

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

GRANULOMETRIA E PROCESSAMENTO DE DIETAS PARA
LEITÕES DOS 23 AOS 71 DIAS DE IDADE

Clarice Speridião Silva Neta

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG
2015

Clarice Speridião Silva Neta

Granulometria e processamento de dietas para leitões dos 23 aos 71 dias de idade

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para Obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área: Nutrição e Alimentação Animal

Orientador: Dalton de Oliveira Fontes

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG
2015

S586g Silva Neta, Clarice Speridião, 1990-
Granulometria e processamento de dietas para leitões dos 23 aos 71 dias de idade /
Clarice Speridião Silva Neta. – 2015.
45 p. : il.

Orientador: Dalton de Oliveira Fontes
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

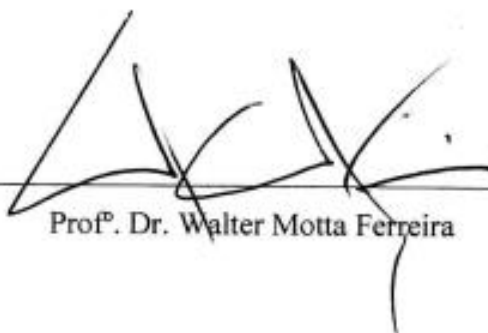
1. Leitão (Suíno) – Alimentação e rações – Teses. 2. Dieta em veterinária – Teses.
3. Nutrição animal – Teses. 4. Desempenho produtivo – Teses. I. Fontes, Dalton de
Oliveira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.408 5

DISSERTAÇÃO defendida e aprovada em 23/02/2015 pela Comissão Examinadora composta
pelos seguintes membros:



Prof. Dr. Dalton de Oliveira Fontes
(Orientador)



Prof. Dr. Walter Motta Ferreira



Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva

A meu pai (in memoriam) e a minha mãe pelo imensurável amor.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ser fonte de luz e força durante todo o meu caminho, por renovar a minha fé a cada dia e, me mostrar que sonhos não são impossíveis quando se acredita;

À meus pais, Sebastião (*in memoriam*) e Eva, que abraçaram com amor e carinho a missão de zelar e direcionar com sabedoria os meus passos e, mesmo em tempo de adversidades foram perseverantes e grandes exemplos;

As minhas madrinhas e padrinho, Jussara, Vanilde e Mauro, pelos conselhos ao longo dessa caminhada;

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária pela oportunidade de cursar o mestrado;

Ao Prof. Dr. Dalton de Oliveira Fontes pela orientação, amizade e constantes ensinamentos;

Ao Felipe Norberto por toda cumplicidade, amizade e amor, por acreditar a cada momento que eu poderia alcançar este e tantos outros sonhos, pelas palavras de conforto, por simplesmente existir em minha vida;

À Ana Paula Caríssimo, pela amizade, confiança e pelo incentivo constante, desde quando este sonho era apenas uma semente;

Aos professores Walter Motta Ferreira e Francisco Carlos pela colaboração e enriquecimento desta dissertação;

À Vaccinar[®] Nutrição Animal pelo financiamento do projeto de pesquisa;

À Luísa Pinto e Gabriel Salum, pela disponibilidade e empenho, para que todo o experimento fosse conduzido da melhor maneira possível;

Aos meus amigos, Ana Paula Brustolini, Andressa Formigoni, Maíne, Andreia, Lucas, Leonardo, Thiago, Katiuscia, Suzana, Ludmila, Martolino, Diogo, Naiara e Dione, pelos momentos de diversão, pelo apoio e por sempre se colocarem à disposição em ajudar;

À minha amiga Maraila, por sempre torcer por mim;

À todos os funcionários da Granja São Francisco pelo carinho e pela ajuda na execução do experimento e, da Fábrica de Ração, Gabriel Araújo e Brendo pela realização das análises;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado;

Aos colegas e professores da UFMG, pelo convívio, amizade e conhecimento transmitido;

À todos os novos e antigos amigos, pelo simples fato de existirem;

Aos suínos, o meu respeito e dedicação.

‘... O homem nunca estaria livre para ir aonde queria se não soubesse de onde vinha. ’

Marc Levy

SUMÁRIO

RESUMO	09
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. O processo de desmame dos leitões.....	12
2.2. Aspectos relacionados ao desenvolvimento enzimático	13
2.3. Aspectos relacionados ao desenvolvimento da estrutura intestinal	14
3. GRANULOMETRIA	15
3.1. Efeitos da granulometria da dieta sobre o desempenho.....	16
3.2. Efeitos da granulometria da dieta sobre a digestibilidade	18
4. PROCESSAMENTO E FORMA FÍSICA DA DIETA.....	19
4.1. Peletização	21
4.2. Qualidade do pélete	22
4.3. Efeito da peletização sobre o desempenho	23
4.4. Efeito da peletização sobre a digestibilidade	24
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
5.1. Local e Instalações.....	25
5.2. Animais, dietas e manejo alimentar	25
5.3. Método de determinação do diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG).....	29
5.4. Cálculo da porcentagem de finos e índice de durabilidade do pélete (PDI).....	30
5.5. Delineamento experimental e análise estatística.....	30
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6.1. Diâmetro geométrico médio e Desvio padrão geométrico	31
6.2. Índice de durabilidade do pélete e percentual de finos	32
6.3. Desempenho.....	33
7.5. Análise econômica.....	37
7. CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperatura média de conforto térmico em leitões na fase de creche	13
Tabela 2 - Tamanho de partículas do milho de acordo com as peneiras	16
Tabela 3 - Valores do índice de durabilidade pélete (PDI) e percentual de finos (PF) de acordo com o tamanho de partícula.....	23
Tabela 4 - Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para leitões nas diferentes fases	26
Tabela 5 - Composição nutricional analisada das dietas experimentais para leitões nas diferentes fases	27
Tabela 6 - Custos (R\$/tonelada) da energia (KW) para o processamento das rações experimentais.....	29
Tabela 7 - Custo da dieta final (R\$/kg) para cada tratamento	29
Tabela 8 - Diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG) das rações experimentais em suas respectivas fases	31
Tabela 9 - Índice de durabilidade do pélete (PDI) e percentual de finos (%) das rações experimentais em suas respectivas fases	32
Tabela 10 - Peso aos 37 dias (P37d), peso aos 51 dias (P51d), peso aos 71 dias (P71d), ganho de peso diário (GPD), consumo médio diário (CMD) e conversão alimentar (CA) de leitões alimentados com rações de diferentes formas físicas e tamanhos de partículas	33
Tabela 11 - Custo/Kg (R\$) animal produzido das dietas experimentais por período.....	38

LISTA ABREVIATURAS

‰: Percentual;

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas;

ABPA: Associação Brasileira de Proteína Animal;

CA: conversão alimentar;

CDA: Coeficiente de digestibilidade aparente do amido;

CDEB: Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta;

CDEE: Coeficiente de digestibilidade do extrato étereo;

CDENN: Coeficiente de digestibilidade aparente do extrativo não-nitrogenado;

CDFB: Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra bruta;

CDFDN: Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro;

CDMM: Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria mineral;

CDMO: Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica;

CDMS: Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca

CDP: Coeficiente de digestibilidade do fósforo;

CDPB: Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta;

CMD: Consumo médio diário;

DGM: diâmetro geométrico médio;

DPG: desvio padrão geométrico;

FAN's: Fatores antinutricionais;

g: Grama;

GPD: Ganho de peso diário;

Kg: Kilograma;

KW: quilowatts;

LRSB: levedura de recuperação seca por spray-dry;

MM: milímetro;

MO: Matéria orgânica;

MS: Matéria seca;

PB: Proteína bruta;

PDI: Índice de durabilidade de pélete;

TON: tonelada;

µm: micrômetro.

GRANULOMETRIA E PROCESSAMENTO DE DIETAS DE LEITÕES DOS 23 AOS 71 DIAS DE IDADE

RESUMO

Foi realizado um experimento objetivando-se avaliar o efeito de dietas com diferentes granulometrias e processamentos sobre o desempenho de leitões desmamados aos 23 dias de idade e sua viabilidade econômica. Foram utilizados 120 leitões oriundos de linhagens comerciais com peso inicial de $6,65 \pm 0,20$ kg dos 23 aos 71 dias de idade. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições e quatro animais por unidade experimental sendo, dois machos castrados e duas fêmeas. Os períodos avaliados foram: 23 a 37 dias, 23 a 51 dias e período total. Os tratamentos consistiram em duas rações fareladas moídas em peneira de 1.2 mm (FF) e 2.5 mm (FG) e três rações processadas na forma micropelletizada (MP), pelletizada grossa (PG) e pelletizada posteriormente triturada (PT). Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis, peso aos 23, 37 e 71 dias, mas, houve diferenças ($P < 0,05$) para peso aos 51 dias, sendo que as dietas MP, PG e PT contribuíram para leitões mais pesados. Não houve efeito ($P > 0,05$) sobre o ganho de peso diário (GPD) e consumo médio diário (CMD) de 23 a 37 dias. Entretanto, houve diferença ($P < 0,05$) para a conversão alimentar (CA), sendo melhor para os tratamentos MP, PG e PT. De 23 a 51 dias, não houve diferença ($P > 0,05$) para o CMD, mas para o GPD e a CA houve diferença ($P < 0,05$), para as dietas MP, PG e PT em relação às dietas FF e FG. De 23 a 71 dias não foi encontrada diferença ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis estudadas. Portanto, conclui-se que as dietas MP, PG e PT apresentaram melhores resultados de CA nos períodos de 23 a 37 e 23 a 51 dias se comparadas às FF e FG. Nesse último período, o peso e o GPD também foram melhores para as dietas MP, PG e PT, demonstrando a eficiência do processamento. Entre os tratamentos processados, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis. Portanto, conclui-se que dietas processadas contribuíram para melhores resultados de desempenho até 51 dias de idade, sendo este efeito perdido no período total, independente do tamanho de partícula. O processamento, permitiu redução no custo/Kg de animal produzido apenas na primeira fase (23 a 37 dias de idade).

Palavras-chave: desmame, pelletização, suíno, tamanho de partícula, viabilidade econômica

PROCESSING AND PARTICLE SIZE OF DIETS OF WEANED PIGLETS FROM 23 TO 71 DAYS

ABSTRACT

An experiment was conducted with the objective to evaluate the effect of diets with different particle sizes and processing on the performance of piglets weaned at 23 days old and its economic viability. We used 120 piglets from commercial lineages with initial weight 6.65 ± 0.20 kg of 23 to 71 days old. The animals were distributed in a completely randomized design with six treatments and five replications and four animals per experimental unit, two castrated males and two females. The periods were evaluated: 23 to 37 days, 23 to 51 days and total period. The treatments consisted of two ground rations in 1.2 mm sieve (FF) and 2.5 mm (FG) and three feed processed in the form micropelletts (MP), thick pelletized (PG) and pelletized subsequently crushed (PT). There were no significant differences ($P>0.05$) between treatments for variables, weight to 23, 37 and 71 days, but there were differences ($P<0.05$) to weight to 51 days, being that diets MP, PG and PT contributed to heavier piglets. There was no effect ($P>0.05$) on daily weight gain (GPD) and average daily consumption (CMD) of 23 to 37 days. However, there was difference ($P<0.05$) for the feed conversion (CA), being better for the treatments MP, PG and PT. Of the 23 to 51 days, there was no difference ($P>0.05$) for the CMD, but for the GPD and the CA was difference ($P<0.05$) to diets MP, PG and PT regarding diets FF and FG. Of the 23 to 71 days no difference ($P>0.05$) was found for any of the variables studied. Therefore, it is concluded that diets MP, PG and PT showed best results of CA during 23 to 37 and 23 to 51 days compared to FF and FG. In this last period, the weight and the GPD also were better for diets MP, PG and PT, demonstrating the efficiency of processing. Among the processed treatments, no significant differences ($P>0.05$) for any of the variables. Therefore, it is concluded that processed diets contributed to better results of performance up to 51 days old, this effect being lost in the total period, independent of particle size. The processing, allowed reduction in cost/Kg of animal produced only in the first phase (23 to 37 days of age).

Key words: weaning, pelletizing, swine, particle size, economic viability

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a suinocultura moderna tem sido uma atividade importante para a economia brasileira. Segundo a ABPA (2014) as exportações brasileiras de carne suína nos últimos 12 meses, atingiram o valor de 494.228 toneladas, demonstrando a produtividade do setor.

O aumento da rentabilidade na atividade suinícola constitui um dos objetivos principais para a expansão da cadeia produtiva, tendo como ferramentas o melhoramento genético, ambiência, manejo e a nutrição.

Em um sistema de produção, o custo com a alimentação representa cerca de 70% a 80% do custo de produção (Moreira et al., 2001). Dos ingredientes que compõem a ração de suínos, o milho tem sido o cereal mais utilizado nas formulações de rações, por constituir a maior fração energética, contribuindo com aproximadamente 70% das formulações, ocupando uma posição de destaque no custo final de produção (Lohmann et al., 2010). Nesse contexto, a obtenção de informações precisas sobre esse alimento como o grau de moagem, permitiria a escolha da granulometria que melhor proporcionasse o aproveitamento dos nutrientes (Zanotto et al., 1995).

A busca por tecnologias que visem aumentar a eficiência e a qualidade das rações ofertadas aos leitões tem sido uma realidade para os nutricionistas devido aos desafios encontrados nas diferentes fases de produção.

A fase de creche tem sido considerada crítica e desafiadora uma vez que o estresse decorrente do desmame, como a transição de uma alimentação líquida para sólida, mudança de ambiente, entre outros, podem contribuir para alterações na fisiologia digestiva, aporte enzimático e sistema imune, além das alterações nas estruturas intestinais (Tse et al., 2006). Dessa forma, o aproveitamento dos nutrientes, principalmente aqueles oriundos de matéria-prima vegetal, pode ser comprometido.

Sendo assim, a adoção de tecnologias de processamentos de alimentos tem sido uma alternativa para que os leitões jovens possam ter o melhor aproveitamento dos nutrientes, sobretudo, devido à variabilidade e a disponibilidade de processamentos hidrotérmicos oferecidos pelo mercado.

O processamento consiste na modificação das características físicas do alimento e, quando submetidos a condições de elevada temperatura, calor e pressão a estrutura do grânulo

de amido se “desorganiza” tornando-o mais susceptível a degradação enzimática, promovendo melhor digestibilidade, assim como melhor disponibilidade dos nutrientes, principalmente da energia (Moreira et al., 2001; Costa et al., 2006), melhorando a eficiência de utilização das rações, bem como o desempenho dos animais (Moreira, 1994).

A peletização tem sido a forma mais comum de tratamento térmico utilizada no processo de fabricação de ração, pois, aumenta a disponibilidade de energia e nutrientes, reduz o desperdício e a contaminação microbiológica, facilidade de transporte, entre outros (Medel et al., 2004; Couto, 2012). Entretanto, mesmo obtendo-se custos mais elevados com o tipo de processamento adotado, uma avaliação técnica e econômica deve ser realizada, pois, este poderá proporcionar resultados satisfatórios no desempenho do animal (Costa et al., 2006).

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de dietas com diferentes granulometrias e processamentos sobre o desempenho de leitões desmamados aos 23 dias de idade e sua viabilidade econômica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O processo de desmame dos leitões

O leitão recém-nascido apesar de ser neurologicamente desenvolvido, ainda apresenta seu sistema digestivo fisiologicamente imaturo e algumas mudanças importantes ocorrem no início de sua vida, habilitando-o para a sobrevivência (Chamone et al., 2010).

Um dos pontos cruciais dentro do sistema de produção é o momento do desmame precoce dos leitões, período no qual os animais sofrem uma mudança de alimentação líquida para sólida, alterações na fisiologia digestiva (Zanotto et al., 1995; Crenshaw et al., 2008), deficiência quantitativa e qualitativa de algumas enzimas, sistema imunológico imaturo, adaptação a um novo ambiente e com leitões de leitegadas distintas, além das alterações nas estruturas intestinais do trato gastrointestinal (Lovatto, 1996; Medel et al., 1999; Kummer et al., 2009).

O processo de desmame precoce compreende duas fases distintas: a primeira, dura cerca de uma semana após o desmame e é caracterizada por mudanças na estrutura e função do trato gastrointestinal acarretando na redução da ingestão de alimento. A segunda fase compreende de 7 a 15 dias após o desmame, período no qual há uma adaptação progressiva da alimentação sólida pelo o leitão (Molist et al., 2014).

Trindade Neto et al. (2002) ao avaliarem diferentes idades ao desmame concluíram que os leitões desmamados aos 25 dias de idade apresentaram melhor desempenho quando comparados aos desmamados aos 20 dias, pois os mais velhos apresentavam condições fisiológicas digestivas favoráveis.

Têm-se observado que o consumo de ração pelos leitões nos primeiros dias após o desmame precoce tem sido baixo, comprometendo o seu crescimento, provavelmente, em razão do estresse decorrente da fase.

Sulabo et al. (2010) trabalharam com o fornecimento de uma dieta sólida em três estágios de fornecimento: aos 7, 14 e 18 dias de vida. Os autores não encontraram diferença significativa no desempenho ao final da fase pré-desmame. Em contrapartida, observaram na creche que os leitões que receberam dieta sólida por mais tempo na maternidade apresentaram maior capacidade de consumo, sugerindo que o contato prévio com dietas sólidas contribui para a melhora do consumo durante a fase de creche.

Outro ponto determinante para o bom desempenho dos leitões nessa fase diz respeito à ambiência. É essencial que os leitões sejam mantidos em sua zona de conforto térmico (Pinheiro, 2014) para que todos os nutrientes absorvidos sejam utilizados para o crescimento e não para a manutenção da temperatura corporal. De acordo com a literatura (Tabela 1), a temperatura máxima ideal para os leitões recém desmamados é de 28°C e a mínima em torno de 24°C, considerando a presença de fontes de aquecimento. Essa temperatura pode ser diminuída 1°C por semana de alojamento.

Tabela 1 - Temperatura média de conforto térmico em leitões na fase de creche

Autor	Temperatura ideal (°C)	
	Máxima±Desvio	Mínima±Desvio
Millet et al., (2012)	26±1,0	22±1,0
Girôto Júnior et al., (2013)	28,54±1,83	24,91±2,24
Maurício et al., (2014)	28,9±1,0	25,4±1,2

2.2. Aspectos relacionados ao desenvolvimento enzimático

A idade e o tipo de alimento fornecido exercem influência sobre os níveis de enzimas digestivas no organismo animal. O desmame cada vez mais precoce, implica no fornecimento de dietas sólidas com nutrientes altamente digestíveis e palatáveis. Desta forma, compreender a fisiologia digestiva do leitão do nascimento até o desmame se faz necessário para maximizar o desempenho do animal.

Durante o período de lactação, o sistema enzimático dos leitões está adaptado apenas para a digestão de nutrientes do leite e absorção de proteínas lácteas (caseína), carboidratos (lactose) e ácidos graxos de cadeia curta (Chamone et al., 2010).

Dessa forma, até os 28 dias de idade o sistema digestivo dos leitões ainda não produz quantidades suficientes de enzimas como, amilases, lipases, maltases e outras, capazes de digerir os nutrientes contidos em matérias-primas de origem vegetal (Medel et al., 2000; Barbosa et al., 2007). Essas enzimas se desenvolvem de forma significativa, a partir da segunda ou terceira semana de vida do leitão, dependendo neste caso, do tipo de enzima envolvida (Fontes, 2003). A lactase diminui sua atividade de forma gradativa e, simultaneamente, as outras enzimas aumentam seus níveis alcançando o grau desejável entre os 35 e 42 dias de idade (Lindemann et al., 1986; Caríssimo, 2011).

Os leitões recém-desmamados alimentados com dietas com alto teor de amido, não conseguem digerir o substrato, pois, possuem atividade enzimática insuficiente para a digestão do amido. Não obstante, o leitão desmamado tem secreção relativamente baixa de ácido clorídrico (HCL) no estômago, o que prejudica o início da digestão de proteínas.

O sistema enzimático pode ser acelerado através do estímulo ao consumo ainda que seja em pequenas quantidades (Chamone et al., 2010).

2.3. Aspectos relacionados ao desenvolvimento da estrutura intestinal

O desenvolvimento do trato gastrointestinal dos leitões inicia-se ainda na vida fetal e, avança após o nascimento. Basicamente, o desenvolvimento do neonato pode ser dividido em cinco momentos: organogênese, diferenciação, crescimento e maturação, adaptação ao leite e desmame (Cantarelli e Amaral, 2013).

Os três primeiros acontecem ainda na gestação onde há a preparação do sistema digestivo para o parto. A quarta fase ocorre logo após o nascimento e o intestino inicia a preparação para a captação do colostro e leite. A última fase é o desmame, onde ocorrem todas as alterações estruturais e fisiológicas, principalmente a transição de uma dieta líquida para uma sólida (Trindade Neto et al., 2002; Cantarelli e Amaral, 2013; Pinheiro, 2014).

O processo de desmame também é caracterizado pela maior susceptibilidade dos leitões de adquirirem microrganismos patogênicos que proliferam na mucosa intestinal, além de desordens intestinais como a diarreia.

Com base nos relatos de Cantarelli e Amaral (2013), dentre os patógenos que podem influenciar a danos na mucosa e contribuir para o surgimento da diarreia em leitões, a

Escherichia coli enterotoxigênica é a principal entre eles, contribuindo para que haja modificações significativas da estrutura e o comprometimento das funções intestinais.

Molist et al. (2010) constataram contagens reduzidas de *E.coli* aderidas à digesta ileal quando os leitões alimentaram-se com farelo de trigo moído de forma grosseira (1088 µm). O tamanho de partícula de 445 µm oriundo de uma moagem fina obteve contagem intermediária de *E.coli*. Neste caso, a moagem grosseira influenciou sobre a adesão da bactéria no íleo, provavelmente, por carregá-las ao longo do trato gastrointestinal do leitão.

As úlceras gástricas também são um problema comum em todas as fases do sistema de produção de suínos, causando prejuízos financeiros elevados (Möβeler et al., 2010). Embora a doença seja conhecida há décadas, elucidar os fatores que predispõe no aparecimento das ulcerações tem sido um desafio.

Para testar o efeito do tamanho de partícula (434, 785, 1100 e 789 µm, esta última obtida a partir de 1/3 das outras) em dietas à base de cevada para suínos em crescimento sobre o desenvolvimento de ulcerações gástricas e característica da mucosa intestinal, Morel e Cottam (2007) verificaram que suínos alimentados com partículas de 785 e 1100 µm apresentaram menor pontuação de ulceração gástrica do que aqueles alimentados com 789 µm. A granulometria mais fina (434 µm) desencadeou maior pontuações gástricas, sendo consideradas lesões graves. Não houve ($P>0,05$) diferença entre as granulometrias sobre a altura de vilosidades e profundidade de criptas.

3. GRANULOMETRIA

A granulometria é um método utilizado para classificar as partículas de determinada amostra com seus respectivos tamanhos, além de mensurar as frações de cada tamanho (Zanotto et al., 1999). Essa granulometria da dieta pode ser influenciada por inúmeros fatores, tais como: tipo de ingrediente, intensidade de moagem, qualidade do pélete e da mistura além do processamento (Wolf et al., 2010).

O tamanho de partícula era classificado em fina, média e grossa. No entanto, esses termos ficaram obsoletos e, hoje são representados pelo diâmetro geométrico médio (DGM) e pelo desvio padrão geométrico (DPG) (Penz Junior e Magro, 1998; Steinhart, 2012), desenvolvidos pela Sociedade Americana de Engenheiros Agrícolas (ASAE) em 1983, metodologias capazes de descrever de forma específica o tamanho de partículas.

O DGM, expresso em milímetros (mm) ou micrômetros (µm) é utilizado para

caracterizar o tamanho dos grânulos de um produto moído e, o DPG, indica a variação do tamanho dessas partículas (Zanotto e Bellaver, 1996; Bellaver e Nones, 2000). Sendo assim quanto menor for esse índice, mais uniforme são as partículas. Baseado nessas informações foi possível elaborar as recomendações específicas e, por conseguinte, otimizar o desempenho dos suínos e a digestibilidade dos nutrientes.

O tamanho das partículas pode variar de muito fina (400 μm) a excessivamente grossa (2100 μm) de acordo com o diâmetro dos furos da peneira do moinho (Zanotto et al., 1999) (Tabela 2). Dessa forma, espera-se que uma das possíveis formas de reduzir custos é estabelecer recomendações o mais precisas possível sobre o grau de moagem do milho e/ou dieta, de forma a identificar a granulometria que propicie o melhor aproveitamento dos nutrientes pelos leitões, considerando também os gastos com energia elétrica (Zanotto et al., 1995).

Tabela 2 - Tamanho de partículas do milho de acordo com as peneiras

Peneira (mm)	Tamanho de partícula (μm)
6,35	1300-2100
4,75	1000-1200
3,18	600-800
2,38	500-600
1,59	400-500

Fonte: Adaptado de Lenser (1985)

3.1. Efeitos da granulometria da dieta sobre o desempenho

Com relação ao desempenho produtivo, diversos estudos (Healy et al., 1994; Wondra et al., 1995a; Kim et al., 2005) realizados com suínos nas diferentes fases de produção têm corroborado que a redução no tamanho de partículas melhora a eficiência alimentar, devido principalmente, a melhora da digestibilidade dos nutrientes.

Estudando o efeito de quatro diferentes granulometrias sendo que a última foi obtida a partir de 1/3 de cada uma das outras (1100, 785, 434 e 789 μm) sobre o desempenho de leitões, Morel e Cottam (2007) observaram que durante o período de crescimento os animais apresentaram maior ganho de peso quando alimentados com dietas com partículas de 785 e 789 μm .

Resultados semelhantes foram encontrados quando Ngoc et al. (2011) avaliaram a influência do tamanho da peneira (3,0mm e 1,0mm) em dietas fibrosas sobre o desempenho de leitões desmamados. Os autores verificaram que a redução no tamanho da peneira

aumentou o ganho de peso diário no período após o desmame (30-60 dias).

Tse et al. (2006) averiguaram os efeitos do grau de moagem dos grãos úmidos de milho ensilado sobre o desempenho de leitões, com DGM das partículas de 979, 1168 e 2186 μm para silagem e 594 μm para o milho seco. Os autores notaram menor consumo de ração à medida que a granulometria do milho ensilado foi reduzida (DGM de 2186, 1168 e 979 μm). Além disso, também foi observada melhor conversão alimentar para os animais que receberam silagem com DGM de 1168 e 2186 μm , evidenciando seu maior valor nutricional, quando comparado com o milho seco para os leitões. No período total (0-28 dias) também foi encontrado melhora na CA, provavelmente pela diminuição do DGM das partículas, aumentando a superfície de contato, permitindo a ação das enzimas digestivas.

A melhora da conversão alimentar pode estar relacionada com o processo de ensilagem, uma vez que o rompimento da matriz proteica que envolve os grânulos de amido e as alterações no mesmo, contribui para melhora do valor nutricional do milho (Tófoli et al., 2006).

Do ponto de vista nutricional, atribui-se que quanto menor for o tamanho de partícula, melhor será o aproveitamento dos nutrientes uma vez que há maior superfície de contato com as secreções enzimáticas, favorecendo a digestão e absorção, principalmente para leitões recém-desmamados que apresentam o sistema digestivo imaturo. Em contrapartida, partículas finamente moídas auxiliam a peletização, mas aumenta o desperdício, o custo energético do processo, a pulverulência das rações, podendo ocasionar problemas respiratórios aos animais, além de aumentar a predisposição ao desenvolvimento de ulcerações gástricas (Healy et al., 1994).

Segundo Mahasukhonthachat et al. (2010) a redução no tamanho de partícula é uma técnica importante durante o processamento, sobretudo naqueles em que há ação do calor e umidade como a peletização e a extrusão, visando à melhora da absorção dos nutrientes.

Por outro lado, a indústria beneficia-se mais quando as partículas são moídas grosseiramente por apresentarem maior eficiência em toneladas/hora de produção. Assim, a redução no tamanho de partícula deve ser até o ponto em que as vantagens e desvantagens sejam compensadas (Laurinen et al., 2000; Steinhart, 2012).

Considerando os resultados disponíveis na literatura, a granulometria para suínos que melhor equilibra com o desempenho animal e a eficiência no processo de fabricação das rações, estaria entre 500 e 700 μm (Amaral, 2011). Entretanto, não existe um padrão sobre o tamanho de partícula ideal para cada fase.

Qualquer melhoria sobre o tamanho de partículas dos grãos terá um impacto

significativo sobre a eficiência alimentar (Steinhart, 2012). Portanto, o entendimento da inter-relação de granulometria, nutrição e produção vem a ser um diferencial para que o desempenho animal seja maximizado.

3.2. Efeitos da granulometria da dieta sobre a digestibilidade

Correlacionando o tamanho de partícula com a digestibilidade dos nutrientes, Kim et al. (2005), demonstraram haver efeito significativo no coeficiente de digestibilidade do amido (CDA) quando o tamanho da partícula foi reduzido de 920 μm para 580 μm o que não foi observado para o CDPB e CDEB.

Em um de seus estudos, Tse et al. (2006) averiguaram os efeitos do grau de moagem dos grãos úmidos de milho ensilado sobre a digestibilidade dos nutrientes, com DGM das partículas de 979, 1168 e 2186 μm para silagem e 594 μm para o milho seco em dietas para leitões. Os autores observaram que a granulometria da silagem não influenciou os coeficientes de digestibilidade do amido (CDA), matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), porém, proporcionou maior coeficiente de digestibilidade do fósforo (CDP) e valores de energia digestível em relação ao milho seco.

O coeficiente de digestibilidade do cálcio (CDCa) e os valores de energia digestível foram maiores com partículas de DGM de 979 μm e 1168 μm em comparação àquela de 594 μm . Os autores atribuem a maior digestibilidade do fósforo e do cálcio ao processo de ensilagem, que exerceu ação favorável sobre as moléculas de fitato, disponibilizando o fósforo e o cálcio.

Ao trabalharem com silagem de grão úmido de milho, sob quatro granulometrias diferentes (513, 587, 717 e 1363 μm) para suínos em crescimento, Lohmann et al. (2010) verificaram que o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), o coeficiente de digestibilidade da matéria mineral (CDMM), coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (CDEE) e coeficiente de digestibilidade do extrativo não-nitrogenado (CDENN) diminuíram em função do aumento do DGM da silagem de grão úmido, evidenciando a influência da redução de partícula sobre a atuação das enzimas digestivas.

Quando Ngoc et al. (2011) avaliaram a influência do tamanho da partícula com peneiras de 3,0 mm e 1,0 mm em dietas fibrosas sobre a digestibilidade dos nutrientes, eles observaram que a redução no tamanho de partículas melhorou o CDPB, CDFB, CDFDN, CDMO e CDEB.

Provavelmente o melhor aproveitamento dos nutrientes encontrados pelos autores

supracitados, esteja relacionado pelo maior tempo de exposição ao ataque enzimático devido ao aumento da superfície de contato, liberando os nutrientes proporcionando melhora na digestibilidade.

4. PROCESSAMENTO E FORMA FÍSICA DA DIETA

O processamento da dieta tem sido uma alternativa bastante utilizada na nutrição de suínos, objetivando melhorar a digestibilidade dos nutrientes e seus efeitos sobre o desempenho animal. Basicamente, a forma física farelada e seca à base de cereais moídos e triturados com outros ingredientes para compor a dieta (Surek, 2012), têm sido empregadas na formulação de rações.

Dessa forma é possível inferir que o processamento, ou seja, o conjunto de operações capazes de modificar a estrutura de um ingrediente na sua forma natural (Bellaver e Nones, 2000) possa beneficiar no melhor aproveitamento do potencial nutritivo da matéria-prima pelo animal.

No sistema de produção de suínos, o milho e a soja são as principais fontes energéticas e proteicas, respectivamente, de origem vegetal utilizadas. No entanto, na sua forma in natura a presença do amido no milho e dos fatores antinutricionais (FAN) na soja podem desencadear distúrbios digestivos e sérios danos ao epitélio intestinal do leitão após o desmame (Trindade Neto et al., 2003).

Para que os leitões jovens possam ter o melhor aproveitamento possível do milho, estudos na área de processamento de amido têm sido conduzidos, objetivando a “desorganização” da estrutura do grânulo de amido para facilitar a ação enzimática. O milho, quando processado de forma adequada pelo calor possui melhor digestibilidade dos nutrientes, principalmente da energia (Moreira et al., 2001).

Atualmente, existem no mercado diferentes formas de processamento da matéria-prima, podendo ser física ou química e, as particularidades de cada uma definem as características dos produtos finais. A moagem, a peletização, a extrusão, a expansão e a combinação das mesmas, compreendem as estratégias utilizadas a fim de reduzir o tamanho de partícula, melhorar a eficiência no aproveitamento dos nutrientes e eliminar possíveis fatores antinutricionais (Klein, 2009).

No processo de fabricação de ração para suínos as formas físicas mais utilizadas, são: fareladas, peletizadas, expandidas, extrusadas e trituradas. A ração farelada é obtida através

da moagem dos alimentos seguida da mistura homogênea dos mesmos. Esta pode ser fornecida aos animais na forma farelada ou ser utilizada em outros processamentos (O'Connor, 1987).

Através da prensagem da ração farelada em matriz cilíndrica concomitantemente submetida à elevada temperatura resultando em um pré-cozimento, é obtida a ração peletizada (Couto, 2012). A extrusão é o processo no qual a ração farelada é submetida à elevada temperatura, umidade e pressão em um espaço de tempo reduzido. As rações trituradas resultam da passagem da ração peletizada ou extrusada pelo triturador, gerando partículas maiores que as fareladas (O'Connor, 1987)

Independente da escolha do processamento, o alimento passará pela moagem, que representa uma etapa importante no processo de fabricação da ração onde o ingrediente terá uma granulometria específica. A moagem consiste na redução do tamanho de partícula podendo ser feita com moinho de martelo ou de rolo (Bellaver E Nones, 2000). Na indústria, os equipamentos utilizados para reduzir o tamanho de partícula são os moinhos de rolo e martelo, sendo este último, o mais utilizado já que possibilita a utilização de diversos ingredientes incluindo os fibrosos (Martin, 1998), permitindo a produção de moagens mais finas ($<600\mu\text{m}$) quando comparado ao moinho de rolos. De uma forma geral, estes moinhos diferem apenas na força de operação gerada pelo atrito com a partícula e a extensão de calor produzida durante o processo (Mahasukhonthachat et al., 2010).

Na literatura, poucos relatos foram encontrados sobre os efeitos do tipo de moinho (moinho de martelo e de rolo) sobre a digestibilidade dos nutrientes em suínos, provavelmente, pelo calor de fricção produzida ser de forma semelhante entre eles (Wondra et al., 1995b; Laurinen et al., 2000).

A redução no tamanho de partículas envolve a ruptura do revestimento externo da semente e a exposição do endosperma (Brustolini, 2014). Dessa forma, partículas menores contribuem para que haja maior superfície de contato e, conseqüentemente, maior interação com as enzimas digestivas no trato gastrointestinal, melhorando a digestibilidade dos nutrientes.

Segundo Solà-Oriol et al. (2009) ao substituírem o arroz branco pelo arroz com casca a preferência alimentar dos suínos foi reduzida em 39%. Os autores também observaram que o tamanho de partícula não é unicamente o responsável por mudanças na preferência alimentar de leitões, mas sabor, odor e valor nutricional também podem contribuir para a redução do consumo.

A forma física da dieta também está relacionada com a saúde intestinal dos leitões. De

acordo com Betscher et al. 2010, leitões alimentados com dietas fareladas que foram moídas de forma grosseira, a prevalência de *Salmonella* é reduzida (Wolf et al., 2010) enquanto que dietas fareladas moídas de forma fina aumentam a predisposição do desenvolvimento de ulcerações gástricas.

Maxwell et al. (1970) relataram que a incidência de ulcerações gástricas está relacionada com a maior fluidez do conteúdo gástrico e acidez, permitindo o contato com a região gastroesofágica que devido a característica do epitélio estratificado, contribui para o aparecimento de úlceras.

As dietas que são moídas grosseiramente podem auxiliar na manutenção da saúde intestinal, impedindo a adesão de bactérias patogênicas (Wolf et al., 2010), uma vez que estas auxiliam no carreamento das mesmas no trato gastrointestinal.

4.1. Peletização

O processo de peletização consiste na aglomeração de pequenas partículas através do calor, umidade e pressão submetidos a uma prensa com diferentes tamanhos e formas. Após a moagem dos ingredientes, esses abastecem o condicionador através de uma rosca alimentadora. No condicionador, a mistura recebe vapor entre 70 e 90°C para facilitar a compactação (Thomas et al., 1997; Couto, 2012).

Diante disto, a peletização quando comparada a forma física da ração farelada, foi desenvolvida para facilitar o fluxo de ração, reduzir a pulverulência e o desperdício além de melhorar o desempenho dos animais pelo provável aumento no consumo de ração ou devido ao aquecimento que torna o amido mais digestível (Bellaver e Nones, 2000; Miranda, 2011; Surek, 2012).

Além das características supracitadas, a peletização também promove facilidade durante o transporte desde a fábrica até a granja uma vez que, não há desmistura da ração; Behnke (1996) melhoria da palatabilidade e destruição de microrganismos patogênicos.

Embora a peletização proporcione inúmeros benefícios, ela representa elevado custo de implantação e manutenção de equipamentos além do maior consumo de energia elétrica, culminando em aumento de cerca de 2% no custo da ração (Biagi, 1998; Couto, 2012).

4.2. Qualidade do pélete

A qualidade do pélete está relacionada com a capacidade que o pélete possui de resistir à movimentação mecânica sem comprometer o valor nutricional da dieta, ou seja, a capacidade de resistência à quebra entre a saída da fábrica até as granjas (Thomas e Van-Der-Poel, 1996). Pode ser determinada pela sua força real, através do índice de durabilidade do pélete (PDI) expressa em percentual (Miller, 2012). Assim, com o auxílio de um equipamento chamado durabilímetro por um período de 10 minutos a 50 rpm, a amostra é submetida a movimentos que simulam o transporte e o manuseio da ração. O resultado é expresso em percentual de peso dos péletes antes e após o teste (Bellaver e Nones, 2000).

Diversos fatores podem interferir na qualidade do pélete, como o tipo de ingrediente, os nutrientes, as condições da peletização, resfriamento e armazenamento (Thomas et al., 1998; Bellaver e Nones, 2000). Dentre esses, 20% está ligada a dieta, 20% ao tamanho de partículas, 15% ao condicionamento e 5% relacionados ao arrefecimento e secagem, ou seja, 60% da qualidade do pélete é determinada antes da entrada na peletizadora (Behnke, 1996).

De acordo com Gill (1993) e Miranda (2011), quando a qualidade do pélete não é alcançada, estratégias ainda que sejam mais caras podem ser utilizadas, como: restrição do uso de gorduras, aumentar o conteúdo de cereais e reduzir o conteúdo de fibra ou adição de um ligante, sendo esta última a mais viável financeiramente. Ainda segundo os autores, quando as rações apresentam um alto valor de PDI significa que os péletes podem se manter mais íntegros até a ingestão pelo animal.

Segundo Thomas e Van-Der-Poel (1996), o índice de durabilidade do pélete recomendado baseado em seus estudos, devem ser maior que 60% e menor que 98%, podendo haver variação.

A durabilidade do pélete também está relacionada com o tamanho de partículas conforme a tabela 3 (Miranda, 2011). Baseado nisto, quando os ingredientes possuem partículas pequenas estas proporcionam maior superfície de contato para a absorção de umidade oriunda do vapor e, conseqüentemente maior será a plastificação (Bellaver e Nones, 2000). Contrariamente, partículas com diâmetro maior resultam em pontos naturais de quebra dos péletes, originando maior proporção de finos (Thomas e Van-Der-Poel, 1996).

Tabela 3 - Valores do índice de durabilidade pélete (PDI) e percentual de finos (PF) de acordo com o tamanho de partícula

DGM (μm)	900	700	500	300
PDI (%)	91,4	90,0	89,7	90,8
PF (%)	7,6	6,5	6,0	5,6

Fonte: Adaptado de Healy et al. 1994.

Miranda (2011) também descreve a importância do percentual de finos em uma ração. Os finos são formados geralmente por ações mecânicas (impacto, compressão e cisalhamento) durante o transporte (Biagi, 1998; Couto, 2012).

À medida que esse valor aumenta pode-se dizer que os resultados se assemelham ao de uma dieta farelada, além disto, quanto menor o percentual de finos e maior o PDI, a qualidade do pélete será melhor.

O processo de gelatinização do amido é de extrema importância para a máxima adesão das partículas dos ingredientes na formação de um pélete durável, sobretudo, durante o transporte do produto final (Bellaver e Nones, 2000).

4.3. Efeito da peletização sobre o desempenho

Em termos de desempenho, o uso da ração peletizada contribui para uma melhoria de 4 a 8% do ganho de peso diário e conversão alimentar, quando comparado com o uso de ração farelada

De acordo com Medel et al., (2004) além da forma física da ração o processamento térmico pode influenciar algumas variáveis de desempenho. Os autores verificaram melhor conversão alimentar e ganho de peso diário quando a ração foi peletizada, evidenciando o efeito benéfico proporcionado pelo processamento.

Com o objetivo de avaliar a influência da gordura encapsulada e sua relação com a forma física da ração (farelada e peletizada), em leitões desmamados aos 21 dias de idade, Xing et al. (2004) verificaram que a peletização aumentou o ganho de peso diário (GPD) durante a primeira fase (0-14 dias), o que não ocorreu nos outros períodos. O consumo médio diário reduziu nas fases subsequentes.

O desperdício de ração também pode ser influenciado pela forma física da dieta. Considerando um dos efeitos positivos proporcionados pela peletização, a redução do desperdício, Garcia e Silveira (1995) ressaltaram que as rações peletizadas proporcionaram melhor conversão alimentar em relação àquelas fareladas. Os autores atribuíram a piora da

conversão alimentar obtida com a ração farelada o maior desperdício encontrado. Além disso, a peletização das rações à base de milho e farelo de soja melhora a eficiência do ganho de 7 a 8% tanto no arraçoamento à vontade quanto na forma restrita.

Ao trabalharem com leitões na fase inicial Moreira et al. (1999) verificaram o efeito da inclusão de dois níveis (7 e 14%) de levedura de recuperação seca por *spray-dry* (LRSD) em rações fareladas e peletizadas e observaram que, independente do nível de levedura, a peletização contribuiu em maior ganho de peso, redução do consumo médio diário e melhora da conversão alimentar.

4.4. Efeito da peletização sobre a digestibilidade

A elevada temperatura e umidade durante a peletização promovem a desagregação da amilose e da amilopectina, proporcionando a gelatinização do amido do grão. Este processo contribui para que haja melhoria da digestibilidade dos nutrientes, devido à ação das enzimas digestivas que, conseqüentemente, aumentam a absorção de glicose, incrementando a disponibilidade energética para o metabolismo animal (Couto, 2012). Ainda segundo o autor, a peletização contribui para a liberação das proteínas que estão quimicamente ligadas ao amido, alterando a estrutura terciária (desnaturação), proporcionando, assim, maior digestibilidade dos aminoácidos presentes na proteína dietética.

Avaliando a influência da gordura encapsulada e sua relação com a forma física da dieta, farelada ou peletizada, Xing et al. (2004) verificaram que o processamento da peletização proporcionou melhora no coeficiente de digestibilidade da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO) e da gordura.

De forma semelhante, Medel et al. (2004) avaliaram o efeito do tipo de cereal (cevada e milho) e do processamento da dieta (farelada e peletizada) para leitões. Os autores observaram que a peletização melhorou o coeficiente de digestibilidade de energia bruta (CDEB) em 3,6%, coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) e coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (CDMO).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Local e Instalações

O experimento foi conduzido no centro experimental Dr. Henrique Guimarães Fernandes, localizado na Granja São Francisco (Vaccinar[®] Indústria e Comércio Ltda), no município de Martinho Campos – Minas Gerais, no período de 13 de junho a 31 de julho de 2014.

Após o desmame aos 23 dias de idade, os animais foram pesados e alojados em galpão de alvenaria com piso de concreto e telhado de folha de zinco sendo o seu interior forrado com lona plástica com composição básica de polietileno. A ventilação lateral foi realizada através da regulagem de cortinas. A sala de creche era dotada de gaiolas metálicas suspensas de 1,65 m de comprimento x 1,65 m de diâmetro, com piso de plástico vasado, proporcionando uma área de 0,68 m² por animal até os 37 dias e 0,90 m² dos 38 aos 70 dias. As baias possuíam bebedouro tipo chupeta e comedouros semiautomáticos, sendo que o aquecimento do ambiente foi feito por campânulas elétricas.

A temperatura ambiental foi registrada por meio de termômetros de máxima e mínima com enchimento de mercúrio, colocados entre as gaiolas, na parte central do galpão à altura mediana dos leitões, sendo os registros feitos diariamente às 14:00 horas.

5.2. Animais, dietas e manejo alimentar

Foram utilizados 120 leitões (60 machos castrados e 60 fêmeas), oriundos do cruzamento entre as linhagens comerciais DanBred (fêmeas) e Topigs (machos), com peso inicial de $6,65 \pm 0,20$, dos 23 aos 71 dias de idade.

Todas as dietas foram produzidas na fábrica de ração da empresa Vaccinar[®] localizada no município de Martinho Campos, Minas Gerais. Os péletes foram confeccionados na peletizadora PCM 3000[®] com um condicionador. As composições centesimais das dietas são demonstradas na tabela 4 e as composições analisadas na tabela 5.

Os tratamentos consistiram de diferentes granulometrias da dieta obtidas a partir de peneiras distintas associadas a diferentes formas físicas, que assim podem ser descritos:

- T1 - Ração moída em peneira de 1.2mm na forma farelada fina (FF);
- T2 - Ração moída em peneira de 2.5mm na forma farelada grossa (FG);
- T3 - Ração moída em peneira de 1.2mm na forma farelada fina e, posteriormente

peletizada, originando pélete de 2.2mm, caracterizando o micropélete (MP);

- T4 - Ração moída em peneira de 2.5mm na forma farelada grossa e, posteriormente peletizada, originando pélete de 4.0mm (PG) e;

- T5 - Ração moída em peneira de 2.5mm na forma farelada grossa, posteriormente peletizada, originando pélete de 4.0mm e triturada (PT).

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais de suínos na fase pré-inicial e inicial de acordo com o estabelecido por Rostagno et al. (2011). As relações aminoacídicas entre a lisina e os demais aminoácidos essenciais foram mantidas de acordo com o conceito de proteína ideal para suínos na fase pré-inicial e inicial. A quantidade de lactose, proteína e energia metabolizável foram mantidas constantes nas dietas experimentais por fase.

Tabela 4 - Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para leitões nas diferentes fases

Ingrediente	Pré-Inicial 1	Pré-Inicial 2	Inicial
Milho	41,35	51,35	56,00
Farelo de Soja	10,90	16,00	29,15
Resíduo Biscoito	8,00	6,00	4,00
Farinha Carne e Ossos	2,40	2,80	3,95
Açúcar	2,50	2,50	2,50
Óleo de Soja	1,00	1,00	2,30
Farinha de Peixes	3,00	3,00	-
Plasma Sanguíneo	2,00	1,00	-
Farinha Vísceras	2,00	2,00	-
Acidificante	0,50	0,50	0,30
Adsorvente	0,20	0,20	0,20
Melhorador de desempenho ¹	0,08	0,08	-
Antioxidante	0,01	0,01	-
Antibiótico	0,06 ²	0,06 ²	0,10 ³
Premix	1,00 ⁴	1,00 ⁴	1,50 ⁵
Concentrado Pré-inicial 1 ⁶	25,00	-	-
Concentrado Pré-inicial 2 ⁷	-	12,5	-
Aporte nutricional calculado⁸			
Matéria Seca, %	91,10	89,69	88,26
Proteína Bruta, %	19,97	19,37	20,50
Extrato Etéreo, %	7,35	6,21	5,64
Matéria Mineral, %	4,74	4,48	5,05
Lactose, %	10,00	5,00	-

Energia Metabolizável, Kcal/Kg	3.571,51	3.484,50	3.445,10
Lisina Digestível, %	1,349	1,247	1,099
Metionina Digestível, %	0,467	0,428	0,331
Metionina+Cistina Digestível, %	0,754	0,697	0,616
Triptofano Digestível, %	0,243	0,225	0,198
Treonina Digestível, %	0,850	0,787	0,694
Cálcio, %	0,825	0,807	0,898
Fósforo Total, %	0,650	0,624	0,689
Fósforo Disponível, %	0,498	0,452	0,456

¹Leveduras

²Amoxicilina (50%);

³0,06% Tiamulina (20%) + 0,04% Doxiciclina (50%)

⁴Produto comercial Qualimix QF MC 1% - Vaccinar®. Níveis de garantia (por kg do produto): ácido fólico: 50mg; ácido pantotênico: 1.500mg; biotina: 25mg; cobalto: 20mg; cobre: 20g; colina: 60g; ETOXIQUIM: 100mg; ferro: 15g; iodo: 100mg; manganês: 4.000mg; niacina: 3.000mg; selênio: 45mg; vitamina A: 1.000.000U.I.; vitamina B1: 150mg; vitamina B12: 2.000mcg; vitamina B2: 500mg; vitamina B6: 200mg; vitamina D3: 200.000U.I.; vitamina E: 10.000U.I.; vitamina K3: 200mg; zinco: 10g;

⁵Produto comercial QCarne Inicial GSF med - Vaccinar®. Níveis de garantia (por kg do produto): ácido fólico: 33,30mg; ácido pantotênico: 1.000mg; biotina: 13,33mg; cálcio (mín): 120g; cálcio (máx): 125g; cobalto: 13,30mg; cobre: 12g; colina: 20g; colistina: 2.666,60mg; ETOXIQUIN: 6.666mg; ferro: 11,60g; fitase: 33,30FTU; fósforo: 77g; iodo: 66,60mg; lisina: 52,60g; manganês: 2.666mg; niacina: 2.000mg; selênio: 30mg; sódio: 104g; vitamina A: 666.666U.I.; vitamina B1: 100mg; vitamina B12: 1.333mcg; vitamina B2: 333,30mg; vitamina B6: 133,30mg; vitamina D3: 133.333U.I.; vitamina E: 3.333,30U.I.; vitamina K3: 133,30mg; zinco: 11,60mg;

⁶Concentrado para leitões em fase Pré-Inicial 1 (inclusão de 250 kg/ton - QUALISUI 250 QF-1);

⁷Concentrado para leitões em fase Pré-Inicial 2 (inclusão de 125 kg/ton - QUALISUI 125 QF-2);

⁸Valores calculados segundo Rostagno et al. (2011).

Tabela 5 - Composição nutricional analisada das dietas experimentais para leitões nas diferentes fases

Composição analisada (%)	Pré-inicial 1				
	FF 1,2mm	FG 2,5mm	MP 2,2mm	PG 4,0mm	PT 4,0mm
Proteína bruta	21,00	20,09	20,37	20,46	20,05
Cinzas	6,38	5,89	6,03	5,96	6,29
Matéria seca	91,96	91,49	93,05	91,35	92,84
Lactose	8,77	9,42	8,70	8,95	8,52
Cálcio	1,03	0,91	0,95	0,85	0,98
Fósforo total	0,67	0,63	0,65	0,64	0,68
	Pré-inicial 2				
Proteína bruta	19,92	19,51	19,98	18,74	19,85
Cinzas	5,82	5,85	6,15	5,87	6,09
Matéria seca	91,23	90,55	92,82	90,78	91,61
Lactose	5,36	5,76	5,76	5,43	6,08
Cálcio	0,90	0,83	0,93	0,91	0,91
Fósforo total	0,62	0,58	0,64	0,61	0,62
	Inicial				

Proteína bruta	19,93	20,00	19,84	20,51	20,01
Cinzas	5,44	4,77	5,21	4,93	5,43
Matéria seca	90,89	89,71	92,72	89,97	91,87
Lactose	-	-	-	-	-
Cálcio	1,02	0,84	0,93	0,83	0,95
Fósforo total	0,62	0,53	0,60	0,54	0,60

FF: Farelada fina em peneira de 1.2mm; FG: farelada grossa em peneira de 2.5mm; MP: micropélete de 2.2mm; PG: peletizada com pélete de 4.0mm e PT: peletizada com pélete de 4.0mm e triturada.

Ração e água foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental, sendo que a quantidade de alimento fornecido foi pesada diariamente. As sobras presentes nos cochos foram coletadas ao término de cada fase a fim de determinar o cálculo das sobras e do consumo de ração. O desperdício foi coletado duas vezes ao dia no período da manhã e tarde, sendo pesados uma vez por semana. A limpeza das baias foi realizada duas vezes ao dia, no período matutino e vespertino.

Os animais foram pesados individualmente ao final de cada fase de acordo com a idade de desmame, sendo: Fase pré-inicial 1 (23 aos 37 dias de idade); fase pré-inicial 2 (37 aos 51 dias de idade) e, fase inicial (51 aos 71 dias de idade), totalizando 48 dias de experimento.

Neste período foram determinados e avaliados os seguintes parâmetros: peso inicial (P23); peso aos 37 dias (P37); peso aos 51 dias (P51); peso aos 71 dias (P70); ganho de peso diário dos 23 aos 37 dias (GPD37); ganho de peso diário dos 23 aos 51 dias (GPD51), ganho de peso diário no período dos 23 aos 71 dias (GPDtotal); consumo de ração diário dos 23 aos 37 dias (CMD37); consumo de ração diário dos 23 aos 51 dias (CMD51) e, consumo de ração diário dos 23 aos 71 dias (CMDtotal); conversão alimentar dos 23 aos 37 dias (CA37), conversão alimentar dos 23 aos 51 dias (CA51) e conversão alimentar dos 23 aos 71 dias (CAtotal).

Para verificar a viabilidade econômica das dietas experimentais nos períodos estudados determinou-se o custo em ração por quilograma de peso vivo ganho por animal produzido (Y_i) segundo Bellaver et al. (1985), onde:

$$Y_i = \frac{C_i X P_i}{G_i}$$

Y_i = custo da ração por quilograma de peso vivo ganho por animal produzido;

C_i = quantidade consumida de ração no tratamento por período;

P_i = preço por quilograma da ração utilizada no tratamento por período;

G_i = ganho de peso no tratamento por período.

O cálculo do custo de ração foi obtido a partir do custo (R\$/tonelada) da energia (KW) (Tabela 6). O custo final de cada tratamento para cada fase, foi obtido através do custo de energia usado no processo de fabricação somado ao preço da fórmula de cada tratamento (Tabela 7).

Tabela 6 - Custos (R\$/tonelada) da energia (KW) para o processamento das rações experimentais

FF	FG	MP	PG	PT
R\$26,15	R\$16,75	R\$47,00	R\$32,25	R\$47,55

FF: Farelada fina em peneira de 1.2mm; FG: farelada grossa em peneira de 2.5mm; MP: micropélete de 2.2mm; PG: peletizada com pélete de 4.0mm e PT: peletizada com pélete de 4.0mm e triturada.

Tabela 7 - Custo da dieta final (R\$/kg) para cada tratamento

Custo da dieta final (R\$/Kg)			
	Pré-1	Pré-2	Inicial
FF	2,75	1,97	0,94
FG	2,74	1,96	0,93
MP	2,77	1,99	0,96
PG	2,75	1,97	0,94
PT	2,77	1,98	0,96

FF: Farelada fina em peneira de 1.2mm; FG: farelada grossa em peneira de 2.5mm; MP: micropélete de 2.2mm; PG: peletizada com pélete de 4.0mm e PT: peletizada com pélete de 4.0mm e triturada.

5.3. Método de determinação do diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG)

Para o cálculo do diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG) das rações experimentais, foi utilizada a metodologia descrita por Zanotto e Bellaver (1996) através do programa SoftGran 2.0, desenvolvido pelo Núcleo de Tecnologia da Informação da Embrapa Suínos e Aves.

Coletou-se uma amostra de 500g acondicionadas em uma bandeja de secagem, levadas a estufa de 105°C durante 24 horas. Após este período, a amostra foi retirada da estufa e esta foi deixada em descanso até equilibrar-se com a temperatura ambiente. As peneiras da ABNT foram pesadas sem amostra e montadas em ordem crescente 5; 10; 16; 30; 50 e 100. Foram retiradas 200g da amostra e alocadas no agitador eletromagnético na potência máxima durante 10 minutos. Logo após, as peneiras foram pesadas com as amostras retidas e os valores foram inseridos no programa SoftGran para obtenção do DGM e DPG.

5.4. Cálculo da porcentagem de finos e índice de durabilidade do pélete (PDI)

Para o cálculo da porcentagem de finos, foram coletados 500g de amostra e, desta quantidade foram retiradas 250g que foi colocada no agitador eletromagnético por um período de 10 minutos na potência máxima. O equipamento foi montado com as peneiras de 2.0mm, 1.18mm e o prato. Para a ração que foi peletizada e posteriormente triturada o processo realizado foi o mesmo, porém o conjunto de peneiras utilizado foi de 3.35mm, 2.36mm, 1.0mm e o prato. A retenção contida no prato foi pesada e a porcentagem de finos foi calculada através da regra de três.

Para o cálculo do índice de durabilidade do pélete (PDI), foram pesadas 600g da amostra e colocada no agitador eletromagnético com uma peneira de 2.0mm, durante um minuto. Em seguida, retirou-se 500g da amostra que foram colocadas no aparelho de resistência giratória por 10 minutos adicionados a quatro esferas de inox de 55,2g. Logo após, as amostras foram colocadas no agitador eletromagnético montado com peneiras de 2.0mm, 1.18mm e prato por 10 minutos. Posteriormente, a retenção contida na peneira de 2.0mm e no prato foi pesada e o cálculo de PDI foi realizado através da regra de três.

5.5. Delineamento experimental e análise estatística

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos e seis repetições, sendo quatro animais por unidade experimental (dois machos castrados e duas fêmeas).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo Software R (R Core Team, 2015). O teste de comparação das médias escolhido foi o de Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade. Para as variáveis de desempenho e a análise de viabilidade econômica, o modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} é o valor observado para a variável em estudo referente ao i -ésimo tratamento em sua j -ésima repetição;

m é a média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo;

t_i é o efeito do tratamento i -ésimo no valor observado Y_{ij} ;

e_{ij} é o erro associado a observação Y_{ij} .

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura máxima e mínima registrada no período de 23 a 37 dias; 37 a 51 dias; 51 a 71 dias; 23 a 71 dias foram de $28,0 \pm 1,65^\circ\text{C}$ e $23,0 \pm 1,35^\circ\text{C}$; $28,0 \pm 1,61^\circ\text{C}$ e $25,0 \pm 1,09^\circ\text{C}$; $28,5 \pm 1,60^\circ\text{C}$ e $24,3 \pm 2,23^\circ\text{C}$; $28,4 \pm 1,61^\circ\text{C}$ e $24,0 \pm 1,84^\circ\text{C}$, respectivamente. Com base nestes valores, pode-se inferir que as temperaturas médias de máxima e mínima ficaram na faixa de temperatura ideal para leitões pós-desmame. Os resultados encontrados estão de acordo com Girôto Júnior et al. (2013) e Maurício et al. (2014) que observaram máxima e mínima de $28,9 \pm 1,0^\circ\text{C}$ e $25,4 \pm 1,2^\circ\text{C}$; $28,54 \pm 1,83^\circ\text{C}$ e $24,91 \pm 2,24^\circ\text{C}$, respectivamente. A variação ocorrida durante o experimento esteve dentro da faixa ideal para a categoria e, dessa forma, pode-se deduzir que os leitões não foram submetidos a estresse por frio ou calor.

6.1. Diâmetro geométrico médio e Desvio padrão geométrico

Na tabela 8 são apresentados os valores para diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico médio (DPG) das rações experimentais de acordo com a dieta para cada fase.

Tabela 8 - Diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG) das rações experimentais em suas respectivas fases

Parâmetro	Período de 23 a 37 dias				
	FF 1,2mm	FG 2,5mm	MP 2,2mm	PG 4,0mm	PT 4,0mm
DGM (μm)	404	457	-	-	-
DPG (%)	1,55	1,56	-	-	-
Parâmetro	Período de 37 a 51 dias				
	FF 1,2mm	FG 2,5mm	MP 2,2mm	PL 4,0mm	PT 4,0mm
DGM (μm)	402	532	-	-	-
DPG (%)	1,58	1,73	-	-	-
Parâmetro	Período de 51 a 71 dias				
	FF 1,2mm	FG 2,5mm	MP 2,2mm	PL 4,0mm	PT 4,0mm
DGM (μm)	382	598	-	-	-
DPG (%)	1,51	1,73	-	-	-

FF: Farelada fina em peneira de 1.2mm; FG: farelada grossa em peneira de 2.5mm; MP: micropélete de 2.2mm; PG: peletizada com pélete de 4.0mm e PT: peletizada com pélete de 4.0mm e triturada.
 μm : micrômetro.

No presente estudo, os valores para DPG das rações experimentais evidenciam que a moagem dos ingredientes foi realizada corretamente uma vez que os dados para a variável em

questão encontram-se menores de 2% conforme preconizado por Zanotto e Bellaver, 1996.

Os resultados concordam com diversos estudos que trabalharam com a redução no tamanho de partículas e aferição do desvio padrão geométrico (Healy et al. 1994; Mavromichalis et al. 2000; Kim et al. 2002; Ghaid et al. 2009).

6.2. Índice de durabilidade do pélete e percentual de finos

Os valores de índice de durabilidade do pélete e o percentual de finos encontram-se na tabela 9.

Tabela 9 - Índice de durabilidade do pélete (PDI) e percentual de finos (%) das rações experimentais em suas respectivas fases

Parâmetro	Período de 23 a 37 dias				
	FF 1,2mm	FG 2,5mm	MP 2,2mm	PG 4,0mm	PT 4,0mm
Peneira	1,2mm	2,5mm	1,2mm	2,5mm	2,5mm
Finos (%)	-	-	0,68	1,08	6,84
PDI (%)	-	-	67,86	79,54	-
Parâmetro	Período de 37 a 51 dias				
	FF 1,2mm	FG 2,5mm	MP 2,2mm	PL 4,0mm	PT 4,0mm
Finos (%)	-	-	1,32	1,84	4,00
PDI (%)	-	-	65,98	69,28	-
Parâmetro	Período de 51 a 71 dias				
	FF 1,2mm	FG 2,5mm	MP 2,2mm	PL 4,0mm	PT 4,0mm
Finos (%)	-	-	2,40	1,60	3,40
PDI (%)	-	-	58,74	59,44	-

FF: Farelada fina em peneira de 1.2mm; FG: farelada grossa em peneira de 2.5mm; MP: micropélete de 2.2mm; PG: peletizada com pélete de 4.0mm e PT: peletizada com pélete de 4.0mm e triturada.

O índice de durabilidade do pélete também está relacionado com o tamanho de partículas. Quanto maior o tamanho de partículas, a possibilidade do pélete quebrar aumenta, podendo gerar uma quantidade maior de finos.

Durante a primeira e a segunda semana após o desmame, valores de PDI acima de 95% podem prejudicar a mastigação ocasionando a redução do consumo e aumentando a taxa de leitões com baixa viabilidade.

O percentual ideal de finos segundo Bellaver e Nones (2000) é de até 2,5%. Portanto, o percentual encontrado nesse experimento está dentro do ideal.

Baseado nos dados de PDI e percentual de finos encontrados na literatura (Healy et al., 1994; Kim et al., 2002 e Xing et al., 2004) os valores do presente estudo encontram-se dentro da faixa recomendada demonstrando que os péletes das rações foram confeccionados com

qualidade. Era esperado que os valores para o percentual de finos do tratamento peletizado e posteriormente triturado (PT) fossem elevados, uma vez que, após a peletização, a ração foi triturada gerando maior quantidade de finos. Considerando que o tratamento peletizado (PG) foi moído na mesma peneira, os valores encontram-se dentro do desejável.

6.3. Desempenho

Na tabela 10 são encontrados os seguintes dados de desempenho em função dos tratamentos.

Tabela 10 - Peso aos 37 dias (P37d), peso aos 51 dias (P51d), peso aos 71 dias (P71d), ganho de peso diário (GPD), consumo médio diário (CMD) e conversão alimentar (CA) de leitões alimentados com rações de diferentes formas físicas e tamanhos de partículas

	Tratamentos					CV (%)	EPM	P
	FF	FG	MP	PG	PT			
	-	-	2,2mm	4,0mm	4,0mm			
Peneira	1,2mm	2,5mm	1,2mm	2,5mm	2,5mm			
Período 23-37d								
P37d (kg)	10,13	9,62	10,26	10,46	10,21	6,06	0,25152	0,1847
GPD (kg/dia)	0,249	0,212	0,258	0,272	0,254	17,75	0,01814	0,1924
CMD (kg/dia)	0,291	0,264	0,265	0,278	0,272	15,83	0,01770	0,8042
CA (kg/kg)	1,18 b	1,26 c	1,02 a	1,02 a	1,08 a	6,09	0,02749	<0,0001
Período 23-51d								
P51d (kg)	16,40 b	16,55 b	17,88 a	18,31 a	17,21 a	6,78	0,47814	0,0383
GPD (kg/dia)	0,348 b	0,353 b	0,401 a	0,416 a	0,377 a	11,03	0,01708	0,0385
CMD (kg/dia)	0,460	0,465	0,462	0,493	0,459	10,90	0,02081	0,7556
CA (kg/kg)	1,32 b	1,32 b	1,15 a	1,19 a	1,22 a	4,48	0,02267	<0,0001
Período 23-71d								
P71d (kg)	32,06	31,99	34,03	34,04	32,50	6,35	0,85290	0,2427
GPD (kg/dia)	0,529	0,528	0,570	0,570	0,538	7,91	0,01767	0,2443
CMD (kg/dia)	0,792	0,805	0,798	0,829	0,785	7,44	0,02436	0,7424
CA (kg/kg)	1,49	1,53	1,40	1,45	1,46	7,10	0,04257	0,2894

Médias seguidas com letras distintas na mesma linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste Student-Newman-Keuls.

CV = Coeficiente de variação

EPM = Erro padrão médio

FF: Farelada fina em peneira de 1.2mm; FG: farelada grossa em peneira de 2.5mm; MP: micropélete de 2.2mm;

PG: peletizada com pélete de 4.0mm e PT: peletizada com pélete de 4.0mm e triturada.

Não foi observada diferença para o peso aos 37 dias (P37d) e para o GPD ($P > 0,05$) entre os leitões alimentados com rações de diferentes formas físicas e tamanho de partícula no período de 23 a 37 dias de idade. Estes resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Tse et al. (2006) que não verificaram efeito da redução de partícula de 2186 μ m para

594 μ m entre os leitões alimentados com rações de milho seco ou silagem de grãos úmidos de milho, para as variáveis em questão. De semelhante modo, Moreira et al. (1995) não encontraram efeito significativo para o GPD em dietas fareladas e peletizadas para leitões de 21 a 42 dias de idade, apenas a melhora da conversão alimentar. Em contrapartida, Ngoc et al. (2011) constataram que a redução no tamanho de partículas aumentou o GPD no período pós-desmame, justificada pela melhora da digestibilidade dos nutrientes.

Para o CMD não foi observada diferença ($P>0,05$) em nenhum dos períodos estudados. Os resultados corroboram com os achados de Healy et al. (1994) que ao trabalharem com tamanho de partícula ideal de milho e sorgo para leitões, demonstraram não haver influência no consumo quando o tamanho de partícula foi reduzido. De forma similar, Medel et al. (1999) não observaram influência do processamento térmico para cevada e milho sobre o consumo no período total do experimento. Moreira et al. (2001) ao trabalharem com a farinha pré-gelatinizada, verificaram a redução do consumo quando o tamanho das partículas foi reduzido. A essa condição, os autores relataram que de alguma forma, as partículas finas fornecidas na forma farelada podem ter aderido à boca do leitão formando uma placa pegajosa que foi expelida e não contabilizada.

No período que compreende do desmame até 37 dias de idade, foi observado diferença ($P<0,05$) para a CA. Pode-se observar que, quando comparado os valores desta variável para as dietas que apresentavam a forma física farelada (fina ou grossa), melhor conversão alimentar foi encontrada (1,26 x 1,18Kg/Kg) quando o diâmetro geométrico médio reduziu de 457 μ m para 404 μ m (Tabela 8), respectivamente, farelada grossa e farelada fina. Diante disto, o tratamento que apresentava a forma física farelada fina, em média, foi superior a farelada grossa em 6,78%. Estes resultados estão de acordo com relatos de Healy et al. (1994), Wondra et al. (1995a), Tse et al. 2006 e Mavromichalis et al. (2000), sugerindo que à medida que o tamanho de partícula diminui a conversão alimentar melhora e, conseqüentemente, o desempenho dos leitões.

Além disso, a moagem fina pode ser benéfica para leitões recém-desmamados principalmente por apresentarem nessa fase o trato gastrointestinal imaturo permitindo que o menor tamanho de partícula promova maior superfície de contato (Healy et al., 1994) com as enzimas digestivas e, conseqüentemente, a melhora da digestibilidade dos nutrientes.

A melhor conversão alimentar foi encontrada para as dietas que passaram pelo tratamento hidrotérmico, neste caso, a peletização. Nota-se que as dietas processadas proporcionaram, em média, melhor CA (1,04 x 1,26 kg/Kg), respectivamente, em relação à dieta farelada grossa assim como para a farelada fina (1,04 x 1,18 kg/Kg). Dessa forma, é

possível observar que os tratamentos peletizados foram em média, 21,15% e 13,46% superiores ao tratamento no qual a forma física era farelada grossa e farelada fina, respectivamente, demonstrando a eficiência do processamento no desempenho animal. Este resultado também pode estar relacionado com o maior desperdício das rações fareladas em relação às peletizadas.

O processamento da ração permitiu maior exposição das partículas à ação da temperatura e vapor, tornando os nutrientes mais digestíveis e, dessa forma, permitindo o melhor aproveitamento pelos leitões. Os resultados corroboram com Medel et al. (2004) que ao avaliarem a influência do processamento térmico de cereais, milho e cevada, sobre o desempenho de leitões observaram que no período de 22 a 32 dias, a conversão alimentar de dietas peletizadas em média (1,49 x 1,87 Kg/Kg) melhorou em 25,5%, quando comparadas às fareladas, sendo recomendado pelos autores o processamento das dietas para leitões recém-desmamados.

Segundo Kim et al. (2002) ao reduzir o tamanho de partícula de 1000 μm para 500 μm com dietas complexas, a eficiência alimentar pode ser aumentada em até 3%, proporcionando também a melhora na durabilidade do pélete. No presente estudo, considerando o tamanho do pélete das rações nota-se que, os leitões conseguiram consumir aqueles que apresentaram tamanho de 4,0 mm demonstrando que o índice de durabilidade dos péletes de 79,54%, contribuiu para a ingestão de péletes íntegros pelos animais.

Foi encontrada diferença para o P51 e GPD ($P < 0,05$) entre os tratamentos no período de 23 a 51 dias de idade. As dietas processadas proporcionaram, em média, maiores pesos aos 51 dias (16,47 x 17,80 kg) e GPD (0,351 x 0,398 kg), respectivamente, em relação às dietas fareladas.

Baseado nisto, pode-se dizer que o peso aos 51 dias e o GPD dos animais submetidos aos tratamentos peletizados, foram, em média 8% e 13,39%, respectivamente, superiores aos tratamentos farelados. Dessa forma, aqueles animais alimentados com as dietas que passaram pelo processo de peletização, tiveram o melhor aproveitamento dos nutrientes e apresentaram-se mais pesados ao término da fase do que àqueles alimentados com as dietas fareladas.

Considerando os tratamentos que possuíam a forma física farelada (fina ou grossa), a redução no tamanho de partículas de 532 μm para 402 μm não influenciou ($P > 0,05$) o GPD, discordando de Mavromichalis et al. (2000) que encontraram maior ganho de peso quando o tamanho de partícula diminuiu de 1300 μm para 600 μm . Wondra et al. (1995b) e Amaral (2011) relataram que em diversos experimentos realizados com suínos não são encontrados diferenças para ganho de peso diário com a redução do tamanho de partículas, apenas a

melhora da conversão alimentar.

Xing et al. (2004) evidenciaram efeitos da forma física da dieta sobre o ganho de peso diário ($P < 0,05$) de leitões recém-desmamados alimentados com dietas peletizadas, sendo este efeito perdido nas fases subsequentes. Avaliando o efeito do processamento de cereais, cevada e milho, através da extrusão ou micronização sobre o desempenho de leitões desmamados aos 23 dias de idade, Medel et al. (1999) observaram que o processamento em relação ao controle, em média, melhorou tanto o GPD quanto a conversão alimentar, ($423 \times 396\text{g}$) e ($1,18 \times 1,25\text{Kg/Kg}$) respectivamente, o que corresponde um aumento médio de 6,82% e 5,93%, respectivamente, das dietas processadas em relação ao controle. Em outro estudo semelhante, Medel et al. (2000) também verificaram maior GPD quando a cevada foi processada através da micronização e expansão. Os autores concluíram que o efeito do processamento foi apenas no período de 14 dias após o desmame, sendo perdido à medida que o animal desenvolve.

Observou-se diferença ($P < 0,05$) para a CA no período que corresponde dos 23 dias aos 51 dias de idade. Entre os tratamentos que apresentaram a forma física farelada, é possível observar que a redução no tamanho de partículas de $532 \mu\text{m}$ para $402 \mu\text{m}$ não influenciou ($P > 0,05$) a conversão alimentar. Provavelmente, nesta fase os leitões já apresentavam maturidade do sistema digestivo, além do aporte enzimático adequado, permitindo o aproveitamento tanto de partículas finas quanto aquelas moídas de forma grosseira.

No presente estudo, as dietas peletizadas quando comparadas às dietas fareladas, apresentaram melhor conversão alimentar, média de ($1,19 \times 1,32 \text{ Kg/Kg}$), respectivamente, representando uma redução de 10,92% dos tratamentos processados em relação àqueles farelados. Garcia e Silveira (1995) trabalhando com leitões desmamados, verificaram que de 28 a 56 dias de idade as dietas peletizadas comparadas às dietas fareladas apresentaram melhor conversão alimentar de ($1,73 \times 1,88 \text{ Kg/Kg}$), respectivamente, sendo que os tratamentos peletizados foram superiores em até 8,67%.

Dessa forma, o processamento térmico beneficiou no melhor aproveitamento dos nutrientes pelos leitões, sobretudo, devido a maior exposição das partículas à ação do vapor. Possivelmente ocorreu uma gelatinização parcial do amido resultando em uma conversão alimentar equilibrada entre esses tratamentos.

De semelhante modo, Medel et al. (2004) dos 22 aos 42 dias e Xing et al. (2004) de 0 aos 35 dias, também observaram que os animais que consumiram a ração peletizada apresentaram melhor CA, média de ($1,13 \times 1,43 \text{ Kg/Kg}$) e ($1,22 \times 1,31 \text{ Kg/Kg}$), respectivamente, resultando na redução de 26,55% e 7,38%, respectivamente, em relação

àqueles alimentados com a ração farelada. Entretanto, Garcia e Silveira (1995) não observaram diferença significativa ($P>0,05$) da ração peletizada com aquela triturada após a peletização, assim como no presente estudo. Moreira et al. (1995) verificaram que a CA das dietas peletizadas em relação às fareladas, foram em média (1,36 x 1,52 Kg/Kg), respectivamente, uma melhora de 11,76% da peletização sobre as dietas fareladas. Os autores afirmam que a piora da CA obtida com a ração farelada em relação à peletizada, pode ser atribuída ao desperdício da ração.

No presente estudo, a melhor conversão alimentar atribuída aos tratamentos submetidos a condições de pressão e calor, condiz com os benefícios proporcionados pela peletização.

No período total (23 aos 71 dias de idade) não foi encontrada diferença ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis de desempenho estudadas. Com o intuito de avaliar o efeito de diferentes formas físicas da dieta sobre o desempenho de leitões na fase inicial, Costa et al. (2006) e Millet et al. (2012) não observaram ($P>0,05$) diferenças para o consumo médio diário, ganho de peso diário e conversão alimentar. Assim como neste experimento, Xing et al. (2004) não observaram efeito da forma física da dieta (farelada e peletizada) sobre o peso final. Considerando-se que a estrutura morfológica do trato gastrointestinal do leitão adquire maturidade de 35 a 42 dias de idade e que a secreção enzimática atinge níveis satisfatórios a partir da terceira semana de vida, possivelmente, a partir dos 42 dias de idade os leitões já apresentavam capacidade de degradar e absorver os produtos da digestão de forma eficiente, tanto de partículas finas quanto as partículas grossas, independente da forma física da dieta.

Segundo Healy et al. (1994) a resposta para a redução de partícula e processamento térmico é maior durante as duas primeiras semanas pós-desmame, sendo este efeito perdido ao longo do tempo.

7.5. Análise econômica

Os dados sobre o custo/Kg em reais por animal produzido no ensaio de desempenho estão expostos na tabela 11.

Tabela 11 - Custo/Kg (R\$) animal produzido das dietas experimentais por período

Tratamento	Período (dias)			
	23-37	37-51	51-71	23-71
FF	3,142 b	2,581	1,308	1,851
FG	3,450 c	2,409	1,296	1,841
MP	2,742 a	2,448	1,513	1,935
PG	2,814 a	2,382	1,518	1,935
PT	2,975 ab	2,579	1,517	2,001
CV (%)	6,91	13,58	20,80	15,69
Valor de P	<0,0001	0,7555	0,4598	0,8780

Médias seguidas com letras distintas na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste Student-Newman-Keuls.

CV = Coeficiente de variação

FF: Farelada fina em peneira de 1.2mm; FG: farelada grossa em peneira de 2.5mm; MP: micropélete de 2.2mm;

PG: peletizada com pélete de 4.0mm e PT: peletizada com pélete de 4.0mm e triturada.

No período de 23 a 37 dias foi observado diferença significativa ($P < 0,05$) para o custo/Kg de animal produzido entre os tratamentos. Os tratamentos submetidos ao processamento térmico (MP, PG e PT), neste caso, a peletização, contribuíram para que o custo/Kg de animal produzido fosse mais barato em relação aqueles na forma física farelada fina (R\$2,844 x R\$3,142), respectivamente. A forma física farelada fina, em média foi 10,48% mais cara que as dietas processadas, evidenciando que o menor custo obtido com o processo de peletização foi reflexo da melhor conversão alimentar obtida pelos animais alimentados com dietas peletizadas (Tabela 10). O resultado encontrado está de acordo com Garcia e Silveira (1995), quando foi comparado rações fareladas, peletizada e ração moída após a peletização na alimentação de leitões.

Em relação aos tratamentos micropelletizados (MP) e pelletizados de forma grosseira (PG), estes apresentaram o custo/Kg de animal produzido mais barato se comparados aqueles com forma física pelletizados triturados (PT) e farelada fina (FF) (R\$2,778 x R\$ 3,059), respectivamente. A forma física PT e FF foram em média 10,12% mais caras. Como a dieta PT foi triturada após a peletização, provavelmente, esta se equiparou a FF devido ao custo elevado da energia para o processamento que ambas apresentaram entre suas formas físicas (farelada e peletizada) (Tabela 6).

A dieta com forma física farelada grossa se comparada aquelas processadas, foi mais cara em média (R\$3,450 x R\$2,844) o que representa um custo médio elevado de 21,31% sobre o custo/Kg de animal produzido. Além disso, a farelada grossa foi aquela que apresentou a pior conversão alimentar (Tabela 10). Entre as dietas fareladas (fina e grossa), o custo/Kg de animal produzido com aquela farelada grossa foi em média, mais cara que a farelada fina (R\$3,450 x R\$3,142), respectivamente. Esse valor representa um custo elevado médio de 9,8%. Nota-se que no desempenho dos leitões, o menor tamanho de partícula

proporcionado pela farelada fina foi substancial para melhora da conversão alimentar em relação a farelada grossa.

Para os períodos restantes, não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) em relação aos custos dos tratamentos, corroborando com Costa et al. (2006).

7. CONCLUSÃO

As dietas processadas contribuíram para melhores resultados de desempenho até 51 dias de idade, entretanto, não houve benefício do processamento no período total, independente do tamanho de partícula. O processamento, permitiu redução no custo/Kg de animal produzido apenas na primeira fase (23 a 37 dias de idade).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Exportação brasileira de carne suína**. 2014. Disponível em: < http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/mercado-externo/exportacoes/12meses/exp_12meses_jan13_dez14.pdf>. Acesso em: 26/01/2015.

AMARAL, N. O. **Efeito da granulometria do milho sobre a cinética da digestão do amido e níveis de lisina para suínos em crescimento**. (Tese de Doutorado). Lavras: UFLA, 2011. p.87.

ASAE. Method of determining and expressing finess of feed materials by sieving. ASAE Standard S319, **Agricultural Engineers Yearbook of Standards**. P.325, 1983.

BARBOSA, F. F.; FERREIRA, A. S.; GATTÁS, G.; SILVA, F. C. O.; DONZELE, J. L.; BRUSTOLINI, P. C.; LOPES, D. C. Níveis de plasma sanguíneo em pó em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1052-1060, 2007.

BEHNKE, K. C. Feed manufacturing technology: current issues and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v.62, p.49-57, 1996.

BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.D. et al. Malt Rootlets as Ration 274 Ingredients for Swine on Growing and Finishing Stages. **Pesqui. Agropec. Bras.**, v.20, p.969-974, 1985.

BELLAVER, C.; NONES, K. A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. In: SIMPÓSIO DE AVICULTURA, 4, 2000, Goiânia. **Anais...Goiânia**: UFG, 2000. 1. CD-ROOM.

BETSCHER, S.; BEINEKE, A.; SCHÖNFELD, L.; KAMPHUES, J. Effects of diet's physical form (grinding intensity; meal/pellets) on morphological and histological parameters (e.g.

ratio of neutral to acid mucins) of the gastrointestinal tract in weaned piglets. **Livestock Science**, v.134, p.149-151, 2010.

BIAGI, J. D. Implicações da granulometria de ingredientes na qualidade de péletes e economia da produção de rações. In: SIMPÓSIO DE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, 1998, Concórdia. **Anais...Concórdia: SIMPÓSIO DE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES**, p.57-71, 1998.

BRUSTOLINI, A. P. L. **Avaliação do tamanho de partícula e forma física da ração sobre o desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados em crescimento e terminação.** (Dissertação de Mestrado). Belo Horizonte: UFMG, 2014. p.51.

CANTARELLI, V. S.; AMARAL, L. G. M. Desenvolvimento do sistema digestório de leitões. In: 28º REUNIÃO ANUAL DO CBNA: CONGRESSO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS JOVENS – AVES E SUÍNOS, 2013, Campinas. **Anais...Campinas: CBNA**, p.1-13, 2013.

CARÍSSIMO, A. P. G. **Níveis e sequências de plasma sanguíneo em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade.** (Tese de Doutorado). Viçosa: UFV, 2011. p.80.

CHAMONE, J. M. A.; AROUCA, C. L. C.; BARBOSA, M. M.; SOUZA, F. A.; SANTOS, D. Fisiologia digestiva de leitões. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.7, n.5, p.1353-1363, 2010.

COSTA, E. R.; SILVA, L. P. G.; SILVA, J. H. V.; CARVALHO, L. E.; CARVALHO, M. X. C. Desempenho de leitões alimentados com diversas formas físicas da ração. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.3, p.241-247, 2006.

COUTO, H. P. **Fabricação de rações e suplementos para animais.** 2ª edição. Viçosa: Editora Aprenda Fácil. 2012. p.226.

CRENSHAW, J.D.; CAMPBELL, J.M. L; RUSSELL, E.; HAYES, S.K.; POLO, J.; RANGEL, L.F.S. Use of plasma proteins to modulate inflammatory immune response in piglets and sows. In World Pork Congress, 2008, Curitiba. **Anais....** Curitiba, 2008.

FONTES, D. O. Avanços na nutrição de leitões. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2003, Itapetinga. **Anais... Itapetinga: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL**, p.253-268, 2003.

GARCIA, G. G.; SILVEIRA, J. C. G. Comparação entre formas físicas da ração no desempenho de leitões do desmame aos setenta dias de idade. **Ciência Rural**, v.25, n.1, p.151-156, 1995.

GHAID, J. S.; AL-RABADI, R. G.; GIDLEY, M. J. Effect of particle size on kinetics of starch digestion in milled barley and sorghum grains by porcine alpha-amylase. **Journal of Cereal Science**, v.50, p.198-204, 2009.

GILL, C. Chemistry for high quality pellets. Or, refining the role of binders. **Feed International**. p. 10-11, 1993.

GIRÔTTO JÚNIOR, C. J.; BRUSTOLINI, P. C.; SILVA, F. C. O.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, A. S.; NALOM, P. M.; CAMPOS, P. F.; MOUTINHO, J. V. Suplementação de aminoácidos para redução da proteína bruta em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.4, p.1131-1138, 2013.

HEALY, B. J.; HANCOCK, J. D.; KENNEDY, G.A.; BRAMEL-COX, P.J.; BEHNKE, K.C.; HINES, R. H. Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nurse piglets. **Journal Animal Science**. v.72, p.2227-2236, 1994.

KIM, I. H.; HANCOCK, J. D.; HONG, J. W.; CABRERA, M. R.; HINES, R. H.; BEHNKE, K. C. Corn particle size affects nutritional value of simple and complex diets for nursery pigs and broiler chicks. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 15, n.6, p.872-877, 2002.

KIM, J. C.; MULLAN, B. P.; PLUSKE, J. R. A comparison of waxy versus non-waxy wheats in diets for weaner pigs: effects of particle size, enzyme supplementation, and collection day on total tract apparent digestibility and pig performance. **Animal Feed Science Technology**, v.120, p. 51-65, 2005.

KLEIN, A. A. **Peletização de rações: aspectos técnicos, custos e benefícios e inovações tecnológicas.** 2009. Disponível em: <http://www.fatec.com.br/info_tecnicos_interna.php?id=14>. Acesso em: 08/12/2014.

KUMMER, R., GONÇALVES, M. A. D., LIPPKE, R. T., PASSOS, M. A., MARQUES, P., MORES, T. J. Fatores que influenciam o desempenho dos leitões na fase de creche. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n.1, p.195-209, 2009.

LAURINEN, P.; SILJANDER-RASI, H.; KARHUNEN, J.; ALAVIHKOLA, T.; NAESI, M.; TUPPI, K. Effects of different grinding methods and particle size of barley and wheat on pig performance and digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, v. 83, p.1-16, 2000.

LAURINEN, P.; SILJANDER-RASI, H.; KARHUNEN, J. et al. Effects of different grinding methods and particle size of barley and wheat on pig performance and digestibility. **Anim. Feed Sci. Tech.**, v. 83, p.1-16, 2000.

LENSER, G.W. **Feed Manufacturing Technology III.** AFIA, 1985.

LINDEMAN, M. D.; CORNELIUS, S. G.; KANDELGY, S. M.; MOSER, R. L.; PETTIGREW, J. E. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. **Journal of Animal Science**, v. 5, n. 62, p.1298-1307, 1986.

LOHMANN, A. C., POZZA, P. C., NUNES, R. V., POZZA, M. S. S., VENTURI, I., PASQUETTI, T. J. Digestibilidade das silagens de grãos úmidos de milho com diferentes granulometrias para suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.154-162, 2010.

LOVATTO, P. A. **Nutrição e alimentação.** In: LOVATTO, P. A. Suinocultura geral. Santa Maria: CCR, 1996. p. 1-22.

MAHASUKHONTHACHAT, K.; SOPADE, P. A.; GIDLEY, M. J. Kinetics of starch digestion in sorghum as affected by particle size. **Journal of Food Engineering**, v.96, p.18-28, 2010.

MARTIN, S. **Particle size reduction**. In: NFIA - Feed manufacturing short course. Kansas: Kansas State University. p.10, 1988.

MAURÍCIO, T. V.; SOUZA, M. F.; FERREIRA, A. S. Relações entre treonina e lisina digestível em dietas para leitões desmamados aos 28 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.3, p.679-688, 2014.

MAVROMICHALIS, I.; HANCOK, J. D.; SENNE, B. W.; GUGLE, T. L.; KENNEDYS, G. A.; HINES, R. H.; WYATT, C. L. Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nursery and finishing pigs. **Journal Animal Science**, v.78, p.3086-3095, 2000.

MAXWELL, C. V.; REIMANN, E. M.; HOEKSTRA, W. G.; KOWALCZYK, T.; BENEVENGA, N. J.; GRUMMER, R. H. 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, p.911-922, 1970.

MEDEL, P.; GARCÍA, M.; LÁZARO, R.; DE BLAS, C.; MATEOS, G. G. Particle size and heat treatment of barley in diets for early-weaned piglets. **Animal Feed Science Technology**, v.84, p.13-21, 2000.

MEDEL, P.; LATORRE, M.A.; DE BLAS, C.; LÁZARO, R.; MATEOS, G. G. Heat processing of cereals in mash or pellet diets for young pigs. **Animal Feed Science Technology**, v.113, p.127-140, 2004.

MEDEL, P.; SALADO, S.; DE BLAS, J. C.; MATEOS, G. G. Processed cereals in diets for early-weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v.82, p.145-156, 1999.

MILLER, T. G. **Swine Feed Efficiency: Influence of Pelleting**. 2012. Disponível em: <<http://www.swinefeedefficiency.com/factsheets/IPIC25e%20SFE%20Influence%20of%20Pelleting.pdf>>. Acessado em: 03 fev. 2014.

MILLET, S.; KUMAR, S.; DE BOEVER, J.; DUCATELLE, R.; DE-BRABANDER, D. Effect of feed processing on growth performance and gastric mucosa integrity in pigs from weaning until slaughter. **Animal Feed Science Technology**, v.175, p.175-181, 2012.

MIRANDA, D. J. A. **Efeito da granulometria do milho e do valor de energia metabolizável em rações peletizadas para frangos de corte**. (Dissertação de Mestrado). Belo Horizonte: UFMG, 2011. p.92.

MOLIST, F., YWAZAKI, M., GÓMEZ DE SEGURA, A.; HERMES, R. G.; GASA, J.; PÉREZ, J. F. Administration of loperamide and addition of wheat bran to the diet of weaner pigs decrease the incidence of diarrhoea and enhance their gut maturation. **British Journal of Nutrition**, v.103, p.879-885, 2010.

MOLIST, F.; VAN OOSTRUM, M.; PÉREZ, J. F.; MATEOS, G. G.; NYACHOTI, C. M.; VAN DER AAR, P. J. Relevance of functional properties of dietary fibre in diets for weanling pigs. **Animal Feed Science Technology**, v.189, p.1-10, 2014.

MOREIRA I.; ZANUTTO C. A.; FURLAN, A. C.; MARTINS, E. N.; SCAPINELLO, C. Utilização de levedura de recuperação (*Saccharomyces sp.*), seca por *spray-dry*, em rações fareladas ou peletizadas para leitões na fase inicial. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.711-716, 1999.

MOREIRA, I., OLIVEIRA, G. C., FURLAN, A.C., PATRÍCIO, V. M. I., MARCOS JUNIOR, M. Utilização de farinha pré-gelatinizada de milho na alimentação de leitões na fase de creche, digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.440-448, 2001.

MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; TAFURI, M. L. Uso de ração farelada ou peletizada quando se utiliza milho pré-cozido na alimentação de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n.1, p.99-107, 1995.

MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H. S.; TAFURI, M. L.; COSTA, P. M. A. Uso de milho processado a calor na alimentação de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.412-421, 1994.

MOREL, P. C. H.; COTTAM, Y. H. Effects of particle size of barley on intestinal morphology, growth performance and nutrient digestibility in pigs. **Asian-Australasian Journal Animal Sciences.**, v.20, n.11 p.1738-1745, 2007.

MÖBELER, A.; KÖTTENDORF, S.; LIESNER, V. G.; KAMPHUES, J. Impact of diets' physical form (particle size; meal/pelleted) on the stomach content (dry matter content, pH, chloride concentration) of pigs. **Livestock Science**, v.134, p.146-148, 2010.

NGOC, T. T. B.; LEN, N. T.; OGLE, B.; LINDBERG, J. E. Influence of particle size and multi-enzyme supplementation of fibrous diets on total tract digestibility and performance of weaning (8–20 kg) and growing (20–40 kg) pigs. **Animal Feed Science Technology**, v.169, p.86- 95, 2011.

O'CONNOR, C. Product development services available from extruder manufactures. In: **EXTRUSION TECHNOLOGY FOR THE FOOD INDUSTRY**, 1987, New York. **Proceedings...** New York: Elsevier Applied Science, p.71-75, 1987.

PENZ JUNIOR, A. M.; MAGRO, N. Granulometria de rações: aspectos fisiológicos. In: **SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES**, 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. 74 p.

PINHEIRO, R. W. **Creche**. In: PINHEIRO, R. **Produção de suínos: Teoria e prática**. Brasília: ABCS. 2014. p.628-632.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO F. L. T.; DONZELE, J. L. *et. al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3ª ed. Viçosa: UFV, 252p. 2011.

R CORE TEAM. Versão 3.2.2. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna: Áustria. 2015. Disponível em: <www.R-project.org/>.

SOLÀ-ORIO, D.; ROURA, E.; TORRALLARDONA, D. Feed preference in pigs: relationship with feed particle size and texture. **Journal Animal Science**, v.87, p.571-582, 2009.

STEINHART, T. L. **Swine Feed Efficiency: Influence of Particle Size**. 2012. Disponível em: <<http://www.swinefeedefficiency.com/factsheets/IPIC25d%20SFE%20Influence%20of%20Particle%20Size.pdf>>. Acessado em: 03 fev. 2014.

SULABO, R. C.; TOKACH, M. D.; FRITZ, S. S.; GOODBAND, R. D.; DEROUCHÉY, J. M.; NELSSÉN, J. L. Effects of varying creep feeding duration on the proportion of pigs consuming creep feed and neonatal pig performance. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 3154-3162, 2010.

SUREK, D. **Peletização de dietas pré-iniciais para leitões desmamados**. (Dissertação de Mestrado). Curitiba: UFPR, 2012. p.49.

THOMAS, M.; VAN ZUILICHEM, D. J.; VAN-DER-POEL, A. F. B. Physical quality of pelleted animal feed – Contribution of processes and its conditions. **Animal Feed Science Technology**, v.64, p.173-192, 1997.

THOMAS, M.; VAN-DER-POEL, A. F. B. Physical quality of pelleted animal feed – Criteria for pellet quality. **Animal Feed Science Technology**, v.61, p.89-112, 1996.

THOMAS, M.; VAN-VLIET, T.; VAN-DER-POEL, A. F. B. Physical quality of pelleted animal feed – Contribution of feedstuff components. **Animal Feed Science Technology**, v. 70, p.59-78, 1998.

TÓFOLI, C. A.; BERTO, D. A.; TSE, M. L. P.; WECHSLER, F. S.; SILVA, A. N. R.; TRINDADE NETO, M. A. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes teores de óleo para leitões na fase de creche. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1206-1213, 2006.

TRINDADE NETO, M. A.; BARBOSA, H. P.; PETELINCAR, I. M.; SCHAMMASS, E. A. Dietas para leitões nas fases de creche e diferentes idades ao desmame. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.02, p.687-695, 2002.

TRINDADE NETO, M. A.; BARBOSA, H. P.; PETELINCAR, I. M.; SCHAMMASS, E. A. Efeito do processamento e nível de proteína em dietas com milho e soja no desempenho de leitões desmamados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p.427-435, 2003.

TSE, M. L. P.; BERTO, D. A.; TÓFOLI, C. A.; WECHSLER, F. S.; TRINDADE NETO, M. A. Valor nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes graus de moagem para leitões na fase de creche. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1214-1221, 2006.

WOLF, P.; RUST, P.; KAMPHUES, J. How to assess particle size distribution in diets for pigs? **Livestock Science**, v.133, p.78-80, 2010.

WONDRA, K. J.; HANCOCK, J. D.; BEHNKE, K. C.; HINES, R. H. Effects of dietary buffers on growth performance, nutrient digestibility and stomach morphology in finishing pigs. **Journal Animal Science**, v. 73, p.414-420, 1995a.

WONDRA, K. J.; HANCOCK, J. D.; BEHNKE, K. C.; STARK, C. R. 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, p.2564- 2573, 1995b.

XING, J. J.; VAN HEUGTEN E.; LI D. F.; TOUCHETTE, K. J.; COALSON, J. A.; ODGAARD, R. L.; ODLE, J. Effects of emulsification, fat encapsulation, and pelleting on weanling pig performance and nutrient digestibility. **Journal Animal Science**, v.82, p.2601-2609, 2004.

ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Comunicado técnico, Embrapa suínos e aves. CT 215, p. 1-5,1996.

ZANOTTO, D. L.; GUIDONI, A. L.; PIENIZ, L. C. **Granulometria do milho em rações para engorda de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. CT 9,p.1-3, 1999.

ZANOTTO, D. L.; NICOLAIEWSKY, S.; FERREIRA, A. S.; GUIDONI, A. L.; LIMA, G. J. M. M. Granulometria do milho na digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.3, p.428-436, 1995.