

ALIMENTACIÓN SIN SUPLEMENTACIÓN DE FOSFATO INORGÁNICO DESDE EL DESTETE HASTA EL SACRIFICIO: CONTRIBUCIÓN A UNA PRODUCCIÓN PORCINA MÁS SOSTENIBLE

David Torrallardona¹, Peter Ader² y Dieter Feuerstein²

¹IRTA, Mas Bové, Constantí, España

²BASF SE, Nutrición animal, Ludwigshafen, Alemania

nutrición

Debido a los cambios en los mercados de productos básicos agrícolas en 2022, los aumentos de precio asociados y las interrupciones parciales en la cadena de suministro (Schuhmacher, 2022), la **sustitución de fosfatos minerales por fitasas microbianas en la alimentación animal ha vuelto a adquirir gran relevancia económica.**

➔ Esto ha intensificado los esfuerzos para reducir el uso de fosfatos en la producción animal.


Recientemente, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España ha destacado el interés de **reducir el empleo de fosfatos minerales en el pienso de aves y cerdos mediante la utilización de fitasas** con el consiguiente beneficio para el medioambiente (MAPA, 2017).


🎯 La atención se centra en **mejorar la utilización del propio fósforo (P) de los ingredientes de origen vegetal** que se encuentra en forma de **fitatos**.

LIBERANDO EL FÓSFORO VEGETAL CON EL PODER DE LAS FITASAS

En un estudio de crecimiento de cerdos desde el destete hasta el sacrificio se evaluaron los efectos de la alimentación con pienso convencional con fósforo mineral o con piensos alternativos sin fosfatos minerales y suplementados con fitasa.

Material y métodos

72 lechones recién destetados ((Large White x Landrace) x Pietrain); 36 machos enteros y 36 hembras ($7,8 \pm 0,37$ kg de peso corporal y 26 días de edad) fueron distribuidos aleatoriamente por sexo y peso entre las 3 variantes de alimentación (**Tabla 1**). 

Fueron alimentados con pienso convencional con fósforo mineral o **dos piensos alternativos sin fosfatos minerales suplementados simultáneamente con fitasa**: una alternativa se formuló teniendo en cuenta únicamente el efecto de la fitasa sobre la digestibilidad del fósforo (P) y el calcio (Ca), y la otra consideró además las **mejoras de digestibilidad de aminoácidos, proteína y energía**. 



Fósforo mineral
Sin fitasa



A. Pienso convencional

Digestibilidad de fósforo
y calcio

Sin fósforo mineral
Con fitasa



B. Pienso alternativo 1

Digestibilidad de fósforo, calcio,
aminoácidos, proteína y energía

Sin fósforo mineral
Con fitasa



C. Pienso alternativo 2

nutrición

Variante	Tratamientos
A	Alimentación con fosfato monocálcico (MCP); sin fitasa; Nutrientes según FEDNA, 2013
B	Alimento libre de fosfato, adición de fitasa microbiana ¹ , nutrientes según FEDNA 2013
C	Alimento libre de fosfato, adición de fitasa microbiana ¹ , como B pero reducido en nutrientes

¹ Mioinositol-hexakisfosfato beta-fosfohidrolasa (6-fitasa, EC 3.1.3.26) producida por *Aspergillus niger* (EU-No 4a27).

Tabla 1. Configuración experimental.

Ingredientes	Pre-starter (días 0-14)			Starter (días 14-41)		
	A	B	C	A	B	C
Trigo	0,00	0,00	0,00	10,00	10,00	10,00
Maíz	9,03	11,00	13,28	25,53	27,47	29,21
Maíz:Trigo 60:40 extrusionado	25,00	25,00	25,00	0,00	0,00	0,00
Cebada	21,00	21,00	21,00	18,00	18,00	18,00
Suero de leche dulce	8,40	8,40	8,40	6,50	6,50	6,50
Dextrosa	3,00	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00
Plasma porcino	5,50	5,50	5,50	0,00	0,00	0,00
Torta de soja	11,12	10,84	10,11	18,11	17,86	17,70
Torta de colza	5,25	5,25	5,25	7,00	7,00	7,00
Torta de girasol	5,25	5,25	5,25	6,00	6,00	6,00
Grasa animal	3,17	2,45	0,91	5,04	4,34	2,81
L-Lisina-HCl	0,37	0,38	0,38	0,49	0,49	0,48
L-Treonina	0,11	0,11	0,11	0,19	0,19	0,18
DL-Metionina	0,12	0,12	0,11	0,14	0,14	0,12
L-Triptófano	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,04
L-Valina	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,05
Sal	0,00	0,00	0,00	0,23	0,23	0,23
Carbonato cálcico	0,60	0,41	0,42	0,62	0,42	0,42
Fosfato monocalcico	0,82	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00
Premix vitamínico-mineral*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Formiato sódico	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fitasa (FTU/kg)	-	3.000	3.000	-	2.000	2.000


*Proporciona por kg de alimento: Vitamina A (E672) 10000 UI; Vitamina D₃ (E671) 2000 UI; vitamina E (alfa-tocoferol) 25 mg; Vitamina B₁ 1,5 mg; Vitamina B₂ 3,5 mg; Vitamina B₃ 2,4 mg; Vitamina B₅ 20 µg; Vitamina K₃ 1,5 mg; pantotenato de calcio 14 mg; ácido nicotínico 20 mg; ácido fólico 0,5 mg; biotina 50 µg; Fe (E1) (de FeSO₄ · H₂O) 120 mg; I (E2) (de Ca(I2O3)2) 0,75 mg; Cu (E4) (de CuSO₄ · 5H₂O) 6 mg; Mn (E5) (de MnO) 60 mg; Zn (E6) (de ZnO) 110 mg; Se (E8) (de Na₂SeO₃) 0,37 mg, 560 TXU endo-1,4-β-xilanasas y 250 TGU endo-1,4-β-glucanasa (EU No. 4a7).


Tabla 2a. Grupo A, B, C en las 2 fases de cría de lechones: componentes del alimento (%).


Nutrientes	Pre-starter (días 0-14)			Starter (días 14-41)		
	A	B	C	A	B	C
ME (MJ/kg)	13,75	13,75	13,45	13,73	13,73	13,43
Proteína bruta	19,75	19,74	19,52	19,00	19,00	18,98
Fibra bruta	3,75	3,78	3,80	4,19	4,22	4,25
Grasa bruta	5,06	4,41	2,94	6,91	6,27	4,80
SID Lisina	1,28	1,28	1,26	1,20	1,20	1,18
SID Treonina	0,83	0,83	0,82	0,78	0,78	0,77
SID Metionina	0,38	0,38	0,38	0,42	0,42	0,40
Sodio	0,24	0,24	0,24	0,20	0,20	0,20
Calcio	0,70	0,49	0,49	0,73	0,52	0,52
Fósforo total	0,67	0,49	0,49	0,65	0,47	0,47
Fósforo-fitato	0,23	0,24	0,24	0,28	0,28	0,28


Tabla 2b. Grupo A, B, C en las 2 fases de cría de lechones: Nutrientes (%).


Los animales se alojaron en corrales de dos durante la fase de transición e individualmente durante la fase de engorde. Cada tratamiento consistió en 24 animales.

 El agua y los piensos granulados se ofrecieron a voluntad en las 5 fases de alimentación del ensayo (Tabla 2a-d).

 Los lechones destetados se pesaron individualmente al comienzo del experimento (día 0), al final de la fase de transición (día 41) y al final del engorde (día 138).

 El alimento consumido en cada período entre intervalos de pesaje fue registrado para cada corral.

 La ganancia de peso media diaria, el consumo de alimento y el índice de conversión de alimento se calcularon a partir de los datos registrados.

 Los animales fueron sacrificados al final del experimento. La pezuña delantera izquierda fue muestreada removida y se guardó congelada hasta la posterior determinación de peso seco y contenido de cenizas del correspondiente tercer metacarpiano (*Os metacarpale III*).

Ingredientes	Engorde I (días 41-71)			Engorde II (días 71-116)			Acabado (días 116-138)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Maíz	10,00	10,00	10,00	4,74	5,92	7,30	11,50	11,50	11,50
Cebada	56,81	58,40	60,28	60,50	60,50	60,50	62,16	63,28	64,74
Torta de soja	10,28	10,08	9,62	5,90	5,82	5,56	5,16	5,02	4,57
Torta de colza	7,50	7,50	7,50	13,00	13,00	13,00	10,00	10,00	10,00
Torta de girasol	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	4,00	4,00	4,00
Grasa animal	5,82	5,31	3,92	6,74	6,28	5,16	5,17	4,81	3,80
L-Lisina-HCl	0,32	0,32	0,31	0,21	0,22	0,21	0,19	0,19	0,19
L-Treonina	0,08	0,08	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
DL-Metionina	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal	0,42	0,42	0,42	0,39	0,39	0,39	0,37	0,37	0,37
Carbonato de calcio	0,64	0,47	0,47	0,60	0,46	0,47	0,56	0,42	0,42
Fosfato monocálcico	0,71	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00
Premix vit-mineral**	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Fitasa (FTU/kg)	-	1.000	1.000	-	500	500	-	500	500

**Proporciona por kg de alimento: Vitamina A (E672) 5500 UI; Vitamina D₃ (E671) 1100 UI; vitamina E (alfa-tocoferol) 25 mg; Vitamina B₁ 0,5 mg; Vitamina B₂ 1,4 mg; Vitamina B6 1 mg; vitamina B₁₂ 8 µg; Vitamina K₃ 0,5 mg; pantotato de calcio 5,6 mg; ácido nicotínico 8 mg; cloruro de colina 120 mg.; Fe (E1) (de FeSO₄·7H₂O) 80 mg.; I (E2) (de Ca(I2O3)2) 0,5 mg; Co (E3) (desde 2CoCO₃·3Co(OH)₂·H₂O) 0,4 mg; Cu (E4) (de CuSO₄·5H₂O) 5 mg; Cu (E4) (de quelatos de aminoácidos) 5 mg; Mn (E5) (a partir de MnO) 40 mg; Zn (E6) (de ZnO) 100 mg; Se (E8) (de Na₂SeO₃) 0,25 mg.

Tabla 2c. Grupo A, B, C en las 3 fases de engorde: componentes del alimento (%).

Nutrientes	Engorde I (días 41-71)			Engorde II (días 71-116)			Acabado (días 116-138)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
ME (MJ/kg)	13,31	13,31	13,02	13,29	13,29	13,07	13,19	13,19	12,97
Proteína bruta	16,59	16,65	16,61	16,60	16,63	16,58	14,00	14,00	13,93
Fibra bruta	5,48	5,54	5,62	6,04	6,06	6,08	5,30	5,34	5,39
Grasa bruta	7,70	7,21	5,86	8,59	8,17	7,09	7,18	6,85	5,85
SID Lisina	0,89	0,89	0,78	0,77	0,77	0,76	0,63	0,63	0,62
SID Treonina	0,58	0,58	0,57	0,50	0,50	0,49	0,42	0,42	0,41
SID Metionina	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,26	0,22	0,22	0,22
Sodio	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,16	0,16	0,16
Calcio	0,67	0,48	0,48	0,67	0,48	0,48	0,59	0,40	0,40
Fósforo total	0,61	0,45	0,45	0,61	0,45	0,45	0,54	0,43	0,43
Fósforo-fitato	0,28	0,28	0,28	0,30	0,30	0,30	0,26	0,26	0,26

Tabla 2d. Grupo A, B, C en las 3 fases de engorde: Nutrientes (%).

La comparación de los parámetros medidos entre los grupos experimentales se llevó a cabo mediante ANOVA utilizando el método GLM del programa estadístico SAS. Se eligió un diseño de bloques al azar, siendo el **peso inicial y la localización del corral** los criterios determinantes para el bloque.

Para el análisis estadístico se tuvo en cuenta el **efecto del bloqueo, el sexo y el tratamiento**.

El **corral** fue considerado como la **unidad experimental**.

Los datos de las tablas se presentan como medias de mínimos cuadrados.

Para los parámetros con un efecto tratamiento significativo, se realizaron comparaciones múltiples entre medias de acuerdo al método de Tukey.

Resultados y Discusión

El análisis de los niveles de energía y nutrientes, así como la actividad de la fitasa estuvo dentro del rango esperado. Con respecto a los parámetros de rendimiento, los resultados no mostraron diferencias ($p > 0,05$) entre los grupos experimentales (B, C) y el grupo control A (**Tabla 3a/b**) ni en la fase de transición de lechones ni en el global del engorde. Tampoco se observaron diferencias respecto al grupo control (A) para los parámetros óseos medidos (**Tabla 3c**).



No obstante, se encontró una diferencia significativa en el **índice de conversión del alimento entre los grupos experimentales B y C**, por lo que **el grupo sin contenido de nutrientes disminuido (B) tuvo un mejor índice de conversión**.

Estos resultados concuerdan con los reportados por *Dusel et al. (2022)*, quienes tampoco pudieron documentar ninguna influencia negativa en los parámetros de rendimiento y de salud animal en un experimento diseñado desde el destete hasta el final del engorde con la máxima reducción de P y el uso de 6-fitasa híbrida.

La reducción adicional de nutrientes sin pérdida de rendimiento, más allá de la reducción de Ca y P, confirma el **aumento de las liberaciones inducidas por la 6-fitasa híbrida de nutrientes unidos a la fitina** que se encuentran en los estudios de digestibilidad en cerdos en crecimiento (*Trautwein et al., 2017; Winkler et al., 2019; Klein et al. 2022*).



Grupo	Peso inicio (kg)	Peso final (kg)	Ganancia diaria de peso (g/d)	Conversión alimenticia (kg/kg)
A	7,8	28,0	492	1,31
B	7,8	28,6	507	1,28
C	7,8	28,5	505	1,34

Tabla 3a. Efectos de los grupos experimentales sobre el crecimiento y la conversión alimenticia en la fase de transición del lechón (0-41 días de ensayo).

Grupo	Peso inicio (kg)	Peso final (kg)	Ganancia diaria de peso (g/d)	Conversión alimenticia (kg/kg)
A	28,0	122,7	977	2,32 ^{ab}
B	28,6	120,9	951	2,31 ^a
C	28,5	120,3	950	2,40 ^b

Tabla 3b. Efectos de los grupos experimentales sobre el crecimiento y la conversión alimenticia en la fase de engorde (41-138 días de ensayo); diferentes superíndices indican una diferencia significativa, $p < 0,05$.

Grupo	Ganancia diaria de peso (g/d)	Conversión alimenticia (kg/kg)	Peso (TM g/hueso)	Cenizas (%)	Cenizas (g/hueso)
A	832	2,14 ^{ab}	17,8	41,4	7,3
B	819	2,12 ^a	18,2	40,7	7,4
C	814	2,20 ^b	17,4	41,9	7,3

Tabla 3c. Efectos de los grupos experimentales sobre el crecimiento y la conversión alimenticia durante todo el experimento (0-138 días de ensayo), así como sobre el peso, la materia seca y el contenido de cenizas del tercer hueso metacarpiano izquierdo (día 138).

Los resultados dejan claro que, **si la fitasa microbiana se utiliza en dosis suficientes y si el contenido de fósforo-fitato en el alimento es apropiado, se puede prescindir completamente del P mineral a partir del destete de los lechones**.



Con la renuncia a las fuentes minerales de fósforo y el **mejor uso del fósforo de origen vegetal inducido por la fitasa, la sostenibilidad económica y ecológica de la producción de proteína animal puede mejorarse** mediante la reducción asociada de los costes de alimentación y la reducción de la excreción de fósforo.

Alimentación sin suplementación de fosfato inorgánico desde el destete hasta el sacrificio: contribución a una producción porcina más sostenible



DESCÁRGALO EN PDF



We create chemistry

Natuphos[®] E Natugrain[®] TS Natupulse[®] TS



Enzimas para aprovechar al máximo el potencial del pienso

- Aumento de digestibilidad de los nutrientes y la energía
- Excepcional estabilidad de proceso y almacenamiento
- Aplicación amplia y flexible
- Mayor eficacia de los recursos

The science of sustainable feed that succeeds

