

# A influência do tamanho da partícula da ração sobre o desempenho de suínos

Moagem, úlceras, granulometria, digestibilidade, pellet.

Matheus Faria de Souza<sup>1\*</sup>

Thamirys Vianelli Maurício de Souza<sup>1</sup>

Beatriz Helena Timm Amadei<sup>2</sup>

Paulo Ricardo dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Docentes do curso de Medicina Veterinária Centro Universitário do Espírito Santo – UNESC.

\*Email: matheusfari@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Graduandos em Medicina Veterinária Centro Universitário do Espírito Santo – UNESC.

## RESUMO

Atualmente, a dieta fornecida aos suínos criados em sistemas intensivos é composta em sua grande maioria por grãos de cereais, estes, que são as fontes primárias de energia nas dietas de suínos, são geralmente submetidos a processos de moagem para subsequente redução de suas partículas a fim de aumentar a área de superfície para melhorar a digestão dos nutrientes, a capacidade de mistura e homogeneidade da dieta. Todavia, partículas de tamanhos muito reduzidos podem aumentar problemas de poeira nas instalações, aumentar o custo no processamento dos alimentos e ainda aumentar a incidência de úlceras gástricas e queratinização em suínos. A queratinização é uma indicação de irritação do estômago, que pode conduzir a úlceras. O tamanho de partícula ideal para suínos é um número que se diverge muito entre as literaturas consultadas, entretanto, faixas de tamanho entre 500 a 650  $\mu\text{m}$  mostraram os resultados mais satisfatórios no que se diz respeito a digestibilidade dos nutrientes. Já no que diz respeito à sanidade, independente do tamanho das partículas dos grãos, as úlceras gástricas ainda são passíveis de ocorrer.

**Palavras-chave:** moagem, úlceras, granulometria, digestibilidade, pellet.



# Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 17, Nº 06, nov/dez de 2020

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

## THE INFLUENCE OFF FEED PARTICLE SIZE ON THE PERFORMANCE OF PIGS

### ABSTRACT

Currently the diets supplied to pigs raised in intensive systems are mostly composed of cereal grains, which are the primary sources of energy in pig diets, which are usually subjected to milling processes for subsequent reduction of their feed particles. Increase surface area to improve nutrient digestion, blending ability and diet homogeneity. However, very small particle size may increase dust problems on the premises, increase the cost of food processing and even increase the incidence of gastric ulcers and keratinization in pigs. Keratinization is an indication of stomach irritation, which can lead to ulcers. The ideal particle size for pigs is a number that differs greatly from the literature consulted, however size ranges from 500 to 650  $\mu\text{m}$  showed the most satisfactory results regarding nutrient digestibility. Regarding health, regardless of the size of the grain particles, gastric ulcers are still likely to occur.

**Keyword:** grinding, ulcers, granulometry, digestibility, pellet.

## INTRODUÇÃO

Os grãos cereais são as fontes primárias de energia nas dietas de suínos. A alimentação na suinocultura é responsável por 70% do custo de produção, sendo assim, qualquer melhoria na eficiência alimentar vai ter um enorme impacto nos custos de produção.

A maioria dos ingredientes, em particular grãos de cereais, são moídos antes de misturá-los em uma dieta. Moagem ou redução do tamanho das partículas altera as características físicas dos ingredientes, a fim de aumentar a área de superfície para melhorar a digestão dos nutrientes, a capacidade de mistura e homogeneidade da dieta (BEHNKE, 1996; KOCH, 1996).

Os equipamentos mais comuns utilizados para reduzir o tamanho de partícula dos ingredientes, são os equipamentos de moinhos: martelo e rolo. Nos moinhos de martelos, a redução do tamanho das partículas é realizada pelo impacto lento dos ingredientes com um conjunto de martelos que se deslocam a alta velocidade. Moinhos de martelo geralmente produzem partículas de forma esférica com uma superfície polida (KOCH, 1996). A distribuição dos tamanhos de partículas produzidas num moinho de martelos varia amplamente em torno da média geométrica, podendo variar entre partículas grosseiras e finas (KOCH, 1996; SVIHUS et al., 2004). Nos moinhos de rolos, a redução de tamanho é realizada através de uma força de compressão entre os pares de rolos rotativos, produzindo distribuição de tamanho de partícula mais uniforme, com uma baixa proporção de materiais finos (KOCH, 1996).

A moagem fina dos ingredientes reduz a dimensão das partículas aumentando a área de superfície e a fluidez da digesta (maior potencial para misturas com as enzimas digestivas), melhorando a digestibilidade das rações dos suínos (GOODBAND et al., 1995). Segundo relatos de De Jong et al. (2012a), as reduções nos tamanhos das partículas dos ingredientes individuais ou da dieta podem melhorar a sua digestibilidade e melhorar a eficiência alimentar. Além disso, diminuem a segregação de ingredientes e problemas de mistura, e facilita ainda mais processos tais como: extrusão e/ou peletização.

No entanto, a contínua diminuição do tamanho de partícula pode aumentar problemas de poeira nas instalações, aumentar o custo no processamento dos alimentos e ainda aumentar a incidência de úlceras gástricas em suínos. Assim, a melhora da conversão alimentar é devido à redução do tamanho das partículas, que deve ser compensada por essas desvantagens (STEINHART et al., 2012).

No passado, o tamanho da partícula da dieta foi muitas vezes classificado como: excelente, média e grosseira. Esses termos não eram muito precisos e assim, a atual classificação é baseada no diâmetro geométrico médio das partículas com medida em microns e o desvio padrão geométrico. Essa definição do tamanho das partículas permite agora que as recomendações possam ser específicas otimizando o desempenho dos suínos. O tamanho ideal da partícula é influenciado pela idade dos suínos e a forma da dieta (pellet ou farelada).

Moagem fina de grãos usados na alimentação de suínos otimiza o desempenho de suínos e melhora a eficiência de alimentação, independentemente da idade (GOODBAND et al., 1995).

## A INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE PARTÍCULA PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO

Os suínos de todas as idades se beneficiam com a redução das partículas na alimentação. No entanto, estudos têm mostrado que leitões têm menos benefícios pela redução do tamanho das partículas do que suínos em fase de terminação. Wu (1985) relatou uma resposta benéfica para moagem fina de milho em suínos em terminação, mas não em leitões pós-desmamados.

De Jong et al. (2012a), avaliando a granulometria de ingredientes (milho, farelo de soja, farelo de trigo e subproduto do milho - DDGS) sobre o desempenho de leitões dos 11,33 aos 22,68 kg, verificaram que a redução de 620 para 352  $\mu\text{m}$  do grão de milho na ração reduziu o ganho de peso diário e o consumo de ração diário dos animais em 4,22% (0,617 X 0,592) e 13,75% (0,968X0,851), respectivamente.

A moagem mais fina de milho menor do que 620  $\mu\text{m}$  ou a trituração de outros componentes da dieta não melhoraram o desempenho dos suínos na fase inicial, no entanto, a peletização obteve os melhores

resultados sobre o desempenho dos suínos e retorno econômico (DE JONG et al., 2012a).

Lawrence et al. (2003) relataram que a diminuição do tamanho das partículas (965, 742 e 639 microns) de qualquer tipo de soja (micronizada, extrusada e farelada) não afetaram o desempenho dos suínos na fase de crescimento inicial.

Mavromichalis et al. (2000) avaliando o efeito da dimensão das partículas dos grãos de trigo (1300, 600 e 400 microns) sobre o desempenho de leitões desmamados aos 21 dias de idade, observaram que na primeira fase (0 a 7 dias) a eficiência alimentar melhorou à medida que o tamanho de partícula foi reduzido, com um tamanho de partícula de 400 microns. Na fase geral do experimento (0 a 35 dias), os maiores resultados de GPD e eficiência alimentar foram alcançados em 600 microns. Esses resultados estão de acordo com outros relatos (HEALY et al., 1994 & WONDRA et al., 1995a), indicando que o desempenho dos suínos em fase de crescimento foi melhorado com a redução do tamanho de partícula da dieta.

Goodband & Hines (1988) alimentaram suínos na fase de creche com dietas à base de cevada com tamanhos médios das partículas de 768 e 635 microns. Eles relataram um aumento de 5% na taxa de ganho dos suínos alimentados com a cevada com menor tamanho de partícula.

Healy et al. (1994), trabalhando com dietas iniciais com diferentes tamanhos de partículas 900, 700, 500 ou 300 microns para leitões desmamados com 21 dias de idade, observaram que a redução do tamanho das partículas de grãos para 500 microns teve pouco efeito sobre o ganho de peso, mas reduziu o consumo médio diário de ração, consequentemente, resultando em melhoria na eficiência alimentar. A moagem mais fina do que 500 microns não melhora o desempenho.

A redução da partícula acentuada implica no desenvolvimento de úlceras na região esofágica dos suínos (MAXWELL et al., 1970 & NIELSEN et al., 2000). Algumas genéticas são mais suscetíveis a úlceras gástricas do que outras, em função da redução do tamanho de partícula. Esses fatores devem ser considerados na determinação do

tamanho ótimo das partículas para ser utilizado em uma determinada propriedade.

Cabrera et al. (1993) verificaram que a morfologia do estômago foi afetada negativamente pela moagem (menor que 600  $\mu\text{m}$ ) dos grãos de milho e de sorgo, no entanto, a melhora no desempenho provavelmente faz com que a moagem fina seja aceitável. Esses autores também encontraram uma diminuição drástica na excreção de matéria seca e nitrogênio diário quando o tamanho de partícula dos grãos foi reduzido. O efeito da redução das partículas sobre o desempenho de leitões foi avaliado por diversos estudos (Tabela 1).

**TABELA 1** – Efeito da redução das partículas sobre o desempenho de leitões

Parâmetros	Tamanho da partícula ( $\mu\text{m}$ )			Faixa de peso	Grão	Referências
	Grossa	Média	Fina			
Ganho de peso diário (kg)	-	0,449	0,454	8 a 23 kg	Milho	(OHH et al., 1983)
Eficiência alimentar (kg/kg)	-	0,559	0,581			
Ganho de peso diário (kg)	-	0,454	0,435	8 a 23 kg	Sorgo	(OHH et al., 1983)
Eficiência alimentar (kg/kg)	-	0,559	0,557			
Ganho de peso diário (kg)	0,381	0,363	0,386	Inicial	Milho	(HEALY et al., 1994)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,651	0,661	0,692			
Ganho de peso diário (kg)	0,408	0,454	0,417	6 a 21 kg	Trigo	(MAVROMICHALIS, et al., 1998)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,750	0,870	0,800			
Ganho de peso diário (kg)	0,563	0,564	0,535	8 a 20 kg	Ração	(CHOCT et al., 2004)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,781	0,782	0,769			
Ganho de peso diário (kg)	-	0,617	0,592	11 a 23 kg	Milho	(DE JONG et al., 2012b)
Eficiência alimentar (kg/kg)	-	0,637	0,630			
Ganho de peso diário (kg)	0,660	-	0,654	24 a 42 kg	Ração	(MILLET et al., 2012)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,496	-	0,512			

Em relação ao consumo voluntário, há indícios de que existe uma baixa correlação entre o tamanho de partícula e a preferência alimentar, sendo que, a redução do tamanho de partícula não irá melhorar o consumo de ração. Isso está em concordância com

as observações realizadas com leitões, em que a redução do tamanho de partícula reduziu a ingestão de ração com sorgo e milho (HEALY et al., 1994) e com trigo (MAVROMICHALIS et al., 2000). De Jong et al. (2012a) e Oriol (2008) sugeriram que a alimentação com uma dieta finamente moída pode reduzir a palatabilidade da ração, conseqüentemente reduzindo o consumo voluntário de ração.

### A INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE PARTÍCULAS EM RELAÇÃO AO DESEMPENHO DE SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

Para os suínos em fase de terminação, vários estudos têm demonstrado que a moagem menor que 500 microns melhoram a eficiência alimentar. Trabalhos conduzidos na década de 90 (CABRERA et al., 1993) e (WONDRA et al., 1995) demonstraram melhoria na eficiência alimentar cerca de 1,2% para cada redução de 100 microns no tamanho de partícula. Pesquisas mais recentes (PAULK et al., 2011) e (DE JONG et al., 2012b) encontraram uma melhoria de 1 % na eficiência para redução de cada 100 microns (Tabela 2).

De Jong et al. (2012b), avaliando o efeito da granulometria do milho sobre o desempenho de suínos dos 26 aos 125 kg, observaram que a redução do tamanho da partícula (650 para 320 µm) melhorou a conversão alimentar, a eficiência calórica, o custo de ração por kg de ganho e a renda em relação ao custo de alimentação (IOFC).

Segundo relatos de Steinhart et al. (2012), a redução do tamanho da partícula de 900 para 500 microns melhora a eficiência alimentar, sendo que, a redução de 100 microns do tamanho da partícula melhora cerca de 1 a 1,2 %. Foi evidenciado que a redução no tamanho das partículas não influencia no ganho de peso dos suínos.

Mavromichalis et al. (2000) relataram melhorias de 10 e 9% nas taxas de eficiência alimentar e de ganho quando o tamanho da partícula de trigo foi reduzido de 1300 para 600 microns.

Giesemann et al. (1990) demonstraram melhora da eficiência de ganho para suínos em terminação alimentados com milho e sorgo quando foi reduzido o tamanho de partícula de 1500 para 640 microns.

Cabrera et al. (1993) observaram que a eficiência alimentar foi aumentada em 7 e 6 % em sorgos com endosperma moles e duros quando o tamanho da partícula foi reduzido 800 para 400 microns.

Brumm et al. (2008), trabalhando com a granulometria da ração (1019 e 1266 microns) para suínos na fase de terminação, observaram diminuição no consumo de ração e melhora na conversão alimentar dos animais alimentados com partículas mais finas. Sendo que, a diferença de 250 microns na dieta proporcionou uma diferença de 3,2% na eficiência alimentar, ou seja, 1,3% de diferença para cada 100 microns na granulometria.

**TABELA 2** – Efeito da redução das partículas sobre

Parâmetros	Tamanho da partícula (µm)			Faixa de peso	Grão	Referências
	1000>	700 a 900	600<			
Ganho de peso diário (kg)	0,710	0,790	0,74	19 a 55 kg	Milho	(MAHAN et al., 1966)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,337	0,329	0,34			
Ganho de peso diário (kg)	0,620	0,740	0,73	25 a 70 kg	Aveia	(LAWRENCE, 1983)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,322	0,366	0,36			
Ganho de peso diário (kg)	0,680	-	0,73	35 a 97 kg	Milho	(HEDDE et al., 1985)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,266	-	0,28			
Ganho de peso diário (kg)	0,686	-	0,71	32 a 91kg	Milho	(GUIESEMANN et al., 1990)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,257	-	0,27			
Ganho de peso diário (kg)	-	1,000	0,99	54 a 120 kg	Sorgo	(CABRERA et al., 1993)
Eficiência alimentar (kg/kg)	-	0,295	0,31			
Ganho de peso diário (kg)	-	1,020	1,04	54 a 120 kg	Sorgo	(CABRERA et al., 1993)
Eficiência alimentar (kg/kg)	-	0,290	0,30			
Ganho de peso diário (kg)	0,980	0,980	0,99	55 a 115 kg	Milho	(WONDRA et al., 1995)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,298	0,305	0,32			
Ganho de peso diário (kg)	0,880	-	0,91	67 a 115 kg	Trigo	(MAVROMICHALIS et al., 1998)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,285	-	0,32			
Ganho de peso diário (kg)	0,908	-	0,93	25 a 100 kg	cevada e trigo	(LAURINEN et al., 2000)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,450	-	0,46			
Ganho de peso diário (kg)	0,854	0,847	-	terminação	Ração	(BRUMM et al., 2008)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,340	0,351	-			

Ganho de peso diário (kg)	-	1,129	1,10	2	47 a 123	Sorgo	(PAULK et al., 2011)
Eficiência alimentar (kg/kg)	-	0,365	0,37	9			
Ganho de peso diário (kg)	-	0,916	0,93	4	26 a 127	Milho	(DE JONG et al., 2012)
Eficiência alimentar (kg/kg)	-	0,354	0,37	0			
Ganho de peso diário (kg)	0,776	-	0,77	1	24 a 107	Ração	(MILLET et al., 2012)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,392	-	0,41	5			
Ganho de peso diário (kg)	0,799	-	0,78	4	72 a 107	Ração	(MILLET et al., 2012)
Eficiência alimentar (kg/kg)	0,330	-	0,33	1			
Ganho de peso diário (kg)	-	0,839	0,83	9	30 a 127	Casca soja	(GOEHRINH et al., 2012)
Eficiência alimentar (kg/kg)	-	0,381	0,39	1			

Millet et al. (2012) estudaram o efeito da quantidade de fibra bruta (4% e 9%) e da granulometria (1,5 ou 6,0 mm) em rações para suínos durante a fases de crescimento e terminação (24 aos 106 kg), verificaram que os animais que consumiram rações finamente moídas apresentaram melhor eficiência alimentar, com forte tendência a interação entre tamanho de partícula e quantidade de fibra. Nesse mesmo estudo, os autores verificaram maior incidência de lesões gástricas em suínos alimentados com dietas finamente moídas e baixa fibra. Segundo os autores, dietas com alta fibra e maior granulometria podem evitar lesões gástricas, porém o presente estudo não encontrou uma estratégia para reduzir o risco de ulceração gástrica e maximizar o desempenho.

Goehring et al. (2012) realizaram um estudo com objetivo de avaliar o efeito de níveis de inclusão de casca de soja de diferentes granulometrias nas dietas, sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação.

O aumento no nível de inclusão da casca de soja proporcionou piora na conversão alimentar dos animais, o que segundo os autores pode ser atribuído à diminuição dos níveis de energia da dieta. A moagem da casca de soja também resultou em piores resultados de conversão alimentar. Os autores sugeriram que a casca de soja pode ser utilizada em rações para suínos até 15% de inclusão,

sem efeitos negativos no ganho de peso e consumo, porém, causa aumento na conversão alimentar. Além disso, a casca de soja não responde da mesma forma que os grãos de cereais, que quando são adicionados em partículas reduzidas promovem melhora no desempenho, e o mecanismo pelo qual isso acontece não está esclarecido.

## A INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE PARTÍCULA SOBRE O DESEMPENHO DE PORCAS EM LACTAÇÃO

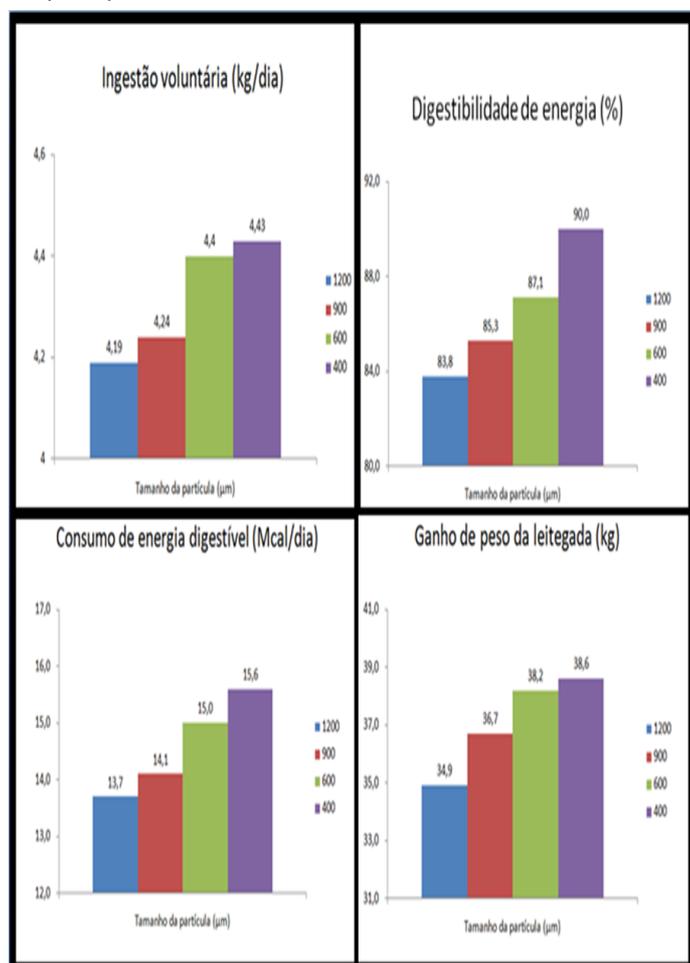
A preocupação da maioria dos produtores de suínos com a redução do tamanho das partículas de rações fareladas seria em relação à diminuição do consumo voluntário de ração das porcas lactantes. No entanto, estudos demonstraram que a ingestão foi efetivamente aumentada quando o tamanho da partícula foi reduzido.

Wondra et al. (1995c), avaliando a granulometria do milho (1200, 900, 600 ou 400 microns) para porcas em lactação, observaram que a redução do tamanho da partícula de 1200 para 400 microns melhorou o ganho de peso da leitegada em 1,3% para redução de cada 100 microns do tamanho da partícula, e ainda aumentou a ingestão voluntária de ração e a digestibilidade dos nutrientes (Figura 1). Esses autores verificaram que os grãos moídos em moinho de martelos apresentaram energia de moagem aumentada ligeiramente (2,7 a 3,8 kWh/tonelada) quando o tamanho da partícula diminuiu de 1000 a 600 microns. No entanto, a energia necessária para reduzir o tamanho da partícula para 400 microns foi mais do que o dobro (ou seja, 8,1 kWh/t) do que a energia requerida para moer o milho a 600 microns.

Baudon et al. (2003), trabalhando com níveis de tamanho de partículas de milho (1500, 900 e 600 µm) em dietas para porcas lactantes (1º a 4º partos), verificaram aumento linear do consumo voluntário de ração à medida em que se foi reduzindo a partícula. Em relação ao retorno ao estro após o desmame em dias e a perda de gordura subcutânea das porcas houve redução à medida que se diminuiu o tamanho de partícula de milho. Esses autores também verificaram melhora significativa na ingestão de energia, na ingestão de nitrogênio e na digestibilidade da energia das porcas à medida que se reduziu o tamanho de partícula do milho.

Infelizmente, os números de experimentos em relação ao tamanho de partículas para porcas em lactação são em número muito reduzido. É geralmente reconhecido que as porcas de alta produção têm necessidades de nutrientes que não são atendidas pelos regimes dietéticos tradicionais. O aumento da ingestão de nutrientes das porcas tem demonstrado que melhora o desempenho (KING & WILLIAMS, 1984; BRENDEMUHL et al., 1987). No entanto, a redução no tamanho das partículas não ocorre sem custo. Úlceras do estômago e queratinização são sempre uma preocupação com as dietas finamente moídas. A queratinização é uma indicação de irritação do estômago, que pode conduzir a úlceras. Os estômagos foram pontuados de 0 a 4 (normal à úlcera grave) e de 0 a 3 (nenhum a queratinização grave). Foi verificado que a ulceração e a queratinização do estômago foi aumentada com a redução do tamanho de partícula da dieta (WONDRA et al., 1992).

**FIGURA 1** - Efeito do tamanho da partícula de milho sobre o desempenho e energia digestível de porcas primíparas



Fonte: (WONDRA et al., 1995ab).

### A INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE PARTÍCULA EM RELAÇÃO À DIGESTIBILIDADE DOS SUÍNOS

A influência do tamanho da partícula sobre o conteúdo de energia digestível dos grãos como trigo e cevada foi relatada por Oryschak et al. (2002). Eles demonstraram que a energia digestível do conteúdo do trigo e cevada, é significativamente mais baixa quando a semente inteira é ingerida pelos suínos. Sendo que, a moagem aumenta o teor de energia digestível, no entanto, o grau de moagem tem pouco efeito sobre o coeficiente de digestibilidade da energia. Ou seja, há pouco benefício na moagem mais grossa, a menos que a moagem seja tão fina que a aleurone e sub-camadas da aleurona das sementes sejam rompidas.

Oryschak et al. (2002) examinaram o efeito do tamanho de partícula de cevada e ervilha com adição de fitase na excreção de suínos em crescimento e mostrou que o tamanho de partícula afeta a excreção de nitrogênio e a digestibilidade da energia. Os grãos foram moídos em moínho martelo, de modo a ter um tamanho médio de partícula de 400, 700 ou 850 µm. Esses autores observaram que o tamanho das partículas da ração influenciou a excreção de nitrogênio nas fezes e na urina.

A redução do tamanho de partícula de 850 e 700 µm para 400 µm reduziu a excreção fecal de nitrogênio em 18 e 14%, respectivamente, e aumentou a digestibilidade de nitrogênio em 6 e 5%, respectivamente, mas os tamanhos de 700 e 850 µm não diferiram entre si.

A digestibilidade da energia e do teor de energia digestível das dietas foram também afetados pelo tamanho da partícula. A redução de tamanho de partícula de 850 e 700 µm para 400 µm aumentou a digestibilidade de energia em 2 e 3%, respectivamente.

Assim, os resultados de Oryschak et al. (2002) sugerem que a redução do tamanho de partícula de dietas com um valor inferior a 700 µm aumenta a área de superfície exposta as enzimas digestivas, especificamente proteases.

Melhorias similares na digestibilidade de nitrogênio foram relatadas por dietas à base de trigo (MAVROMICHALIS et al., 2000), milho (WONDRA et

al., 1995a,b) e sorgo (OWSLEY et al., 1981). Em oposição, a redução do tamanho de partícula de cevada em dietas para suínos não melhorou a digestibilidade de nitrogênio (LAURINEN et al., 2000).

Aumentos na digestibilidade de energia foram consistentes com a redução do tamanho de partícula da dieta, também tem sido mostrada em milho (WONDRA et al., 1995a,b,c) e com dietas à base sorgo (HEALY et al., 1994).

Segundo Van Barneveld & Hewitt (2003), a redução do tamanho (abaixo de 700  $\mu\text{m}$ ) de partículas de trigo, cevada, sorgo e milho há evidências que melhora a retenção de nitrogênio e de utilização de energia. Há pouca diferença no valor nutricional dos grãos de cereais moídos entre 700 e 1500  $\mu\text{m}$ . Tamanhos de partículas finas (por exemplo, 400  $\mu\text{m}$ ) pode melhorar a eficiência de retenção de nitrogênio e utilização de energia em suínos em crescimento.

Com base na energia de moagem, o crescimento, morfologia do estômago, a digestibilidade de nutrientes e excreção de nutrientes, um tamanho de partícula de 600  $\mu\text{m}$  é aceitável para dietas à base de milho oferecidos na forma farelada ou peletizada (VAN BARNEVELD & HEWITT, 2003). Por outro lado, Ribeiro et al. (2007) relataram o tamanho de partícula de milho recomendado para suínos é de 500 a 650  $\mu\text{m}$ .

## **A INFLUÊNCIA DA PARTÍCULA DOS GRÃS E A SAÚDE GASTROINTESTINAL**

Há uma vasta quantidade de informação na literatura sobre a relação entre tamanho de partículas de grãos e a incidência de úlceras gástricas (WONDRA et al., 1995a,b; DIRKZWAGER et al., 1998; DE JONG et al., 2012).

Embora seja claro que existem muitos fatores que estão envolvidos na predisposição de úlceras gástricas, sendo que a ração finamente triturada é um dos principais fatores que contribuem.

Úlceras estomacais em suínos ocorrem quase exclusivamente nas regiões não-glandulares paraesofágica. Esta área é uma continuação do esôfago e, como tal, não têm a capacidade de secretar o muco, como um mecanismo de proteção contra o ambiente estomacal. Tem sido sugerido que

as dietas com tamanho muito fino, resultado do tamanho de partícula em um ambiente mais fluido no estômago e, posteriormente, com os ácidos estomacais, têm um maior contato com a região paraesofágica.

Há evidências que a alimentação com dietas contendo partículas finas aumenta a acidez do estômago e aumenta a atividade da pepsina na região esofágica do estômago e aumenta a taxa de passagem da alimentação. Embora exista uma quantidade significativa de investigações que descreve uma relação entre o tamanho de partícula e a incidência de úlceras gástricas, alguns tentaram quantificar o tamanho das partículas de diferentes tipos de grãos que inicia a ulceração e se compensa esta incidência em relação ao desempenho animal e digestibilidade dos nutrientes.

Wondra et al. (1995b), compararam os efeitos do tamanho de partícula e peletização no desempenho produtivo, digestibilidade de nutrientes e morfologia do estômago em suínos em terminação. Os animais foram alimentados com uma dieta à base de milho e farelo de soja, com o milho moído em diferentes tamanhos de partículas (1000, 800, 600 ou 400  $\mu\text{m}$ ), as dietas estavam na forma farelada ou peletizada.

Os autores verificaram que as lesões estomacais e queratinização aumentaram com o tamanho das partículas e foram reduzidas na peletização. Wondra et al. (1995b) concluíram, que considerando a energia de moagem, o crescimento, a morfologia do estômago, a digestibilidade de nutrientes e excreção de nutrientes, que um tamanho de partículas de 600  $\mu\text{m}$  é aceitável para dietas à base de milho oferecidos nas formas fareladas ou peletizadas.

Guise et al. (1997) relataram a prevalência de úlceras gástricas com base nas análises realizadas em frigoríficos e relacionou ao desempenho dos suínos. Constataram que a presença de úlceras leves ou graves não teve influência significativa sobre a taxa de ganho dos suínos. Nesse contexto, a alta incidência de úlceras gástricas não significa necessariamente

que compromete o desempenho dos suínos a menos que a ulceração culmina na morte dos suínos, que é mais provável sob condições de estresse e para algumas linhagens de suínos (DE JONG, 2012b).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUDON, E. C.; HANCOCK, Joe D.; TOKACH, Michael D. Particle size of corn in lactation diets for mixed-parity sows. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, n. 10, p. 36-38, 2003.
- BEHNKE, Keith C. Feed manufacturing technology: current issues and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 49-57, 1996.
- BRENDEMUHL, J. H.; LEWIS, A. J.; PEO JR, E. R. Effect of protein and energy intake by primiparous sows during lactation on sow and litter performance and sow serum thyroxine and urea concentrations. **Journal of Animal Science**, v. 64, n. 4, p. 1060-1069, 1987.
- BRUMM, Michael C.; COLGAN, Sheryl L.; BRUNS, Kelly J. Effect of out-of-feed events and diet particle size on pig performance and welfare. **Journal of Swine Health and Production**, v. 16, n. 2, p. 72-80, 2008.
- CABRERA, M. R. et al. Sorghum genotype and particle size affect growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, n. 10, p. 134-139, 1993.
- CHOCT, M. et al. Effects of particle size, processing, and dry or liquid feeding on performance of piglets. **Austral. J. Agric. Re.**, v. 55 n. 2, p. 237-245, 2004.
- DE JONG, J. A. et al. Effects of feeding varying ingredient particle sizes and diet forms for 25-to 50-lb nursery pigs on performance, caloric efficiency, and economics. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, n. 10, p. 305-315, 2012a.
- DE JONG, J. A. et al. Effects of corn particle size, complete diet grinding, and diet form on finishing pig growth performance, caloric efficiency, carcass characteristics, and economics. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, n. 10, p. 316-324, 2012b.
- DIRKZWAGER, A. et al. Effect of particle size and addition of sunflower hulls to diets on the occurrence of oesophagogastric lesions and performance in growing-finishing pigs. **Livestock Production Science**, v. 56, n. 1, p. 53-60, 1998.
- GIESEMANN, M. A.; J. LEWIS, A. J.; HANCOCK, J. D.; PEO JR, E. R. Effect of particle size of corn and grain sorghum on growth and digestibility by growing pigs. **Journal of animal science**, v. 68, n. 1, p. 104, 1990.
- GOEHRING, D. L. et al. The effects of dietary soybean hulls, particle size, and diet form on nursery pig performance. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, n. 10, p. 137-147, 2012.
- GOODBAND R. D. & HINES, R. H. An evaluation of barley in starter diets for swine. **Journal of animal science**, v. 66, p. 3086, 1998.
- GOODBAND, Robert D.; TOKACH, Mike D.; NELSSSEN, Jim L. Effects of diet particle size on animal performance. 1995.
- GUISE, H. J. et al. Gastric ulcers in finishing pigs: their prevalence and failure to influence growth rate. **Veterinary record**, v. 141, n. 22, p. 563-566, 1997.
- HEDDE, R. D. et al. Effect of diet particle size and feeding of Ha-receptor antagonists on gastric ulcers in swine. **Journal of animal science**, v. 61 p.179, 1985.
- HEALY, B. J. et al. Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs. **Journal of animal science**, v. 72, n. 9, p. 2227-2236, 1994.
- KING, R. H. & WILLIAMS, I. H. The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows 2. Protein and energy intakes during lactation. **Animal Science**, v. 38, n. 2, p. 249-256, 1984.
- KOCH, K. E. Carbohydrate-modulated gene expression in plants. **Annual review of plant biology**, v. 47, n. 1, p. 509-540, 1996.
- LAURINEN, Pasi et al. Effects of different grinding methods and particle size of barley and wheat on pig performance and digestibility. **Animal feed science and technology**, v. 83, n. 1, p. 1-16, 2000.
- LAWRENCE, K. R.; HASTAD, C. W.; GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D.; DRITZ, S. S.; NELSSSEN, J. L.; WEBSTER, M. J. Effects of soybean meal particle size on growth performance of nursery pigs. **Journal of animal science**, v. 81, n. 9, p. 2118-2122, 2003.

- LAWRENCE, T. L. J. The effects of cereal particle size and pelleting on the nutritive value of oat-based diets for the growing pig. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v. 8, p. 91, 1983.
- MAHAN, D. C. et al. Influence of various nutritional factors and physical form of feed on esophagogastric ulcers in swine. **Journal of animal science**, v. 25, p. 1019, 1966.
- MAVROMICHALIS, I. et al. Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nursery and finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 12, p. 3086-3095, 2000.
- MAVROMICHALIS, I. et al. Arabinoxylanase supplementation and particle size of wheat-based diets in nursery and finishing pigs. **Journal of animal science**, v. 76 n. 2, p. 58, 1998.
- MAXWELL, C. V. et al. Effect of dietary particle size on lesion development and on the contents of various regions of the swine stomach. **Journal of Animal Science**, v. 30, n. 6, p. 911-922, 1970.
- MILLET, S. et al. Effect of particle size distribution and dietary crude fibre content on growth performance and gastric mucosa integrity of growing-finishing pigs. **The Veterinary Journal**, v. 192, n. 3, p. 316-321, 2012.
- NIELSEN, Eskild Keller; INGVARTSEN, Klaus Lønne. Effect of cereal type, disintegration method and pelleting on stomach content, weight and ulcers and performance in growing pigs. **Livestock Production Science**, v. 66, n. 3, p. 271-282, 2000.
- OHH, S. J. et al. Effect of particle size of corn and sorghum grain on performance and digestibility of nutrients for weaned pigs. **Journal of animal science**, v. 57, n.1, p.260, 1983.
- ORIOLO, David Solà. **Quantitative evaluation of the palatability of feed ingredients in swine**. 2008. Tese de Doutorado. Universitat Autònoma de Barcelona.
- ORYSCHAK, M. A.; SIMMINS, P. H.; ZIJLSTRA, R. T. Effect of dietary particle size and carbohydrase and/or phytase supplementation on nitrogen and phosphorus excretion of grower pigs. **Canadian journal of animal science**, v. 82, n. 4, p. 533-540, 2002.
- OWSLEY, Walter F.; KNABE, D. A.; TANKSLEY JR, T. D. Effect of sorghum particle size on digestibility of nutrients at the terminal ileum and over the total digestive tract of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 52, n. 3, p. 557-566, 1981.
- PAULK, Chad Bennett. **Manipulation of processing technologies to enhance growth performance and (or) reduce production costs in pigs**. 2011. Tese de Doutorado. Kansas State University.
- RIBEIRO, B. R. C. et al. Effect of linoleic acid level in the diets on the weight, composition and eclodibility of broiler breeders eggs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 3, p. 789-796, 2007.
- SOLÀ-ORIOLO, D.; ROURA, E.; TORRALLARDONA, D. Feed preference in pigs: Relationship with feed particle size and texture. **Journal of animal science**, v. 87, n. 2, p. 571-582, 2009.
- STEINHART, Terry L. Swine feed efficiency: influence of particle size. 2012.
- SVIHUS, B. et al. Physical and nutritional effects of pelleting of broiler chicken diets made from wheat ground to different coarsenesses by the use of roller mill and hammer mill. **Animal Feed Science and Technology**, v. 117, n. 3-4, p. 281-293, 2004.
- VAN BARNEVELD, R. J. & HEWITT, R. **Influence of diet particle size and grain processing on the nutrient yield and gastro-intestinal health of growing pigs: A review. Prepared by the CHM Alliance for the New Zealand Pork Industry Board**, 2003.
- WONDRA, K. J. et al. Effects of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. **Journal of animal science**, v. 73, n. 3, p. 757-763, 1995a.
- WONDRA, K. J. et al. Effects of mill type and particle size uniformity on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. **Journal of animal science**, v. 73, n. 9, p. 2564-2573, 1995b.
- WONDRA, K. J. et al. Reducing particle size of corn in lactation diets from 1,200 to 400 micrometers improves sow and litter performance. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 2, p. 421-426, 1995c.
- WONDRA, K. J. et al. Effect of diet form (pellet vs meal) and particle size on growth performance and stomach lesions in finishing pigs. **J. Anim. Sci**, v. 70, n. Suppl 1, p. 239, 1992.
- WU, Jih-Fang. **Effects of particle size of corn, sorghum grain, and wheat on pig performance and nutrient digestibility**. 1985. Tese de Doutorado. Kansas State University.