía dispoñible para o animal. Esta corrixe a ED tendo en conta algúns dos efectos da calidade e da cantidade de proteínas.

### **Energía metabolizable para porcos en crecemento (EM\_PC)**

$$EM\_PC \text{ [MJ/kg MS]} = ED\_PC \text{ [MJ/kg MS]} * F2$$

F2 = factor específico do ingrediente

Os factores específicos dos ingredientes baséanse nos valores enerxéticos publicados polo INRA (2004). Se as táboas do INRA non conteñen a información necesaria, os factores baséanse nos valores enerxéticos publicados polo NRC (2012).

### **Energía metabolizable para porcas (EM\_P)**

$$EM\_P \text{ [MJ/kg MS]} = ED\_P \text{ [MJ/kg MS]} * F3$$

F3 = factor específico do ingrediente

Os factores específicos dos ingredientes baséanse nos valores enerxéticos publicados polo INRA (2004).

## Enerxía neta (EN)

A EN defínese como a EM menos o incremento de calor, que é a calor producida (e, polo tanto, a enerxía utilizada) durante a dixestión do alimento, o metabolismo dos nutrientes e a excreción dos residuos. A enerxía dispoñible que queda tras estas perdas é a que realmente se usa para o mantemento e a produción; é dicir, o crecemento, a xestación e a lactación. A EN é o único sistema que determina a enerxía que realmente usa o animal e, polo tanto, a forma máis precisa e adecuada que existe ata a data para determinar o contido enerxético dos alimentos. Con todo, é moito máis difícil de calcular e máis complexa que a ED ou a EM (Moehn *et al.*, 2005).

### Enerxía neta para porcos en crecemento (EN\_PC)

A enerxía neta para porcos en crecemento calcúlase a partir da media de dúas ecuacións ENg4 e ENg5 (Noblet *et al.*, 1994).

$$\text{ENg4 [MJ/kg MS]} = (0,703 * (\text{ED\_PC [kcal/kg MS]}) + (15,8 * \text{extracto etéreo [\% MS]}) + (4,7 * \text{amidón [\% MS]}) - (9,7 * \text{proteína bruta [\% MS]}) - (9,8 * \text{fibra bruta [\% MS]})) * 0,0041868$$

$$\text{ENg5 [MJ/kg MS]} = (0,70 * (\text{ED\_PC [kcal/kg MS]}) + (16,1 * \text{extracto etéreo [\% MS]}) + (4,8 * \text{amidón [\% MS]}) - (9,1 * \text{proteína bruta [\% MS]}) - (8,7 * \text{fibra deterxente acedo [\% MS]})) * 0,0041868$$

### Enerxía neta para porcas (EN\_P)

$$\text{EN\_P [MJ/kg MS]} = (0,703 * (\text{ED\_P [kcal/kg MS]}) + (15,8 * \text{extracto etéreo [\% MS]}) + (4,7 * \text{amidón [\% MS]}) - (9,7 * \text{proteína bruta [\% MS]}) - (9,8 * \text{fibra bruta [\% MS]})) * 0,0041868$$

Referencia: Noblet *et al.* (1994)

## Enerxía metabolizable aparente para aves de curral (EMAn)

A EMAn refírese ao valor corrixido para a retención nula de nitróxeno.

En función da materia prima ou do penso acabado aplícanse diferentes ecuacións para calcular a EMAn, de acordo coa *Táboa europea de valores enerxéticos para pensos avícolas*, 3.<sup>a</sup> edición

(1989).

A fórmula específica de cada materia prima aplícaselles ás recollidas na seguinte táboa:

Materia prima	Factor da materia seca	Factor das cinzas brutas	Factor da proteína bruta	Factor do extracto etéreo	Factor da fibra bruta	Factor do extracto non nitroxenado	Factor do amidón	Factor dos azucres
<b>Fariña de repostería</b>			14,43	31,84		15,76		
<b>Cebada</b>	9,258	-9,258					6,81	
<b>Fariña de sangue</b>			14,43	27,18				
<b>Millo</b>			15,15	35,75		15,59		
<b>Glute de millo</b>			17,13	36,89		13,86		
<b>Fariña de semente de algodón</b>	8,898			19,72	-12,91			
<b>DDGS</b>	16,38	-16,38	-4,066		-26,7			
<b>Fariña de plumas</b>			13,89	24,07				
<b>Fariña de peixe</b>	15,01	-14,26		17,61				
<b>Chícharos de raposo</b>			16,59	33		1,559		
<b>Fariña de carne e ósos</b>	14,2	-19,15		25,1				
<b>Leite en po</b>			17,13	32,62		7,968		
<b>Paínzo</b>			15,15	29,12		15,94		
<b>Avea</b>	12,98	-12,98		48,82	-25,5			
<b>Fariña de cacahuete</b>	12,42			25,5	-25,47			
<b>Chícharos</b>			15,51	31,06		13,34		
			12,98	31,06				
<b>Torta de presión de colza</b>			13,71	34,94		5,543		
<b>Fariña de colza</b>			13,71	27,18		5,543		
<b>Colza sen procesar</b>			12,62	38,05		3,811		
<b>Fariña de arroz</b>	19,54	-19,54	-29,1	17,97	-34,29			
<b>Salvado de arroz</b>	19,54	-19,54	-29,1	17,97	-34,29			
<b>Centeo</b>			10,82	12,42		12,99		
<b>Fariña de sésamo</b>			16,23	11,65		3,811		
<b>Sorgo</b>			12,98	32,23		15,76		

<b>Soia triturada e torta de presión de soia</b>			15,69	29,51		6,236		
<b>Fariña de semente de xirasol</b>	2626	-2626	10,62	26,2				
<b>Tapioca (Cassava)</b>	16,38	-16,38			-34,64			
<b>Triticale</b>			14,43	26,01		14,9		
<b>Trigo</b>			14,61	26,4		15,24		
<b>Salvado de trigo</b>	16,78	-16,78			-69,2			
<b>Soro de leite</b>			16,23	32,62		7,968		
<b>Fermento</b>			13,71	22,13		14,72		

$$\begin{aligned}
 \text{EMAn [MJ/Kg MS]} = & (\text{factor da materia seca} * \text{materia seca} [\%]) \\
 & + \text{factor das cinzas brutas} * \text{cinzas brutas} [\% \text{ MS}] \\
 & + \text{factor da proteína bruta} * \text{proteína bruta} [\% \text{ MS}] \\
 & + \text{factor do extracto etéreo} * \text{extracto etéreo} [\% \text{ MS}] \\
 & + \text{factor da fibra bruta} * \text{fibra bruta} [\% \text{ MS}] \\
 & + \text{factor do extracto non nitroxenado} * \text{extracto non nitroxenado} [\% \text{ MS}] \\
 & + \text{factor do amidón} * \text{amidón} [\% \text{ MS}] \\
 & + \text{factor dos azucres} * 0,95 * \text{azucres} [\% \text{ MS}] / 100
 \end{aligned}$$

MS [%] = 100, xa que todos os datos se empregan de acordo coa estandarización do 100 % da materia seca.

Para máis información, consulte o apartado "Estandarización da materia seca".

Referencia: WPSA (1989)

Para a fariña de coco (copra) aplícase a fórmula xeral, na que se ten en conta o extracto etéreo dixerible, a proteína bruta dixerible e o extracto non nitroxenado dixerible; nela empregáronse os factores de dixestibilidade que se indican a continuación (CVB, 2012):

Materia prima	Condições	Factor de dixestibilidade da proteína bruta	Factor de dixestibilidade do extracto etéreo	Factor de dixestibilidade do extracto non nitroxenado
Fariña de coco (copra)	EE <10 %	71	89	25
Fariña de coco (copra)	EE >10 %	71	90	25

$$\text{AMEn [MJ/Kg MS]} = (0,3883 * \text{DIG\_extracto etéreo} * \text{extracto etéreo [% MS]} + 0,1803 * \text{DIG\_proteína bruta} * \text{proteína bruta [% MS]} + 0,1732 * \text{DIG\_extracto non nitroxenado} * \text{extracto non nitroxenado [% MS]}) / 100$$

Referencia: WPSA (1989)

Para as demais materias primas (por exemplo, a fariña de guar, de mostaza ou de palmiste) e para os pensos acabados para aves de curral e galiñas poñedeiras, aplícase a fórmula xeral baseada na PB, no EE, no amidón e nos azucres da análise proximal:

$$\text{AMEn [MJ/Kg MS]} = ((15,51 * \text{proteína bruta [% MS]} + (34,31 * \text{extracto etéreo [% MS]}) + (16,69 * \text{amidón [% MS]}) + (13,01 * 0,95 * \text{azucres [% MS]})) / 100$$

Referencia: WPSA (1989)

## Estandarización da materia seca

Nas publicacións de Noblet os parámetros de entrada para todas as ecuacións calcúlanse a partir de composicións nutricionais baseadas en valores estandarizados da materia seca ao 100 %.

Os valores que se mostran nos datos analíticos avanzados baséanse nunha base tal cal (tal como se subministra), nunha materia seca estandarizada ao 88 % (produtos de orixe vexetal) ou ao 91% (produtos de orixe animal).

A materia seca estandarizada en graxa bruta, a ED, a EM, a EN e a EMAn (ao 88 % e ao 91%, respectivamente) calcúlase estandarizando primeiro a composición nutricional tal cal (de PB; extracto etéreo; cinzas; amidón; fibra deterxente neutro, FND; fibra deterxente ácido, FAD; FB) ao 100% da materia seca. A continuación, aplícanse as fórmulas enerxéticas e, por último, os resultados volven estandarizarse ao 88 %, ao 91 % ou baséanse na materia seca tal cal.

## Valores atípicos

Os parámetros individuais usados nas fórmulas de cálculo poderían converterse en valores atípicos. Nos cálculos de AMINONIR<sup>®</sup> NRG podería ocorrer nos dous seguintes casos: cando un ou máis parámetros necesarios para o cálculo individual se consideran un valor atípico da NIRS na predición básica de AMINONIR<sup>®</sup> Prox; nese caso, mostrarase o termo "outlier" (valor atípico) no canto dun valor enerxético. Cando un ou máis parámetros non están incluídos na calibración de AMINONIR<sup>®</sup> Prox (por exemplo, amidón, FAD, FND ou FB, xa que o seu contido nos produtos de orixe animal é do 0 %), o parámetro consideraríase do 0 %, fariáanse os cálculos e determinaríanse os valores enerxéticos correspondentes.



## Referencias

- CVB, 2012. *CVB Feed Table 2011. Chemical Compositions and Nutritional Values of Feed Materials*. Product Board Animal Feed 2012.
- Ewan, R. C. (1989). "Predicting the Energy Utilization of Diets And Feed Ingredients By Pigs", páginas 271-274 en *Energy Metabolism, European Association of Animal Production Bulletin* No. 43, Y. van der Honing y W. H. Close, eds. Pudoc Wageningen, Países Baixos.
- Le Goff, G. e J. Noblet. 2001. "Comparative Total Tract Digestibility of Dietary Energy and Nutrients in Growing Pigs and Adult Sows". *Journal of Animal Science* 79:2418-2427.
- Noblet, J. e J. M. Perez (1993). "Prediction of Digestibility of Nutrients and Energy Values of Pig Diets from Chemical Analysis". *Journal of Animal Science* 71: 3389-3398.
- Noblet, J. e X. S. Shi (1993). "Comparative Digestibility of Energy and Nutrients in Growing Pigs Fed *Ad Libitum* and Adult Sows Fed at Maintenance". *Livestock Production Science* 34: 137-152.
- Noblet, J., H. Fortune, X. S. Shi e S. Dubois (1994). "Prediction of Net Energy Value of Feeds for Growing Pigs". *Journal of Animal Science* 72: 344-354.
- WPSA (1989). *The European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs*. Nutrition of the European Federation of Branches of the World's Poultry Science Association. Subcommittee Energy of the Working Group (Beekbergen, Países Baixos).
- Véxase tamén: Payne, R. L. e R. T. Zijlstra (2007). *A Practical Guide for Implementing Net Energy into Commercial Swine Production*, AMINONews® 9 (3): 1-7.