

Tamaño de partícula y su influencia en la digestión en cerdos

Autores: Estudiante "Scianca, Nicolas A." – director "Picco, Sebastian J."

1-Fundamentos del tema

En Producción porcina, los parámetros de producción en los cuales genéticamente se mejoró en las últimas décadas desde el punto de vista del crecimiento son, ganancia media diaria de peso vivo (GDPV) e índice de conversión (CA), claramente, con el objetivo de mejorar la rentabilidad reduciendo el costo en alimento, por lo que se debe ser muy eficiente en la presentación y requerimientos nutricionales de cada fase en la línea de engorde, porque, por los avances genéticos donde los animales cada vez producen más y consumen menos, y donde la alimentación representa el 70% del costo total de producción en granjas con ciclo completo, cualquier mejora en eficiencia alimenticia tendrá un enorme impacto en el costo de producción (Steinhart, Terry L., 2012).

Al considerar que el porcentaje de magro se ha incrementado del 45% al 57% o más y para alcanzar los 110 kilos de peso vivo se pasó de tener 7 a 5 meses de vida con un índice de conversión que pasó de 3,5 a 2,5 (John Mabry – ISU en IPVS&ESPHM, 2016), si se habla de presentación del alimento para mejorar y optimizar los resultados productivos, los trabajos sobre el uso de dietas en seco o líquidas, en harina o peleteado, nos topamos tanto en la literatura científica como en la práctica de granjas, diferencias en los resultados o costos/beneficios no convenientes y por tanto no es sencillo tener una norma única, pero sin dudas hay un factor común a cada presentación y es el *tamaño medio de partícula*. Donde, no solo se debe pensar en un tamaño adecuado de partícula (diámetro geométrico promedio, en micras) según categoría o fase de producción (reproducción, recría y engorde), sino que además se debe tener muy en cuenta la desviación sobre la media (desviación estándar geométrica), tanto por encima como por debajo.

Se realizaron análisis bibliográficos, que nos ayudaron a definir el tamaño ideal de partícula en recría-engorde y por ende mejorar los resultados productivos y económicos del sector.

Como en varios estudios científicos, se tuvieron en cuenta desde el punto de vista fisiológico:

- Velocidad de tránsito: menor cuanto mayor es la edad del cerdo. Asociado al tamaño de partícula y la producción de enzimas endógena en las diferentes edades del cerdo
- Equilibrio de la flora digestiva: diferentes según categorías y cuya alteración afectará la producción.
- Úlceras gástricas: la interacción entre tamaño de partícula demasiado fino y la incidencia de úlceras gástricas esta bien estudiada (Busch, ME – 2016)

También se tuvo en cuenta el sistema de producción, instalaciones, sistemas de acopio y transporte de alimento, comederos, etc. para los óptimos resultados productivos, ya que si consideramos:

- Fluidez del alimento: cuando tenemos tamaños de partículas debajo de las 500 micras se aumenta la compactación, que, en alimentos en harinas con aceites, en silos y líneas de transporte de ciertas características dan lugar a problemas en la caída del alimento que provoca restricciones en el consumo, con las consecuencias en bajos índices productivos

Para Goodband et al (2001) es importante recalcar que la disminución del tamaño de partícula a los micrones de diámetro recomendados, que conducirá al aumento de la conversión alimentaria en el animal, debe compensar los gastos demandados de en energía por el molino y el mezclado.

La reducción en el tamaño de partícula tuvo un gran impacto en la eficiencia del consumo de alimento con el resultado en una mejor conversión, pero, no fue significativamente superior en ganancia diaria de peso vivo. Esto se puede explicar, ya que al reducir el tamaño de partícula se incrementa el área de superficie para acción de las enzimas digestivas, aumentando la digestión del alimento.

En base a los resultados obtenidos en mejores índices productivos y costo/beneficio, las recomendaciones más precisas sobre el tamaño de partícula en el alimento según fases de producción son:

- Lechones Recría: 350-400 micras
- Cerdos Engorde: 450-500 micras

La desviación estándar no debe ser superior a 1,2 (+/-200 micras), sobre todo en engorde para evitar aumento de incidencia de úlceras gástricas.

Siendo el objetivo de este trabajo estudiar la influencia de la molienda de materias primas y alimentos balanceados sobre la productividad en granjas porcina de ciclo completo.

2- Introducción

El procesado de materias primas y alimentos terminados es una práctica común de la fabricación de alimentos balanceados por sus beneficios sobre los resultados productivos. Dentro de los procesos más utilizados están la molienda, peleteado y el procesamiento térmico a altas temperaturas (>120 °C). La aplicación de estas técnicas afecta la fisiología digestiva y la composición de la microflora intestinal y por tanto la eficiencia productiva. La influencia de estos procesos, sobre la rentabilidad de las granjas porcinas no está clara, el problema radica en que los efectos de estos factores tecnológicos están interrelacionados y dependen de la composición del alimento, de la edad y el estatus sanitario de los animales (Kaldhusdal, 1999; Mateos et al., 2004).

Difícil determinar y/o hacer recomendaciones prácticas sobre las características más apropiadas de la molienda en los alimentos destinados a porcinos. Además, el resultado del grado de molienda depende de que el alimento se ofrezca en forma de harina o pellet, se suministre a animales sanos o no, como en animales con una problemática digestiva (Mateos et al., 2002a). Por ejemplo, numerosos trabajos que estudian el efecto del tamaño de partícula sobre la productividad animal sólo diferencian entre tamaños "grueso", "medianos" y "finos" que es poco representativo. La instauración de la técnica de ASAE (1995) (Mateo y col. 2005) valorar el tamaño medio de las partículas (diámetro geométrico medio; DGM) y su dispersión (desvío estándar) que mejoran en gran medida las valoraciones a este análisis.

2.1- Influencia del proceso de molienda

El objetivo principal de la molienda es reducir el tamaño de partícula de las materias primas (ingredientes) para aumentar la superficie de exposición a la acción de las enzimas endógenas y aumentar la digestibilidad y absorción de los nutrientes (Wondra et al., 1995 a,b; Kim et al., 2005 a,b). Además, de facilitar la mezcla de las materias primas y aumentar la calidad del alimento. Owsley et al. (1981) informan que la reducción del tamaño de partícula del sorgo desde 1.062 a 802 o a 471 micras mejora la digestibilidad aparente de la energía, la proteína y el almidón, resultados que coinciden con los publicados por Giesemann et al. (1990) con dietas basadas en maíz. Fastinger y Mahan (2003) evalúan la digestibilidad ileal de la energía y de los

aminoácidos de harina de soja de distintos tamaños en cerdos en crecimiento-terminación. La harina de soja se pasó por un molino de martillos hasta conseguir tamaños de partícula de 900, 600, 300 y 150 micras. La digestibilidad aparente media de los aminoácidos esenciales aumentó desde 83,5 hasta 84,9 según se reducía el tamaño de la partícula ($P < 0,10$) pero la digestibilidad de la energía no se vio afectada por el grado de molienda. En base a estos resultados los autores recomiendan para la harina de soja un tamaño de partícula de 600 micras.

Wondra et al. (1995 b) estudiaron el efecto del tamaño de partícula del maíz (rango de 400 a 1.000 micras) en dietas maíz-soja para cerdos en desarrollo-terminación. Observando que a medida que se reducía el tamaño de partícula aumentaba el costo energético y se reducía la producción por tonelada hora, especialmente para tamaños de partícula inferiores a 600 micras, en base a esto se puede determinar que el punto de equilibrio entre gasto energético de molienda y eficiencia alimenticia está en el rango de las 600 micras. Una reducción del tamaño de 1.000 a 400 micras mejoró la digestibilidad de la energía en un 6% ($P < 0,05$) y los índices de conversión en un 5% ($P < 0,001$) pero no afectó a los aumentos de peso vivo (cuadros 1 y 2), sin embargo el índice de úlceras gástricas aumenta conforme se baja el promedio de molienda. Así mismo, Seerly et al. (1988) comparan dietas basadas en trigo molido con martillos con zaranda de 3,18 mm o de 6,35 mm en cerdos de 40 kg y observan que la molienda más gruesa perjudica los aumentos de peso vivo y los índices de conversión. Kjeldsen y Dahl (1999) observan que la molienda fina (zaranda 2,0 mm) mejoró los índices de conversión (2,89 vs 2,76; $P < 0,01$) y redujo el porcentaje de almidón en materia fecal (0,7 vs 5,1%; $P < 0,01$) con respecto a moliendas gruesas (zarandas 4,5 mm) en cerdos en crecimiento-terminación. Moliendas gruesas reducen la digestibilidad de los nutrientes y perjudican los índices de conversión. 23 artículos científicos de lechones y cerdos en engorde indica que por cada 100 micras de reducción del tamaño medio de partícula la digestibilidad de la energía mejora en 0,6, de la proteína en 0,8 y el índice de conversión en 0,03 puntos.

Albar et al. (2000) estudiaron en cinco ensayos el efecto del tamaño de partícula (rango entre 430 a 900 micras) en lechones. El consumo de alimento no se vio afectado por el tamaño de partícula, pero la molienda más gruesa causó una reducción en la ganancia de peso.

En un estudio, Kim et al. (2005b) comparan el coeficiente de digestibilidad aparente fecal del almidón en lechones de 6 kg de peso vivo alimentados con dietas

basadas en trigo con un DGM de 580 o de 920 micras. La molienda fina mejoró la digestibilidad con respecto a la molienda gruesa (98,3 vs 96,9%; $P < 0,05$). Resultados similares han sido publicados por Mavromichalis et al. (2000) que obtienen en lechones mejores digestibilidades y ganancias diarias con moliendas de 600 micras que con moliendas de 400 o 1.300 micras.

Cuadro 1.- Efecto del tamaño de partícula y la textura del pienso sobre la digestibilidad de la energía bruta en cerdos cebo (Wondra et al., 1995 b)¹

Molienda (micras)	Harina	Pellet	Media
1000	77.6	83.3	80.4
800	75.8	84.6	80.2
600	79.6	85.7	82.6
400	84.1	87.5	85.8
Media	79.3	85.3	82.3

1 EEM = 1,1. Diferencia significativa lineal ($P < 0,001$) para presentación de pienso y tamaño de partícula y cuadrática ($P < 0,05$) para tamaño de partícula.

Cuadro 2.- Influencia del tamaño de partícula sobre la productividad y la morfología de la mucosa del estómago en cerdos de 55 a 115 kg de peso alimentados con piensos en harina (Wondra et al., 1995 b)

	Tamaño de partículas (micras)				P
	1000	800	600	400	
Aumento peso (g/d)	960	940	950	980	NS
Consumo Alim. (g/d)	3250	3210	3260	3160	0.01
I. conversión ₁	3.39	3.41	3.44	3.23	0.001
Úlcera Gástrica _{1,2}	1.1	1.2	1.5	1.8	-
Queratinización estomago ₂	1.4	2.4	2.5	3.2	

1- La significancia se refiere a datos conjuntos de piensos en harina y granulado.

2- 20 observaciones. 1 = normal; 4 = severa.

3- Efecto cuadrático ($P = 0,14$).

Sin embargo, Medel et al. (2000) no encuentran influencia alguna del tamaño de partícula de la cebada molida con zarandas de 4.0 o 2.5 mm sobre la productividad en lechones de 21 a 45 d de vida. Así mismo, Healy et al. (1994) comparan tamaños de partículas comprendidas entre 300 y 900 micras en lechones. Los mejores

resultados se obtuvieron con el tamaño de partícula de 500 micras, pero las diferencias no fueron significativas con respecto a molindas más gruesas (cuadro 3). Probablemente, los beneficios de la molienda sobre la productividad sean mayores cuando pasamos de molindas muy gruesas a molindas finas que cuando pasamos de molindas "finas" a molindas "muy finas".

Cuadro 3.- Efecto del tamaño de partícula sobre el rendimiento de producción y la productividad en lechones (Healy et al., 1994)

	Tamaño de partícula (micras)			
	900	700	500	300
Producción de Alim. (t/h)	4.06	2.84	1.63	0.85
Aumento de Peso (g/d)	337	321	341	313
Consumo de Alim. (g/d)	518	486	494	478
I. conversión	1.55	1.52	1.46	1.53

Dos problemas que se han relacionado con molindas finas son la prevalencia de salmonelas en las reses en el momento del sacrificio y la mayor incidencia de úlceras y diarreas inespecíficas en cerdas y cerdos en crecimiento-terminación (Wondra et al., 1995a, b, c y d; Melnichouk, 2002; Friendship, 2003). Brunsgaard (1998) indica que la estructura del alimento (tipo y nivel de fibra) influye sobre la morfología del tracto gastrointestinal y sobre la producción y composición del mucus lo que puede proteger de infecciones gástricas.

Diversos autores han indicado que la mayor incidencia de úlceras y problemas digestivos que se observa al moler el grano en exceso, no se debe al tamaño de partícula promedio, sino al mayor porcentaje de partículas extremadamente finas y a su dispersión. En general la instalación de molinos de rodillos exige más capital pero menos energía durante el proceso de molienda. Además, de proporcionar un tamaño de partícula más uniforme que los molinos de martillos (Castaldo, 1995).

Los tamaños de partícula recomendados para las diferentes etapas de la vida del cerdo están entre 350 y 600 micras. Santomá (ver Mateos et al., 2005a) recomienda tamaños de partícula de 400 micras para lechones, 500 micras para cerdos en desarrollo-terminación y 700 micras para cerdas reproductoras. En

condiciones normales alcanzar estos objetivos implica utilizar cribas de 2,5 a 4,5 mm, en función de las materias primas empleadas. En cerdas, tamaños inferiores a 700 micras aumentan el porcentaje de úlceras, pero mejoran la digestibilidad de los nutrientes en uno o dos puntos porcentuales. Las molientes de tamaño superior a las 1.000 micras son muy perjudiciales para el aprovechamiento del alimento en todo tipo de categoría (lechón, engorde y reproductores).

Partículas por debajo de 400 micras son difíciles de conseguir en condiciones prácticas normales ya que los costos energéticos son superiores cuanto más fina es la molienda (Healy et al., 1994; Goodband et al., 1995). Healy et al. (1994) encontraron que la producción de alimento se redujo desde 4 ton/h para molientes de 900 micras a menos de 1 ton/h para molientes de 300 micras. Pero con las nuevas tecnologías como ZARANDAS TRONCOCONICAS permiten disminuir estas pérdidas al punto de mejorar la eficiencia de molientes más finas en mejor tiempo y menor consumo energético.

4- Conclusiones

La textura del alimento y el tamaño de partícula influyen de forma notable sobre la salud intestinal y la producción en cerdos bajo condiciones de producción intensiva.

En porcinos es recomendable utilizar alimentos con partículas de tamaño menores a 800 micras, ya que la digestibilidad de los nutrientes disminuye considerablemente con molientes muy gruesas o con partículas mayores a 1 mm. En caso de problemas digestivos conviene mejorar la dispersión de partícula, antes de pensar en aumentar el tamaño promedio (DGM). En caso de granjas con problemas digestivos inespecíficos o de etiología desconocida el suministro de alimentos en harina en vez de peleteado tiende a reducir la problemática.

En la práctica es frecuente controlar la durabilidad de los alimentos, pero no el tamaño de partícula de los mismos. La medida de estos parámetros de calidad, especialmente del diámetro geométrico medio (DGM) de la partícula y su desviación estándar, es de interés en alimentos para cerdos con problemas digestivos, bajos consumos y malas ganancias de peso.

El trabajar con precisión y exactitud el tamaño medio de partículas de los alimentos en las diferentes categorías de producción, conociendo y teniendo en claro las limitantes del sistema de producción, nos permite aumentar ganancias (rentabilidad), debido a que, menor tamaño de partícula mejora la digestibilidad y por

ende la conversión alimenticia. Y como ya se dijo antes, cualquier mejora en la eficiencia alimenticia tiene un impacto económico positivo importante.

5- Bibliografía

- I. Steinhart, Terry L., "Eficiencia del pienso porcino: Influencia del tamaño de las partículas" (2012). *Hojas de datos del Iowa Pork Industry Center*. 13. https://lib.dr.iastate.edu/ipic_factsheets/13
- II. John Mabry – ISU en IPVS (Congreso de la Sociedad Internacional de Veterinaria Porcina) & ESPHM (Simposio Europeo de Gestion Sanitaria Porcina) 2016
- III. KALDHUSDAL, M.I. (1999) En: Proc. 12th European International Poultry Nutrition Symposium. Veldhoven, Países Bajos. pp.: 301-310.
- IV. FEDNA G.G. MATEOS, D. GARCÍA VALENCIA y B. VICENTE PIQUERAS MADRID, 7 y 8 de noviembre de 2005 XXI CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA 278
- V. MATEOS, G.G., GONZALEZ ALVARADO, J.M. y LÁZARO, R. (2004) En: Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. T.P. Lyons y K.A. Jacques (Eds.). Nottingham University Press. Reino Unido. pp.: 69-77.
- VI. MATEOS, G.G., LÁZARO, R. y GRACIA, M. (2002a) *J. Appl. Poultry Res.* 11: 437-452.
- VII. ASAE (1995) ASAE Standard 51392. American Society of Agriculture Engineers. St. Joseph, Missouri, EEUU. pp: 461-462.
- VIII. WONDRA, K.J., HANCKOCK, J.D., KENNEDY, G.A., HINES, R.H. y BEHNKE, K.C. (1995a) *J. Anim. Sci.* 73: 421-426.
- IX. WONDRA, K.J., HANCKOCK, J.D., BEHNKE, K.C., HINES, R.H. y STARK, C.R. (1995b) *J. Anim. Sci.* 73: 757-763.
- X. WONDRA, K.J., HANCKOCK, J.D., BEHNKE K.C. y HINES, R.H. (1995c) *J. Anim. Sci.* 73: 414-420.
- XI. WONDRA, K.J., HANCKOCK, J.D., BEHNKE, K.C. y STARK, C.R. (1995d) *J. Anim. Sci.* 73: 2564-2573.
- XII. OWSLEY, W.F., KNABE, D.A. y TANKSLEY, T.D. (1981) *J. Anim. Sci.* 52: 557-566.
- XIII. GIESEMANN, M.A., LEWIS, A.J., HANCOCK, J.D. y PEO, F.R. (1990) *J. Anim. Sci.* 68 (Suppl. 1): 104.
- XIV. FASTINGER, N.D. y MAHAN, D.C. (2003) *J. Anim. Sci.* 81: 697-704.
- XV. SEERLY, R.W., VANDERGRIFT, W.L. y HALE, O.M. (1988) *J. Anim. Sci.* 66: 2484- 2489.
- XVI. KJELDSEN, N. y DAHL, J. (1999) En: Proc. of the 3rd international symposium on the epidemiology and control of Salmonella in pork. Washington, EEUU. pp: 313-316.

- XVII. ALBAR, J., SKIBA, F., ROYER, E. y GRANIER, R. (2000) Journées de la Recherche Porcine en France 32: 193-200.
- XVIII. KIM, J.C., SIMMINS, P.H., MULLAN, B.P. y PLUSKE, J.R. (2005a) Anim. Feed Sci. Techn. 112: 257-287.
- XIX. KIM, J.C., MULLAN, B.P. y PLUSKE, J.R. (2005b) Anim. Feed Sci. Techn. 120: 51-65.
- XX. MAVROMICHALIS, I., HANCKOCK, J.D., SENNE, B.W., GUGLE, T.L., KENNEDY, G.A., HINES, R.H. y WYATT, C.L. (2000) J. Anim. Sci. 78: 3086-3095.
- XXI. MEDEL, P., GARCIA, M., LÁZARO, R., DE BLAS, C. y MATEOS, G.G. (2000) Anim. Feed Sci. Technology 84: 13-21.
- XXII. HEALY, B.J., HANCKOCK, J.D., KENNEDY, G.A., BRAMEL, P.J., BEHNKE, K.C. y HINES, R.H. (1994) J. Anim. Sci. 72: 2227-2236.
- XXIII. MELNICHOUK, S.I. (2002). Canadian Veterinary Journal 43: 223-225.
- XXIV. FRIENDSHIP, R.M. (2003). Advances in Pork Production 14: 159-164.
- XXV. BRUNSGAARD, G. (1998) J. Anim. Sci. 76: 2787-2798.
- XXVI. CASTALDO, D.J. (1995) Feed Int. 16 (3): 22-34.
- XXVII. MATEOS, G.G., ACEDO-RICO, J. y SANTOMA, G. (2005 a) Suis 19: 6-10.
- XXVIII. GOODBAND, R.D., TOCKACH, M.D. y NELSSSEN, J.L. (1995) The effects of diet particle size on animal performance (MF-2050). Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension Service. Manhattan, Kansas, EEUU.