

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Trabajo Final para optar el Grado de Ingeniero Agrónomo

**RELEVAMIENTO GRANULOMETRICO DE LAS DIETAS UTILIZADAS POR
CRIADEROS DE CERDOS EN EL AREA DE INFLUENCIA DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE RIO CUARTO.**

DIEGO ANDRES CERIOLI

DNI: 28958199

DIRECTOR: Ing. Agr. Jorge A. Parsi

CO-DIRECTOR: Med. Vet. Juan C. Trolliet

**RIO CUARTO – CORDOBA
DICIEMBRE/2006**

CERTIFICADO DE APROBACION

TITULO DEL TRABAJO FINAL: RELEVAMIENTO GRANULOMETRICO DE LAS DIETAS
UTILIZADAS POR CRIADEROS DE CERDOS EN EL AREA DE INFLUENCIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO.

Autor: Cerioli, Diego Andrés
Director: Ing. Agr. Jorge A. Parsi

Aprobado y corregido de acuerdo a las sugerencias de la comisión evaluadora:

Fecha de Presentación: ____/____/____

Aprobado por secretaría académica: ____/____/____

Secretario académico

DEDICATORIA

A toda mi Familia y a todas aquellas personas que hicieron posible que terminara con los estudios Universitarios.

AGRADECIMIENTOS

En este breve espacio quiero hacer llegar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que permitieron la realización de este trabajo. No obstante y en el deseo de señalar en forma resumida a quienes me brindaron su apoyo les expreso mi reconocimiento y profundo agradecimiento:

A la Universidad Nacional de Río Cuarto y en particular a la Facultad de Agronomía y Veterinaria por su contribución a mi formación profesional y humana, brindada durante los años de carrera.

A todos los docentes que prestaron desinteresadamente su apoyo para la contribución de este trabajo; como así también a todas aquellas personas que contribuyeron directa o indirectamente.

No me quiero olvidar de las personas más importante de mi vida, mis familiares, a quienes les dedico este trabajo, ya que ellos hicieron posible que concluya mis estudios siendo el sostén de mi vida.

Por último quiero agradecerles a mis amigos y mi novia por estar siempre en los momentos que los necesite.

INDICE DEL TRABAJO

I. RESUMEN.	6
II. SUMMARY.	7
III. PRESENTACIÓN.	8
IV. ANTECEDENTES.	11
V. OBJETIVOS DEL TRABAJO.	15
VI. MATERIALES Y METODOS.	16
VII. RESULTADOS.	21
VII. DISCUSIÓN.	24
IX. CONCLUSIÓN.	28
X. BLIOGRAFIA CITADA.	29

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un relevamiento granulométrico de las raciones utilizadas por los criaderos de cerdos en el área de influencia de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Se analizaron 40 criaderos de cerdos, tomando en cada uno de ellos una muestra de 2 Kg del alimento utilizado en la etapa de terminación. De las muestras tomadas se determinó el tamaño de partículas (DGM) y la uniformidad (DPG) mediante el método de (Zanotto y Bellaver 1996). Luego se clasificó el tamaño de partículas en rangos y se determinó el porcentaje de criaderos que muelen dentro de cada rango, encontrándose que solamente el 10 % de las muestras tenían un tamaño de partícula recomendada, pero a su vez con una uniformidad inadecuada. También se establecieron relaciones entre el tamaño y uniformidad de las partículas del alimento con el tamaño de criadero determinado por el número de cerdas madres, uso de la moladora, diámetro de las zarandas y conocimiento sobre granulometría, encontrándose diferencias significativas entre las variables estudiadas. Los criaderos grandes, o sea los que muelen mayor cantidad de alimento, los que utilizan menor diámetro de las zarandas y los de mayor conocimiento de granulometría, son los que obtienen mejor tamaño de partícula, pero no así en la uniformidad. Además, se observó que a menor tamaño de partículas, mayor es la dispersión o falta de uniformidad entre las mismas.

Palabras claves: Granulometría. Tamaño de partículas. Uniformidad.

SUMMARY

GRANULOMETRIC SURVEY OF DIETS UTILIZED BY SWINE FARMS IN THE INFLUENCE AREA OF THE NATIONAL UNIVERSITY OF RIO CUARTO

A granulometric survey of finishing pig's diets used by swine farms on the Universidad Nacional de Río Cuarto (Argentina) was done. Forty swine farms were surveyed, taking a 2 kg. finishing feed sample on each. On these samples uniformity (DPG) and the particle sizes (DGM) were determined by the Zanoto and Bellaver (1996) method. Then, the particle sizes were classified on ranks in order to determine the proportion of farms that were grinding on each rank. Only 10 % of samples had a particle size as recommended, but an inadequate uniformity. Also relationships between particles size and uniformity with pig farm size, grinder use, sieves diameter and knowledge about granulometrics were established. There were significative differences between the variables being studied. The bigger pig farms, which mean those that are grinding the biggest amount of feeds, those that use the small sieves diameter and those pig farmers with more knowledge about granulometrics are who obtained the better particle sizes, but not the better uniformity. Also there was observed that as smaller the particle size, the bigger was their size differences or their lack of uniformity.

Key words: Granulometric. Particle Size. Uniformity.

PRESENTACIÓN

La carne porcina ocupa el primer lugar mundial en cuanto a volúmenes totales de producción con 9,2 millones de toneladas de carne para el año 2001. América del Sur aporta el 3,4 % del total mundial (FAO, 2002). Dentro de América del Sur, Brasil fue en el 2001, el principal productor con el 62,9 % del total de la carne porcina producida en la región, ocupando Chile el segundo lugar con el 9,7 % y Argentina el tercer lugar con el 6,8 % (FAO, 2002).

El número de cabezas de cerdos en Argentina Según Censo Nacional Agropecuario 2002. INDEC-CNA. Argentina es de 2.099.765, el número de cabezas en Córdoba es de 453.000 representando el 21,6% del total nacional. Según datos de la Oficina Nacional de Control Comercial Agropecuario (ONCCA) la faena de porcinos correspondiente al periodo Enero-Julio del 2006 alcanzó a 1.607.716 cabezas, cifra superior en 26,1% respecto a igual periodo de 2005. Por su parte el consumo verificaría un crecimiento del 21,7% al comparado con el consumo del periodo Enero-Julio del año anterior.

Las principales provincias productoras en Argentina son Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba, con el 85 % del total del país. En 1999 la provincia de Córdoba tenía una existencia aproximada de 629.000 porcinos (ReAg, 1999). El Departamento Río Cuarto contaba con 108.879 porcinos, o sea el 17,3 % del total provincial, ocupando el tercer lugar dentro de la provincia.

La producción porcina es una buena alternativa para darle valor agregado a los granos como lo son el maíz y el sorgo, también a los subproductos de las industrias aceiteras como lo son, la harina de soja, de girasol y maní, ya que el cerdo es excelente cuando se quiere transformar insumos, en carne de muy buena calidad.

Históricamente, los molinos se dedicaron a moler diferentes insumos, los cereales son los que están en mayor proporción de las dietas. Los avances genéticos logrados, que permitieron obtener animales más precoces o productivos, los nuevos conocimientos fisiológicos del aparato digestivo, concepto etológico modernos y el estudio de las características de las materias primas hicieron que la nutrición y alimentación sea hoy un problema mucho más complejo, obligando a los molinos a cumplir otras funciones como son el mezclado, pelletizado, etc. Para que los sistemas de producción puedan alcanzar una máxima eficiencia. En este sentido la molienda pasa a ser un proceso fundamental.

La molienda es un proceso normal de la producción de alimentos para animales. Las principales razones por las cuales es necesario moler un alimento son:

- Los alimentos exponen mayor superficie de contacto a las enzimas digestivas.
- El molido facilita el mezclado de los diferentes ingredientes.
- Prepara el alimento para un subsecuente procesamiento (peleteado y extrucción).
- El molido de algunos ingredientes contribuye a facilitar su manejo.

Mayormente la discusión sobre la molienda se concentra en la granulometría óptima para producir la máxima calidad del alimento y mayor rendimiento de los animales.

Es difícil hacer recomendaciones prácticas sobre las características más adecuadas de la molienda y la textura de los alimentos destinados a los cerdos. Así, el efecto del grado de molienda depende de que los alimentos se ofrezcan en forma de harina, de granulo o de que se suministre a animales sanos o animales con una cierta problemática digestiva (Mateos et al., 2002).

Algunos productores de alimento para animales usan términos como “fino”, “mediano” o “grueso” para describir el tamaño de las partículas del grano molido. Estos son términos relativos y de poco uso para los fabricantes que están seleccionando el tamaño óptimo de las partículas (Waldroup, P., 1999). En algunas ocasiones se caracteriza el tamaño de las partículas de acuerdo a las zarandas utilizadas, y se dice que generalmente que cuando el alimento pasa a través de las zarandas de 1/8 a 3/16 pulgadas en una moledora de martillo se está en presencia de un molido fino; los alimentos que pasan a través de zarandas de 1/4 a 3/8 son clasificadas como molido medio y si pasa a través de zarandas de 1/2 pulgadas o más grande, se está en presencia de un molido grueso (Miller, E., 1991).

Con el fin de ser aún más preciso, se desarrolló el concepto de la granulometría que debe ser caracterizada de acuerdo con un tamaño de partículas expresado por el **Diámetro Geométrico Medio (DGM)**, correlacionado en forma positiva con el tamaño y el **Desvió Patrón Geométrico (DPG)**, correlacionado en forma negativamente con la uniformidad.

El DGM y DPG hacen posible que el científico, nutricionista, el fabricante de alimentos y otros, puedan comunicarse más eficazmente cuando se comparan distintas técnicas de reducción de partículas y los efectos resultantes, en el rendimiento animal.

El tamaño de partículas es un tema no muy conocidos por todos los productores. Esto a su vez adquiere más importancia si se analiza el impacto económico en la producción.

El tamaño de las partículas dependerá del tipo de molino (martillo, rodillos), del diámetro de orificios de la zaranda, de las revoluciones del motor así como de otros factores: Estado de las placas de choque, superficie perforada y disposición de los orificios de la zaranda, número y estado de los martillos, cantidad de aire de la aspiración, etc.

El tamaño de partículas, también incide en el gasto de energía y la capacidad de producción. A medida que disminuye el tamaño de partículas, se incrementa el gasto de energía y disminuye la capacidad de producción fundamentalmente cuando trabajamos por debajo de los 600 micrones (Wondra et al., 1992).

El clásico molino de martillos horizontal con todas las innovaciones que ha sufrido (alimentación, ventilación, etc) es el que más puede verse en las fábricas, por razones de granulometría y funcionalidad

(Ruetsche, 1989). En los últimos años aparece en el mercado el molino vertical que parece tener ciertas ventajas en cuanto a rendimiento sobre el molino horizontal.

Goodband et al., (1995) indican que un tamaño de partículas adecuados a la alimentación del cerdo puede mejorar la conversión del alimento (CA) entre un 3 a 8 % para tamaños de partículas de 1100 a 700 micrones. Estadísticamente lo demuestra a través de una ecuación de regresión para cerdos comprendidos entre 55 a 108 Kg. y un rango de tamaño de partículas entre 400 a 1200 micrones, determinando que el tamaño de partículas adecuadas para la alimentación porcina comprende un rango de 600-800 micrones.

ANTECEDENTES

1. Efecto del tamaño de partícula sobre la digestibilidad aparente y parámetros productivos.

El tamaño de partículas menor a 700 micrones tiene un efecto positivo sobre la digestibilidad de materia seca, proteína, energía y además favorece la ganancia diaria de peso, encontrándose una diferencia de un 4 % sobre el tamaño de partículas mayores a 1000 micrones (Goodband, et al.,1995).

Una reducción del DGM de las partículas de maíz de 1026 a 509 micras, disminuye linealmente el consumo de ración (CR) y mejora la conversión alimenticia (CA), sin afectar la ganancia de peso (Zanotto et al., 1966).

Lott et al (1992), demostró que las partículas mas grandes tienen una velocidad de tránsito por el tracto digestivo menor que las partículas mas pequeñas.

Nir et al.; (1995) sugirieron que la degradación de las partículas en el intestino delgado es más lenta cuando son más grandes.

Wondra et al; (1995), estudiaron el efecto del tamaño de partículas del maíz (rango de 400 a 1000 micrones) en dietas maíz- soja para cerdos en terminación. Observaron que según se reducía el tamaño de la partícula aumentaba el costo energético y se reducía la producción, especialmente para tamaños de partículas inferiores a 600 micrones. Una reducción del tamaño de 1000 a 400 micrones mejora la digestibilidad de la energía en un 6% y los índices de conversión en un 5% sin afectar el aumento de peso vivo.

Wondra, et al; (1993), considera que el tamaño de partículas adecuado para los cerdos sería aproximadamente de 700 micrones, con un rango de 600-800 micrones.

Una revisión de 23 artículos científicos de lechones y cerdos en terminación indica que por cada 100 micras de reducción del tamaño medio de la partícula la digestibilidad mejoro en 0,6%, la proteína en 0,8% y el índice de conversión en 0,03%.

Albat et al; (2000) estudiaron en cinco ensayos el efecto del tamaño de la partícula (rango entre 430 a 900 micrones) en lechones. El consumo del alimento no se vio afectado por el tamaño de partículas pero la molienda gruesa redujo de forma consistente las ganancias de peso. Los autores recomiendan un tamaño medio de partículas de alimentos para lechones de 500 a 600 micrones.

2. Efecto del desvío patrón geométrico (DPG) del tamaño de las partículas de alimentos sobre la digestibilidad de las dietas.

El tamaño de las partículas se establece a partir del Diámetro Geométrico Medio (DGM). Para que la información de la granulometría sea completa se aconseja que una medida de dispersión acompañe esos

datos. Esta medida de dispersión viene dada por el Desvío Patrón Geométrico (DPG), que representa la variabilidad del tamaño de partículas entre sí (Klein, 1996)

Como se ha mencionado anteriormente, el DPG es un indicativo de la uniformidad de las partículas de los alimentos. Los efectos de la uniformidad del tamaño de partículas sobre maíz fueron experimentados por Wondra et al., 1995, utilizando un diámetro de aproximadamente 850 micrones para tres tratamientos. En la experiencia se observó que una reducción del DPG (mejor uniformidad) trae como consecuencia una mayor digestibilidad, notándose que para valores de DPG mayores de 2,3 no varía la digestibilidad para energía bruta pero al pasar a DPG igual a 2 la digestibilidad aumentó en un 3,5 % para un mismo valor de DGM, algo similar ocurrió con la digestibilidad de la materia seca. En cambio la digestibilidad del nitrógeno aumentó linealmente al pasar de un DPG de 2,7 a 2,3 mejorando un 4 % y al pasar a un DPG de 2 mejoró un 2% más, mejorando un 6% la digestibilidad del nitrógeno para un DGM similar pero disminuyendo el DPG de 2,7 a 2. En consecuencia Wondra et al; 1995, considera una desviación estándar adecuada de 2,3 para el molido de martillo y 2 para el molido de rodillo.

3. Relación entre el tamaño de partículas y el área de superficie de un microingrediente.

La eficiencia de la digestión del alimento está influenciada, entre otros factores, por la intensidad de contacto entre el alimento y las secreciones digestivas. En este sentido la superficie de las partículas y el tiempo de pasaje del alimento pueden determinar variaciones en los valores de la digestibilidad. Zanotto, et al; (1995), encontraron que el tamaño de partículas entre 500 a 1000 micrones no afecta el pasaje del alimento, por lo tanto la mejor digestibilidad que tienen las partículas más pequeñas serían mejor explicadas a través de su superficie.

A menor diámetro de partículas, mayor número de partículas por gramo y mayor área de superficie para el ataque enzimático y por consiguiente mejora la digestibilidad (Rhône-Poulenc, 1996).

4. Influencia de la granulometría en la aparición de úlcera gástrica.

Considerable atención ha sido dirigida a la posible relación entre úlceras y factores de la alimentación, tales como la forma física de la dieta o sus componentes, tipos de granos, molienda y manejo.

En la actualidad la mayoría de los autores coinciden en que la granulometría de las dietas es un factor importante en el desarrollo de lesiones gástricas.

La capacidad ulcerogénica de un alimento es directamente proporcional a la fracción de partículas en las dietas con tamaño de 300 micrones (Kavanagh, 1994).

Mores, et al; (1993), encontraron mayor incidencias de lesiones cuando los cerdos fueron alimentados con maíz presentando un DGM de las partículas entre 509-645 micrones.

Potkins, et al; (1989), observó que la granulometría de la cebada y el contenido de materia seca de la dieta influenciaron sobre las ocurrencias de lesiones ulcerativas del estómago, siendo más grave y con mayor incidencia a medida que el tamaño de partícula es mas fino y con menor contenido de materia seca.

Extensos estudios demostraron que el maíz gelatinizado ejerce un efecto ulcerogénico (Riker, et al; 1967). Griffing (1963), observó un aumento de la incidencia de úlceras del 4,4 % al 13,8 % con alimento peleteado comparado con el mismo alimento ofrecido en forma de harina. Este suceso, tiene dos explicaciones probables. Por un lado, el proceso de peletización produce la gelatinización del almidón y la propiedad ulcerogénica (Pocock, et al; 1969), y en segundo lugar, el tamaño de las partículas utilizadas para elaborar un pellet de buena calidad, es inferior a 500 micrones, rango que según Mores et al; 1993, es ulcerogénico.

Mahan, et al; (1996), encontraron un incremento de la actividad enzimática y un aumento de la acidez en la región esofágica cuando la dieta se ofrecía molida en partículas finas.

Estudios más recientes como Ayles, et al; (1996) demostraron que cuando el alimento es molido fino aumenta la fluidez del estómago y aumenta la acidez del bolo alimenticio, desapareciendo el gradiente de pH entre la región esofágica y pilórica observado con el alimento grosero, aumentando en consecuencia el contacto de ácido clorhídrico (ClH), pepsina y ácidos biliares con la mucosa glandular.

Por otra parte, la fluidez reduce la tasa de vaciamiento gástrico, permitiendo un mayor tiempo de contacto del bolo alimenticio con el epitelio de la región esofágica. En estas condiciones, la secreción gástrica del estómago es estimulada con la consecuente paraqueratosis, erosión o úlcera (Heded, et al; 1985).

La flora microbiana presente también tiene un efecto importante en la patogenia de las úlceras gástricas del cerdo. Según Argenzio y Eisemann (1996); estos microorganismos producen ácidos grasos de cadena corta que penetran fácilmente a las capas de la mucosa, acidificando las células con inhibición de la bomba de sodio y la regulación osmótica, incidiendo a tumefacción y necrosis celular.

Los patógenos no están completamente claros, pero a la luz de los diferentes trabajos de distintos autores parece tratarse de una combinación de fenómenos en donde están involucrados:

- Aspectos relacionados con las secreciones gástricas.
- Flora microbiana.
- Fluidez del contenido gástrico
- PH del bolo alimenticio.
-

5. Importancia de la molidora sobre el tamaño de partículas.

Los tipos de molinos más utilizados son dos, molinos de martillos, ampliamente difundidos y molinos de rodillos utilizados en menor proporción.

El tamaño de partículas expresado como DGM, tiene gran importancia en la optimización de la performance porcina en todas las categorías. Varios autores (Wondra, 1993; Goodband, 1997; Healy, 1994) demostraron que a medida que disminuye el tamaño de las partículas de 1200 micrones a 400-300 micrones, mejora la performance de los animales.

El grado de dispersión en el tamaño de las partículas, es otro aspecto importante. Mientras menor sea la diferencia de tamaño entre las partículas más chicas y las más grande mejor será el resultado del alimento. En este sentido el molino de rodillo tiene alguna ventaja sobre el molino de martillo como lo demuestra Wondra, et al. (1995) con una desviación estándar de 2,3 para el molido de martillo y 2 para el molido de rodillo.

Ohh, et al (1983), trabajando con maíz y dos tipos de molienda, encontró diferencias significativas en la desviación estándar para el tamaño de partículas entre los molinos.

Con respecto a la eficiencia económica del molino, la capacidad de molienda, el consumo de energía y el costo de mantenimiento son los parámetros que se deben tomar en cuenta.

Los molinos de martillo tienen un menor costo inicial y un menor costo de mantenimiento que los molinos de rodillos, pero éste es más eficiente con relación al uso de la energía, y esto es muy importante si pensamos que el molido está en segundo lugar detrás del peletizado en el total de energía consumida (Heimann, M., 1996).

El tamaño de partículas, también incide en el gasto de energía y la capacidad de producción. A medida que disminuye el tamaño de partículas, se incrementa el gasto de energía y disminuye la capacidad de producción fundamentalmente cuando trabajamos por debajo de los 600 micrones (Wondra, et al; 1992).

6. Efecto del tamaño de partículas de diferentes tipos de granos

Wondra, et al; (1993), considera que el DGM adecuado para maíz y sorgo sería aproximadamente de 700 micrones. Goodband, et al; (1987), trabajaron con diferentes tamaño de partículas de cebada y llegaron a la conclusión que la mejor performance es obtenida cuando las partículas tienen aproximadamente 700 micrones. En definitiva, el tamaño de partícula de cebada no difiere a lo encontrado para maíz y sorgo.

Goodband, et al; (1995), recomienda que el trigo debe ser molido más grueso y que las mejores performances se consiguen con tamaño de partículas entre 800 a 900 micrones.

Por otra parte; Hale, et al; (1986), han recomendado un tamaño de partículas para trigo que difieren con autores anteriormente mencionados.

OBJETIVO GENERAL

1. Relevar la granulometría y la importancia asignada por los productores al tamaño de partículas de las dietas para los cerdos, dentro del área de influencia de la UNRC.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Relevar aproximadamente 40 criaderos de cerdos, tomados al azar de la zona de influencia de la UNRC, determinando la granulometría de sus dietas y composición de los granos que la componen.
2. Relevar el porcentaje de establecimientos, dentro de los evaluados, que muelen dentro de la granulometría recomendada.
3. Establecer relaciones entre la granulometría de las dietas y el tamaño de criadero, uso de la molidora, tipo de molidera, diámetro de las perforaciones de las zarandas utilizadas en las mismas y conocimientos de los productores sobre estos aspectos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección y procedimientos de las muestras

Se procedió a la visita de 40 establecimientos porcinos en la zona de influencia a la Universidad Nacional de Río Cuarto. Esta área comprende aproximadamente 50 kilómetros a la redonda de Río Cuarto. Para obtener las muestras de 2 Kg de alimento de las dietas de terminación (cerdos de 80- 110 kg) dichas muestras fueron recolectadas en un lapso de tiempo de 30 días, las mismas se tomaron en varios puntos de los comederos utilizados en esta categoría de animales. Estas muestras fueron embaladas en bolsas de plásticos, identificadas con nombre del productor, ubicación geográfica, etc. Una vez homogeneizadas las muestras se pesaron 500 gramos con una balanza electrónica de precisión, que fueron colocados en bolsas de cartón y secados en estufa a 105 °C durante 48 horas. Luego se pesaron con la misma balanza utiliza anteriormente 200 gramos de las muestras previamente secadas y estos fueron colocados en bolsas de plástico cerradas herméticamente, para evitar el contacto con el aire húmedo del ambiente. Posteriormente se viajó a Venado Tuerto (Provincia de Santa Fe) a la fabrica de alimentos “**Alimental**” donde se realizó el análisis de cada una de las muestras. El mismo comprendió en determinar el **DGM** y el **DPG**, ambos se determinaron por el método de Handerson y Perry (1955) que fue adoptado por Zanotto y Bellaver (1996). A continuación se describe en método.

ZARANDAS		Peso (grs)		Factor	Producto
ABTN (N°)	Abertura mm	alimento por	% Retenido	Ki	%Re x Ki
		zaranda	(% Re)		
5	4			6	
10	2			5	
16	1,19			4	
30	0,59			3	
50	0,29			2	
100	0,149			1	
Fondo	0			0	
TOTAL					Σ =

El procedimiento consistió en pesar el molido que se depositó en cada zaranda, ese peso significa un porcentaje (%Re) sobre el peso total de la muestra. Luego se multiplico por un factor Ki (establado por el método) el % Re para obtener el producto de cada zaranda (Ki x % Re). Finalmente la sumatoria de cada zaranda dividido 100 será el valor de Módulo de Finura (MF) utilizado en la formula.

$$\text{DGM (micrones)} = 104,04 \times (2)^{\text{MF}}$$

$$\text{Siendo MF} = \Sigma / 100$$

$$\text{DPG} = (\text{DESVIO STANDAR} / \text{DGM}) \times 100$$

$$\text{Desvio Estándar} = \sqrt{\text{varianza}}$$

Una vez aplicadas las formulas mencionadas anteriormente y obtenidos respectivos, resultados, se determino el promedio y la desviación estándar de las muestras recolectadas. Luego se clasificaron las muestras de acuerdo a los rangos definidos por Goodband, R; et al.. 1995, que se detallan en la siguiente tabla, determinándose el porcentaje de criaderos que muelen dentro de cada rango establecido.

Tamaño de las partículas						
Micrones	400-599	600-799	800-999	1000-1299	1300-1999	+ 2000
Cantidad						
% de criaderos						
Promedio DGM						
Promedio DPG						

Descripción de los tratamientos

Se realizo una encuesta (que se adjunta al final de materiales y métodos) con el fin de vincular los diferentes tamaños de partículas con algunas variables que se enumeran a continuación y que constituye a su vez los tratamientos utilizados.

1- Tamaño de criadero

A- Menor de 40 madres	
B- De 40 - 80 madres	
C- De 80 - 120 madres	
D- Mas de 120 madres	

2- Uso de la moledora

A- Bajo uso hasta 15 tn/mes	
B- Medio uso de 15-60 tn/mes	
C- Alto uso mas de 60 tn/mes	

3- Tipo de moledora

A- De martillo	
B- De rodillo	

4- Diámetro de las perforaciones de la zaranda utilizada en la moledora

A- Diámetro de las perforaciones menores a 4 mm	
B- Diámetro de las perforaciones de 4 - 6 mm	
C- Desconoce el diámetro de las perforaciones	

5- Conocimiento del productor sobre granulometría.

A- Desconoce el tema	
B- conoce del tema, pero no realiza ninguna modificación en la moledora	
C- conoce del tema, realizando ajustes necesarios en la moledora	

Además se registraron los cereales utilizados como fuente de energía debido a su relación con el tamaño adecuado de las partículas.

Maíz Sorgo Trigo Avena Centeno Cebada Mezclas de anteriores

Análisis estadístico

Se realizó una encuesta a los productores que aportaron una muestra de alimento. Se determinó la media y la desviación estándar del tamaño de partículas de los diferentes tratamientos señalados y

descriptos anteriormente, de tal forma que cada muestra analizada constituye una repetición de los mismos.

Se aplicó el análisis de la varianza (SAS, 1998) para evaluar el grado de asociación de los tratamientos utilizados con el tamaño de partículas. Los tratamientos fueron considerados como las variables discretas, factores o variables independientes del modelo, mientras que el tamaño de partículas, o sea la variable continua, se considero como la variable dependiente.

Para el análisis de las diferencias entre las medias de los distintos tratamientos, cuando por el análisis de varianza se determino que alguno de los efectos fue significativo, se utilizó la comparación o contraste múltiple de Fisher (“Fisher” PLSD) o Diferencia Mínima Significativa, para muestras con diferente número de repeticiones (SAS,1998).

Modelo de la encuesta que fue entregada y llenada por los productores

Cereales utilizados como fuente de energía en los diferentes criaderos.

Maíz Sorgo Trigo Avena Centeno Cebada Mezclas de anteriores

1- Tamaño de criadero

A- Menor de 40 madres	
B- De 40 - 80 madres	
C- De 80 - 120 madres	
D- Mas de 120 madres	

2- Uso de la moladora

A- Bajo uso hasta 15 tn/mes	
B- Medio uso de 15-60 tn/mes	
C- Alto uso mas de 60 tn/mes	

3- Tipo de moladora

A- De martillo	
B- De rodillo	

4- Diámetro de las perforaciones de la zaranda utilizada en la molidora

A- Diámetro de las perforaciones menores a 4 mm	
B- Diámetro de las perforaciones de 4 - 6 mm	
C- Desconoce el diámetro de las perforaciones	

5- Conocimiento del productor sobre granulometría.

A- Desconoce el tema	
B- conoce del tema, pero no realiza ninguna modificación en la molidora	
C- conoce del tema, realizando ajustes necesarios en la molidora	

RESULTADOS

En el cuadro 1 se presentan los promedios, de DGM y DPG de los 40 productores relevados en la zona de influencia de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

Cuadro N° 1:

	DGM	DPG
Cantidad	40	40
Promedio	1109,47 (58,07)	2,68 (0,166)
Mínimo	566	1,18
Máximo	1908	5,73

Medias aritméticas, entre paréntesis: Error estándar.

En el cuadro 2 se presenta el porcentaje y cantidad de criaderos que muelen dentro de cada rango establecido según Goodband, R; et al. 1995. con sus DGM y DPG promedios.

Cuadro N° 2:

Tamaño de las partículas						
Micrones	400-599	600-799	800-999	1000-1299	1300-1999	+ 2000
Cantidad	3	4	11	12	10	0
% de criaderos	7,5	10	27,5	30	25	0
Promedio DGM	579 (7,81)	682 (33,48)	914,82 (16,58)	1123,6 (29,43)	1636,7 (60,47)	0
Promedio DPG	5,20 (0,29)	3,68 (0,28)	2,80 (0,113)	2,12 (0,075)	2,05 (0,302)	0

Entre paréntesis: Error estándar.

En el cuadro 3 se presenta el efecto del tamaño de criaderos, clasificados según el número de madres, con valores promedios de DGM y DPG.

Cuadro N° 3:

Tratamiento	Cantidad	DGM	DPG
Menor de 40 madres	17	1322,64 (84,37) a	2,24 (0,18) a
De 40 – 80 madres	16	1028,063 (77,12) b	2,61 (0,20) a
De 80 – 120 madres	5	805,6 (102,23) b	3,59 (0,56) b
Mas de 120 madres	2	708,5 (115,5) b	4,64 (1,08) b

Medias aritméticas, entre paréntesis: Error estándar. En la misma columna letras diferentes difieren significativamente ($p < 0,05$).

En el cuadro 4 se presenta el efecto del uso de la moladora, clasificadas según las toneladas molidas mensualmente, con valores promedios de DGM y DPG.

Cuadro N° 4:

Tratamiento	Cantidad	DGM	DPG
Bajo: hasta 15 tn/mes	21	1209,19 (74,82) a	2,27 (0,12) a
Medio: de 15-60 tn/mes	17	1033,47 (91,05) a	2,95 (0,28) b
Alto: más de 60 tn/mes	2	708,5 (115,5) a	4,64 (1,08) c

Medias aritméticas, entre paréntesis: Error estándar. En la misma columna letras diferentes difieren significativamente ($p < 0,05$).

En el cuadro 5 se presenta el efecto del diámetro de zaranda para moladoras de martillos y solamente una moladora centrífuga, se excluyó la moladora de rodillo ya que no posee zaranda, con valores promedios de DGM y DPG.

Cuadro N° 5:

Tratamiento	Cantidad	DGM	DPG
Menores 4 mm	13	807,23 (49,14) a	3,56 (0,30) a
Entre 4 a 6 mm	15	1081,13 (54,83) b	2,26 (0,12) b
Desconoce	11	1448,27 (112,71) c	2,29 (0,28) b

Medias aritméticas, entre paréntesis: Error estándar. En la misma columna letras diferentes difieren significativamente ($p < 0,05$).

En el cuadro 6 se presenta el efecto del conocimiento de granulometría que tienen los productores encuestados, con valores promedios de DGM y DPG.

Cuadro N° 6:

Tratamiento	Cantidad	DGM	DPG
Desconoce	13	1396,61 (92,53) a	2,03 (0,12) a
Conoce no modifica	14	1112,93 (89,20) b	2,62 (0,27) a
Conoce y modifica	13	818,61 (44,25) c	3,38 (0,30) b

Medias aritméticas, entre paréntesis: Error estándar. En la misma columna letras diferentes difieren significativamente ($p < 0,05$).

En el cuadro 7 se presenta la frecuencia y porcentaje de las moladoras evaluadas.

Cuadro N° 7:

Tratamiento	cantidad	porcentaje
De martillo	38	95
De rodillo	1	2,5
Centrifuga	1	2,5

No se realizó el análisis de la varianza debido a que dos de las moladoras no tienen repetición dentro de la muestra.

DISCUSIÓN

El tamaño de las partículas depende del tamaño de criadero, del uso de la moledora, del tipo de molino (martillo, rodillos), del diámetro de orificio de la zaranda y del conocimiento de los productores sobre granulometría.

De acuerdo a los datos relevados se encontró que el promedio del Diámetro Geométrico Medio (DGM), esta muy por encima del tamaño de partículas adecuada para estos animales, ya que Wondra, et al; (1993), considera que el tamaño de partícula adecuado para los cerdos sería aproximadamente de 700 micrones, con un rango de 600-800 micrones. Para diferentes criaderos de cerdos en la zona de influencia de la UNRC, se obtuvo que solo el 10% de los criaderos tienen un tamaño de partículas adecuadas. Esto hace suponer que la performance de los animales no es la mejor para la mayoría de los criaderos. El tamaño de partícula expresado como DGM, tiene gran importancia en la optimización de la performance porcina en todas las categorías. Varios autores (Wondra, 1993; Goodband, 1987; Healy, 1994) demostraron que a medida que disminuye el tamaño de las partículas de 1200 micrones a 400-300 micrones, mejora la performance de los animales. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede decir que el tamaño de partículas de alimentos es un tema no muy bien conocidos por todos los productores de cerdos. Esto a su vez adquiere mas importancia si se analiza el impacto económico en la producción.

En la Universidad de Kansas (EE.UU), Goodband et al., 1995. Encontraron que solamente el 21,4% de las muestras analizadas tenían un tamaño de partículas adecuadas (600-799 micrones) para la alimentación porcina.

Goodband et al., (1995) indican que un tamaño de partículas adecuados a la alimentación del cerdo puede mejorar la conversión del alimento (CA) entre un 3 a 8 % para tamaños de partículas de 1100 a 700 micrones. Por lo que se puede inferir que en el 82,5% de los criaderos de cerdos del Departamento Río Cuarto se ve desmejorada la conversión alimenticia debido a que con sus moliendas no obtienen el tamaño de partículas adecuadas para los cerdos, afectándose así la economía de sus empresas.

Una reducción del DGM de las partículas de maíz de 1026 a 509 micras, disminuye linealmente el consumo de ración (CR) y mejora la conversión alimenticia (CA), sin afectar la ganancia de peso (Zanotto et al., 1966). Si bien es fundamental reducir el tamaño de partículas para mejorar la conversión alimenticia, se debe tener cuidado de no sobrepasar el tamaño adecuado por que puede aumentar la incidencia de úlceras gástricas cuando trabajamos con partículas inferiores a 500 micrones, tamaño de partículas que según Mores et al; 1993, es ulcerogénico.

Con respecto a la problemática de úlcera gástrica hace suponer que existen muy pocos criaderos (10%) que pueden tener problemas, ya que eran 4 criaderos de los 40 relevados que presentaban un

tamaño de partícula inferior a 645 micrones. Mores, et al; (1993), encontraron mayor incidencias de lesiones gástricas cuando los cerdos fueron alimentados con maíz presentando un DGM de las partículas entre 509-645 micrones. La capacidad ulcerogénica de un alimento es directamente proporcional a la fracción de partículas en las dietas con tamaño de 300 micrones (Kavanagh, 1994).

Para que la información de la granulometría sea completa además del Diámetro Geométrico Medio (DGM) se aconseja que una medida de dispersión acompañe esos datos. Esta medida de dispersión viene dada por el Desvío Patrón Geométrico (DPG), que establece una relación de amplitud de la variación de la granulometría de las diferentes partículas. Mientras menor sea la diferencia de tamaño entre las partículas más chicas y las más grande mejor será el resultado del alimento.

La uniformidad de las moliendas se determinó con el Desvío Patrón Geométrico (DPG) que también presenta valores muy elevados, con un rango muy amplio, ya que Wondra, et al. (1995) considera una desviación estándar adecuada de 2,3 para el molido de martillo y 2 para el molido de rodillo. Dentro de los criaderos que respetaron el tamaño de partículas adecuadas ninguno de ellos presento una uniformidad tal, para que no se vea afectada la digestibilidad de la energía, la proteína y el almidón.

Entonces se puede decir que estos criaderos le prestan atención al DGM y en menor medida al DPG. En cuanto a la variación del DPG con respecto al DGM se observo que a medida que es mayor el tamaño de partículas menor es su dispersión o desvío, por lo tanto es mayor la uniformidad, pero esta pierde importancia debido a que el tamaño de partículas es inadecuado.

Los efectos de la uniformidad del tamaño de partículas fueron experimentados por Wondra et al., 1995. En la experiencia se observó que una reducción del DPG trae como consecuencia una mayor digestibilidad. Observándose que para valores de DPG superiores de 2 se ve afectada la digestibilidad de la dieta.

Del examen de los datos expuestos en el cuadro 3 se deduce que para los diferentes tratamientos el promedio de DGM va disminuyendo a medida que los criaderos de cerdos son más grandes, esto demuestra que la importancia asignada al tamaño de partículas es superior en los criaderos de mayor tamaño. El tamaño de partículas menor a 700 micrones tiene un efecto positivo sobre la digestibilidad de materia seca, proteína, energía y además favorece la ganancia diaria de peso, encontrándose una diferencia de un 4 % sobre el tamaño de partículas mayores a 1000 micrones (Goodband, et al.,1995).

Una revisión de 23 artículos científicos de lechones y cerdos en terminación indican que por cada 100 micras de reducción del tamaño medio de la partícula la digestibilidad mejora en 0,6%, la proteína en 0,8% y el índice de conversión en 0,03%.

Al comparar los valores promedios de DPG para los diferentes tratamientos surge que a medida que más grandes son los criaderos y menor es el tamaño de partículas, mayores son los valores de DPG. Esto muestra que si bien los criaderos grandes le dan importancia al tamaño de partículas pero no a la uniformidad de esas partículas que es de suma importancia para obtener una granulometría adecuada, ya que el valor de DGM por si solo no es suficiente para determinar una granulometría adecuada sino que debe ir acompañado de un valor de DPG que muestra la uniformidad de la molienda (Klein, 1996).

Del análisis del cuadro 4 surge que los valores promedios de DGM, para los diferentes tratamientos son menores a medida que mayor es el uso de la moledora, esto demuestra que la importancia asignada al tamaño de partículas es mayor en aquellos que más uso le dan a la moledora, esto concuerda con los criaderos de mayor tamaño. El tamaño de partículas, también incide en el gasto de energía y la capacidad de producción. A medida que disminuye el tamaño de partículas, se incrementa el gasto de energía y disminuye la capacidad de producción fundamentalmente cuando trabajamos por debajo de los 600 micrones (Wondra, et al; 1992).

Al comparar los valores promedios de DPG para los diferentes criaderos, se observó que a medida que tienen mayor uso de moledora y menor tamaño de partículas obtienen, peor es la uniformidad, en consecuencia mayores son los valores de DPG. De aquí se deduce que si bien las moledoras de mas uso obtiene un DGM menor, pero de peor uniformidad, esto puede deberse a que la importancia asignada por los criadores al mantenimiento de las moledoras no esta siendo considerado, suponiendo que en las moledoras de más uso mayor será el desgaste y mayor la necesidad de reparación. Los molinos de martillo tienen un menor costo inicial y un menor costo de mantenimiento que los molinos de rodillos, pero éste es más eficiente con relación al uso de la energía, y esto es muy importante si pensamos que el molido está en segundo lugar detrás del peletizado en el total de energía consumida (Heimann, M., 1996).

Con respecto a la eficiencia económica del molino, la capacidad de molienda, el consumo de energía y el costo de mantenimiento son los parámetros que se deben tomar en cuenta.

En cuanto al relevamiento del tipo de moledoras más utilizadas, se puede mencionar que en el 95% de los casos las moledoras eran de martillos, solo el 5% correspondía a moledoras diferentes a las anteriores, comprendiendo estas de rodillos y centrífugas.

Al comparar el efecto del diámetro de zaranda con valores promedios de DGM (cuadro 5), se observó que hay un efecto directo, al aumentar el diámetro de las perforaciones de las zarandas aumenta el tamaño de las partículas, marcando que solo las zarandas menores de 4mm obtienen un tamaño de partículas adecuadas, originando un molido fino. Algunos productores de alimento para animales usan

términos como “fino”, “mediano” o “grueso” para describir el tamaño de las partículas de grano molido. Estos son términos relativos y de poco uso para los fabricantes que están seleccionando el tamaño óptimo de la partícula (Waldroup, P., 1999). En algunas ocasiones se caracteriza el tamaño de las partículas de acuerdo a las zarandas utilizadas, y se dice generalmente que cuando el alimento pasa a través de las zarandas de 1/8 a 3/16 pulgadas en una moladora de martillo se está en presencia de un molido fino; los alimentos que pasan a través de zarandas de ¼ a 3/8 son clasificadas como molido medio y si pasa a través de zarandas de ½ pulgadas o más grande, se está en presencia de un molido grueso (Miller, E., 1991).

En cuanto a la uniformidad de las diferentes zarandas se observo que a medida que menor es el diámetro de las zarandas mayor es el DPG, originando una mayor dispersión entre las partículas.

Del análisis del cuadro 6, surge que a mayor conocimientos de granulometría y modificaciones en las moladoras por los criadores de cerdos, menor es el tamaño de las partículas, denotando que les prestan importancia al DGM, este valor por si solo nada dice sobre granulometría. En cuanto al DPG es mayor en aquellos productores que mayor conocimiento tienen y modificaciones realizan a sus moladoras, estos a pesar de obtener un DGM adecuado para las dietas de los cerdos, no le dan la importancia necesaria a la uniformidad, ya que esta, junto al valor de DGM hacen a la granulometría correcta.

En cuanto a los cereales utilizados en las dietas como fuente de energía, en el 100% de los casos fue maíz.

CONCLUSIÓN

En la zona de influencia de la Universidad Nacional de Río Cuarto, son muy pocos criaderos de cerdos (10%) que muelen dentro de la granulometría recomendada, estando la mayoría (82,5%) muy por encima.

Los criaderos grandes, los que más usan la moledora, los que utilizan menor diámetro de las zarandas y los de mayor conocimiento de granulometría, son los que más importancia le dan a la granulometría, y obtienen un tamaño de partículas adecuado, pero no así la uniformidad de esas partículas. Siendo necesario considerar el DGM y el DPG en forma conjunta.

En cuanto a la variación del DPG con respecto al DGM se observó que a medida que mayor es el tamaño de partículas menor es la dispersión entre partículas, por lo tanto es de mayor uniformidad por estar el tamaño de partículas muy cerca de la media, pero esta pierde importancia cuando el DGM se aleja demasiado del óptimo.

En la zona de influencia de la Universidad Nacional de Río Cuarto la gran mayoría de tipo de moledoras corresponde a las de tipo martillo.

BIBLIOGRAFÍA

ALBAR, J.; SKIBA, F.; ROGER, E. Y GRANIER, R. 2000. Journées de la Recherche Porcine en France 32 ; 193-200.

ARGENIO, R. AND EISEMANN. 1996. Mechanims of acid injury in porcine gastroesophageal mucosa. Am.j. vet. Res.,n.4, v.57,p.564-573.

AYLES, H.; FRENDSHIP, R.; BALL, R. 1996. Effect of dietary particle size on gastric ulcers, assessed by endoscopic exmination, and relationship between ulcer severety and growth performance of individually fed pigs. Swine Health and Production. N5, v.4,p.211-216.

FAO, 2002. Foostat.Detabase result. Pagina Web: <http://apps1.fao.org/servlet/Xteservlet.jrum>

GOODBAND, R.; TOCKACH, M. Y NILSSEN, J., 1995. The effects of diet particle size on animal performance. Cooperative Extension service, Kansas State University, Manhattan, EE.UU.

GOODBAND, R.AND HINES, R 1997. The effect of barley particle size on stater and finishing pir performance. J. Anim. Sci. 65 (Suppl. 1): 317.

GRIFFING, W. 1963. Fungi gastric ulcers correlation in pig told Kansas extension. Vet. Med. Letter. Iowa State University. 34-286.

HALE, O.;THOMPSON, L.;1986. Influence of particle size of wheat on performance of finishing swine. Nutrition Reports International. February. 1986. vol. 33, N° 2.

HANDERSON, S. M. Y PERRY, R. L. 1955. Agricultural process engineering, New York, J. Willey, Cap. 6: 118-142. En Simpósio sobre Granulometria de ingredientes e racoes para suinos e aves. Anais. 1 de octubre de 1998. EMBRAPA. Concordia. Brasil.

HEALY,B.; HANCONK, G.; KENNEDY, P. BRAMEL-COX, K.; BEHNKE, K. Y HINES, R. 1994. En Goodband, R.; Tockach, M. Y Nilssen, J., 1995. The effects of diet particle size on animal performance. Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan, EE.UU.

HEDDE, R.; LINDSEY, T. PARISH, R 1985. Effect of diet particle size and feeding of H2-receptor antagonists on gastric ulcers in swine. *J.Anim.Sci.*, v.61,p.179-186.

HEIMANN, M. 1996. Escogiendo un molino. *Revista Alimentos balanceados para animales.* Publicación Watt. Marzo-Abril. 1996. Pag. 22.

INDEC- CNA. 2002. Censo Nacional Agropecuario. La Nación. Argentina.

KAVANAGH, N. 1994. Gastric ulcers in pigs. En Mores, N. Influenciada da granulometria de ingredientes de dietas no desenvolvimento de lesoes gástricas em suínos. Simposio sobre granulometria de ingredientes e racoes para suínos e aves. *Anais.* 1 de octubre de 1998. Embrapa. Concordia. Brasil.

KLEIN, C.H. 1996. Efeito da forma física e do nível de energia da racao sobre o desempenho, a composicao de carcaca e a eficiencia de utilizacao da energia metabolizável consumida por frangos de corte. Universidade do Rio Grande do Sul. 117p. Diss. Mestr. Zootecnia.

LOTT, B. D.; DAY, E. J.; DEATON, J. D. Y MAY, J. D. 1992. The effect of temperature, dietary energy level and corn particle size on broiler performance. *Poult Sci.* 71: 618-624.

MAHAN, D.;ET AL. 1996. Influence of various nutritional factors and physical form of feed on esophagogastric ulcers in swine. *J. Anim.Sci.* 25-1019. En dunne, H and Leman, A. 1975. *Diseases of Swine.* Fourth edition. The Iowa State University Press, Ames, Iowa 50010. EUA.

MATEOS, G. G.; LÁZARO, R. Y GRACIA, M. 2002. *J. Appl. Poultry Res.* 11: 437-452.

MILLER, E.;DUANE, U; LEWIS, A. 1991. *Swine Nutrition.* Ed . Butterworth-Heinemann, 80 Montvale Av.; Stoneham, MA 02180. USA.

MORES, N.; ZANOTTO, D.; NICOLAIEWSKY, S.; GUIDONI, A.; FERREIRA, A. 1993. Influencia da granulometria do milho sobre o desenvolvimento de lesoes preulcerativas no pars esophagea. En Mores, N. Influencia da granulometria de ingredientes de dietas no desenvolvimento de lesoes gástricas em suínos. Simposio sobre granulometria de ingredientes e racoes para suínos e aves. *Anais.* 1 de octubre de 1998. Embrapa. Concordia. Brasil.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I. Y SHEFET, G. 1995. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poult Sci.* 74: 771-783.

OHH, S.; ALLEE, G.; BEHNKE, K. Y DEYOE, C. 1983. En Goodband, R.; Tockach, M. y Nilssen, J., 1995. The effects of diet particle size on animal performance. Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan, EE.UU.

ONCCA, 2006. Boletín de información Porcina. Dirección de Ganadería. página web: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar>

POCOCK, E.; BAYLEY, H.; ROE, C.; SLIGER, S. 1969. Dietary factors affecting the development of esophagogastric ulcers in swine. *J. Anim. Sci.*, v.29,p.591-597.

POTKINS, Z.; LAWRENCE, T.; THOLISON, J. 1989. Oesophagogastric parakeratosis in the growing pig: Effects of physical form of barley-based diets and added fibre. *Res. Vet. Sci.*, v.47, p.60-67.

RIKER, J. ET AL., 1967. Influence of various grains on the incidence of esophagogastric ulcers in swine. *J. Anim.Sci.* 26-731.

RUETSCHKE, P. 1989. Advances in Feed Technology. En RIAL, E.; MÉNDEZ, J.; LARRAGA, L. Nuevas tecnologías en fabricación de alimentos: Doble Granulación, Expander y Adición de Líquidos. IX Curso de especialización FEDNA. Barcelona, 8 y 9 de Noviembre de 1993.

SAS, 1998. StatView Reference. SAS Institute Inc. Second edition. March 1998.

WALDROUP, P., 1999. En busca de la partícula ideal. Alimentos balanceados para animales. Publicación Watt. Marzo-abril. 1999.

WONDRA, K.; HANCOCK, J.; BEHNKE, K. 1995. En zanotto, D. Y Monticelli. 1998. Granulometría do milho em raçãoes para suínos e aves: Digestibilidade de nutrientes e desempenho animal. Simposio sobre granulometría de ingredientes e raçãoes para suínos e aves . Anais . 1 de octubre de 1998. Embrapa. Concordia: Brasil.

WONDRA, K.; MCCOY, R.; HANCOCK, J. BENHE, K.; HINES,R.; FAHRENHOLZ, C AND KENNEDY, G. 1992. En Goodband, R.; Tockach, M. Y Nilssen, J., 1995. The effects of diet particle size on animal performance. Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan, EE.UU.

WONDRA, K. 1993. Effects of particles size. En Goodband, R.; Tockach, M. Y Nilsse, J., 1995. The effects of diet particle size on animal performance. Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan, EE.UU.

ZANOTTO, D.; FERREIRA, A.; NICOLAIEWSKY, S.; GUIDONI, A. Y LIMA, G. 1996. Desempenho produtivo de suinos submetidos a dietas con diferentes granulometrias do milho. Revista de Sociedade brasileira de Zootecnia. 24 (3): 428-436.

ZANOTTO, D. L. Y BELLAVER, C. 1996. Metodo de determinacao da granulometria de ingredientes para uso em racoes de suinos e aves. Concordia: Embrapa-CNPSA, 1996. 5 p. Comunicaci3n T3cnica, 215. Brasil. En Simposio sobre Granulometria de ingredientes e racoes para suinos e aves. Anais. 1 de octubre de 1998. Embrapa. Concordia. Brasil.