

SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA AGRO-ALIMENTARIA PARA LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS DE ENGORDE

Sol, C., Castillejos, L. y Gasa, J.

Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNI BA). Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra 08193. Barcelona. mariacinta.sol@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El coste de producción animal ha mantenido una tendencia creciente en los últimos años debido principalmente al incremento del coste de las materias primas, siendo el pienso responsable del 74% del coste total de producción (SIP Consultors, 2013). Por ello, los productores siguen buscando fuentes alternativas que permitan reducir los costes de la alimentación. En este punto, se intenta buscar subproductos no convencionales procedentes de la industria agroalimentaria para ser revalorizados como nuevos ingredientes a utilizar en alimentación líquida, consiguiendo la reducción de los costes de producción (Moreau et al., 1992). La ventaja primordial de estos subproductos respecto a las materias primas convencionales es su bajo coste (Scholten et al., 2001), en algunos casos nulo, ya que para la industria llega a suponer un verdadero problema la destrucción del subproducto generado. Sin embargo, debido a la escasa información que existe respecto a estos subproductos, es necesario conocer sus características logísticas ya que pueden comportar una alta variabilidad en su composición química (Serena y Bach Knudsen, 2007) al igual que conocer los niveles máximos de inclusión en las fórmulas para garantizar el mínimo coste de la dieta sin asumir excesivo riesgo y penalizar los rendimientos productivos de los animales. En este contexto se diseñaron cuatro estudios con el objetivo de valorizar cuatro subproductos no convencionales, caracterizando su composición nutricional y evaluando su digestibilidad *in vivo* en cerdos de engorde mediante cuatro niveles de inclusión crecientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

En primer lugar se realizó un análisis químico y nutricional (AOAC, 2005) de los siguientes subproductos, procedentes de la industria agroalimentaria: mayonesa, harina de almendra, harina de cacao y kiwi (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química de los subproductos estudiados.

Composición nutricional	Mayonesa	Harina de almendra	Harina de cacao	Kiwi
Materia seca (%)	53,40	94,51	82,18	6,14
Proteína bruta (%)	1,27	16,84	8,85	13,76
Extracto etéreo (%)	83,06	57,43	13,64	4,36
Fibra bruta (%)	0,00	2,93	6,94	16,04
Energía bruta (Kcal/kg)	8737	7463	5524	4940

Posteriormente, se realizó un experimento *in vivo* de la digestibilidad total aparente de los cuatro subproductos donde se utilizaron un total de 16 cerdas de engorde ((LD x LW) x Pietrain) con un promedio de PV inicial de $40,1 \pm 3,03$ Kg alojadas individualmente. El experimento se dividió en 4 estudios correspondiendo cada estudio a la evaluación de la digestibilidad de un subproducto. Cada estudio tuvo una duración de 12 días, de los cuales los 5 primeros días fueron considerados de adaptación administrando la dieta de forma *semi-ad libitum*, es decir, aumentando un 5% la ración a aquellos animales que no dejaban residuo en el comedero, con el objetivo de alcanzar una ingestión máxima. Los 5 días siguientes se consideraron de mantenimiento y finalmente los días 11 y 12 se realizaron la recogida de muestras fecales. En cada ensayo, los tratamientos a testar fueron 4 niveles de inclusión del subproducto en estudio (2%, 4%, 7% y 10%; excepto para el kiwi que fueron, 4%, 8%, 12% y 16%). Durante todo el experimento se introdujo un 3% de TiO₂ como

marcador indigestible al pienso. Las dietas se preparaban individualmente por la mañana (9.00 h) y por la tarde (16.00 h) y se administraban en forma líquida a una dilución 1:2,7 (1kg de pienso seco + subproducto por 2,7 Kg de agua) finalmente, los residuos del comedero eran retirados para evitar posibles fermentaciones. La composición de la dieta queda reflejada en la Tabla 2.

Al inicio y final de cada estudio los animales fueron pesados individualmente, así como el consumo de pienso diario para poder realizar finalmente el cálculo del índice de conversión. Las muestras de heces recogidas al final de cada estudio fueron secadas a 65°C durante 96 h, molturadas hasta un tamaño de partícula de 1 mm y analizadas para materia seca, energía bruta, extracto etéreo (EE), proteína bruta (PB) y fibra bruta (FB) según la metodología descrita en AOAC (2005). Por otra parte, la determinación del marcador se realizó siguiendo la metodología descrita por Short et al. (1996) para obtener los resultados de los coeficientes de digestibilidad, ajustando los valores según los porcentajes de inclusión de cada tratamiento. Los datos registrados fueron analizados mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2009) usando un ajuste por Tukey. Finalmente se realizaron los ajustes lineales o cuadráticos de los parámetros de digestibilidad de la materia orgánica, energía y nutrientes.

Tabla 2. Formula y composición química de la dieta empleada en el experimento.

Ingredientes	%
Cebada	45,00
Trigo	30,00
Harina de soja 47+2% PB	10,07
Maíz	6,29
Har. Ex. Colza 34% PB	6,00
Carbonato cálcico	0,96
Grasa +88% triglicéridos	0,50
Sal	0,40
Corrector vitamínico-mineral	0,30
Lisina – HCl	0,05
Treonina	0,04
Composición nutricional	
Materia seca (%)	87,1
Proteína bruta (PB, %)	16,0
Lisina (%)	0,75
Extracto etéreo (%)	2,24
Fibra bruta (%)	4,11
Energía metabolizable (Kcal/kg)	3194

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que los rendimientos productivos no se vieron afectados por ninguno de los tratamientos en ningún estudio ($P > 0,05$).

En cuanto a los coeficientes de digestibilidad total aparente de la materia orgánica y de la energía, siguieron ajustes lineales para cada subproducto a estudio (Tabla 3). Los altos errores estándar sugieren que en algunos casos la evolución de los coeficientes de digestibilidad de la ración al aumentar la proporción de subproducto en la ración se aparta de la linealidad.

Respecto a los nutrientes, los coeficientes de digestibilidad total aparente mostraron ajustes cuadráticos para el EE de la mayonesa ($R^2 = 0,91$) y la harina de almendra ($R^2 = 0,59$) siendo el punto máximo de inclusión a partir del cual bajaba la digestibilidad en 8,5 y 6,9 % para la mayonesa y la harina de almendra, respectivamente. Por otro lado, los coeficientes de digestibilidad total aparente del EE de la harina de cacao y del kiwi se mantuvieron constantes, para todos los niveles de inclusión, en valores de 47,7 y 25,4 %, respectivamente.

respectivamente. En cuanto a la digestibilidad de la PB, ésta se mantuvo constante para la mayonesa en valores de 78,9%, mientras que para la harina de almendra disminuyó linealmente (38,9%; $R^2 = 0,34$) y la harina de cacao y el kiwi disminuyeron cuadráticamente con máximos en niveles de inclusión de 3,7% y 5,2% ($R^2 = 0,61$ y $0,66$, respectivamente). La digestibilidad de la FB mostró un comportamiento constante para la harina de cacao (37,6%) mientras que para la harina de almendra disminuyó cuadráticamente con un máximo en 8,7% ($R^2 = 0,75$) y en el caso del kiwi aumentó cuadráticamente con un mínimo en 7,4% ($R^2 = 0,36$).

En conclusión, los subproductos presentan una alta digestibilidad total aparente de la energía cuando poseen niveles más altos de EE en su composición química. Nuestros resultados sugieren que el máximo nivel de inclusión a la dieta en el caso de la mayonesa no debería sobrepasar el 8,5% y el 6,9% en el caso de la harina de almendra para garantizar los mejores resultados de digestibilidad. Por último, la harina de cacao y kiwi deberían introducirse con cautela para evitar penalizaciones de la digestibilidad de la ración total.

Tabla 3. Coeficientes de digestibilidad total aparente de la materia orgánica (dMO) y de la energía (dE) de distintos subproductos de la industria agroalimentaria.

Subproducto	dMO	dE
Mayonesa	94,05 ± 16,32	97,07 ± 16,38
Harina de almendra	64,59 ± 16,03	67,03 ± 19,07
Harina de cacao	55,19 ± 18,88	48,53 ± 23,37
Kiwi	54,92 ± 10,24	44,26 ± 10,54

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SIP Consultors, 2013. V Jornadas SIP.
- Moreau, R., Quéméré, P. & Carlier, J. 1992. Journ. Rech. Por. 24: 143-150.
- Scholten, R.H.J., Rijnen, M.M.J.A., Schrama, J.W., Boer, H., Van Der Peet-Schwering, C.M.C., Den Hartog, L.A., Vesseur, P.C. & Verstegen, M.W.A. 2001. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 85(5-6): 124-134.
- Serena, A. y Bach Knudsen, K.E. 2007. Anim. Feed Sci. Tech. 139: 109 – 124
- AOAC, 2005, 17th ed. AOAC International, Gaithersburg.
- Short, F.J.J, Gorton, P., Wiseman, J. & Boorman, K.N.N. 1996 Anim. Feed Sci. Tech. 59: 215-221

Agradecimientos: Este trabajo fue realizado en el marco del Proyecto de Investigación y Desarrollo IDI-20110003 y Beca predoctoral Talent Empresa (TEM) de l'AGAUR para C.Sol.

BY-PRODUCTS DIGESTIBILITIES FROM FOOD INDUSTRIES

ABSTRACT: The coefficients of apparent total tract digestibility (CATTD) of 4 by-products were evaluated in growing-finishing pigs. The study was divided in 4 studies, one for each by-product, and lasted 12 d: 5 d of adaptation, 5 d of maintenance and 2 d of sampling. For each by-product (mayonnaise, almond meal, cocoa meal and kiwi) the inclusion levels were: 2, 4, 7 and 10%, except for the kiwi (4, 8, 12 and 16%). Sixteen pigs (40.1 ± 3.03 Kg) were individually allotted (n=4 by inclusion level). TiO₂ was added as an indigestible marker. Mayonnaise had the highest CATTD for OM (94.1%) and GE (97.1%), followed by almond meal (64.6%; 44.2%), cocoa meal (55.2%; 48.54%), and kiwi (54.92%; 44.3%). The CATTD of EE followed a quadratic regression, being the maximum in 8.5 for mayonnaise and 6.9 for almond meal. Cocoa meal (47.7%) and kiwi (25.4%) showed a constant coefficient. These by-products presented high CATTD for GE when they had higher levels of EE. Results suggest a maximum level of inclusion of mayonnaise and almond meal to maintain a good digestibility. Cocoa meal and kiwi by-product should be introduced carefully to avoid a decrease in CATTD.

Keywords: by-products; digestibility; pigs.