

# Revisão de literatura: efeitos da qualidade do pellet nas rações de suínos

Tamanho de partícula, DGM, durabilidade, desempenho.

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

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

Thamirys Vianelli Maurício de Souza<sup>1</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

A ração peletizada melhora a digestibilidade e a utilização de nutrientes pelos animais, e conseqüentemente melhora os resultados zootécnicos. No entanto, a qualidade física do pellet pode comprometer esses benefícios. Nesse sentido, objetivou-se revisar na literatura científica os fatores que influenciam a qualidade do pellet nas rações de suínos visando melhores resultados zootécnicos dos suínos. Diversos estudos demonstram que a redução do tamanho de partícula da dieta melhora a durabilidade do pellet. Além disso, a redução do tamanho das partículas influencia de forma positiva a eficiência alimentar. Em relação ao tamanho do pellet não existe um consenso sobre os efeitos reais sobre o desempenho dos suínos na fase de crescimento e terminação. Aliado a isso ainda existe a crença de que os suínos preferem consumir os pequenos pellets aos grandes.

**Palavras-chave:** tamanho de partícula, DGM, durabilidade, desempenho.



# Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 19, Nº 03, maio/jun de 2022

ISSN: 1983-9006

[www.nutritime.com.br](http://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.

## LITERATURE REVIEW: EFFECTS OF PELLET QUALITY IN SWINE RATIONS

### ABSTRACT

Pelleted feed improves digestibility and nutrient utilization by animals, and consequently improves zootechnical results. However, the physical quality of the pellet can compromise these benefits. In this sense, the objective was to review in the scientific literature the factors that influence the quality of the pellet in swine rations aiming at better zootechnical results for swine. Several studies demonstrate that reducing the particle size of the diet improves pellet durability. In addition, particle size reduction positively influences feed efficiency. Regarding the size of the pellet, there is no consensus on the real effects on the performance of pigs in the growing and finishing phase. In addition, there is still a belief that pigs prefer to consume small pellets than large ones.

**Keyword:** particle size, DGM, durability, performance.

## INTRODUÇÃO

Na produção intensiva de suínos, os grãos de cereais são processados antes do consumo por: moagem martelo e rolamento, peletização, expansão e extrusão, esses dois últimos em menor proporção. Esses processos são utilizados a fim de quebrar as barreiras físicas apresentadas pela parede celular, e por sua vez, pode aumentar a acessibilidade das enzimas digestivas nos seus substratos os grãos e, assim, melhorar a digestibilidade e a utilização de nutrientes pelos animais (BHATTY, 1998; NIELSEN & INGVARTSEN, 2000).

No entanto, o processamento dos alimentos e/ou rações onera ainda mais o custodios alimentos para animais (NOLAN et al., 2010). Há muitas estratégias possíveis para melhorar as técnicas de processamento dos alimentos, no entanto, o custo de cada estratégia deve ser cuidadosamente ponderado em relação às melhorias no desempenho alcançado e os efeitos negativos no animal, como a ulceração (BEHNKE, 1996).

A peletização é o método de processamento térmico mais comum na produção animal. O principal objetivo da peletização é aglomerar as pequenas partículas de alimento através do uso da pressão mecânica, com umidade e calor.

A qualidade da ração peletizada pode influenciar o desempenho zootécnico e o rendimento de carcaça de suínos. Sendo que alguns fatores como: tamanho do pellet e o tamanho de partículas (DGM) das matérias-primas podem afetar os parâmetros físicos das rações.

Nesse sentido, objetivou-se revisar na literatura científica os efeitos que influenciam a qualidade do pellet nas rações de suínos visando melhores resultados zootécnicos.

## QUALIDADE FÍSICA DA RAÇÃO PELETIZADA

A qualidade física do pellet é definida como a capacidade de resistir à fragmentação e abrasão durante o manuseamento mecânico e pneumático (ensacamento, armazenamento e transporte), sem romper-se e atingir alimentadores sem gerar uma elevada proporção de finos (AMERAH et al., 2007).

O atrito dos pellets pode ocorrer através de dois fenômenos, ou seja, a fragmentação e a abrasão. A fragmentação envolve a fratura dos pellets em partículas menores e na área da fratura, enquanto a abrasão envolve a fratura nas arestas ou na superfície das partículas (THOMAS & VAN DER POEL, 1996). A qualidade física dos pellets pode ser avaliada usando a durabilidade e os parâmetros de dureza dos pellets.

Os pellets são expostos à abrasão a partir do momento em que são fabricados com o momento em que são ingeridos pelos suínos. O ensaio de durabilidade do pellet determina a proporção de pellets intactos remanescentes fabricados que são propensas as tensões e ao atrito devido à agitação mecânica ou pneumática (THOMAS & VAN DER POEL, 1996). A durabilidade significa que pellets são mais prováveis de permanecerem intactos até o momento da alimentação.

Assim, para a determinação da qualidade do pellet, a indústria de ração geralmente adotou o "tumbling box" método proposto por Young (1970) e publicado como um procedimento oficial ASAE (ASAE, 1987). Reimer (1992) sugeriu que muitos fatores afetam a qualidade do pellet, com os maiores contribuintes sendo a formulação da dieta, o tamanho de partícula e o condicionamento (Figura 1).

**FIGURA 1** – Fatores que afetam a qualidade do pellet



Fonte: Adaptação de Reimer (1992).

## EFEITO DO TAMANHO DE PARTÍCULA PARA FABRICAÇÃO DO PELLETT

O processo de moagem é uma etapa essencial na fabricação de ração e uma forma eficiente de melhorar a digestibilidade do alimento para suínos. A redução do tamanho de partícula tem como finalidade melhorar o valor de utilização dos nutrientes da ração.

O tamanho da partícula tem influência direta na qualidade do pellet e no rendimento de produção da ração. Sendo que o tamanho muito grosso da partícula ou muito fino tem desvantagens e não pode alcançar o melhor status de produção.

Assim, tem sido sugerido que a redução do tamanho da partícula aumenta o efeito das forças de Van der Waals, sendo que as partículas se aderem mais facilmente nas partículas aglutinantes da dieta. No entanto, as forças eletrostáticas que ocorrem entre as partículas são desprezíveis, devido às forças de repulsão entre os materiais (RUMPF, 1958). Nesse sentido, pode-se inferir que a redução da partícula é de extrema importância para formação de pellets de qualidade.

Os dados publicados sobre o efeito do tamanho de partícula sobre a qualidade do pellet de alimentação são contraditórios (REECE et al., 1986; ANGULO et al., 1996; THOMAS et al., 1998; SVIHUS et al., 2004 e AMERAH et al., 2007). Reece et al. (1986) observaram que as partículas de milho com tamanho de forma grosseira produzia pellets mais duráveis do que os feitos a partir de partículas finas.

Em contraste, Angulo et al. (1996) demonstraram que o aumento do tamanho da partícula de 300 para 600  $\mu\text{m}$  diminuiu acentuadamente a durabilidade dos pellets. Sugeriram também que o tamanho de partícula é mais importante do que a adição de aglutinante na determinação da durabilidade do pellet. Wondra et al. (1995b) demonstraram que a redução do tamanho de partícula da dieta melhora a durabilidade do pellet.

Stevens (1987) relatou que não houve diferença na durabilidade de pellets feitos a partir de diferentes tamanhos de partículas de milho, mas que as partículas grosseiras resultaram em menor durabilidade quando o trigo foi usado na fórmula. Thomas et al. (1998) postularam que as partículas grosseiras resultam em pontos fracos, o que facilita

a quebra do pellet e, portanto, diminuindo a qualidade do pellet. Svihus et al. (2004) observaram que a redução na durabilidade do pellet, com dieta à base de trigo feito de partículas grosseiras em comparação com aqueles de partículas finas. Esses autores sugeriram que o teor de amido gelatinizado é menor em pellets feitos com partículas grosseiras de trigo.

Amerah et al. (2007) observaram que não há diferença entre a dureza dos pellets feitos com dietas com diâmetro médio (3 mm de tamanho da tela) e o moído grosso (7 mm de tamanho de tela) de trigo. Zimonja et al. (2008) relataram que a adição de casca de aveia finamente melhorou a durabilidade do pellet, esse efeito não foi observado para a casca de aveia grossa. Há evidências de que as partículas grosseiras podem comprometer a qualidade do pellet, embora não haja uma certeza dessa suposição (AMERAH et al., 2007b).

Baudon & Hancock (2003) avaliaram os efeitos do tamanho de partícula nas dietas peletizadas no desempenho da porca e da sua leitegada. A pesquisa ocorreu no período de 21 dias de lactação, as fêmeas receberam uma dieta à base de milho e farelo de soja com o milho moído com diferentes tamanhos de partícula de (500 a 600  $\mu\text{m}$ ) nas formas farelada ou peletizada (diâmetro do pellet de 3/16 polegadas). Os tratamentos não influenciaram o consumo voluntário de ração ou a perda de peso corporal. Além disso, os leitões desmamados por leitegada, a sobrevivência dos leitões, o ganho de peso da leitegada e os dias para o estro não foram afetados pelos tratamentos, não houve diferença significativa entre os tratamentos. No entanto, as porcas alimentadas com ração peletizada perderam menos gordura subcutânea.

Wondra et al. (1995a) trabalharam com diferentes tamanhos de partícula de milho (1.000, 800, 600 ou 400  $\mu\text{m}$ ) para suínos em crescimento. As dietas foram fornecidas na forma farelada ou peletizada. A peletização melhorou em 5% o ganho de peso e em 7% a eficiência alimentar dos animais. Além disso, a redução do tamanho das partículas do milho de 1000 para 400  $\mu\text{m}$  aumentou em 8% na eficiência alimentar e melhorou a digestibilidade. Esses autores demonstraram que quando o tamanho de partícula foi reduzido, a energia necessária

para moagem do milho para 400 µm era necessário três vezes mais energia elétrica do que para moer com o tamanho de 1000 µm.

Healy et al. (1994) também relataram aumento dos requisitos com energia para reduzir o tamanho das partículas dos grãos de cereais. No entanto, a durabilidade do pellet aumentou cerca de 8,7 % (78,8 vs. 86,4) quando o tamanho de partícula do milho foi reduzida de 1000 a 400 µm.

McElhiney (1985) indica que o custo da moagem de grãos de cereais está inversamente relacionado com a finura da moagem. Esses autores encontraram que o custo da energia na moagem de ingredientes para suínos num moinho de martelos com uma tela de 3 mm gasta cerca de 16,52 kw-h/Tn, enquanto o custo de moagem com uma tela de 5 mm foi de apenas 14,86 kw-h/Tn, o que representou uma economia de 11,17%. Segundo Angulo et al. (1996), a produção de pellets por unidade de tempo, tendem a aumentar com o tamanho de partícula maior.

Segundo Miller (2012) quando o tamanho da partícula da dieta foi fina, a eficiência alimentar também foi melhor do que quando o tamanho da partícula era grosso. Além disso, o efeito da peletização e da moagem fina pode economicamente gerar grandes custos com alimentação, que seria necessário compensar as diferenças pela eficiência de utilização na alimentação animal.

Como esperado, se gasta mais energia e é, portanto, mais oneroso produzir um pellet finamente moído, em comparação com uma dieta farelada grosseira, além do gasto com equipamento adicional necessário. Segundo Biagi (1998) peletizar custa dinheiro, produzir melhores pellets custam um pouco mais. Mas a vantagem pode estar na conveniência do transporte (manuseio) da ração sem haver desmistura e pelo provável aumento na eficiência do uso da ração pelos animais, em parte devido ao aquecimento que torna os amidos mais digestíveis e reduz a presença de agentes patogênicos. Em resumo existem vantagens e desvantagens na peletização que devem ser consideradas para tomada de decisão.

## EFEITO DO TAMANHO DO PELLETT

O efeito do uso de diferentes diâmetros de pellet de ração tem sido pouco estudado e as recomendações são variadas conforme a fase de crescimento do animal e as matérias-primas utilizadas na composição da dieta.

Luce et al. (1973) avaliando o diâmetro (4,8; 6,4 e 9,5 mm) dos pellets em função do desempenho de suínos em crescimento, relataram que o tamanho do pellet não teve efeito sobre o desempenho dos suínos alimentados com dietas à base de sorgo, no entanto, os animais que consumiram pellets com 4,8 mm apresentaram maior ganho de peso do que aqueles alimentados com pellets com 9,5 mm, em valores absolutos.

Os poucos dados que abordaram a questão do tamanho do pellet para suínos em crescimento e terminação estão resumidos na Tabela 1.

**TABELA 1** – Compilação de trabalhos sobre o efeito do tamanho do pellet no desempenho de suínos em crescimento/ terminação

Referências	n° suínos	Tamanho do			
		Pellet (mm)	GPD (kg)	CRD (kg)	GPD/CRD
Luce et al. (1973)	208	4,8	0,82	2,49	0,33
		6,4	0,85	2,59	0,33
		9,5	0,82	2,49	0,33
Luce et al. (1973)	144	4,8	0,75	2,14	0,35
		6,4	0,72	2,14	0,34
		9,5	0,71	2,15	0,33
Harris et al. (1979)	108	4,8	0,66	2,17	0,30
		6,4	0,66	2,50	0,26
Tribble et al. (1979)	108	4,8	0,71	2,42	0,29
		6,4	0,71	2,83	0,25
		12,7	0,68	2,44	0,28
Hanrahan (1984)	1360	5,0	0,49	1,94	0,25
		10,0	0,49	1,99	0,25

Harris et al. (1979) sugeriram que suínos em terminação alimentados com pellets com 4,8 mm

foram mais eficientes do que os suínos alimentados com 6,4 mm. No entanto, Tribble et al. (1979) indicaram não haver diferenças no ganho de peso ou na eficiência entre os suínos em terminação alimentados com pellets que variaram em diâmetro de 4,8 a 12,7 mm.

Por isso, não há consenso sobre os efeitos reais sobre o desempenho dos suínos na fase de crescimento e terminação. Além disso, ainda existe a crença de que os suínos preferem consumir os pequenos pellets aos grandes.

Para abordar a questão do tamanho ideal de pellet para suínos, Traylor et al. (1996), realizaram experiências para determinar os efeitos do tamanho dos pellets (2, 4, 8 e 12 mm) sobre o desempenho e mensuração de carcaças de suínos em terminação (Tabela 2).

**TABELA 2** - Efeito do tamanho do pellet no desempenho e mensuração de carcaça dos suínos em terminação

Parâmetros	Diâmetro do pellet (mm)					SE
	Farelada	2	4	8	12	
<u>Período 0 a 5 dias</u>						
GPD (kg) <sup>1</sup>	1,030	0,940	1,010	1,020	1,050	0,220
CRD (kg) <sup>2</sup>	3,010	2,620	2,760	2,850	3,050	0,690
GPD/CRD <sup>3</sup>	0,342	0,361	0,365	0,357	0,343	0,007
Espessura						
Toucinho (mm)	24,60	23,20	23,10	23,60	23,40	1,000
Rendimento						
de carcaça (%)	72,40	72,40	72,50	72,50	72,10	0,300

<sup>1</sup> Total de 80 suínos.

<sup>2</sup> Farelada vs. Pellets (P<0,04)

<sup>3</sup>Efeito linear no tamanho dos pellets (P<0,05)

Fonte: Adaptação Traylor et al.(1996).

Os autores observaram que o ganho de peso dos animais aumentou de forma linear à medida que se aumentou o tamanho do pellet na dieta. O consu-

mo voluntário teve a mesma resposta linear que o ganho de peso dos animais. Nos parâmetros de mensuração de carcaça não foi detectada diferença significativa.

Traylor et al. (1996) também conduziram um experimento com leitões desmamados, para avaliar o efeito do diâmetro do pellet (2, 4, 8 e 12 mm) sobre o desempenho (Tabela 3).

Os autores não observaram efeito do tamanho de pellet sobre o desempenho dos animais no período (0 a 5 dias pós-desmame). No entanto, eles verificaram melhora linear da eficiência alimentar à medida que se diminuiu o tamanho do pellet na dietados animais.

**TABELA 3** - Efeito do tamanho do pellet no desempenho dos leitões pós- desmamados<sup>1</sup>

Parâmetros	Diâmetro do pellet (mm)				SE	
	Farelada	2	4	8		
<u>Período 0 a 5 dias</u>						
GPD (g) <sup>2</sup>	124	151	148	165	158	12,0
CRD (g)	153	134	132	162	142	11,0
GPD/CRD <sup>2</sup>	0,810	1,127	1,121	1,019	1,113	0,061
<u>Período 0 a 29 dias</u>						
GPD (g)	358	362	371	362	364	7,0
CRD (g)	537	510	516	541	532	11,0
GPD/CRD <sup>23</sup>	0,667	0,710	0,719	0,669	0,684	0,012

<sup>1</sup> Total de 210 leitões

<sup>2</sup> Farelada vs. Pellets (P<0,04)

<sup>3</sup>Efeito linear no tamanho do pellet (P<0,05)

Fonte: Adaptação Traylor et al. (1996).

Aumaitre & Salmon Legagneur (1961) trabalhando com diferentes diâmetros de pellets para leitões desmamados, verificaram que os leitões consumiram mais ração quando ingeriram pellets com o diâmetro de 2,5 mm do que 5 ou 7,5 mm.

Por outro lado, Edge et al. (2005) avaliaram o diâmetro dos pellets em função do comportamento de leitões desmamados, observaram que os suínos alimen-

tados com pellets de 5,0 milímetros de diâmetro (maiores) ficaram mais tempo no cocho do que os que consumiram pellets inferiores, podendo inferir que o consumo poderia ser estimulado. Sugeriram que o diâmetro do pellet não é um grande contribuinte para a baixa ingestão de alimentos observadas nos leitões pós-desmamados como são apresentados numa situação comercial (com escolha de alimentação). Sendo que, o tamanho do diâmetro do pellet não influenciou nos parâmetros de desempenho de leitões pré/pós desmamados (Tabelas 4 e 5).

Lavorel et al. (1982) conduziram um experimento em creche para avaliar o diâmetro dos pellets (2,5; 3 e 5 mm) sobre o desempenho de leitões. Os autores relataram que os animais desmamados alimentados com os pellets com 2,5 mm apresentaram maior taxa de crescimento do que os suínos alimentados com pellets de 5 mm durante as duas primeiras semanas (0 a 14 dias) pós-desmame. No entanto, após duas semanas (14 a 28 dias), não houve diferenças no desempenho entre os suínos alimentados com diferentes tamanhos de pellets.

Segundo Traylor et al. (1996) o diâmetro do pellet em torno de 4 a 5 milímetros parece ser adequado tanto para os suínos na fase de creche quanto para terminação. Esses resultados sugerem que há uma economia significativa de tempo e dinheiro com o uso de um diâmetro único que pode preparar dietas para suínos do desmame a terminação.

Corroborando com esse relato, Edge et al. (2005) sugeriram que o diâmetro do pellet que é frequentemente citado pela literatura utilizada pelos fabricantes de alimentos (rações) para vender seu produto, com a preposição de que o menor diâmetro dos pellets melhora a ingestão de ração em leitões, fato não observado no estudo realizado por esses autores.

**TABELA 4** – O efeito combinado do diâmetro do pellet no desempenho dos leitões pré/ pós desmame

Parâmetros	Tamanho de pellet pré/ pós-desmame (mm)						S.E.	P.	P.
	1,8/1,8	1,8/2,4	1,8/5,0	5,0/1,8	5,0/2,4	5,0/5,0			
Peso pré (kg)	3,63	3,64	3,56	3,31	3,03	3,52	0,06	NS	NS
Peso desmame	7,64	7,62	7,79	7,44	7,29	7,50	0,10	NS	NS
Peso final (kg)	20,07	20,00	20,16	19,68	19,98	19,90	0,21	NS	NS
CRD (kg)*	0,55	0,55	0,54	0,55	0,55	0,52	0,01	NS	NS
GPD (kg)*	0,46	0,46	0,46	0,45	0,47	0,46	0,01	NS	NS
Conversão (Kg/kg)	1,21	1,21	1,21	1,22	1,26	1,20	0,01	NS	NS

\*GPD (ganho de peso diário)

CRD (consumo de ração diário) e Conversão alimentar são parâmetros relativos ao período de 28 aos 56 dias de idade.

Fonte: Adaptação Edge et al.(2005).

Embora o tamanho do pellet não influencie na preferência ou desempenho, os tamanhos típicos dos pellets são de 3 a 5 mm de diâmetro para suínos na fase inicial de crescimento e de 5 a 10 mm de diâmetro para suínos em crescimento e terminação (AMORNTHE WAPHAT et al., 1999). Segundo Miller (2012) os tamanhos típicos dos pellets são de: 1/8 a 3/16 polegadas de diâmetro para suínos na fase inicial de crescimento e de 3/16 a 3/8 polegadas de diâmetro para crescimento e terminação.

**TABELA 5** – Efeito do diâmetro do pellet no desempenho de leitões pós-desmamados

Parâmetros	Tamanho do pellet pós-desmame			SEM	P
	1,8 mm	2,4 mm	5,0 mm		
Número de leitões	79	79	77		
Peso inicial (kg)	7,54	7,52	7,64	0,31	NS
Peso final (kg)	18,87	19,99	20,03	0,21	NS

1ª semana pós-desmame

Ganho de peso (kg/dia)	0,29	0,31	0,30	0,009	NS
Consumo de ração(kg/dia)	0,27	0,27	0,27	0,006	NS

2-4ª semana pós-  
desmame

Ganho de peso (kg/dia)	0,52	0,51	0,51	0,004	NS
Consumo de ração(kg/dia)	0,66	0,67	0,65	0,008	NS

Fonte: Adaptação Edge et al. (2005).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a redução do tamanho de partícula da dieta melhora a durabilidade do pellet, melhorando a eficiência alimentar dos suínos. No entanto, o tamanho do pellet não existe um consenso sobre os efeitos reais sobre o desempenho dos suínos na fase de crescimento e terminação.

### REFERÊNCIAS

- AMERAH, A. M., RAVINDRAN, V., LENTLE, R. G., & THOMAS, D. G. (2007). Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. **World's Poultry Science Journal**, 63(03), 439-455.
- AMORNTHEWAPHAT, N., J. D. HANCOCK, K. C. BEHNKE, R. H. HINES, G. A. KENNEDY, H. CAO, J. S. PARK, C. S. MALONEY, D. W. DEAN, J. M. DEROCHEY, AND D. J. LEE. (1999). Effects of feeder design and pellet quality on growth performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, and water usage in finishing pigs. **Journal of animal science**, (Suppl. 1) 77:55 (Abstr.).
- ANGULO, E., BRUFAU, J., & ESTEVE-GARCIA, E. (1996). Effect of a sepiolite product on pellet durability in pig diets differing in particle size and in broiler starter and finisher diets. **Animal feed science and technology**, 63(1), 25-34.
- AUMAITRE, A. & SALMON LEGAGNEUR, E. (1961). Les preferences alimentaires du porcelet. **Annales de Zootechnique**, 10: 197-203.
- BHATTY, R.S., ROSSNAGEL, B.G. (1998). Comparison of pearled and unpearled Canadian and Japanese barleys. **Cereal Chemistry**, 75, 5-21.
- BAUDON, E. C., HANCOCK, J. D., & TOKACH, M. D. (2003). Particle size of corn in lactation diets for mixed-parity sows. **Kansas Agricultural Experiment Station contribution**; no. 04- 120-S.
- BEHNKE, K. C. (1996). Feed manufacturing technology: Current issues and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, 62(1), 49-57.
- BIAGI, J.D. (1998). Implicações da granulometria de ingredientes na qualidade de pellets e na economia da produção de rações. **Simpósio sobre granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves. Anais Concórdia: EMBRAPA-CNPSA**, 57-70.
- EDGE, H. L., DALBY, J. A., ROWLINSON, P., & VARLEY, M. A. (2005). The effect of pellet diameter on the performance of young pigs. **Livestock Production Science**, 97(2), 203-209.
- HARRIS, D. D., L. F. TRIBBLE, AND D. E. ORR, JR. (1979). The effects of meal versus different size pelleted forms of sorghum-soybean meal diets for finishing swine. p 57. **Proc. 27th Annual Swine Short Course, Texas Tech University, Agric. Sci.Tech. Rep.**, T-5-144.
- HEALY, B. J., HANCOCK, J. D., KENNEDY, G. A., BRAMEL-COX, P. J., BEHNKE, K. C., & HINES, R. H. (1994). Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs. **Journal of animal science**, 72(9), 2227-2236.
- LAVOREL, O., FEKETE, J. AND LEUILLET, M. (1982). A comparative study concerning the utilization of pellets of different diameters by the weaned piglet. **14th French Swine Research Days, Institut National de la Recherche Agronomique**, Paris, p. 36
- PENZ JÚNIOR, A.M.; VIOLA, E.S. Nutrição. In: SO-BESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S. et al. 1998. **Suínocultura intensiva: Produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: Embrapa/SPI, p.45-60.
- LUCE, W. G., I. T. OMTVEDT, AND C. V. MAXWELL. (1973). Effect of pellet size on pig performance. **Journal of animal science**, 36:204 (Abstr.).
- MCELLHINEY RR. (1985) Energy cost centers. In: McElhiney RR editors. **Feed Manufacturing Technology III. Arlington, VA: American Feed Association**, 414-427.
- MILLER, T. G., TOKACH, M. D., & DEROCHEY, J.

- M. (2012) Swine Feed Efficiency: Influence of Pelletin.
- NIELSEN, E. K., & INGVARTSEN, K. L. (2000). Effect of cereal type, disintegration method and pelleting on stomach content, weight and ulcers and performance in growing pigs. **Livestock Production Science**, 66(3), 271-282.
- NOLAN, A., MCDONNELL, K., DEVLIN, G.J., CARROLL, J.P., FINNAN, J. (2010). Economic analysis of manufacturing costs of pellet production in the Republic of Ireland using non-woody biomass. **Open Renew. Energy**, J. 3, 1-11.
- REECE, F. N., B. D. LOTT, AND J. W. DEATON. (1986). The effects of hammer mill screen size on ground corn particle size, pellet durability, and broiler performance. **Poultry Science**, 65:1257-1261.
- REIMER, L. (1992). Conditioning. Proc. Northern Crops Institute Feed Mill Management and Feed Manufacturing Technol. Short Course. p 7. **California Pellet Mill Co.** Crawfordsville, IN.
- RUMPF, H. (1958). Grundlagen und methoden des granulierens. **Chemie Ingenieur Technik**, 30(3), 144-158.
- STEVENS, C.A. (1987). **Starch gelatinization and the influence of particle size, steam pressure, and die speed on the pelleting process.** PhD Dissertation. Kansas State University, Manhattan.
- SVIHUS, B., KLØVSTAD, K. H., PEREZ, V., ZIMONJA, O., SAHLSTRÖM, S., SCHÜLLER, R. B., & PRESTLØKKEN, E. (2004). 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**, 117(3), 281-293.
- THOMAS, M. A. F. B., & VAN DER POEL, A. F. B. (1996). Physical quality of pelleted animal feed 1. Criteria for pellet quality. **Animal Feed Science and Technology**, 61(1), 89-112.
- THOMAS, M., VAN VLIET, T., & VAN DER POEL, A. F. B. (1998). Physical quality of pelleted animal feed 3. Contribution of feedstuff components. **Animal Feed Science and Technology**, 70(1), 59-78.
- TRAYLOR, S. L., K. C. BEHNKE, J. D. HANCOCK, P. SORRELL, AND R. H. HINES. (1996). Effects of pellet size on growth performance in nursery and finishing pigs. **Journal of animal science**, 74(Suppl. 1): 67.
- TRIBBLE, L. F., D. D. HARRIS, AND D. E. ORR, JR. (1979). Effect of pellet size (diameter) on performance of finishing swine. p 59. **Proc. 27th Swine Short Course, Texas Tech Univ., Agric. Sci. Tech. Rep.**, T-5-144.
- WONDRA, K. J., HANCOCK, J. D., BEHNKE, K. C., HINES, R. H., & STARK, C. R. (1995a). Effects of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. **Journal of animal science**, 73(3), 757-763.
- WONDRA, K. J., HANCOCK, J. D., BEHNKE, K. C., & STARK, C. R. (1995b). Effects of mill type and particle size uniformity on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. **Journal of animal science**, 73(9), 2564-2573.
- YOUNG, L.R. (1970). Mechanical durability of feed pellets. M.S. Thesis. **Kansas State University, Manhattan.**
- ZIMONJA, O., HETLAND, H., LAZAREVIC, N., EDVARDSEN, D. H., & SVIHUS, B. (2008). Effects of fibre content in pelleted wheat and oats diets on technical pellet quality and nutritional value for broiler chickens. **Canadian Journal of Animal Science**, 88(4), 613- 622.