

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

**ASPECTOS FÍSICOS DA RAÇÃO E SUAS IMPLICAÇÕES NO DESEMPENHO,
DIGESTIBILIDADE E DESENVOLVIMENTO DO TRATO GASTRINTESTINAL
DE PERUS**

ANDRÉ FAVERO

**Dissertação apresentada como um dos
requisitos à obtenção do grau de Mestre
em Ciências Veterinárias, Curso de Pós-
Graduação em Ciências Veterinárias,
Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná.**

**Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka
Co-orientador: Prof. Dr. Fabiano Dahlke**

**Curitiba
Fevereiro 2009**

Favero, André

Aspectos físicos da ração e suas implicações no desempenho, digestibilidade e desenvolvimento do trato gastrintestinal de perus / André Favero. — Curitiba, 2009.

69 f.

Orientador: Alex Maiorka.

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

1. Peru (Ave) – Alimentação e rações. 2. Nutrição animal. 3. Rações. I. Título.

CDU 636.592.084

CDD 636.592

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada "ASPECTOS FÍSICOS DA RAÇÃO E SUAS IMPLICAÇÕES NO DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E DESENVOLVIMENTO DO TRATO GASTROINTESTINAL DE PERUS" apresentada pelo Mestrando ANDRÉ FAVERO, declare ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 78 da Resolução nº 62/03-CEPE/UFPR, que considerou o candidato APTO para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Produção Animal.

Curitiba, 17 de fevereiro de 2009


Prof. Dr. Alex Maiorke
Presidente/Orientador


Prof. Dr. Sebastião Aparecido Borges
Membro


Dr. Everton Luis Krabbe
Membro

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Alceu e Elizete, com
muita gratidão dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela fé, força e saúde, os quais foram de vital importância para a realização deste trabalho.

Aos meus pais Alceu Favero e Elizete Bortoli Favero, que sempre me apoiaram e incentivaram na busca de meu aperfeiçoamento pessoal e profissional, superaram a distância que nos separava e longos períodos de ausência, muito obrigado, amo vocês.

Ao professor Dr. Alex Maiorka, que muito mais do que orientador foi um grande amigo e incentivador, obrigado por todos os valiosos conselhos, diálogo e oportunidades durante o curso de pós-graduação.

À empresa Perdigão Agroindustrial S.A., nas pessoas de Rafael Fernando Sens e Keysuke Muramatsu, pelo apoio e auxílio na realização deste trabalho.

À professora Dra. Ana Vitória Fischer da Silva e aos professores Dr. Fabiano Dahlke, Dr. Marson Bruck Warpechowski e Dr. Sebastião Aparecido Borges, por todos os ensinamentos, companheirismo e auxílio na execução dos experimentos.

Aos colegas de mestrado Anne Karoline Japp, Ananda Félix, Chayane da Rocha, Ewerton Zanelato, Marcelo Huber, Marcelo Moraes, Matias Appelt, Rafael Fernando Sens, Rosiane de Oliveira e, em especial ao meu companheiro de jornadas na fazenda, Régis Fernando Pastorelo Meurer ou popular “Cenoura e/ou Rabanete”, mais que colegas, formamos um belo grupo de amigos.

A toda equipe do laboratório de Nutrição Animal da UFPR, em especial, Aldo, Cleusa, Hair, Marcelo e Rui pelo apoio, ensinamentos e principalmente paciência.

A todos os alunos de graduação e estagiários voluntários em avicultura, os quais auxiliaram sem medir esforços e tornaram possível a condução e execução dos experimentos a campo, meu muito obrigado. Aos colegas de apartamento Carlos e Eduardo, interioranos como eu, agradeço pelo convívio e amizade.

A minha namorada Viviane Grutzmacher Azeredo pela compreensão e paciência.

À Universidade Federal do Paraná e demais professores, funcionários e colaboradores do curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida.

ASPECTOS FÍSICOS DA RAÇÃO E SUAS IMPLICAÇÕES NO DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E DESENVOLVIMENTO DO TRATO GASTRINTESTINAL DE PERUS

Autor: André Favero

Orientador: Alex Maiorka

RESUMO

Foi conduzido um experimento para avaliar a influência do tamanho de partícula do milho (Diâmetro Geométrico Médio – DGM) e forma física da ração no desempenho, uniformidade, pH intestinal, alometria de órgãos digestivos, retenção e metabolização de nutrientes em perus de 1 a 21 dias de idade. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3 sendo duas formas físicas (triturada e micro-pelete) e três tamanhos de partícula de milho (DGM - 380, 606 e 806 μ m) as quais foram classificadas como pequena, média e grossa e obtidas moendo o milho em moinho de martelos com peneiras de 1,8; 3,0 e 3,5mm, respectivamente. Cada tratamento possuía seis repetições de dez perus machos, da linhagem B.U.T.A 9, manejados com água e ração *ad libitum* durante todo o período experimental. As dietas foram a base de milho, farelo de soja, soja micronizada e farinha de vísceras, formuladas de acordo com as exigências nutricionais recomendadas pela linhagem utilizada. A forma física da ração teve efeito significativo no consumo de ração de 1 a 7 dias de idade, os tratamentos alimentados com dietas micro-peletizadas de 1,8mm de diâmetro apresentaram um menor consumo de ração, o que resultou em um menor peso relativo de moela e intestino delgado aos oito dias de idade. Os efeitos de tamanho de partícula de milho foram observados indiferentemente da forma física, rações produzidas com DGM de milho de 606 μ m promoveram um maior ganho de peso e consumo de ração, enquanto que o DGM de 380 μ m ocasionaram um menor peso relativo de moela aos oito dias de idade e pior uniformidade dos perus a partir dos 14 dias de idade. O tamanho de partícula do milho não afetou o pH intestinal, entretanto teve influencia significativa na retenção de matéria-seca, nitrogênio e na metabolizabilidade do extrato etéreo. A energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) não foram influenciadas pelos tratamentos embora rações produzidas com partículas de 806 μ m proporcionaram um aumento na EMA e EMAn comparados aos de 380 μ m na ordem de 53 e 44 kcal/kg de ração, respectivamente.

Palavras-chave: desempenho, micro-peletizada, perus, tamanho de partícula, triturado.

¹ Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias – Produção Animal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, (75p.) Fevereiro de 2009.

**PHYSICAL ASPECTS OF RATION AND YOUR IMPLICATIONS IN THE
PERFORMANCE, DIGESTIBILITY AND THE GASTROINTESTINAL TRACT
DEVELOPMENT OF TURKEYS**

Author: André Favero
Advisor: Alex Maiorka

ABSTRACT

An experiment was conducted to evaluate the influence of particle size of corn (Geometric Mean Diameter - GMD) and feed form on performance, uniformity, intestinal pH, allometry of the digestive organs, retention and metabolism of nutrients in turkeys from 1 to 21 days of age. The experimental design was a randomized into 2 x 3 factorial arrangement with two feed forms (crumble and micro-pellets) and three particle sizes of corn (GMD- 380, 606 and 806 μ m) which were classified as small, medium and large and obtained grinding corn in the hammer mill using sieves of 1.8, 3.0 and 3.5 mm respectively. Each treatment had six replicates of ten male turkeys, BUTA 9, managed with food and water *ad libitum* throughout the experimental period. The diets were based on corn, soybean meal, micronized soybean meal and poultry meal, formulated according to the nutritional requirements exceeding by the genealogy recommendations. The feed form of diet had significant effect on feed intake from 1 up to 7 days, the treatments fed with micro-pelleted, diameter of 1,8mm had a lower feed intake, resulting in a lower relative weight of gizzard and small intestine at eight days. The effects of particle size of corn were observed regardless of feed form, feeds produced with corn 606 μ m GMD increased body weight gain and feed intake, whereas the GMD of 380 μ m caused a lower relative weight of gizzard at eight days and a poor uniformity of turkeys from 14 days of age. The corn particle size did not affect the intestinal pH, but had significant influence on the retention of dry-matter, nitrogen, and ether extract metabolism. The apparent metabolizable energy (AME) and apparent corrected for nitrogen (EMAn) were not affected by treatments although diets produced with particles of 806 μ m increase EMA and EMAn compared to particles of 380 μ m in the order of 53 and 44 kcal/kg of ration, respectively.

Key words: crumble, micro-pellets, particle size, performance, turkeys.

¹ Master of Science Dissertation in Animal Science, Universidad Federal of Parana, Curitiba, PR, Brazil, (75p.) February of 2009.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Composição (g/kg) da ração experimental de 1 a 21 dias de idade. | 39 |
| Tabela 2. Percentagem de retenção em peneiras de rações trituradas produzidas com milho de diferentes tamanhos, expressos pelo diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas. | 40 |
| Tabela 3. Concentração de finos (%) e durabilidade de peletes (PDI) de rações micro-peletizadas (1,8mm de diâmetro) produzidas com milho de diferentes tamanhos, expressos pelo diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas. | 40 |
| Tabela 4. Efeito do tamanho de partículas do milho e forma física do alimento sobre o consumo de ração e ganho de peso de perus de 1 a 21 dias de idade. | 44 |
| Tabela 5. Efeito do tamanho de partículas e forma física da ração sobre a conversão alimentar e uniformidade de perus de 1 a 21 dias de idade. | 45 |
| Tabela 6. Influência do tamanho de partícula e forma física no peso relativo da moela, fígado, intestino delgado e pH intestinal de perus aos 8 dias de idade. | 47 |
| Tabela 7. Composição (g/kg) da ração experimental de 1 a 21 dias de idade. | 58 |
| Tabela 8. Percentagem de retenção em peneiras de rações trituradas produzidas com milho de diferentes tamanhos, expressos pelo diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas. | 59 |
| Tabela 9. Concentração de finos (%) e durabilidade de peletes (PDI) de rações micro-peletizadas (1,8mm de diâmetro) produzidas com milho de diferentes tamanhos, expressos pelo diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas. | 59 |
| Tabela 10. Influência do tamanho de partícula do milho e forma física da ração sobre o coeficiente de retenção da matéria seca (MS), nitrogênio (N) e metabolizabilidade do extrato etéreo (EE) de perus dos 16 aos 21 dias de idade. | 61 |
| Tabela 11. Influência do tamanho de partícula do milho e forma física da ração sobre a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) de perus de 16 a 21 dias de idade. | 63 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Influência da forma física da ração sobre o consumo de ração semanal para perus de 1 a 21 de idade.42
- Figura 2. Debicagem parcial do bico superior de perus, realizada no incubatório, e um possível rompimento das ligações dos mecanoreceptores com o hipotálamo.43

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---------|---|
| BN | balanço de nitrogênio |
| B.U.T.A | British United Turkeys of America |
| CV% | coeficiente de variação em percentagem |
| DGM | diâmetro geométrico médio |
| DPG | desvio padrão geométrico |
| EB | energia bruta |
| EMA | energia metabolizável aparente |
| EMAn | energia metabolizável aparente corrigida para BN |
| EE | extrato etéreo |
| G | Grama |
| HCl | ácido clorídrico |
| Kcal | Quilocalorias |
| Kg | Quilogramas |
| Kcal/Kg | quilocalorias por quilograma |
| Kg/Kwh | quilogramas por quilowatt hora |
| MM | moinho de martelos |
| Mm | Milímetros |
| MR | moinho de rolos |
| MS | matéria seca |
| PB | proteína bruta |
| PDI | pellet durability index |
| TGI | trato gastrintestinal |
| °C | graus centígrados |
| % | Percentagem |
| µm | micrometro ou micron |

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| RESUMO | VI |
| ABSTRACT..... | VII |
| LISTA DE TABELAS | 1 |
| LISTA DE FIGURAS..... | 2 |
| LISTA DE ABREVIATURAS..... | 3 |
| CAPÍTULO 1 | 6 |
| 1.1 INTRODUÇÃO GERAL | 6 |
| 1.2 OBJETIVOS | 7 |
| CAPÍTULO 2 | 8 |
| ASPECTOS FÍSICOS DA RAÇÃO: IMPLICAÇÕES NA DIGESTÃO E DESEMPENHO DAS AVES | 8 |
| - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -..... | 8 |
| RESUMO | 8 |
| ABSTRACT..... | 9 |
| 2.1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2.2 MOAGEM DE INGREDIENTES..... | 11 |
| 2.2.1 Tamanho e uniformidade de partículas..... | 12 |
| 2.2.2 Forma física | 13 |
| 2.2.3 Tamanho de partícula x Forma física | 14 |
| 2.3 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO | 16 |
| 2.3.1 Consumo de ração..... | 16 |
| 2.3.2. Ganho de peso e conversão alimentar..... | 18 |
| 2.4 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DO TGI EM RELAÇÃO ÀS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA DIETA | 19 |
| 2.5 TAXA DE PASSAGEM | 22 |
| 2.6 DIGESTIBILIDADE | 23 |
| 2.7 IMPLICAÇÕES | 25 |
| REFERÊNCIAS..... | 26 |
| CAPÍTULO 3 | 33 |
| INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE PARTÍCULA E FORMA FÍSICA DA RAÇÃO NO DESEMPENHO, UNIFORMIDADE E DESENVOLVIMENTO DO TRATO DIGESTIVO DE PERUS NA FASE INICIAL | 33 |
| RESUMO | 33 |
| ABSTRACT..... | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 3.1 INTRODUÇÃO | 35 |
| 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 37 |
| 3.2.1 Animais e manejo experimental | 37 |
| 3.2.2 Processamento das dietas..... | 38 |
| 3.2.3 Alometria dos órgãos digestivos e pH | 40 |
| 3.2.4 Delineamento Experimental | 41 |
| 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 41 |
| 3.4 CONCLUSÕES | 48 |
| REFERÊNCIAS..... | 50 |
| CAPÍTULO 4 | 53 |
| INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE PARTÍCULA DO MILHO E FORMA FÍSICA DA RAÇÃO SOBRE A RETENÇÃO E METABOLIZAÇÃO DE NUTRIENTES DE PERUS JOVENS..... | 53 |
| RESUMO | 53 |
| ABSTRACT..... | 54 |
| 4.1 INTRODUÇÃO | 55 |
| 4.2 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 56 |
| 4.2.1 Animais e manejo experimental | 56 |
| 4.2.2 Processamento das dietas..... | 56 |
| 4.2.3 Retenção e metabolizabilidade de nutrientes..... | 59 |
| 4.2.4 Delineamento Experimental | 60 |
| 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 60 |
| REFERÊNCIAS..... | 65 |
| CAPÍTULO 5 | 67 |
| IMPLICAÇÕES..... | 67 |
| VITA | 69 |

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

Em avicultura, assim como nas demais áreas de produção animal, a busca por bons índices produtivos que proporcionem boa rentabilidade e tornem o setor competitivo tem sido um dos desafios das empresas avícolas. O desenvolvimento científico e tecnológico tem auxiliado os nutricionistas na tomada de decisões frente aos mais diferentes questionamentos que surgem à medida que novas tecnologias são lançadas no mercado.

A avaliação dos aspectos físicos da ração embora um parâmetro relativamente simples de ser avaliado em algumas ocasiões passa despercebido. Entender as alterações anato-fisiológicas desencadeadas pela granulometria e forma física da ração em aves auxiliam no momento de escolher o melhor tamanho de partícula e forma física dentro da realidade de cada empresa. A adequação da moagem de grãos, na maioria das vezes, necessita de baixos investimentos e a redução no gasto de energia elétrica e maior rendimento do moinho podem ser significativos economicamente.

O surgimento de rações micro-peletizadas para animais nas fases iniciais motivaram a realização deste trabalho em perus particularmente por dois motivos principais: primeiramente devido a fase inicial ser um período crítico na produção de perus e requerer um manejo diferenciado, e em segundo lugar, ser uma área bastante carente de pesquisa no Brasil. O uso de rações na forma farelada, não é usual e provavelmente economicamente inviável por limitar o consumo de ração causado pela baixa preferência de perus consumirem rações pulverulentas. O que vem sendo utilizado, são rações trituradas (peletizadas e posteriormente trituradas em moinho de rolos) as quais apresentam resultados satisfatórios na fase inicial, porém, observa-se que com o decorrer da idade o consumo começa a ser afetado pela quantidade de finos que esta forma de ração apresenta.

A granulometria da ração triturada pode refletir no desempenho animal e em casos extremos resultar em perdas econômicas. Quando há seleção de partículas de alimento, partículas maiores são preferidas o que geralmente gera um desbalanço nutricional pois na porção fina da ração geralmente há maior concentração dos macros e micro-minerais da dieta.

A melhora na eficiência da utilização dos ingredientes contidos na ração pode estar relacionada com o tamanho de partícula dos cereais em grão os quais resultam em alterações nos processos de ingestão, digestão e absorção dos nutrientes, sendo assim, esses efeitos estão relacionados com a excreção de nutrientes gerando impacto ambiental.

1.2 OBJETIVOS

Avaliar os efeitos do tamanho de partícula do milho e a forma física da ração em perus na fase inicial sobre o desempenho zootécnico, alometria de órgãos digestivos, pH intestinal e na retenção e metabolização de nutrientes.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS FÍSICOS DA RAÇÃO: IMPLICAÇÕES NA DIGESTÃO E DESEMPENHO DAS AVES

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -

RESUMO

Em aves, a composição da ração e sua estrutura física são fatores importantes e necessários para sustentar uma ingestão e digestão adequada dos nutrientes no período pós-eclosão, assegurando boa alimentação dos animais e estimulando um bom desenvolvimento e/ou evitarem um subdesenvolvimento do trato gastrintestinal. Embora o assunto já seja discutido há muitos anos, os efeitos do tamanho de partícula dos ingredientes e a forma física da ração não estão totalmente elucidados. O entendimento técnico dos efeitos físicos da dieta sobre as possíveis alterações fisiológicas e conseqüentemente no desempenho das aves se faz necessário uma vez que novos equipamentos e alternativas surgem na indústria de processamento de rações.

Palavras-chave: alterações fisiológicas, desempenho, forma física, tamanho de partícula.

PHYSICAL ASPECTS OF RATION: IMPLICATIONS ON THE DIGESTION AND PERFORMANCE OF POULTRY

ABSTRACT

In poultry, the composition of the diet and physical structure are important factors needed to maintain a proper intake and digestion of nutrients in the post-hatching, ensuring good animal feeding and stimulate a good development an/or avoid an underdevelopment of the gastrointestinal tract. Although the subject has been discussed for many years, the effects of the ingredients particle size and physical form of rations are not completely understood. The technical understanding of the physical effects of diet on the possible physiological changes and consequently the performance of poultry, is necessary since, new equipment and alternatives occur in industry feed-processing.

Key words: feed form, particle size, performance, physiological changes.

2.1 INTRODUÇÃO

O controle do consumo de alimento está relacionado com os sinais advindos dos receptores periféricos localizados no trato digestivo. Os principais fatores gástricos que contribuem para o controle do consumo de alimento estão relacionados aos receptores mecânicos e à capacidade física do trato gastrintestinal (TGI).

Os mecanoreceptores localizados nas mandíbulas superior e inferior do bico inervados pelos troncos sensoriais do nervo trigeminal controlam a apreensão e deglutição do alimento e parecem ser os responsáveis pela característica de seleção e preferência das aves. Moran (1982) sugere que as aves têm dificuldade para consumir partículas que sejam de tamanhos extremos em relação às dimensões anatômicas do seu bico. Além disso, estudos evidenciam que o tamanho de partícula e forma física do alimento podem influenciar a ingestão, a fisiologia do TGI e o desempenho produtivo das aves (Dahlke *et al.*, 2003; Parsons *et al.*, 2006; López *et al.*, 2007).

Imediatamente após a eclosão, o peso de proventrículo, moela e intestino delgado crescem rapidamente em relação ao peso dos demais órgãos e tecidos. Em frangos, o tamanho máximo relativo dos órgãos digestivos ocorre de 3 a 7 dias de idade (Dror *et al.*, 1977). Um bom desenvolvimento do TGI pode ser obtido por estratégias na alimentação destas aves como a escolha do alimento (Erener *et al.*, 2003), seqüência de alimentação (Rose *et al.*, 1995), dietas grosseiras (Nir *et al.*, 1995) e/ou a inclusão de grãos inteiros (Hetland *et al.*, 2002).

Desta forma, torna-se necessário o entendimento de possíveis alterações fisiológicas que possam ocorrer nas aves, em função das características físicas da dieta. A presente revisão tem por objetivo verificar as interferências nas respostas fisiológicas e desempenho zootécnico ocasionadas pelo tamanho de partícula dos ingredientes, forma física da ração e suas interações em rações para aves domésticas.

2.2 MOAGEM DE INGREDIENTES

Tradicionalmente, rações preparadas na avicultura, que envolve matrizes, poedeiras, frangos e perus nas suas diferentes fases, têm seus ingredientes moídos praticamente na mesma textura. Quando a ração é fornecida na forma farelada, este processo se justifica como prevenção à seletividade. Além disso, os ingredientes com grande variabilidade no seu tamanho afetam a mistura e sua homogeneização com os demais (Dahlke, 2000).

Existem dois moinhos comumente utilizados na moagem e trituração de ingredientes destinados à nutrição animal: o moinho de martelo (MM) e o moinho de rolos (MR), (Waldroup, 1997). Para a escolha de um moinho, deve-se levar em consideração os produtos que serão moídos, a faixa de variação do tamanho das partículas requerido, a capacidade de produção e a estrutura da fábrica de rações. O gasto de energia na produção e a capacidade de moagem das fábricas de rações irão determinar o tipo de moinho, bem como a peneira utilizada para a moagem dos ingredientes. Reece *et al.* (1986a) mostraram que a energia gasta para a moagem de milho em MM, pode ser reduzida em 35% se substituída a peneira de 4,76mm pela de 7,94 mm.

Reece *et al.* (1986b) demonstraram que a quantidade de milho que pode ser moída em MM com peneira de 3,18mm é de aproximadamente 280 kg/kw hora. Quando há a substituição pela peneira de 6,35 mm, a produção é de aproximadamente, 440 kg/kw hora, enquanto que a peneira de 9,53 mm produz 640 kg/kw hora. Neste estudo, ficou demonstrada uma redução de energia na ordem de 56% entre a moagem fina e grossa. Flemming *et al.* (2002) observaram redução de 73,45% no gasto com energia elétrica e um aumento no rendimento de moagem de 60,88% quando aumentaram a granulometria média do milho de 0,60mm para 1,20mm.

O tamanho de partículas resultante de uma moagem é influenciado pelo tipo de grão, sendo que alguns estudos mostram que a moagem de diferentes grãos, num mesmo

moinho, em condições similares, gerou produtos com partículas de diferentes tamanhos (Nir *et al.*, 1995). Lentle *et al.* (2006) verificaram que houve uma diferença no diâmetro geométrico médio (DGM) do trigo moído no mesmo moinho, ou seja, o DGM a ser obtido não é somente dependente da abertura de peneiras, distância entre martelos e potência do moinho utilizado, pode ser dependente da dureza dos grãos (Dobraszczyk *et al.*, 2002; Carre, 2004), umidade, teor de óleo, entre outros fatores.

2.2.1 Tamanho e uniformidade de partículas

A distribuição do tamanho das partículas de um alimento apresentado na forma farelada deve ser caracterizada de acordo com o tamanho e uniformidade das partículas que são expressas pelo DGM e pelo desvio-padrão geométrico (DPG) que tem por base estimar a amplitude de dispersão do tamanho das partículas (Zanotto & Bellaver, 1996). O tamanho, a forma e as estruturas das partículas de uma dieta podem influenciar a digestibilidade dos nutrientes, a dispersibilidade dos nutrientes na massa da dieta, a densidade da mesma, a qualidade dos peletes, a fluidez dos ingredientes no sistema de mistura, o transporte, o fornecimento da dieta nos comedouros e a energia consumida na moagem (Ribeiro *et al.*, 2002).

Deve ser lembrado que, não somente o tamanho de partícula é importante neste processo, mas também a uniformidade no tamanho de partículas é relevante para determinar a sua influência no desempenho das aves (Amerah *et al.*, 2007a). Apesar de ser um tema bastante importante, pouca atenção se tem dado à uniformidade das partículas. Segundo Nir *et al.* (1995), a consideração do DPG nas avaliações de granulometria é recomendada, sendo que quanto menor este valor, melhor o desempenho dos frangos. Uma maior uniformidade das partículas poderá resultar em um menor tempo das aves procurando e selecionando partículas maiores, beneficiando assim o seu desempenho. Nir

et al., (1994a) mostrou que, frangos alimentados com dietas fareladas de baixo DPG tiveram o melhor ganho de peso e conversão alimentar, comparado às que recebiam dieta com DPG maior.

2.2.2 Forma física

A opção de diferentes formas físicas de rações existentes, farelada, peletizada, peletizada-triturada e mais recentemente micro-peletizada e extrusada. Isso permite que as trocas de rações sejam gradativas e sem grandes alterações no que diz respeito a sua forma, proporcionando, assim, um menor impacto no consumo de ração. Os principais fatores que influenciam o consumo de alimento são relativos, primeiramente a fome e saciedade, e posteriormente, os efeitos da forma física da dieta (Amerah *et al.*, 2007a).

O frango moderno possui um ciclo de produção relativamente curto, logo, a forma física da dieta tem grande importância, uma vez que, as aves podem demorar até 48 horas para assimilar mudanças bruscas na forma física da ração (Ferket & Gernat, 2006). Yo *et al.* (1997), trabalhando com frangos de 14 dias de idade em situação de livre escolha para balanceamento da dieta, avaliaram o efeito da troca repentina da forma física de um concentrado protéico. Quando houve a troca de forma física (farelada para peletizada), as aves reduziram drasticamente o consumo de ração durante as primeiras 24 horas, equilibrando-o somente após três dias de adaptação. Segundo o autor, este período foi necessário para os mecanorreceptores do bico se adaptarem a nova forma física da ração. Considerando-se o ciclo de 42 dias de um frango, esta mudança na dieta refletiu em menor consumo de ração durante 7,14% do tempo de vida dessa ave.

Rações na forma peletizada aumentaram o consumo de ração e o ganho de peso em frangos (Engeberg *et al.*, 2002; Svihus *et al.*, 2004a). Entretanto, para que os benefícios da peletização da ração no desempenho sejam alcançados é necessário que esta chegue até o

comedouro na sua forma íntegra ou pelo menos com baixa percentagem de finos (peletes desagregados), caso contrário, os resultados vão ser menos proeminentes. Sendo que à medida que aumenta a concentração de finos os resultados assemelham-se aos de uma dieta na forma farelada. Maiorka (1998) relata que a presença de 10 a 15% de finos na ração é considerada normal em uma fábrica de rações.

McKinney & Teeter (2004), trabalhando com diferentes proporções de peletes e finos na dieta (100/0; 80/20; 60/40; 40/60; 20/80 e farelada) de frangos de corte associaram uma eficiência calórica adicional de 111 kcal de EM/kg de ração quando uma ração peletizada passou de 20 para 100% de peletes íntegros. Esses resultados se sustentam na teoria de que as aves, ao se alimentarem com dietas peletizadas, têm um menor gasto energético para a apreensão e deglutição da ração (Nir *et al.* 1994b), maior retenção de energia metabolizável aparente (Maiorka, 1998), mobilizando assim, esse menor gasto energético de manutenção para a produção. Perus parecem apresentar maior sensibilidade com respeito a qualidade de peletes e quantidade de finos na dieta em relação a frangos. Proudfoot & Hulan (1982) observaram que à medida que foi aumentando a quantidade de finos em rações peletizadas para perus, as perdas em ganho de peso e conversão alimentar foram bastante acentuadas.

2.2.3 Tamanho de partícula x Forma física

Tendo em vista que muitas das rações produzidas são peletizadas, algumas peletizadas-trituradas, tem-se dado atenção especial ao tamanho de partícula dos grãos e suas possíveis interações no processo de peletização. O assunto é alvo de grande discussão, uma vez que existe grande divergência entre o que as indústrias que peletizam preconizam e os dados científicos encontrados. O que existe em comum entre ambos é que todos buscam uma boa integridade e/ou durabilidade de peletes, pois existe uma correlação positiva entre a durabilidade de peletes e a eficiência alimentar das aves (Carre *et al.*,

2005).

Em alguns relatos, a durabilidade de peletes é inversamente proporcional ao tamanho de partículas (Angulo *et al.*, 1996). Baseado nesta informação, um menor tamanho de partícula dos ingredientes oferece mais superfície para a absorção de umidade proveniente do vapor, resultando em melhor lubrificação e aumento da taxa de produção. Por outro lado, partículas de tamanho maior resultam em pontos naturais de quebra dos peletes, criando mais finos (Behnke, 2001). Entretanto, poucas evidências científicas sustentam esta teoria (Waldroup, 1997) e, são encontrados trabalhos mostrando que a moagem grosseira dos grãos não prejudica a durabilidade dos peletes (Reece *et al.*, 1986b; Svihus *et al.*, 2004a; Peron *et al.*, 2005).

Reece *et al.* (1986a), estudando o efeito de três diferentes graus de moagem (3,18, 6,5 e 9,53 mm de diâmetro de abertura da peneira em MM) sobre a qualidade de peletes, constataram que, peletes produzidos com milho moído em peneira de 9,53 mm foram significativamente mais duráveis do que aqueles processados com milho finamente moído (3,18mm). As contradições nas informações relatadas podem ser devidas à interferência de outros fatores que afetam a durabilidade dos peletes como a quantidade de proteína e óleo na deita (Briggs *et al.*, 1999), tempo no condicionador, resfriador, secador e especificações da matriz (Behnke, 1996).

Aparentemente, mesmo após a compactação pela peletização, a granulometria dos ingredientes continua influenciando no desempenho (Nir *et al.*, 1995; Dahlke, 2000). Nir (1987) trabalhou com frangos machos, alimentados com dieta à base de sorgo, moído em MM (3,0mm de diâmetro de abertura de peneiras) ou MR, e após peletizado. Quando foi estudada a interação entre o método de moagem e a forma física da ração foi visível o benefício em ganho de peso e consumo de ração para dietas peletizadas, produzidas em MR. O efeito positivo da moagem em MR parece ser aditivo quando a dieta é peletizada.

Segundo o autor, a granulometria continua sendo importante porque o pelete se dissolve no papo, imediatamente depois de ingerido, e tem seu trânsito igual à ração farelada nos segmentos restantes do trato gastrintestinal.

As avaliações já realizadas sugerem que, o tamanho de partícula dos grãos é mais crítica em rações fareladas do que em peletizadas e trituradas (Nir *et al.*, 1995; Svihus *et al.*, 2004a; Peron *et al.*, 2005). Dahlke (2000) observou em seu trabalho que o aumento do DGM de 0,336 para 1,12mm, independente da forma física, aumentou o consumo de ração, ganho de peso e melhorou a conversão alimentar. No entanto, verificou que o efeito da granulometria é mais visível nas rações fareladas do que nas peletizadas e os benefícios da peletização são mais evidenciados em relação à farelada, quando em ambas os ingredientes são finamente moídos. Dietas fareladas grosseiras diminuem as diferenças de desempenho em relação às peletizadas, basicamente devido a maior facilidade de a ave ingerir e deglutir partículas de maior tamanho.

2.3 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

2.3.1 Consumo de ração

As aves têm preferência por partículas de maior tamanho (Schiffman, 1968), independente da idade (Portella *et al.*, 1988) e, à medida que a idade das aves aumenta, o tamanho de partículas preferido pelas aves aumenta gradativamente (Nir *et al.*, 1994c) ou seja, existe uma correlação direta entre o tamanho do bico e o tamanho de partícula desejada.

Castro *et al.* (1991) observaram uma preferência de ingestão de partículas de tamanho médio (0,35mm de diâmetro), em frangos de corte entre 1 e 20 dias de idade e de rações com granulometria grosseira (2,38mm de diâmetro), no período de 20 a 50 dias de idade. Dahlke (2000), avaliando o comportamento ingestivo das aves durante o 24° e 25°

dia de idade, observou que, o consumo de ração apresentou flutuação durante o dia, independente da forma física ou tamanho de partícula. Quando comparadas dietas fareladas e peletizadas, foi verificada uma preferência pela ração peletizada, expressa em uma maior amplitude nos picos de consumo. Uma menor preferência pela ração finamente moída na forma farelada também pôde ser notada. Skinner-Noble *et al.* (2005) avaliaram os efeitos no comportamento alimentar de frangos, na fase de crescimento (23 a 36 dias de idade), em relação a forma física da ração (farelada e peletizada). Os resultados obtidos mostram que houve alterações no comportamento padrão das aves em função da forma física da ração, frangos alimentados com rações peletizadas diminuíram o tempo de consumo e aumentaram o tempo de descanso. Segundo os autores, esse maior tempo de descanso mobiliza o menor gasto energético de manutenção para energia líquida de produção.

Nir *et al.* (1990) verificaram que a capacidade de selecionar diferentes partículas do alimento manifesta-se na primeira semana de vida das aves e essa preferência é acentuada com o passar da idade. Nir *et al.* (1994a) confirmaram as observações anteriores trabalhando com frangos de 1 a 7 dias, utilizaram partículas grossas de milho ($>1,14$ mm), médias ($>0,64$ mm $<1,14$ mm) e finas ($<0,64$ mm) em uma ração isonutritiva e verificaram uma preferência pelas partículas médias, sendo que o tamanho de partícula que propiciou um melhor resultado teve um DGM de 0,769 mm; esses resultados são semelhantes aos encontrados por Flemming *et al.* (2002). López *et al.* (2007) relataram que a forma física influencia significativamente o consumo de ração em frangos, rações granuladas (peletizada-triturada) e expandidas-granuladas apresentaram maior consumo em relação a ração farelada, essa resposta sugere que rações fareladas podem limitar o consumo das aves e conseqüentemente seu desempenho.

2.3.2. Ganho de peso e conversão alimentar

Sabe-se que dietas peletizadas melhoram o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar em frangos independentemente da fonte de grãos. Essas melhoras são devidas a maior densidade da ração, melhora na digestibilidade do amido resultante das mudanças químicas ocorridas durante o processo de peletização, aumento no consumo, redução no desperdício e menor energia gasta na alimentação (Jensen, 2000).

Reece *et al.* (1986a) não encontraram diferenças no desempenho de frangos de corte na fase inicial, utilizando diferentes tamanhos de partículas de milho para rações peletizadas-trituradas. Svihus *et al.* (2004a) não observaram diferenças no desempenho quando peletizaram dietas com diferentes tamanhos de partículas de trigo. Esses resultados concordam com os encontrados por Peron *et al.* (2005), onde não encontraram diferenças no desempenho quando utilizaram dois DGM's (380 e 955 μ m) em dietas peletizadas. Amerah *et al.*, (2007b) não observaram diferenças significativas no desempenho de frangos de corte (1-21 dias) com dietas peletizadas (3mm) contendo diferentes tamanho de partículas (0,839 e 1,164mm), no entanto, essas mesmas dietas na forma farelada resultaram em um melhor ganho de peso em conversão alimentar para as aves alimentadas com a ração que tinha o maior DGM de trigo (1,164). A razão de não serem encontradas diferenças no desempenho quando utilizados diferentes tamanhos de partículas em rações peletizadas pode estar relacionada com a alteração no tamanho destas partículas ocasionada pelo processamento de peletização como recentemente relatado por Amerah *et al.*, (2007a; 2007b).

Jahan *et al.* (2006), avaliando o efeito da forma física no desempenho zootécnico de frangos dos 21 aos 56 dias de idade, alimentados com ração farelada, peletizada-triturada e peletizada, concluíram que o tratamento com ração peletizada-triturada obteve o melhor desempenho e menor custo de produção do frango produzido comparado aos demais. No entanto, trabalhos mostram um melhor resultado de ganho de peso e conversão alimentar

das dietas peletizadas em relação à farelada (Maiorka, 1998; Lecznieski *et al.*, 2001). Meinerz *et al.* (2001) trabalharam com oferta alimentar equalizada, ou seja, a quantidade ofertada de ração peletizada foi baseada no consumo de farelada e demonstraram que quando há imposição de restrição alimentar, o desempenho das aves alimentadas com ração peletizada torna-se semelhante ao observado com rações fareladas. Os autores concluem que o principal efeito da peletização é proporcionar maior consumo de ração, descaracterizando as teorias de melhor digestibilidade e/ou a maior eficiência de utilização da energia pela menor manutenção. Maiorka (1998) cita que é difícil separar os efeitos da peletização das dietas, uma vez que o efeito sobre o consumo de alimento interfere sobre todas as respostas.

2.4 ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DO TGI EM RELAÇÃO ÀS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA DIETA

A principal função da moela é a trituração mecânica do alimento (Hetland *et al.*, 2004), a qual esvazia seu conteúdo quando o tamanho de partículas foi reduzido em 15-40µm (Hetland & Svihus, 2001). Foi demonstrado que dietas com partículas finamente moídas podem inibir as contrações do TGI. Necropsia de frangos que tenham consumido rações com os ingredientes finamente moídos mostrou moelas atrofiadas e menos desenvolvidas, comparadas às que receberam dietas com partículas grosseiras. Isto mostra que em dietas finamente moídas, a moela irá funcionar muito mais como um órgão de trânsito, ao invés de um órgão de moagem (Cumming, 1994).

Nir & Ptchi (2001) relatam que o tamanho de partículas dos ingredientes tem uma correlação positiva com o peso de moela em rações fareladas. Entretanto, em rações peletizadas, os efeitos irão depender do tamanho de partículas que serão dissolvidas no papo, Svihus *et al.* (2004a) não encontraram efeito do tamanho de partículas sobre o peso

de moela quando peletizaram dietas contendo partículas variando de 600 a 1700 μm , sendo esses resultados similares aos encontrados por Engberg *et al.* (2002). Neste contexto, comparando a massa relativa de moela em frangos alimentados com dietas fareladas e peletizadas sob a mesma condição de granulometria inicial de ingredientes, Amerah *et al.*, (2007c), observaram uma menor massa relativa de moela quando as aves foram alimentadas com dietas peletizada. Após avaliarem a distribuição do tamanho de partículas das rações peletizadas, os autores verificaram que a proporção de partículas grandes diminuiu e a de pequenas aumentou na ração peletizada em relação à farelada de mesma granulometria inicial, sugerindo que o processo de peletização pode alterar o tamanho de partícula dos ingredientes durante o processamento.

Dahlke *et al.* (2003), trabalhando com diferentes tamanho de partículas (0,336mm, 0,585mm, 0,856mm e 1,12mm) e forma física de rações (farelada e peletizada), observaram uma resposta linear para peso de moela, ou seja, à medida que aumentava o tamanho de partículas da dieta, aumentava o peso de moela independente da forma física da ração. Os mesmos autores verificaram que o aumento da granulometria promoveu uma resposta quadrática em peso de duodeno e jejuno + íleo e de forma linear a altura de vilosidades e profundidade de cripta na mucosa de duodeno, os resultados encontrados corroboram com Sturkie (2000). Peron *et al.* (2005) trabalhando com tamanho de partículas de 380 e 955 μm em dietas peletizadas encontraram maior peso de moela para as aves alimentadas com ração contendo a moagem mais grosseira (955 μm).

Ferket (2000) demonstrou que partículas grosseiras melhoram o desenvolvimento de moela, aumentando assim a motilidade intestinal, como consequência os níveis de colocistoquinina liberados são maiores (Svihus *et al.*, 2004b), o que estimula a secreção de enzimas pancreáticas e o refluxo gastro-duodenal (Duke, 1992; Li & Owyang, 1993). Partículas grosseiras podem diminuir a taxa de passagem pela moela (Nir *et al.*, 1994b),

aumentar o tempo de exposição às enzimas digestivas, podendo assim melhorar a utilização de energia e digestibilidade dos nutrientes (Carre, 2004).

O pH é um dos fatores mais importantes que influenciam na atividade enzimática (McDermid *et al.*, 1988). Segundo Mai (2007), um menor pH no conteúdo do papo e proventrículo-moela ocasionados por dietas com tamanho de partículas maiores podem estar relacionados com um maior tempo de permanência do bolo alimentar na porção superior do TGI, sendo assim, ter a oportunidade de receber e absorver maior quantidade de HCL excretado a partir do proventrículo. Isto foi relatado por estudos feitos por Turk (1982), avaliando a atividade da glândula de secreção gástrica.

Já foi documentado que o baixo pH de moela pode aumentar a atividade de pepsina (Gabriel *et al.*, 2003) e melhorar a digestão de proteína. Também já foi sugerido que baixo pH no conteúdo da moela pode reduzir os riscos de coccidiose (Cumming, 1994), além de reduzir a proliferação de microorganismos indesejáveis ao longo do TGI, assegurando boa saúde intestinal (Engber *et al.*, 2002). Mai (2007) verificou diferenças significativas no pH do proventrículo-moela de frangos de corte em função do tamanho de partícula dos ingredientes, sendo o pH de 2,3 para ingredientes moídos de forma grosseira e 2,71 para os finamente moídos. Dahlke *et al.* (2003), trabalhando com diferentes tamanhos de partículas e forma física de ração, não encontraram diferenças significativas para o pH de moela embora o pH para partículas pequenas (0,338mm) foi de 3,78 e grandes (1,12mm) 2,78, uma amplitude maior do que a citada anteriormente.

A quantidade e atividade das enzimas digestivas em aves mudam com a dieta e com a idade dos animais (Pubols, 1991). Em estudo realizado por Mai (2007), foi demonstrado que a atividade de proteases no proventrículo de frangos de corte foi influenciada pela granulometria da dieta na fase inicial e não houve diferenças estatísticas durante a fase de crescimento. A atividade da protease na fase inicial foi mais elevada nas aves alimentadas

com dietas contendo partículas grosseiras.

Yasar (2003) avaliou o efeito de diferentes tamanhos de partículas de trigo (MM com peneiras de 4, 5, 6 e 7mm) sobre viscosidade e desenvolvimento intestinal de frangos; os resultados demonstram que a moagem de trigo na menor peneira ocasionou uma maior viscosidade no conteúdo ileal o qual prejudicou o desempenho provavelmente pela dificuldade de atuação das enzimas e conseqüentemente na absorção dos nutrientes da dieta pelas aves, o peso e comprimento relativos do intestino foi aumentado à medida que aumentou o tamanho de partículas do trigo.

2.5 TAXA DE PASSAGEM

A capacidade de digestão e absorção de nutrientes é dependente do tempo que o alimento permanece no intestino. Um longo tempo no intestino oportuniza a digesta um maior contato com as enzimas digestivas e sais biliares. O tempo disponível para contato entre partículas digeridas e as superfícies absorptivas pode influenciar a hidrólise e, portanto, a absorção de nutrientes e conseqüente captação da energia pelas aves (Mai, 2007). A absorção de nutrientes e o desempenho das aves são influenciados pela taxa de passagem da digesta (Uni *et al.*, 1995; Hetland & Svihus, 2001). Mai (2007) concluiu que o tempo de permanência do alimento nos diversos segmentos do trato gastrintestinal é dependente da estrutura do alimento ingerido, ou seja, do tamanho de partículas dos ingredientes.

Nir *et al.* (1994b) afirmaram que a passagem mais lenta do alimento resultante da ingestão de dietas com partículas maiores foi acompanhada por um consumo semelhante à dieta de partículas menores, porém com melhor taxa de crescimento. A presença de partículas grosseiras no intestino delgado proximal aumenta o antiperistaltismo e melhora a utilização dos alimentos (Nir *et al.*, 1995). Ferrando *et al.* (1987), trabalhando com casca de arroz e farelo de trigo como indicadores (íons metálicos ligados à fibra), concluíram que

além do tamanho, a resistência da partícula a quebra na moela, afeta a taxa de passagem em frangos.

2.6 DIGESTIBILIDADE

Embora a redução no tamanho de partículas dos cereais estejam relacionadas com um aumento na área de superfície e poder assim melhorar a digestão dos nutrientes, estudos relacionando tamanho de partícula, forma física da ração e digestibilidade dos alimentos são limitados e muitas vezes equivocados. Kilburn & Edwards (2001) relataram que a moagem fina do milho aumentou a metabolizabilidade verdadeira da energia em rações fareladas, mas o efeito contrário foi observado quando as rações foram peletizadas. Peron *et al.* (2005) constaram que a moagem fina do milho aumentou a digestibilidade do amido e a energia metabolizável aparente (EMA) comparado com moagens grosseiras. Há relatos que moagem grosseiras de milho aumenta a retenção de nitrogênio e lisina em frangos alimentados com rações fareladas (Parsons *et al.*, 2006). Amerah *et al.* (2007b) relataram que houve uma melhora na EMA quando a moagem de trigo foi grosseira, porém, o mesmo não ocorreu em dietas à base de milho. Porém, Svihus *et al.* (2004b) não encontraram nenhum efeito do tamanho de partículas de trigo sobre a EMA.

Uma relação negativa entre a dureza do trigo e a digestibilidade do amido em rações peletizadas foram relatadas por Carre *et al.* (2002; 2005). Esse efeito da dureza dos grãos foi atribuído a partículas de maior tamanho, as quais possuem uma redução na superfície de acessibilidade às enzimas digestivas (Carre *et al.*, 2005). Entretanto, Uddin *et al.* (1996) constataram que a EMA de rações peletizadas, à base de trigo, não foi afetada pela dureza do endosperma. A falta de relação entre a dureza dos grãos e a digestibilidade do amido e/ou EMA tem sido relatada por outros autores (Rose *et al.*, 2001; Pirgozliev *et al.*, 2003).

López *et al.* (2007) avaliaram o efeito da forma física da ração (farelada, granulada

e expandida-granulada) sobre a digestibilidade de nutrientes por meio de coleta total de excretas em frangos. A forma física da ração não influenciou a digestibilidade da matéria-seca, sendo estes resultados diferentes dos encontrados por Zadari (1990), que verificou um aumento na digestibilidade da matéria-seca em rações peletizadas em comparação a fareladas. Não foram observadas diferenças na metabolização da proteína bruta (PB) entre a ração farelada e granulada, enquanto que a ração expandida-granulada obteve maior metabolização da PB em relação à farelada e não diferindo da granulada. A metabolizabilidade do extrato etéreo (EE) foi maior nas rações processadas (sofreram ação de temperatura, umidade e pressão), onde dados semelhantes são relatos por Plavik & Sklan (1995). Segundo os autores, a melhora na metabolizabilidade da PB e EE podem estar relacionadas com as mudanças ocasionadas pelo processamento das rações, onde o efeito conjunto da temperatura e pressão podem ocasionar a ruptura da estrutura da parede celular fazendo-as mais digestíveis pelas enzimas do trato gastrointestinal (Peisker, 1994).

Os resultados contraditórios sobre o efeito do tamanho de partículas e forma física da ração na digestibilidade podem estar relacionados com o local de medição (ileal e/ou coleta total). As variáveis e efeitos adversos da microflora cecal na digestibilidade da proteína, por exemplo, têm sido reconhecidos (Ravindran *et al.*, 1999). Recentemente, entrou-se no consenso que o método de coleta de conteúdo ileal ao invés da coleta total de excretas é o método mais eficiente para a avaliação da digestibilidade dos alimentos em aves (Ravindran & Bryden, 1999).

Em termos de disponibilidade de minerais, parece preferível moagens mais grosseiras, pois partículas grosseiras de milho têm demonstrado melhora significativa no aproveitamento de cálcio, fósforo total e fósforo fítico pelas aves (Kasim & Edwards, 2000; Kilburn & Edwards, 2001). Charbeneau & Roberson (2004), trabalhando com perus e várias granulometrias de milho e farelo de soja, concluíram que as aves podem utilizar

melhor o fósforo da dieta com partículas grosseiras, especialmente quando a dieta possui baixos níveis de fósforo. No mesmo sentido, Kilburn & Edwards (2004), trabalhando com frangos de corte e tamanho de partículas de farelo de soja com DGM de 1,239 μ m e 891 μ m, verificaram que o maior tamanho de partícula aumentou os níveis plasmáticos de fósforo repercutindo, assim, em melhor aproveitamento.

2.7 IMPLICAÇÕES

O tamanho de partículas pode influenciar o consumo de ração, a digestão e absorção dos alimentos por acarretar alterações no comportamento alimentar e fisiologia digestiva das aves como: atividade enzimática, pH, desenvolvimento e tempo de permanência do alimento no TGI. Rações produzidas com partículas grosseiras proporcionam um maior desenvolvimento de moela o qual parece ser um órgão importante na motilidade gastrintestinal de frangos e perus.

A digestibilidade dos nutrientes pode ser influenciada pelas características físicas dos ingredientes e da ração. A granulometria dos ingredientes após o processo de peletização e seus efeitos ainda não estão totalmente esclarecidos e necessitam ser melhor estudados. O entendimento técnico das alterações ocorridas em função da granulometria e forma física da ração devem ser considerados no momento da fabricação de rações.

REFERÊNCIAS

AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G.; THOMAS, D.G. Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science Journal*, v.63, p.439-449, 2007a.

AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G.; THOMAS, D.G. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development and digesta parameters of broiler starters. *Poultry Science*, v.86, p.2615-2623, 2007b.

AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G. Influence of feed form on gizzard morphology and particle size spectra of duodenal digesta in broiler chickens. *Journal of Poultry Science*, v.44, p.175-181, 2007c.

ANGULO, E. ; BRUFAU, J. ; ESTEVE-GARCIA, E. Effect of a sepiolite product on pellet durability in pigs diet differing in particle size and in broiler starter and finisher diets. *Animal Feed Science and Technology*, v.63, p.25-34, 1996.

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

BEHNKE, K.C. Factors influencing pellet quality. *Feed Technology*, v.5, p.19-22, 2001.

BRIGGS, J.L.; MAIER, D.E.; WATKINS, B.A.; BEHNKE, K.C. Effect of ingredients and processing parameters on pellet quality. *Poultry Science*, v.78, p.1464-1471, 1999.

CARRE, B.; MELCION, J.P.; OURYT, F.X.; GOMEZ, J.; PLUCHARD, P. Relationships between digestibilities of food components and characteristics of wheats (*Triticum aestivum*) introduced as the only cereal source in a broiler chicken diet. *British Poultry Science*, v.43, p.404-415, 2002.

CARRE, B. Causes for variation in digestibility of starch among feedstuffs. *World's Poultry Science Journal*, v.60, p.76-89, 2004.

CARRE, B.; MULEY, J.P.; GOMEZ, J.; OURYT, F.X.; LAFFITTE, E.; GUILLOU, D.; SIGNORET, C. Soft wheat instead of hard wheat in pelleted diets results in high starch digestibility in broiler chickens. *British Poultry Science*, v.46, p.66-74, 2005.

CASTRO, P.P.P. et al. Comportamento alimentar de frangos de corte em função da granulometria do milho. In: Conferência APINCO 1991 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Anais... p.236-237, 1991.

CHARBENEAU, R.A.; ROBERSOM, K.D. Effects of corn and soybean meal particle size on phosphorus use in turkey polts. *Journal Applied of Poultry Research*, v.13, p.302-310, 2004.

CUMMING, R.B. Opportunities for whole grain feeding. IN: 9th European Poultry Conference, World Poultry Science Association, Anais... v.2, p.219-222, 1994.

DAHLKE, F. Tamanho da partícula do milho e forma física da ração para frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho, dinâmica intestinal e rendimento de carcaça. 2000. 98f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DAHLKE, F.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; LIMA, A.R.; MAIORKA, A. Effects of corn particle size and physical form of the diet on the gastrointestinal structures of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.5, p.61-67, 2003.

DOBRSZCZYK, B.J.; WHITWORTH, M.B.; VINCENT, J.F.V.; KHAN, A.A. Single kernel wheat hardness and fracture properties in relation to density and the modelling of fracture in wheat endosperm. *Journal of Cereal Science*, v.35, p.245-263, 2002.

DROR, Y.; NIR, I.; NITSAN, Z. The relative growth of internal organs in light and heavy breeds. *British Poultry Science*, v.18, p.493-496, 1977.

DUKE, G.E. Recent studie on regulation of gastric motility in turkeys. *Poultry Science*, v.81, p.1-8, 1992.

ENGBERG, R.M.; HEDEMANN, M.S.; JENSEN, B.B. The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens. *British Poultry Science*, v.43, p.569-579, 2002.

ERENER, G.; OCAK, N.; OZTURK, E.; OZDAS, A. Effect of different choice feeding methods based on whole wheat on performance of male broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, v.106, p.131-138, 2003.

FERRANDO, C.; VERGARA, P; JIMÉNEZ, M. Study of the rate of passage of food with chromium-mordanted plant cells in chickens (*gallus gallus*). *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, v.72, p.251-259, 1987.

FERKET, P. Feeding whole grains to poultry improves gut health. IN: *Feedstuffs USA*, v.4, p.12-14, 2000.

FERKET, P.; GERNAT, A.G. Factors that affect feed intake of meat birds: A Review. *International Journal of Poultry Science*. v.10, p.905-911, 2006.

FLEMMING, J.S.; MONTANHINI NETO, R.; ARRUDA, J.S.; FRANCO, S.G.; FLEMMING, R.; SOUZA, G.A.; FLEMMING, D.F. Ração farelada com diferentes granulometrias em frangos de corte. *Archives of Veterinary Science*, v.7, p.1-9, 2002.

GABRIEL, I.; MALLET, S.; LECONTE, M. Differences in the digestive tract characteristics of broiler fed on complete pelleted diet on whole added to pelleted protein concentrate. *British Poultry Science*, v.44, p.283-290, 2003.

HETLAND, H.; SVIHUS, B. Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. *British Poultry Science*, v.42, p.354-361, 2001.

HETLAND, H.; SVIHUS, B.; OLAISEN, V. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. *British Poultry Science*, v.2, p.416-423, 2002.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, v.60, p.415-422, 2004.

JAHAN, M.S; ASADUZZAMAN, M.; SARKAR, A.K. Performance of broiler fed on mash, pellet and crumble. *International Journal of Poultry Science*, v.3, p.265-270, 2006.

JENSEN, L.S. Influence of pelleting on the nutritional needs of poultry. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, v.13, p.35-46, 2000.

KASIN, A.B.; EDWARDS, H.M. Effect of sources of maize and maize particle sizes on the utilization of phytate phosphorus in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*, v.86, p.15-26, 2000.

KILBURN, J.; EDWARDS, H.M. The responses of broiler to the feeding of mash or pelleted diets containing maize of varying particle size. *British Poultry Science*, v.42, p.484-492, 2001.

KILBURN, J.; EDWARDS, H.M. The effect of particle size of commercial soybean meal on performance and nutrient utilization of broiler chicks. *Poultry Science*, v.83, p.428-432, 2004.

LECZNIESKI, J.L.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; PENZ Jr, A.M. Influência da forma física e do nível de energia da ração no desempenho e na composição de frangos de corte. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. v.9, p.6-11, 2001.

LENTLE, R.G.; RAVINDRAN, V.; RAVINDRAN, G.; THOMAS, D.V. Influence of feed particle size on the efficiency of broiler chickens fed wheat based diets. *Journal of Poultry Science*, v.43, p.135-142, 2006.

LI,Y.; OWYANG. C. Vagal afferente pathway mediates physiological action of cholecystokinin on pancreatic enzyme secretion. *Journal of Clinical Investigation*, v.92, p.418-424, 1993.

LÓPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C.; RODRIGUEZ, N.M.; CANÇADO, S.V. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.

MAI, A.K. Wet and coarse diets in broiler nutrition: Development of the GI tract and performance. 2007. 141p. PhD Thesis, Institute of Animal Sciences, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, the Netherlands.

MAIORKA, A. Efeito da forma física, níveis de energia em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis no desempenho e composição de carcaças de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade, 1998. 115p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

McDERMID, A.S.; MCKEE, A.S.; MARSH, P.D. Effect of environmental pH on enzyme activity and growth of bacteroides gingivalis W50. *Infection and Immunology*, v.56, p.1096-1100, 1988.

McKINNEY, L.J.; TEETER, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. Pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead zones. *Poultry Science*, v. 83, p.1165-1174, 2004.

MEINERZ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ JR. A.M.; KESSLER, A.M. Níveis de energia e peletização no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte com oferta alimentar equalizada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, p.2026-2032, 2001.

MORAN Jr., E.T. Comparative nutrition of the fowl and swine. In: *The Gastrointestinal Systems*, Anais..., p.185-198, 1982.

NIR, I. The influence of the degree and method of grinding on the performance of broiler chicks. In: *Proceedings of the 6th European Symposium on Poultry Nutrition*, Anais...,p.21-25, 1987.

NIR, I.; MELCION, J.P.; PICARD, M. Effect of particle size of sorghum grains on feed intake and performance of young broilers. *Poultry Science*, v. 69, p. 2177-2184, 1990.

NIR, I. ; SHEFET, G. ; ARONI, Y. Effect of particle size on performance. 1. Corn. *Poultry Science*, v.73, p.45-49, 1994a.

NIR, I.; TWINA, Y.; GROSSMAN, E.; NITSAN, Z. Quantitative effects of pelleting on performance gastrointestinal tract and behavior of meat-type chickens. *British Poultry Science*, v.35, p.589-602, 1994b.

NIR, I.; HILLEL, R.; SHEFET, G.; NITSAN, Z. Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. *Poultry Science*, v.73, p. 781-791, 1994c.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I.; SHEFET, G. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poultry Science*, v.74, p.771-783, 1995.

NIR, I.; PTICHI, I. Feed particle size and hardness: Influence on performance, nutritional, behavioral and metabolic aspects. In: *Proceedings of the 1st World Feed Conference, Anais...*, p.157-186, 2001.

PARSONS, A.S. ; BUCHANAN, N.P. ; BLEMINGS, K.P. ; WILSON, M.E. ; MORTIZ, J.S. Effect of corn particle size and pellet texture on broiler performance in the growing phase. *Journal Applied of Poultry Research*, v.15, p.245-255, 2006.

PEISKER, M. Influence of expansion on feed components. *Feed Mix*, v.2, p.26-31, 1994.

PERON, A.; BASTIANELLI, D.; OURY, F.X.; GOMEZ, J.; CARRE, B. Effects of food deprivation and particle size of ground wheat on digestibility of food components in broiler fed on a pelleted diet. *British Poultry Science*, v.46, p.223-230, 2005.

PIRGOZLIEV, V.R.; BIRCH, C.L.; ROSE, S.P.; KETTLEWELL, P.S.; BEDFORD, M.R. Chemical composition and the nutritive quality of different wheat cultivars for broiler chickens. *British Poultry Science*, v.44, p.464-475, 2003.

PLAVNIK, I; SKLAN, D. Nutritional effects of expansion and short time extrusion on feeds for broilers. *Animal Feed Science and Technology*, v.55, p.247-251, 1995.

PORTELLA, F.J.; CASTON, L.J.; LEESON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. *Canadian Journal of Animal Science*, v.68, p.923-930, 1988.

PROUDFOOT, F.G. & HULAN H.W. Feed texture effects on the performance of turkey broilers. *Poultry Science*, v.61, p.408, 1982.

PUBOLS, M.H. Ratio of digestive enzymes in the chick pancreas. *Poultry Science*, v.70, p.337-342, 1991.

RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L. Amino acids availability in poultry – in vitro and in vivo measurements. *Australian Journal of Agriculture Research*, v.50, p.889-908, 1999.

RAVINDRAN, V.; HEW, L.I.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W.L. A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the determination of amino acid digestibility in feed ingredients for poultry. *British Poultry Science*, v.40, p.266-274, 1999.

REECE, F.N.; LOTT, B.D.; DEATON, J.W. Effects of environmental temperature and corn particle size on response of broiler to pelleted feed. *Poultry Science*, v.65, p.636-641, 1986a.

REECE, F.N.; LOTT, B.D.; DEATON, J.W. The effects of hammer mill screen size on ground corn particle, pellet durability and broiler performance. *Poultry Science*, v.65, p.1257-1261, 1986b.

RIBEIRO, A.M.L.; MAGRO, N.; PENZ Jr, A.M. Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seus efeitos no desempenho e metabolismo. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.4, p.1-7, 2002.

ROSE, S.P.; FIELDEN, M.; FOOTE, W.R.; GARDIN, P. Sequential feeding of whole wheat to growing broiler chickens. *British Poultry Science*, v.36, p.97-111, 1995.

ROSE, S.P.; TUCKER, L.A.; KETTLEWELL, P.S.; COLLIER, J.D.A. Rapid tests of wheat starch in broiler chickens. *Journal of Cereal Science*, v.34, p.181-190, 2001.

SCHIFFMAN, H.R. Texture preference in the domestic chick. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, v.66, p.540, 1968.

SKINNER-NOBLE, D.O.; MCKINNEY, L.J.; TEETER, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: III. Feed form affects broiler performance by modifying behavior patterns. *Poultry Science*, v.84, p.403-411, 2005.

STURKIE, P.D. *Avian Physiology*, 5ª edição. Academic Press, San Diego, p.317-318, 2000.

SVIHUS, B.; KLOVSTAD, K.H.; PEREZ, V.; ZIMONJA, O.; SAHLSTROM, S.; SCHULLER, R.B. Physical and nutritional effects of pelleting of broiler chicken diets made from wheat ground to different coarsenesses by the use of roller mill and hammer mill. *Animal Feed Science and Technology*, v.117, p.281-293, 2004a.

SVIHUS, B.; JUVIK, E.; HETLAND, H.; KROGDAHI, A. Causes for improvement in nutritive value of broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. *British Poultry Science*, v.45, p.55-60, 2004b.

UDDIN, M.S.; ROSE, S.P.; HISCOCK, T.A.; BONNET, S. A comparison of the energy availability for chickens of ground and whole grain samples of two wheat varieties. *British Poultry Science*, v.37, p.347-357, 1996.

UNI, Z.; GAVOT, S.; SKLAN, D. Posthatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy- and light-strain chicks. *Poultry Science*, v.74, p.1622-1629, 1995.

WALDROUP, P.W. Particle size reduction of cereal grains and its significance in poultry nutrition. Technical Bulletin PO34. American Soybean Association, Singapore, 14 p., 1997.

YASAR, S. Performance, gut size and ileal digesta viscosity of broiler chickens fed with a whole wheat added diet and the diets with different wheat particle sizes. *International Journal of Poultry Science*, v.2, p.75-82, 2003.

YO, T.; SIEGEL, P.B.; GUERIN, H. Self-selection of dietary protein and energy by broilers grown under a tropical climate: effects of feed particle size on the feed choice. *Poultry Science*, v.76, p.1467-1473, 1997.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVAR, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso de rações de suínos e aves. EMBRAPA-CNPSA, Concórdia, 5p., (EMBRAPA-CNPSA. Comunicado técnico, 215), 1996.

ZATARI, I.M. Effects of pelleting diets containing sunflower meal on performance of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, v.30, p.121-129, 1990.

CAPÍTULO 3

INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE PARTÍCULA E FORMA FÍSICA DA RAÇÃO NO DESEMPENHO, UNIFORMIDADE E DESENVOLVIMENTO DO TRATO DIGESTIVO DE PERUS NA FASE INICIAL

RESUMO

Foi conduzido um experimento para determinar a influência do tamanho de partícula do milho (Diâmetro Geométrico Médio – DGM) e forma física da ração no desempenho, uniformidade, pH intestinal e alometria de alguns órgãos do trato gastrointestinal de perus. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições de 10 perus machos cada. Divididos em um arranjo fatorial 2 x 3, duas formas físicas de ração (triturada e micro-peletizada) e três tamanhos de partículas de milho (DGM - 380; 606; 806 μ m). Os três tamanhos de partículas foram obtidos moendo o milho em moinho de martelos utilizando peneiras de 1,8; 3,0 e 3,5mm. A dieta micro-peletizada possuía diâmetro de 1,8mm e a triturada obtida após trituração em moinho de rolos de uma ração peletizada com 4mm de diâmetro. Durante os primeiros 7 dias de idade, perus alimentados com dieta micro-peletizada tiveram um menor consumo de ração em comparação com a triturada o que impactou em um menor peso relativo de moela e intestino delgado. Já dos 14 aos 21 dias de idade dietas micro-peletizadas aumentaram o consumo de ração e ganho de peso, melhoraram a conversão alimentar aos 7 dias e de 1 a 21 dias de idade. Considerando a granulometria do milho, perus alimentados com milho de 606 μ m apresentaram um maior consumo de ração e ganho de peso, a uniformidade e o peso relativo de moela foi maior para as aves que receberam dietas produzidas com partículas de 606 e 806 μ m. Os efeitos de tamanho de partícula de milho foram independentes da forma física da ração. O pH e comprimento relativo do intestino delgado não foram influenciados pelos tratamentos. Este estudo mostra que micro-peletes de 1,8mm de diâmetro podem não ser a melhor opção para perus na primeira semana de vida e que rações produzidas com tamanho de partículas de 606 e 806 μ m podem ser interessantes no período inicial.

Palavras-chave: alometria de órgãos, dietas iniciais, micro-pelete, perus, triturada.

INFLUENCE OF FEED PARTICLE SIZE AND FEED FORM OF RATION ON PERFORMANCE, UNIFORMITY AND DIGESTIVE TRACT DEVELOPMENT OF STARTERS TURKEYS

ABSTRACT

An experiment was conducted to determine the influence of corn particle size (Geometric Mean Diameter – GMD) and feed form diets on performance, uniformity, pH intestinal and allometry of some gastrointestinal organs of turkeys. The experimental design was randomized with six treatments and six replicates of 10 male turkeys each one, divided into a 2 x 3 factorial arrangement, two feed form (crumble and micro-pellet) and three corn particle size (GMD - 380; 606; 806 μ m). The three particle size were achieved by grinding the whole corn in a hammer mill to pass through 1.8; 3.0 and 3.5mm sieves. The micro-pelleted diet had diameter of 1.8mm and the crumble diets obtained after crushing in a roller mill fed pellets with a diameter of 4mm. During the first 7 days, turkeys fed with micro-pelleted diet had a lower feed intake compared with the crumble diets which impacted in a lower relative weight of gizzard and small intestine. However, from 14-21 days of age birds fed with micro-pelleted diets increased feed intake, weight gain and improved the feed conversion ratio at 7 days and from 1-21 days of age. Considering the corn particle size, turkeys fed with corn of 606 μ m increased feed intake and weight gain, the uniformity and relative weight of gizzard was higher for birds fed diets produced with particles of 606 and 806 μ m. The effects of corn particle size, were independent of the feed form. The pH and relative length of the small intestine were not affected by treatments. This study shows that micro-pelletes diameter of 1,8mm cannot be the best option for turkeys during the first week of age and feed produced with particles size of 606 and 806 μ m can be useful in the initial period.

Key words: allometry of organs, crumble diets, initial diets, micro-pellets, turkey

3.1 INTRODUÇÃO

A fase inicial na produção de perus para corte é considerada crítica, tanto que, em sua cadeia produtiva foi designada uma categoria especial para esta fase denominado iniciadores, os quais criam os perus de 1 a 28 dias. Dentre os pontos críticos deste período esta a forma física da ração devido à aversão de perus consumirem dietas com grande concentração de finos (peletes desagregados).

De 1 a 21 dias de idade a forma física da ração comumente utilizada no Brasil para perus é a triturada, que nada mais é do que a trituração em moinho de rolos de peletes grandes (4mm de diâmetro) os quais já são possíveis de se utilizar a partir de 21 dias de idade. O que se percebe a partir do 8° - 10° dia de idade é que o consumo da ração triturada começa a ser um limitante devido a sua alta concentração de finos impedindo que as aves possam expressar seu potencial produtivo. Avaliando diâmetros de peletes em dietas pré-iniciais para frangos Cerrate *et al.* (2008) demonstrou que peletes de 1,59 ou 2,38mm de diâmetro podem ser uma boa alternativa para o período pré-inicial.

Já foi documentado que as aves selecionam a partícula de alimento apropriado de acordo com a sua cavidade oral (Moran, 1982) e que a medida que aumenta a idade, aumenta o tamanho de partícula preferida (Portella *et al.*, 1988). De acordo com estas observações, peletes de menor diâmetro pode ser uma alternativa viável em rações pré-iniciais (Cerrate *et al.*, 2008).

A moagem de grãos é outro fator que deve ser levado em consideração no momento do fabrico das dietas e avaliado conforme as características de cada empresa. Sabe-se que a moagem de cereais em grão de forma grosseira tem um efeito benéfico no desempenho e desenvolvimento gastrintestinal (Nir *et al.*, 1994), porém, em rações peletizadas pode não ser interessante por afetar negativamente a qualidade de peletes pelo aumento da

concentração de finos (Angulo *et al.*, 1996), que por sua vez, limitam os ganhos em desempenho de uma ração peletizada.

Segundo Carre *et al.* (2005), existe uma correlação positiva entre a durabilidade dos peletes e a eficiência alimentar, alta durabilidade de peletes representa uma baixa formação de finos, redução no desperdício de ração, diminuição de seleção de partículas pelas aves (Amerah *et al.*, 2007a), maior eficiência energética pelas aves devido a fatores não nutritivos (McKinney & Teeter, 2004) e mudanças no comportamento alimentar (Skinner-Noble *et al.*, 2005).

Um dos argumentos para moagens finas de grãos para rações peletizadas é que partículas pequenas têm maior superfície de contato com o vapor no condicionador de uma peletizadora (Behnke, 2001). No entanto, pesquisas científicas evidenciam que é possível produzir rações peletizadas com partículas maiores sem afetar a qualidade dos peletes gerados (Peron *et al.*, 2005; Amerah *et al.*, 2007b). As contradições nas informações relatadas em relação ao tamanho de partículas e a qualidade de peletes podem ser devidas a interferência de outros fatores que afetam a durabilidade dos peletes como a quantidade de proteína e óleo na dieta (Briggs *et al.*, 1999), tempo no condicionador, especificações da matriz, resfriador e secador (Behnke, 1996).

A integridade intestinal é fundamental para um bom aproveitamento de nutrientes, melhora no desempenho zootécnico e conseqüentemente diminuição dos custos de produção. Em trabalho conduzido por Dahlke *et al.* (2003), a melhora no desenvolvimento de moela foi acompanhada de um aumento na altura das vilosidades intestinais promovidas pelo aumento do tamanho das partículas de milho (de 0,336mm a 1,112mm) . Neste contexto, é importante lembrar que a granulometria dos ingredientes, tanto em dietas trituradas, peletizadas, ou micro-peletizadas, continuam a exercer seus efeitos nos segmentos do trato digestório depois de ingeridas e dissolvidas no papo (Dahlke, 2000).

O início da utilização de rações micro-peletizadas para animais nas fases pré-iniciais motivaram a realização deste trabalho que teve por objetivo avaliar além da forma física da ração, o tamanho de partícula do milho (Diâmetro Geométrico Médio - DGM) e seus efeitos no desempenho zootécnico, uniformidade, alometria dos órgãos envolvidos na digestão e pH intestinal de perus no período de 1 a 21 dias de idade.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

3.2.1 Animais e manejo experimental

O experimento foi conduzido utilizando 360 perus machos da linhagem B.U.T.A 9 com um dia de idade, previamente debicados no incubatório, pesados individualmente e distribuídos em 36 gaiolas com área de 0,90 m² cada. O peso de cada unidade experimental foi similar e baseado no peso médio dos 360 perus ($\pm 2,5\%$ do peso médio). O experimento foi dividido em seis tratamentos com seis repetições de dez aves cada, decomposto em um modelo fatorial 2 x 3, duas formas físicas de ração (Peletizada-Triturada e Micro-peletizada) e três tamanhos de partículas de milho (DGM - 380, 606 e 806 μ m). O período experimental foi de 1 a 21 dias de idade, sendo que, nos primeiros 14 dias as aves foram mantidas com luz incandescente constante (24 horas), após este período optou-se por permanecerem sob luz natural, aproximadamente 11,5 horas de luz por dia. A sala onde as aves foram criadas possuía temperatura controlada, mantida ao primeiro dia a uma temperatura de 31 °C e gradativamente sendo diminuída até 22 °C aos 21 dias de idade. O consumo alimentar e o peso corporal foram avaliados semanalmente através de pesagem individual de todas as aves que compunham cada repetição. A mortalidade foi checada duas vezes ao dia e as aves mortas pesadas para ajuste da conversão alimentar. Água e ração foram fornecidas às aves *ad libitum* durante todo o período experimental. A uniformidade

das aves foi determinada pelo coeficiente de variação (CV%) e expressa utilizando a seguinte fórmula: Uniformidade (%) = 100 – CV(%).

3.2.2 Processamento das dietas

Para obtermos diferentes tamanhos de partículas, o milho em grão foi moído em moinho de martelos com peneiras de 1,8; 3,0 e 3,5 mm de diâmetro de abertura de furos, após moagem classificadas como partículas pequenas, médias e grandes, respectivamente.

Para a caracterização numérica do milho após a moagem em diferentes peneiras foi utilizado o método descrito por Zanotto & Bellaver (1996), 200g de amostra após moída foi secada em estufa a 105°C durante 24 horas, fracionada em um conjunto de peneiras com diferentes aberturas adicionadas em um equipamento vibrador de peneiras. As frações retidas em cada peneira foram quantificadas por meio de pesagem sendo o diâmetro geométrico médio (DGM) calculado através do software “SOFTGRAIN” desenvolvido pela Embrapa Suínos e Aves. Os DGM's encontrados para o milho foram de 380, 606 e 806µm, e os valores do desvio padrão geométrico (DPG) de 2,07; 1,99 e 1,87, respectivamente. O farelo de soja teve DGM de 785µm em todos os tratamentos.

A dieta foi formulada de acordo com o manual da linhagem utilizada (Tabela 1) e aplicada a todos os tratamentos. As dietas foram isonutritivas variando apenas a granulometria do milho e a forma física da ração. O processo de peletização foi feito a uma temperatura de 72 °C e o diâmetro dos peletes de 4 mm, estes peletes foram triturados em moinho tipo rolo e obtido uma ração denominada triturada. As rações micro-peletizadas foram confeccionadas a temperatura de 52 °C e o diâmetro do micro-pelete de 1,8 mm.

Tabela 1. Composição (g/kg) da ração experimental de 1 a 21 dias de idade.

| Ingrediente | g/kg |
|---|----------------|
| Farelo de Soja 46% | 428,17 |
| Milho | 425,00 |
| Protenose 60% | 50,00 |
| Fosfato Microgranulado 18% P | 27,00 |
| Farinha de Soja Micronizada | 20,00 |
| Óleo de Soja Degomado | 19,00 |
| Calcário Calcítico | 14,80 |
| L-Lisina 78,8% | 4,20 |
| Rhodimet 88% ¹ | 3,60 |
| Sal | 2,50 |
| Premix Vitamínico Perus ² | 1,50 |
| Bicarbonato de Sódio | 1,50 |
| L-Treonina 98,5% | 1,20 |
| Premix Mineral Perus ³ | 1,00 |
| Cloreto de Colina 75% | 0,53 |
| TOTAL | 1000,00 |
| Composição Nutricional Calculada | Unidade |
| Proteína Bruta | % |
| Extrato Etéreo | % |
| Cálcio | % |
| Fósforo Total | % |
| Fósforo Disponível | % |
| Sódio | % |
| Energia Metabolizável Aves | kcal/kg |
| Aminoácidos Digestíveis | Unidade |
| Arginina | % |
| Lisina | % |
| Metionina | % |
| Metionina + Cisteína | % |
| Triptofano | % |
| Treonina | % |
| Valina | % |
| Isoleucina | % |

¹Rhodimet – Metionina hidróxi-análoga líquida 88%.

²Enriquecido por Kg da dieta: Vit. A 15000 UI; Vit. D₃ 5000UI; Vit. E 100mg; Vit. K 5mg; Ácido Fólico 3mg; Ácido Pantotênico 25mg; Ácido Nicotínico 75mg; Vit. B1 5mg; Vit. B2 8mg; Vit. B6 7mg; Vit. B12 20µg; Biotina; 300µg.

³Enriquecido por Kg da dieta: Iodo 2mg; Selênio 200µg; Cobre 20mg; Ferro 50mg; Manganês 120mg; Zinco 100mg.

Ao término do processo fabril das rações, amostras de cada tratamento foram coletadas e encaminhadas para análise a fim de avaliar o perfil granulométrico das rações trituradas e a qualidade física da micro-peletizada. As avaliações realizadas foram a

percentagem de retenção em peneiras de 1, 2, 3 e 4mm para rações trituradas (Tabela 2) e a durabilidade dos peletes expressos em PDI (Pellet Durability Index) segundo método descrito pela ASAE (1997) e a concentração de finos da ração micro-peletizada conforme metodologia da ASAE, 1983 (Tabela 3).

Tabela 2. Percentagem de retenção em peneiras de rações trituradas produzidas com milho de diferentes tamanhos, expressos pelo diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas.

| DGM (μm) | Retenção em Peneira (%) | | | | |
|-----------------------|-------------------------|------|------|------|---------------|
| | 4mm | 3mm | 2mm | 1mm | \emptyset^* |
| 380 | 4,7 | 8,0 | 28,9 | 33,9 | 24,5 |
| 606 | 7,7 | 18,2 | 32,5 | 26,1 | 15,6 |
| 806 | 9,5 | 15,4 | 36,8 | 26,3 | 12,1 |

* = prato de fundo

Tabela 3. Concentração de finos (%) e durabilidade de peletes (PDI) de rações micro-peletizadas (1,8mm de diâmetro) produzidas com milho de diferentes tamanhos, expressos pelo diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas.

| DGM (μm) | Finos (%) | PDI* |
|-----------------------|-----------|------|
| 380 | 17,81 | 98,4 |
| 606 | 14,22 | 98,4 |
| 806 | 11,22 | 97,6 |

PDI = Pellet Durability Index

3.2.3 Alometria dos órgãos digestivos e pH

Aos oito dias de idade, cinco aves por tratamento foram escolhidas aleatoriamente e sacrificadas por deslocamento cervical. O peso corporal e o peso dos órgãos digestivos como moela, fígado e intestino delgado foram determinados por pesagem dos tecidos úmidos em balança de precisão (0,001g). O peso da moela foi registrado após ser aberta por incisão longitudinal para retirada do conteúdo, o fígado foi pesado junto com a vesícula biliar e o intestino foi pesado cheio, para isso, as aves eram abatidas sem jejum prévio. O comprimento do intestino delgado foi determinado através de fita métrica e considerado o

comprimento do início do duodeno até a junção íleo-cecal. Os resultados dos parâmetros mensurados foram expressos em peso (g) e comprimento (cm) relativos ao peso corporal conforme metodologia utilizada por Amerah *et al.*, (2007a). O conteúdo do intestino delgado foi coletado imediatamente após o abate, homogeneizado com água deionizada e mensurado o pH conforme descrito por Dahlke *et al.* (2003), utilizando o medidor de pH WTW – pH 330i.

3.2.4 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo PROC GLM (General Linear Models) do pacote estatístico SAS (2001), decomposto em um modelo fatorial 2 x 3 e as diferenças entre as médias foram determinadas utilizando o teste de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$). Para análise de pH, os valores encontrados foram normalizados quando divididos por $1/\log$ do valor de pH. Todos os resultados são apresentados com os valores na sua forma natural.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos do tamanho de partículas do milho e a forma física da ração sobre o desempenho zootécnico de perus durante o período de 1 a 21 dias de idade estão apresentados na Tabela 4 e 5. A forma física da ração influenciou o consumo de ração na primeira semana de idade (1 - 7 dias), perus alimentados com dietas micro-peletizadas de 1,8mm de diâmetro tiveram um menor consumo em comparação a dietas trituradas. A melhora na conversão alimentar para os tratamentos alimentados com ração micro-peletizada mostra que não é um parâmetro confiável se avaliado isoladamente. A partir dos 14 dias de idade, o consumo de ração foi maior para perus alimentados com ração micro-peletizada, observado na Tabela 4 e ilustrado na Figura 1. A provável facilidade na

apreensão, deglutição e preferência por aglomerados maiores podem ser a razão para esses resultados, além de que, perus são pouco toleráveis a presença de finos na ração e estas características se acentuam com o passar da idade. Avaliando o período de 1-21 dias de idade, maior ganho de peso e melhor conversão alimentar são observados para perus alimentados com ração micro-peletizada. Segundo McKinney & Teeter (2004), uma maior ingestão em menor espaço de tempo faz com que seja gerado um efeito extra calórico oriundo de fatores não-nutritivos, o que aumenta o ganho de peso e conversão alimentar e corroboram com os dados encontrados. Essa teoria está sustentada no trabalho realizado por Skinner-Noble *et al.* (2005), que observaram maior período de descanso de frangos alimentados com dietas peletizadas em comparação aos alimentados com dietas fareladas.

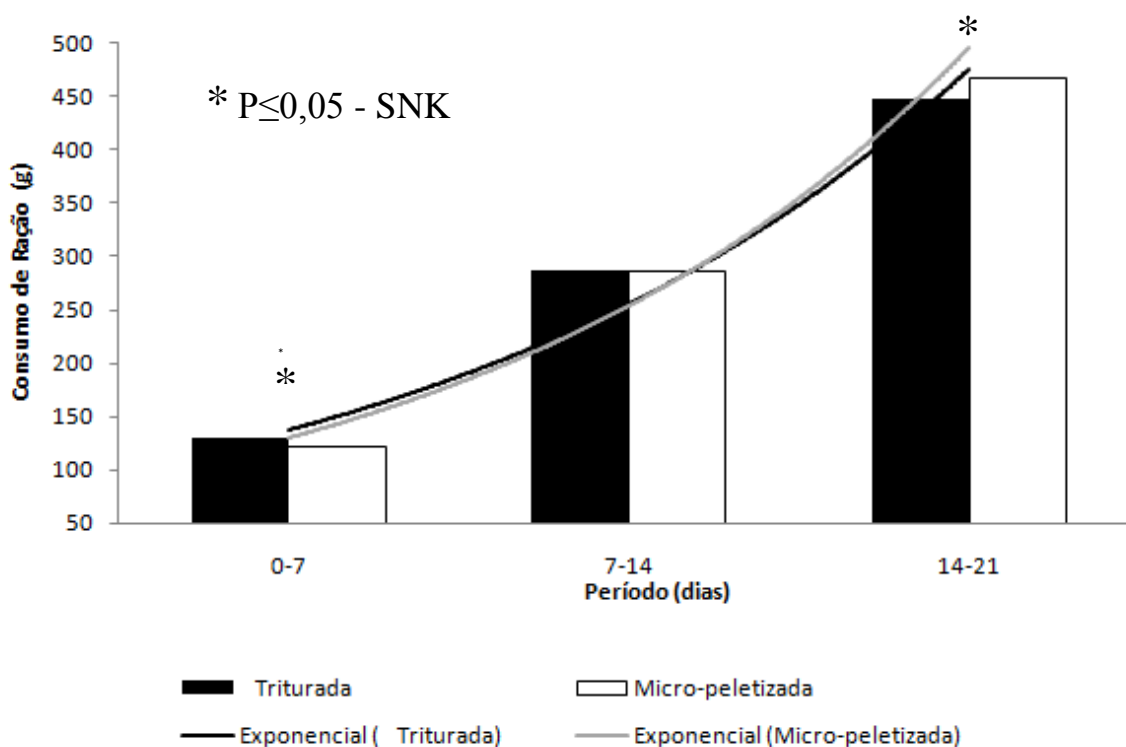


Figura 1. Influência da forma física da ração sobre o consumo de ração semanal para perus de 1 a 21 de idade.

Para frangos, que não necessitam de debicagem, a realidade pode ser diferente, Cerrate *et al.* (2008), avaliaram o desempenho zootécnico de frangos alimentados com rações peletizadas de diferentes diâmetros e concluíram que peletes de 1,59 e 2,38mm de diâmetro podem ser utilizados de 0-7 dias de idade e melhorar o desempenho zootécnico neste período observado por um maior consumo de ração e ganho de peso.

Por uma necessidade das empresas que produzem perus, as aves necessitam ser debicadas, seja no incubatório, ou nos primeiros dez dias de idade. O fato de as aves terem sido debicadas, ao primeiro dia, provavelmente refletiu nos dados de consumo de ração apresentados. Embora a debicagem tenha sido parcial no bico superior, é possível que tenha ocorrido um rompimento das inervações dos mecanorreceptores com o hipotálamo (Figura 2). Em uma avaliação visual nos primeiros dias após o alojamento das aves, pode-se observar que os perus alimentados com ração micro-peletizada tinham dificuldades na captura e deglutição da partícula de alimento. Assim como o diâmetro dos peletes, sugere-se novas pesquisas avaliando o comprimento médio dos peletes, o qual, pode ser um fator a interferir no consumo de ração no período pós-eclosão.



Figura 2. Debicagem parcial do bico superior de perus, realizada no incubatório, e um possível rompimento das ligações dos mecanorreceptores com o hipotálamo.

O bico é a estrutura utilizada pelas aves para a seleção e ingestão de alimento, nele estão contidos uma série de receptores, dentre eles os mecanorreceptores (Moran, 1982). A presença destes receptores possibilita à ave a percepção de pequenas diferenças no tamanho

de partículas e forma física do alimento. Em ensaios verificando o comportamento alimentar (Skinner-Noble *et al.*, 2005), é possível observar como as aves têm a percepção imediata quando ocorre a troca, seja na forma física ou mesmo na granulometria da ração. Mudanças bruscas de tamanho e forma podem levar até 48 horas para os mecanorreceptores se adaptarem e a ave retornar ao consumo que tinha no período anterior a troca (Ferket & Gernat, 2006). Estas informações sugerem que a ração micro-peletizada (1,8mm de diâmetro) possa ser uma opção interessante para o período que compreende a troca de uma ração triturada para uma peletizada (4mm de diâmetro).

Tabela 4. Efeito do tamanho de partículas do milho e forma física do alimento sobre o consumo de ração e ganho de peso de perus de 1 a 21 dias de idade.

| Item | DGM ¹ (μ m) | Consumo de ração (g) | | | | Ganho de peso (g) | | | |
|-------------------------|--------------------------------|----------------------|--------|---------|--------|-------------------|--------|---------|--------|
| | | 0-7 d | 7-14 d | 14-21 d | 1-21 d | 0-7 d | 7-14 d | 14-21 d | 1-21 d |
| Forma e tamanho | | | | | | | | | |
| Triturada | | | | | | | | | |
| Pequeno | 380 | 127 | 278 | 438 | 843 | 126 | 236 | 336 | 698 |
| Médio | 606 | 133 | 308 | 473 | 914 | 135 | 261 | 362 | 758 |
| Grande | 806 | 131 | 275 | 435 | 841 | 127 | 238 | 324 | 689 |
| Micro-pelete | | | | | | | | | |
| Pequeno | 380 | 122 | 286 | 463 | 871 | 123 | 248 | 353 | 724 |
| Médio | 606 | 121 | 294 | 476 | 891 | 127 | 257 | 364 | 748 |
| Grande | 806 | 124 | 280 | 460 | 864 | 132 | 244 | 368 | 744 |
| Erro Padrão Médio | | 3 | 6 | 9 | 13 | 3 | 7 | 9 | 11 |
| CV% | | 6,39 | 5,90 | 4,88 | 4,16 | 6,32 | 7,38 | 6,21 | 3,89 |
| Efeito Principal | | | | | | | | | |
| Forma Física | | | | | | | | | |
| Triturada | | 130 | 287 | 449 | 866 | 129 | 245 | 343 | 717 |
| Micro-peletizada | | 122 | 286 | 466 | 875 | 127 | 250 | 361 | 738 |
| Tamanho Partícula | | | | | | | | | |
| Pequeno | 380 | 124 | 282 b | 450 b | 857 b | 125 | 242 b | 344 | 711 b |
| Médio | 606 | 127 | 301 a | 474 a | 902 a | 131 | 259 a | 363 | 753 a |
| Grande | 806 | 127 | 278 b | 448 b | 853 b | 130 | 241 b | 347 | 719 b |
| P \leq | | | | | | | | | |
| Forma Física | | * | NS | * | NS | NS | NS | * | * |
| Tamanho Partícula | | NS | * | * | * | NS | * | NS | *** |
| FF x TP | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS |

¹DGM – Diâmetro Geométrico Médio; * P \leq 0,05; *** P \leq 0,001. Teste SNK (P \leq 0,05).

NS – Não Significativo (P \geq 0,05 pelo teste de SNK).

Tabela 5. Efeito do tamanho de partículas e forma física da ração sobre a conversão alimentar e uniformidade de perus de 1 a 21 dias de idade

| Item | DGM ¹ (μm) | Conversão alimentar (g/g) | | | | Uniformidade(%) | | |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------|---------|--------|-----------------|--------|--------|
| | | 0-7 d | 7-14 d | 14-21 d | 1-21 d | 7 d | 14 d | 21 d |
| Forma e tamanho | | | | | | | | |
| Triturada | | | | | | | | |
| Pequeno | 380 | 1,008 | 1,178 | 1,304 | 1,208 | 86,1 | 81,6 | 82,9 |
| Médio | 606 | 0,986 | 1,183 | 1,308 | 1,206 | 85,8 | 88,6 | 88,9 |
| Grande | 806 | 1,033 | 1,156 | 1,343 | 1,221 | 87,7 | 88,4 | 88,7 |
| Micro-pelete | | | | | | | | |
| Pequeno | 380 | 0,992 | 1,152 | 1,315 | 1,203 | 84,1 | 83,8 | 85,2 |
| Médio | 606 | 0,953 | 1,144 | 1,306 | 1,191 | 84,4 | 87,3 | 87,1 |
| Grande | 806 | 0,939 | 1,148 | 1,259 | 1,161 | 88,8 | 87,1 | 88,2 |
| Erro Padrão Médio | | 0,095 | 0,0165 | 0,024 | 0,010 | 1,8 | 1,6 | 1,2 |
| CV% | | 4,32 | 3,65 | 4,93 | 2,28 | 5,41 | 4,83 | 4,32 |
| Efeito Principal | | | | | | | | |
| Forma Física | | | | | | | | |
| Triturada | | 1,008 | 1,174 | 1,310 | 1,207 | 86,6 | 86,2 | 86,9 |
| Micro-peletizada | | 0,963 | 1,147 | 1,293 | 1,187 | 85,8 | 86,1 | 86,8 |
| Tamanho Partícula | | | | | | | | |
| Pequeno | 380 | 0,999 | 1,165 | 1,310 | 1,206 | 85,2 | 82,7 b | 84,1 b |
| Médio | 606 | 0,984 | 1,163 | 1,307 | 1,198 | 85,1 | 88,0 a | 88,0 a |
| Grande | 806 | 0,973 | 1,153 | 1,288 | 1,187 | 88,3 | 87,8 a | 88,4 a |
| P_≤ | | | | | | | | |
| Forma Física | | * | NS | NS | * | NS | NS | NS |
| Tamanho Partícula | | NS | NS | NS | NS | NS | * | * |
| FF x TP | | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS |

¹DGM – Diâmetro Geométrico Médio; * $P \leq 0,05$; Teste SNK ($P \leq 0,05$).

NS – Não Significativo ($P \geq 0,05$ pelo teste de SNK).

O tamanho de partícula do milho teve efeito significativo no consumo de ração, ganho de peso e uniformidade (Tabela 4 e 5). Perus alimentados com rações produzidas com milho de DGM de 606 μm apresentaram um maior consumo de ração a partir dos sete dias de idade, esta tendência se manteve até o final do período experimental. Praticamente na mesma proporção que o consumo de ração, o ganho de peso foi maior no período de 7-14 e 1-21 dias de idade. O tamanho de partículas de milho não influenciou estatisticamente na conversão alimentar, estes resultados sugerem que os perus possuem potencial genético para converter eficientemente em carne um maior consumo de ração, observado para rações produzidas com tamanho de partícula média (606 μm). Rações produzidas com partículas de milho de 380 μm de DGM ocasionaram uma pior uniformidade dos perus, enquanto que, a

forma física da ração não afetou esse parâmetro.

O desenvolvimento do trato gastrointestinal começa no período de incubação (Maiorka *et al.*, 2000) e, imediatamente após a eclosão, o proventrículo, moela e intestino delgado crescem em uma intensidade maior do que os demais órgãos e tecidos corporais. Em aves, o máximo peso relativo desses órgãos digestivos ocorre de 3 a 7 dias de idade (Dror *et al.*, 1977). Na Tabela 6 estão apresentados os dados de alometria de alguns órgãos digestivos e pH intestinal, parâmetros estes realizado aos oito dias de idade dos perus. A forma física da ração reduziu o peso relativo da moela e intestino delgado em comparação as aves alimentadas com ração triturada. Comparando as formas físicas de ração, embora não significativo, perus alimentados com ração triturada apresentaram um comprimento relativo de intestino delgado 4% maior em relação as aves que receberam ração micro-peletizada. Estes resultados, provavelmente são reflexos do menor consumo de ração na primeira semana de idade dos perus alimentados com ração micro-peletizada.

A moela além de ser um órgão de regulação do trânsito intestinal (Duke, 1992), caracteriza muito bem o tamanho de partículas contido na ração, ou seja, existe uma correlação positiva entre o tamanho de partículas ingeridas e o peso relativo da moela (Nir & Ptchi, 2001). Neste trabalho não foi diferente, à medida que aumentou o tamanho de partículas de milho na ração, aumentou o peso relativo de moela (Tabela 6).

No estudo realizado por Dahlke *et al.* (2003), trabalhando com diferentes tamanhos de partícula de milho (336, 585, 856 e 1120 μ m) e forma física da ração (farelada e peletizada) para frangos, observaram uma resposta linear para peso da moela, ou seja, a medida que aumentou o tamanho de partículas da ração, aumentou o peso da moela indiferentemente da forma física da ração. Os mesmo autores verificaram que o aumento do tamanho de partícula de milho promoveu uma resposta quadrática em peso de duodeno e jejuno + íleo, resultados similares foram encontrados por Peron *et al.* (2005). Perus

alimentados com ração contendo partículas de milho de 806 μ m apresentaram um maior peso relativo de fígado (Tabela 6).

Tabela 6. Influência do tamanho de partícula e forma física no peso relativo da moela, fígado, intestino delgado e pH intestinal de perus aos 8 dias de idade.

| Item | DGM ¹ (μ m) | Peso relativo (g/100g de peso corporal) | | | Comprimento relativo (cm/100g de peso corporal) | Ph |
|---------------------------|--------------------------------|---|--------|--------------------------------|---|--------------------------------|
| | | Moela | Fígado | Intestino Delgado ² | Intestino Delgado ² | Intestino Delgado ² |
| Forma e tamanho | | | | | | |
| Triturada | | | | | | |
| Pequeno | 380 | 4,72 | 3,30 | 6,35 | 33,59 | 7,94 |
| Médio | 606 | 4,69 | 3,29 | 6,13 | 38,61 | 7,94 |
| Grande | 806 | 4,84 | 3,54 | 6,01 | 39,25 | 7,80 |
| Micro-pelete | | | | | | |
| Pequeno | 380 | 3,98 | 3,26 | 5,72 | 35,57 | 8,08 |
| Médio | 606 | 4,52 | 3,23 | 5,83 | 35,76 | 7,75 |
| Grande | 806 | 4,64 | 3,62 | 5,79 | 35,75 | 7,89 |
| Média erro padrão | | 0,215 | 0,108 | 0,192 | 1,38 | 0,072 |
| CV% | | 7,05 | 7,61 | 8,01 | 8,37 | 2,32 |
| Efeito principal | | | | | | |
| Forma Física | | | | | | |
| Triturada | | 4,75 | 3,380 | 6,16 | 37,15 | 7,89 |
| Micro-peletizada | | 4,38 | 3,370 | 5,78 | 35,69 | 7,91 |
| Tamanho Partícula | | | | | | |
| Pequeno | 380 | 4,35 b | 3,28 b | 6,04 | 34,58 b | 8,01 |
| Médio | 606 | 4,61 ab | 3,26 b | 5,98 | 37,19 a | 7,84 |
| Grande | 806 | 4,74 a | 3,58 a | 5,90 | 37,50 a | 7,85 |
| P\leq | | | | | | |
| Forma Física | | ** | NS | ** | NS | NS |
| Tamanho Partícula | | ** | ** | NS | * | NS |
| FF x TP | | NS | NS | NS | NS | NS |

¹DGM – Diâmetro Geométrico Médio; ² Intestino Delgado = duodeno + jejuno + íleo; *P \leq 0,10; **P \leq 0,05. NS – Não Significativo (P \geq 0,05 pelo teste de SNK).

Em alguns trabalhos como o de Svihus *et al.* (2004), não foram encontrados efeitos do tamanho de partículas dos cereais sobre o peso de moela quando peletizaram dietas contendo partículas variando de 600 a 1700 μ m. Em trabalho conduzido por Amerah *et al.* (2007c), comparando a massa relativa de moela em frangos alimentados com dietas fareladas e peletizadas sob a mesma condição de tamanho de partícula dos ingredientes, observaram uma menor massa de moela de frangos alimentados com dietas peletizadas. Os

autores avaliaram a granulometria após o processo de peletização de duas formas: desmanchando os peletes e através de coleta da digesta duodenal. Após estas avaliações, observaram que há alteração da granulometria da ração após o processo de peletização e que rações peletizadas tinham uma menor granulometria após processamento em comparação a ração na forma farelada. Segundo os autores, este pode ser um dos motivos pelo qual muitas vezes não são encontrados efeitos de tamanho de partículas nas rações peletizadas.

Perus alimentados com ração contendo partículas de milho de 380 μ m apresentaram um comprimento relativo de intestino delgado 7,8% menor em comparação aos alimentados com partículas de 806 μ m de DGM (Tabela 6). Esses achados podem estar relacionados com o tempo de passagem da digesta, partículas de maior tamanho tendem a permanecer maior tempo na porção inicial do trato gastrointestinal, aumentando a absorção de nutrientes e conseqüentemente a captação de energia pelas aves (Mai, 2007), o que está intimamente relacionado com nutrição intestinal local, desenvolvimento intestinal (Tarachai & Yamauchi, 2000) e desempenho zootécnico. Os resultados de pH no intestino delgado de perus não diferiram estatisticamente entre os tratamentos avaliados (Tabela 6).

3.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi realizado podemos concluir que:

Ração micro-peletizada de 1,8mm de diâmetro prejudicam o consumo de ração dos perus durante a primeira semana de idade e diminuem o desenvolvimento da moela e intestino delgado, verificados pelo menor peso relativo desses órgãos sendo na forma triturada mais indicada para este período. Os efeitos positivos no desempenho zootécnico com a utilização de uma ração micro-peletizada para perus são observados dos 14 aos 21 dias de idade.

O tamanho de partículas de milho deve ser considerado no momento de se produzir rações tanto trituradas como peletizadas, o tamanho médio com DGM de 606 μ m apresentou maior consumo de ração e ganho de peso de perus de 1 a 21 dias de idade. Partículas de 606 e 806 μ m aumentaram o peso relativo de moela, comprimento relativo de intestino delgado e melhoraram a uniformidade do lote aos 14 e 21 dias de idade.

REFERÊNCIAS

AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G.; THOMAS, D.G. Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science Journal*, v.63, p.439-449, 2007a.

AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G.; THOMAS, D.G. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. *Poultry Science*, 86:2615-2623, 2007b.

AMERAH, A.M.; LENTLE, R.G.; RAVINDRAN, V. Influence of feed form on gizzard morphology and particle size spectra of duodenal digesta in broiler chickens. *Journal of Poultry Science*, v.44, p.175-181, 2007c.

ANGULO, E. ; BRUFAU, J. ; ESTEVE-GARCIA, E. Effect of a sepiolite product on pellet durability in pigs diet differing in particle size and in broiler starter and finisher diets. *Animal Feed Science and Technology*, v.63, p.25-34, 1996.

ASAE. Methods of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. S319. American Society of Agricultural Engineers Yearbook Standards. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Saint Joseph, Michigan, 1983.

ASAE. Cubes, pellets and crumbles. Definitions and methods for determining density, durability, and moisture. S269.4. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Saint Joseph, Michigan, 1997.

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

BEHNKE, K.C. Factors influencing pellet quality. *Feed Technology*, v.5, p.19-22, 2001.

BRIGGS, J.L.; MAIER, D.E.; WATKINS, B.A.; BEHNKE, K.C. Effect of ingredients and processing parameters on pellet quality. *Poultry Science*, v.78, p.1464-1471, 1999.

CARRE, B.; MULEY, N.; GOMEZ, J.; OURYT, F.X., LAFFITTE, E.; GUILLOU, D.; SIGNORET, C. Soft wheat instead of hard wheat in pelleted diets results in high starch digestibility in broiler chickens. *British Poultry Science*, v.46, p.66-74, 2005.

CERRATE, S.; WANG, Z.; COTO, C.; YAN, F.; WALDROUP, P.W. Effect of pellet diameter in broiler diets on subsequent performance. *International Journal of Poultry Science*, 1138-1146, 2008.

DAHLKE, F. Tamanho da partícula do milho e forma física da ração para frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho, dinâmica intestinal e rendimento de carcaça. 2000. 98f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DAHLKE, F.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; LIMA, A.R.; MAIORKA, A. Effects of corn particle size and physical form of the diet on the gastrointestinal structures of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 61-67, 2003.

DROR, Y.; NIR, I.; NITSAN, Z. The relative growth of internal organs in light and heavy breeds. *British Poultry Science*, v.18, p.493-496, 1977.

DUKE, G.E. Recent studies on regulation of gastric motility in turkeys. *Poultry Science*, v.81, p.1-8, 1992.

FERKET, P.R.; GERNAT, A.G. Factors that affect feed intake of meat birds: a review. *International Journal of Poultry Science*, 10:905-911, 2006.

MAI, A.K. Wet and coarse diets in broiler nutrition: Development of the GI tract and performance. 2007. 141p. PhD Thesis, Institute of Animal Sciences, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, the Netherlands.

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; SILVA, A.V.F.; BRUNO, L.D.G.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento do trato gastrointestinal de embriões oriundos de matrizes pesadas de 30 e 60 semanas de idade. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.2, p.141-148, 2000.

McKINNEY, L.J.; TEETER, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. Pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead zones. *Poultry Science*, v. 83, p.1165-1174, 2004.

MORAN Jr., E.T. Comparative nutrition of the fowl and swine. In: *The Gastrointestinal Systems, Anais...*, p.185-198, 1982.

NIR, I.; TWINA, Y.; GROSSMAN, E.; NITSAN, Z. Quantitative effects of pelleting on performance gastrointestinal tract and behavior of meat-type chickens. *British Poultry Science*, v.35, p.589-602, 1994.

NIR, I.; PTICHI, I. Feed particle size and hardness: Influence on performance, nutritional, behavioral and metabolic aspects. In: *Proceedings of the 1st World Feed Conference, Anais...*, p.157-186, 2001.

PARSONS, A.S, BUCHANAN, N.P. ; BLEMININGS, K.P. ; WILSON, M.E. ; MORITZ, J.S. Effect of corn particle size and pellet texture on broiler performance in the growing phase. *Journal Applied of Poultry Research*, v.15, p.245-255, 2006.

PERON, A.; BASTIANELLI, D.; OURY, F.X.; GOMEZ, J.; CARRE, B. Effects of food deprivation and particle size of ground wheat on digestibility of food components in broiler fed on a pelleted diet. *British Poultry Science*, v.46, p.223-230, 2005.

PORTELLA, F.J.; CASTON, L.J.; LEESON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. *Canadian Journal of Animal Science*, v.68, p.923-930, 1988.

SAS Institute. SAS User's Guide: Statistics. Version 8.2. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, United States, 2001.

SKINNER-NOBLE, D.O.; MCKINNEY, L.J.; TEETER, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: III. Feed form affects broiler performance by modifying behavior patterns. *Poultry Science*, v.84, p.403-411, 2005.

SVIHUS, B.; KLOVSTAD, K.H.; PEREZ, V.; ZIMONJA, O.; SAHLSTROM, S.; SCHULLER, R.B. Physical and nutritional effects of pelleting of broiler chicken diets made from wheat ground to different coarsenesses by the use of roller mill and hammer mill. *Animal Feed Science and Technology*, v.117, p.281-293, 2004

TARACHAI, P.; YAMAUCHI, K. Effects of luminal nutrient absorption, intraluminal physical stimulation, and intravenous parenteral alimentation on the recovery responses of duodenal villus morphology following feed withdrawal in chickens. *Poultry Science*, 79:1578-1585, 2000.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVAR, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso de rações de suínos e aves. EMBRAPA-CNPSA, Concórdia, 5p., (EMBRAPA-CNPSA. Comunicado técnico, 215), 1996.

CAPÍTULO 4

INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE PARTÍCULA DO MILHO E FORMA FÍSICA DA RAÇÃO SOBRE A RETENÇÃO E METABOLIZAÇÃO DE NUTRIENTES DE PERUS JOVENS

RESUMO

Foi conduzido um experimento para avaliar os efeitos do tamanho de partículas de milho (Diâmetro Geométrico Médio – DGM) e forma física da ração para perus na retenção e metabolização de nutrientes do 16^o ao 21^o dias de idade. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições de 10 perus machos cada. Divididos em um arranjo fatorial 2 x 3, duas formas físicas de ração (triturada e micro-peletizada) e três tamanhos de partículas de milho (DGM - 380; 606; 806 μ m). Os três tamanhos de partículas foram obtidos moendo o milho em moinho de martelos utilizando peneiras de 1,8; 3,0 e 3,5mm. As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações nutricionais preconizadas pela linhagem utilizada. A forma física da ração não interferiu na retenção de matéria-seca, nitrogênio e na metabolizabilidade do extrato etéreo ($P \geq 0,05$), no entanto, o tamanho de partícula teve efeito significativo nesses parâmetros, perus alimentados com rações produzidas com partículas de milho de 606 e 806 μ m apresentaram um maior aproveitamento dos nutrientes ($P \leq 0,05$). A forma física da ração e o tamanho de partícula do milho não tiveram efeito significativo ($P \geq 0,05$) sobre a energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn), ao passo que as aves alimentadas com dietas contendo milho de 806 μ m apresentaram um incremento na EMA e EMAn de 53 e 44 kcal/kg de ração, respectivamente, em comparação as alimentadas com 380 μ m. Os resultados apresentados sugerem que o tamanho de partícula do milho tem influência no aproveitamento dos nutrientes contidos na ração, indiferentemente da forma física da mesma. Avaliar o tamanho de partícula dos cereais antes da fabricação de rações pode ser benéfico tanto para o desempenho animal como para o meio ambiente.

Palavras-chave: metabolizabilidade, perus, retenção de nitrogênio, tamanho de partícula.

INFLUENCE OF FEED FORM OF RATION AND CORN PARTICLE SIZE ON RETENTION AND METABOLISM OF NUTRIENTS OF YOUNG TURKEYS

ABSTRACT

An experiment was conducted to evaluate the effects of corn particle size (Geometric Mean Diameter – GMD) and feed form for turkeys in the retention and metabolism of nutrients from 16 to 21 days of age. The experimental design was randomized with six treatments and six replicates of 10 male turkeys each one, divided into a 2 x 3 factorial arrangement, two feed form (crumble and micro-pellet) and three corn particle size (GMD -380; 606; 806 μ m). The three particle size were achieved by grinding the whole corn in a hammer mill to pass through 1.8; 3.0 and 3.5mm sieves. The diets were formulated according to nutritional recommendations of the turkey genetic. Feed form of ration did not affect the retention of dry-matter, nitrogen and ether extract metabolism ($P > 0.05$), however, the particle size had a significant effect on these parameters, turkeys fed diets produced with corn particles of 606 and 806 μ m showed a greater utilization of nutrients ($P < 0.05$). The feed form of ration and a particle size of corn had no significant effect ($P \geq 0.05$) on the apparent metabolizable energy (AME) and apparent nitrogen corrected (AMEn); whereas, birds fed diets containing corn of 806 μ m showed an increase in EMA and EMAn of 53 and 44 kcal/kg of ration, respectively, compared with those fed 380 μ m. The results suggest that corn particle size affect the use of nutrients in the diet regardless of feed form. Assess the particle size of cereals before making the ration can be beneficial to the turkey performance and the environment.

Key words: metabolizability, nitrogen retention, particle size, turkeys.

4.1 INTRODUÇÃO

A redução no tamanho de partículas dos grãos é uma prática relativamente simples, necessária e auxilia na mistura de ingredientes de uma ração, no entanto, existem limites práticos na redução do tamanho das partículas uma vez que as aves têm dificuldades de consumir partículas muito grosseiras ou muito finas.

O conceito de que a redução no tamanho de partículas dos alimentos aumenta a área de superfície de contato do alimento com as enzimas digestivas (Lott et al., 1992) melhorando a digestibilidade dos nutrientes em frangos e perus parece não ser aplicado. Ao contrário dos mamíferos, as aves têm uma forma de compensar um intestino curto, possuem movimentos de peristaltismo reverso o qual tem por finalidade re-expor a digesta intestinal as secreções enzimáticas e otimizar a digestão (Nir *et al.*, 1995). Trabalhos recentes têm mostrado que rações produzidas com grãos de cereais grosseiramente moídos, aumenta o tempo de trânsito intestinal e a retenção da digesta na porção inicial do trato gastrintestinal (Mai 2007), podendo assim, oportunizar um maior aproveitamento dos nutrientes contidos na dieta (Parsons *et al.* 2006), melhorar a eficiência alimentar, diminuir a excreção de nutrientes e potencialmente reduzir os custos de produção e o impacto ambiental causado pela excreção de nutrientes que foram mal digeridos.

O principal desafio encontrado nas indústrias que peletizam rações para aves é o de produzir rações peletizadas com partículas de cereais de maior tamanho sem interferir na qualidade dos peletes gerados. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do tamanho de partícula do milho em rações trituradas e micro-peletizadas para perus na fase inicial sobre o coeficiente de retenção e metabolizabilidade de nutrientes.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 Animais e manejo experimental

O experimento foi conduzido utilizando 360 perus machos da linhagem B.U.T.A 9 com um dia de idade, previamente debicados no incubatório, pesados individualmente e distribuídos em 36 gaiolas com área de 0,90m² cada. O peso de cada unidade experimental foi similar e baseado no peso médio dos 360 perus ($\pm 2,5\%$ do peso médio). O experimento foi dividido em seis tratamentos com seis repetições de dez aves cada, decomposto em um modelo fatorial 2 x 3, duas formas físicas de ração (Peletizada-Triturada e Micro-peletizada) e três tamanhos de partículas de milho (DGM - 380, 606 e 806 μ m). O período experimental foi de 1 a 21 dias de idade, sendo que, nos primeiros 14 dias as aves foram mantidas com luz incandescente constante (24 horas), após este período optou-se por permanecerem sob luz natural, aproximadamente 11,5 horas de luz por dia. A sala onde as aves foram criadas possuía temperatura controlada, mantida ao primeiro dia a uma temperatura de 31 °C e gradativamente sendo diminuída até 22 °C aos 21 dias de idade. O consumo alimentar e o peso corporal foram avaliados semanalmente através de pesagem individual de todas as aves que compunham cada repetição. A mortalidade foi checada duas vezes ao dia e as aves mortas pesadas para ajuste da conversão alimentar. Água e ração foram fornecidas às aves *ad libitum* durante todo o período experimental.

4.2.2 Processamento das dietas

Para obtermos diferentes tamanhos de partículas, o milho em grão foi moído em moinho de martelos com peneiras de 1,8; 3,0 e 3,5 mm de diâmetro de abertura de furos, após moagem classificadas como partículas pequenas, médias e grandes, respectivamente.

Para a caracterização numérica do milho após a moagem em diferentes peneiras foi utilizado o método descrito por Zanotto & Bellaver (1996), 200g de amostra após moída foi

secada em estufa a 105°C durante 24 horas, fracionada em um conjunto de peneiras com diferentes aberturas adicionadas em um equipamento vibrador de peneiras. As frações retidas em cada peneira foram quantificadas por meio de pesagem sendo o diâmetro geométrico médio (DGM) calculado através do software “SOFTGRAIN” desenvolvido pela Embrapa Suínos e Aves. Os DGM’s encontrados para o milho foram de 380, 606 e 806 μm , e os valores do desvio padrão geométrico (DPG) de 2,07; 1,99 e 1,87, respectivamente. O farelo de soja teve DGM de 785 μm em todos os tratamentos.

A dieta foi formulada de acordo com o manual da linhagem utilizada (Tabela 7) e aplicada a todos os tratamentos. As dietas foram isonutritivas variando apenas a granulometria do milho e a forma física da ração. O processo de peletização foi feito a uma temperatura de 72 °C e o diâmetro dos peletes de 4 mm, estes peletes foram triturados em moinho tipo rolo e obtido uma ração denominada triturada. As rações micro-peletizadas foram confeccionadas a temperatura de 52 °C e o diâmetro do micro-pelete de 1,8 mm.

Ao término do processo fabril das rações, amostras de cada tratamento foram coletadas e encaminhadas para análise a fim de avaliar o perfil granulométrico das rações trituradas e a qualidade física da micro-peletizada. As avaliações realizadas foram a percentagem de retenção em peneiras de 1, 2, 3 e 4mm para rações trituradas (Tabela 8) e a durabilidade dos peletes expressos em PDI (Pellet Durability Index) segundo método descrito pela ASAE (1997) e a concentração de finos da ração micro-peletizada conforme metodologia da ASAE, 1983 (Tabela 9).

Tabela 7. Composição (g/kg) da ração experimental de 1 a 21 dias de idade.

| Ingrediente | g/kg | |
|---|-------------|----------------|
| Farelo de Soja 46% | | 428,17 |
| Milho | | 425,00 |
| Protenose 60% | | 50,00 |
| Fosfato Microgranulado 18% P | | 27,00 |
| Farinha de Soja Micronizada | | 20,00 |
| Óleo de Soja Degomado | | 19,00 |
| Calcário Calcítico | | 14,80 |
| L-Lisina 78,8% | | 4,20 |
| Rhodimet ¹ | | 3,60 |
| Sal | | 2,50 |
| Premix Vitamínico Perus ² | | 1,50 |
| Bicarbonato de Sódio | | 1,50 |
| L-Treonina 98,5% | | 1,20 |
| Premix Mineral Perus ³ | | 1,00 |
| Cloreto de Colina 75% | | 0,53 |
| TOTAL | | 1000,00 |
| Composição Nutricional Calculada | | Unidade |
| Proteína Bruta | % | 27,18 |
| Extrato Etéreo | % | 4,61 |
| Cálcio | % | 1,29 |
| Fósforo Total | % | 0,88 |
| Fósforo Disponível | % | 0,59 |
| Sódio | % | 0,16 |
| Energia Metabolizável Aves | kcal/kg | 2949 |
| Aminoácidos Digestíveis | | Unidade |
| Arginina | % | 1,65 |
| Lisina | % | 1,58 |
| Metionina | % | 0,65 |
| Metionina + Cisteína | % | 1,03 |
| Triptofano | % | 0,27 |
| Treonina | % | 0,99 |
| Valina | % | 1,12 |
| Isoleucina | % | 1,04 |

¹Rhodimet – Metionina hidróxi-análoga líquida 88%.

²Enriquecido por Kg da dieta: Vit. A 15000 UI; Vit. D₃ 5000UI; Vit. E 100mg; Vit. K 5mg; Ácido Fólico 3mg; Ácido Pantotênico 25mg; Ácido Nicotínico 75mg; Vit. B1 5mg; Vit. B2 8mg; Vit. B6 7mg; Vit. B12 20µg; Biotina; 300µg.

³Enriquecido por Kg da dieta: Iodo 2mg; Selênio 200µg; Cobre 20mg; Ferro 50mg; Manganês 120mg; Zinco 100mg.

Tabela 8. Percentagem de retenção em peneiras de rações trituradas produzidas com milho de diferentes tamanhos, expressos pelo diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas.

| DGM (μm) | Retenção em Peneira (%) | | | | |
|-----------------------|-------------------------|------|------|------|---------------|
| | 4mm | 3mm | 2mm | 1mm | \emptyset^* |
| 380 | 4,7 | 8,0 | 28,9 | 33,9 | 24,5 |
| 606 | 7,7 | 18,2 | 32,5 | 26,1 | 15,6 |
| 806 | 9,5 | 15,4 | 36,8 | 26,3 | 12,1 |

* = prato de fundo

Tabela 9. Concentração de finos (%) e durabilidade de peletes (PDI) de rações micro-peletizadas (1,8mm de diâmetro) produzidas com milho de diferentes tamanhos, expressos pelo diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas.

| DGM (μm) | Finos (%) | PDI* |
|-----------------------|-----------|------|
| 380 | 17,81 | 98,4 |
| 606 | 14,22 | 98,4 |
| 806 | 11,22 | 97,6 |

PDI = Pellet Durability Index

4.2.3 Retenção e metabolizabilidade de nutrientes

Para a determinação do coeficiente de retenção da matéria-seca (MS), nitrogênio (N), metabolizabilidade do extrato etéreo (EE) e energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn), foi realizado um ensaio de metabolismo pelo método de coleta total de excretas durante o período de 16 a 21 dias de idade segundo o método descrito por Sakomura & Rostagno (2007). O óxido férrico a 1% foi utilizado como indicador no primeiro e último dia de coleta, como as rações estavam na forma triturada e micro-peletizada, foi realizada a moagem das mesmas para a mistura do indicador. A ração com óxido férrico foi oferecida às aves até o aparecimento de excretas vermelhas e após fornecidos os tratamentos em sua forma original. Foram instaladas bandejas metálicas forradas com plástico sob as gaiolas para a coleta das excretas que foi realizada duas vezes ao dia (8 e 18 horas). Uma vez coletadas, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por repetição e imediatamente congeladas (-10°C). No final do

período experimental, foi determinada, a quantidade de ração consumida e o total excretado. Após o descongelamento à temperatura ambiente, as excretas de cada repetição foram homogeneizadas para a retirada de uma amostra, que foi primeiramente seca em estufa de ventilação forçada a 55° C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram moídas e encaminhadas ao laboratório para análise de MS, N, EE e EB, segundo método descrito por Silva & Queiroz (2002).

Com base nos resultados das análises laboratoriais, foram calculados os coeficientes de retenção da MS, N, metabolizabilidade do EE, e a EMA e EMAn, utilizando as fórmulas descritas por Sakomura & Rostagno (2007).

4.2.4 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo PROC GLM (General Linear Models) do pacote estatístico SAS (2001), decomposto em um modelo fatorial 2 x 3 e as diferenças entre as médias foram determinadas utilizando o teste de Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados apresentados na Tabela 10, não houve efeito significativo da forma física da ração sobre a retenção de MS, N e a metabolizabilidade do EE. O fato de não haverem diferenças pode ser devido a ambas as rações terem sido processadas, López *et al.* (2007), ao avaliarem diferentes formas físicas de ração (farelada, granulada e expandida-granulada), para frangos, não encontraram diferenças no coeficiente de metabolização de MS, proteína bruta (PB) e EE entre as dietas processadas (que sofreram ação de temperatura, umidade e pressão), encontrando somente diferenças para os coeficientes de metabolizabilidade da PB e EE das dietas processadas em relação à ração

farelada, a qual não passou pelo processo de umidade, temperatura e pressão. Segundo López *et al.* (2007), a melhora na metabolizabilidade do PB e EE de rações processadas pode ser devido ao processamento térmico provocar a quebra da parede celular, permitindo maior facilidade à atuação das enzimas digestivas no conteúdo celular (Ortiz *et al.*, 1998).

Tabela 10. Influência do tamanho de partícula do milho e forma física da ração sobre o coeficiente de retenção da matéria seca (MS), nitrogênio (N) e metabolizabilidade do extrato etéreo (EE) de perus dos 16 aos 21 dias de idade.

| Item | DGM ¹ (µm) | Retenção (%) | | Metabolizabilidade (%) |
|--------------------------|--------------------------|--------------|----------|------------------------|
| | | MS | N | EE |
| Forma e tamanho | | | | |
| Triturada | | | | |
| Pequeno | 380 | 73,02 abc | 58,44 | 90,03 |
| Médio | 606 | 71,90 bc | 59,43 | 91,22 |
| Grande | 806 | 74,99 a | 63,88 | 92,03 |
| Micro-pelete | | | | |
| Pequeno | 380 | 70,92 c | 58,49 | 88,48 |
| Médio | 606 | 73,87 ab | 61,11 | 92,04 |
| Grande | 806 | 72,65 abc | 59,91 | 92,80 |
| Erro padrão Médio | | 0,555 | 1,074 | 0,398 |
| CV % | | 2,15 | 4,84 | 1,19 |
| Efeito principal | | | | |
| Forma Física | | | | |
| Triturada | | 73,31 | 60,58 | 91,09 |
| Micro-peletizada | | 72,48 | 59,84 | 91,10 |
| Tamanho Partícula | | | | |
| Pequeno | 380 | 71,97 b | 58,46 b | 89,25 b |
| Médio | 606 | 72,89 ab | 60,27 ab | 91,63 a |
| Grande | 806 | 73,82 a | 61,89 a | 92,41 a |
| P≤ | | | | |
| Forma Física | | NS | NS | NS |
| Tamanho Partícula | | * | * | *** |
| FF x TP | | ** | NS | NS |

¹ - Diâmetro Geométrico Médio; NS – Não Significativo ($P \geq 0,05$ pelo teste de SNK).

a-b-c Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ($P \leq 0,05$ - SNK).

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$;

O tamanho de partícula do milho teve efeito significativo na retenção de MS, N e na metabolizabilidade do EE (Tabela 10). A medida que aumentou o DGM do milho melhorou o aproveitamento de MS, N e EE diminuindo sua excreção para o meio ambiente. Perus

alimentados com rações contendo milho de 380 μ m resultaram em uma maior excreção de MS, N e EE comparados com milho de 806 μ m. O efeito do tamanho de partícula na retenção de nutrientes em pintos de corte é relatado por Krabbe (2000), que ao trabalhar com DGM's de milho de 561, 783 e 997 μ m encontrou que a retenção de MS e N aumentava à medida que aumentava o DGM do milho contido na ração.

Segundo Mai (2007) partículas de grãos com maior tamanho, permanecem mais tempo na porção inicial do trato gastrointestinal, o que pode estar relacionado com os resultados apresentados. Nir *et al.* (1994), verificaram que grãos finamente moídos ocasionaram maior velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo, o que pode dificultar a ação dos sucos digestivos na moela e ação enzimática no intestino delgado de frangos, podendo reduzir a digestibilidade e a disponibilidade dos nutrientes para posterior absorção.

O refluxo gastroduodenal que ocorre nas aves envolve praticamente todo o conteúdo luminal do duodeno e parte superior do íleo (Duke, 1992), esses movimentos do conteúdo do lúmen intestinal nas aves estão relacionados entre outros fatores com o tamanho de partícula do alimento ingerido (Mai, 2007). Nos estudos feitos com motilidade gastrointestinal, utilizou-se perus como animal modelo, os quais têm uma frequência de refluxo duodenal na ordem de 4 vezes/hora, ao passo que em frangos e galinhas segundo Macari *et al.* (2002), talvez esta frequência seja menor. Logo, os efeitos da granulometria dos ingredientes na retenção e metabolização de nutrientes, podem ser mais evidenciados em perus do que em frangos devido a diferentes frequências e intensidades do refluxo gastroduodenal.

A interação significativa entre a forma física da ração e tamanho de partícula do milho na retenção de MS (Tabela 10) pode ser devida às alterações na granulometria dos

ingredientes ocasionadas pelo processo de peletização conforme relatado no trabalho de Amerah *et al.* (2007).

A forma física da ração não influenciou significativamente a EMA e EMAn de perus no período avaliado, conforme os dados apresentados na Tabela 11. Ao avaliarmos o efeito do tamanho de partícula do milho sobre a EMA e EMAn, embora não significativo ($P \geq 0,05$), rações produzidas com DGM de milho de 806 μ m em comparação ao 380 μ m apresentaram um aumento na EMA e EMAn de 53 e 44 kcal/kg de ração, respectivamente.

Tabela 11. Influência do tamanho de partícula do milho e forma física da ração sobre a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) de perus de 16 a 21 dias de idade.

| Item | DGM ¹ (μ m) | EMA (kcal/kg) | EMAn(kcal/kg) |
|---------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| Forma e tamanho | | | |
| Triturada | | | |
| Pequeno | 380 | 3419 | 3199 |
| Médio | 606 | 3372 | 3125 |
| Grosso | 806 | 3447 | 3209 |
| Micro-pelete | | | |
| Pequeno | 380 | 3356 | 3133 |
| Médio | 606 | 3454 | 3215 |
| Grosso | 806 | 3432 | 3212 |
| Erro padrão Médio | | 23 | 20 |
| CV% | | 1,93 | 1,79 |
| ANOVA | | 0,0719 | 0,0713 |
| Efeito principal | | | |
| Forma Física | | | |
| Triturada | | 3413 | 3177 |
| Micro-peletizada | | 3414 | 3186 |
| Tamanho Partícula | | | |
| Pequeno | 380 | 3387 | 3166 |
| Médio | 606 | 3413 | 3170 |
| Grosso | 806 | 3440 | 3210 |
| P\leq | | | |
| Forma Física | | NS | NS |
| Tamanho Partícula | | NS | NS |
| FF x TP | | NS | NS |

¹ - Diâmetro Geométrico Médio; NS – Não Significativo ($P \geq 0,05$ pelo teste de SNK).

Trabalhos avaliando o efeito do tamanho de partícula de cereais sobre a EMAn têm mostrado que a granulometria dos cereais influencia na metabolizabilidade da energia. No trabalho realizado por Parsons *et al.* (2006) as respostas para EMAn, em função do tamanho de partícula do milho em rações para frangos, foram quadráticas, os melhores resultados foram para partículas com DGM de 1042 μ m. Para Krabbe (2000), foi encontrada uma melhora significativa na EMAn para rações produzidas com DMG de milho de 997 μ m em comparação ao DGM de 561 μ m.

4.4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que o tamanho de partícula do milho deve ser considerado no momento da fabricação de uma ração, seja ela triturada ou micro-peletizada.

Ração produzida com DGM de milho de 806 μ m melhorou o aproveitamento de nutrientes e diminuiu a excreção de nitrogênio em perus na fase inicial. Apresentou um incremento de 44 kcal/kg de ração na EMAn em comparação a rações produzidas com DGM de 380 μ m. Perus jovens alimentados com ração produzida com tamanho de partícula de milho de 380 μ m reduziu o aproveitamento da matéria-seca, nitrogênio e extrato etéreo.

REFERÊNCIAS

AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G.; THOMAS, D.G. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. *Poultry Science*, 86:2615-2623, 2007.

ASAE. Methods of determining and expressing fineness of feed materials by sieving. S319. American Society of Agricultural Engineers Yearbook Standards. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Saint Joseph, Michigan, 1983.

ASAE. Cubes, pellets and crumbles. Definitions and methods for determining density, durability, and moisture. S269.4. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Saint Joseph, Michigan, 1997.

DUKE, G.E. Recent studies on regulation of gastric motility in turkeys. *Poultry Science*, v.81, p.1-8, 1992.

KRABBE, E.L. Níveis de sódio, tamanho de partícula da dieta e peso do pinto à eclosão e o desempenho na fase pré-inicial(1 a 7 dias). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

LÓPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C.; RODRIGUEZ, N.M.; CANÇADO, S.V. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.

LOTT, B.D.; DAY, E.J.; DEATON, J.W.; MAY, J.D. The effect of temperature, dietary energy level and corn particle size on broiler performance. *Poultry Science*, v.71, p.618-624, 1992.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: Funep, 2002. 375p.

MAI, A.K. Wet and coarse diets in broiler nutrition: Development of the GI tract and performance. 2007. 141p. PhD Thesis, Institute of Animal Sciences, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, The Netherlands.

NIR, I.; SHEFET, G. ; ARONI, Y. Effect of particle size on performance. 1. Corn. *Poultry Science*, v.73, p.45-49, 1994.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTCHI, I.; SHEFET, G. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poultry Science*, v.74, p.771-783, 1995.

ORTIZ, L.T.; REBOLE, A.; RODRIGUEZ, E.; TREVINO, J.; ALZUETA, C.; ISABEL, B. Effect of chicken age on the nutritive value of diets with graded additions of full-fat sunflower seed. *British Poultry Science*, 39:530-535, 1998.

PARSONS, A.S, BUCHANAN, N.P. ; BLEMINGS, K.P. ; WILSON, M.E. ; MORITZ, J.S. Effect of corn particle size and pellet texture on broiler performance in the growing phase. *Journal Applied of Poultry Research*, v.15, p.245-255, 2006.

SAS Institute. SAS User's Guide: Statistics. Version 8.2. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, United States, 2001.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos. 3ed. Viçosa:UFV, 2002. 235p.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVER, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso de rações de suínos e aves. EMBRAPA-CNPSA, Concórdia, 5p., (EMBRAPA-CNPSA. Comunicado técnico, 215), 1996.

CAPÍTULO 5

IMPLICAÇÕES

Perante os resultados apresentados nesse trabalho pode-se considerar que:

A forma física da ração influencia o consumo de ração de perus o que por sua vez interfere nos demais parâmetros de desempenho zootécnico. Ração micro-peletizada de 1,8mm de diâmetro não é indicada para perus na primeira semana de idade que tenham sido debicados ao primeiro dia pré-alojamento, pois prejudicam o consumo de ração e o desenvolvimento do trato gastrointestinal como moela e intestino delgado, importantes para o bom desenvolvimento das aves.

Além do diâmetro dos peletes, o comprimento médio dos peletes é uma medida que necessita ser avaliada futuramente, visto que, perus nos primeiros dias de idade tinham dificuldade em deglutir o micro-pelete, aparentemente pelo seu comprimento e não pelo diâmetro. Talvez as respostas poderiam ser diferentes se o comprimento do micro-pelete fosse menor.

Neste trabalho, foi possível produzir rações micro-peletizadas com 1.8mm de diâmetro utilizando milho de 806 μ m sem grandes alterações no PDI e até reduzindo a quantidade de finos comparado as rações produzidas com DGM de milho de 380 μ m. Os efeitos do tamanho de partícula na qualidade de peletes é uma área pouco explorada e cientificamente merece atenção para estudos futuros. O DGM do milho alterou o perfil granulométrico da ração triturada, a medida que aumentou o DGM, aumentou a retenção da ração nas peneiras de 3 e 4mm e diminuiu na peneira de 1mm e no prato de fundo.

Avaliando o consumo de ração, o momento ótimo para a utilização de uma ração micro-peletizada para perus na fase inicial está cituada entre 7 e 14 dias de idade, o que

pode maximizar os resultados zootécnicos encontrados, visto que, rações trituradas começam a ser um limitante no consumo de ração após os 14 dias de idade.

O tamanho de partícula do milho tem influencia no desempenho animal, o aumento na granulometria dos cereais em grão além de impactar em um menor custo de energia elétrica por aumentar a eficiência produtiva do moinho, proporcionam um melhor desempenho zootécnico. Rações produzidas com DMG de milho de 606 μ m são indicadas para perus na fase inicial por apresentarem melhores resultados zootécnicos, e partículas de 606 e 806 μ m por melhorar a uniformidade dos perus e o desenvolvimento do trato gastrointestinal proximal, observado pelo maior peso relativo de moela.

A retenção de matéria-seca e nitrogênio assim como a metabolizabilidade do extrato etéreo são otimizadas quando utilizado DGM de milho de 806 μ m em rações para perus na forma triturada e/ou micro-peletizada. Houve um acréscimo de 44 kcal/kg na EMAn para perus alimentados com rações fabricadas com milho de 806 μ m em comparação ao de 380 μ m.

Investigações sistemáticas, dentro da realidade de cada empresa, avaliando as relações entre o tamanho de partícula dos ingredientes, gasto energético na moagem, forma física da ração, qualidade de peletes e desempenho zootécnico são ferramentas que podem auxiliar na prática para otimizar a produtividade e rentabilidade da produção de perus.

VITA

André Favero, filho de Alceu Favero e Elizete Bortoli Favero, nasceu em Garibaldi – RS, no dia 06 de março de 1984. Coursou o Ensino Fundamental na escola Santa Inês, no município de Garibaldi - RS e concluiu o Ensino Médio no Centro de Estudos Técnicos – CETEC – UCS, no município de Bento Gonçalves - RS.

Em 2002 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria - RS, obtendo o Grau de Zootecnista em março de 2007.

Iniciou em março de 2007 o curso de mestrado na área de Produção Animal, sub-área Nutrição de Não-ruminantes, na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

Em dezembro de 2008, foi aprovado no Programa de Pós-Graduação, nível Doutorado, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre - RS, onde prosseguirá seus estudos na área de Produção Animal – Nutrição de Não Ruminantes.