

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS BOTUCATU

***GRANULOMETRIA E TEXTURA DO MILHO EM DIETAS PARA
POEDEIRAS COMERCIAIS: CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA,
DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS***

JAVER ALVES VIEIRA FILHO

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do
título de Mestre.

BOTUCATU - SP
Janeiro – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS BOTUCATU

***GRANULOMETRIA E TEXTURA DO MILHO EM DIETAS PARA
POEDEIRAS COMERCIAIS: CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA,
DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS***

JAVER ALVES VIEIRA FILHO
(Zootecnista)

Orientador: Prof. Dr. Edivaldo Antônio Garcia

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do
título de Mestre.

BOTUCATU - SP
Janeiro – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Vieira Filho, Javer Alves, 1985-
V658g Granulometria e textura do milho em dietas para poedeiras comerciais: consumo de energia elétrica, desempenho e qualidade de ovos / Javer Alves Vieira Filho.
- Botucatu : [s.n.], 2013
viii, 47 f. : il., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2013
Orientador: Edivaldo Antônio Garcia
Inclui bibliografia

1. Eficiência alimentar. 2. Ovos - Produção. 3. Rações - Consumo. I. Garcia, Edivaldo Antônio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

“Dê seu primeiro passo com fé, não é necessário que veja o resto do caminho, só dê seu primeiro passo.”

Marthin Luther King Jr.

OFEREÇO

À Deus, por ser pilar e presença constante em meu caminho e em minha família.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, **Javer Alves Vieira** e **Cilene Cássia da Silva**, exemplos que sempre se sacrificaram para que a educação fosse prioridade, pelo apoio incondicional e pelo exemplo de vida e superação o qual levarei pelo o resto de minha vida.

À minha irmã **Bárbara Vieira da Silva**, parceira que me ensinou a encarar as tristezas e dificuldades sempre com alegria e bons olhos.

HOMENAGEM ESPECIAL

Ao **Prof. Dr. Edivaldo Antônio Garcia**, por ter acreditado e me aceitado como membro de sua equipe de pesquisa, mas agradeço principalmente pela amizade, acolhimento e todo conhecimento adquirido, presentes pelos quais serei sempre grato.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP/Botucatu, pela oportunidade e todo o suporte oferecido para a realização deste projeto.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio financeiro concedido.

Ao Departamento de Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP/Botucatu, pelo acolhimento.

Aos todos os professores do Departamento de Produção Animal e Melhoramento e Nutrição Animal, por todo o conhecimento e ajuda que cederam.

À minha namorada **Elise Saori Floriano Murakami**, pela parceria nos trabalhos e no dia a dia e principalmente pela compreensão nos momentos difíceis.

À equipe de pesquisa: **Elise Saori Floriano Murakami, Andréa de Britto Molino, Graciene Conceição dos Santos, Andressa Takahara Montenegro, Kléber Pelícia, Daniela Aparecida Berto, Anelise Ferraz, Anderson Pontes Silva**, por toda alegria e ajuda compartilhada durante o período desta empreitada.

Aos funcionários do setor de avicultura de postura e do departamento de Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP/Botucatu: **Paulo Inácio Primo, Gilson Campos e Renato Agostinho Arruda**, pela atenção que sempre dedicaram ao projeto e principalmente pela amizade construída durante este período que me acompanhará por toda a vida.

Aos todos os funcionários que estiveram de alguma forma envolvidos e que me ajudaram muito na execução deste projeto.

Ao prof. **Odivaldo José Seraphim**, pela ajuda na execução das análises energéticas e pela paciência nos ensinamentos.

Ao prof. **José Roberto Sartori**, por sempre estar disposto a ajudar e contribuir para a realização deste projeto, dividindo o conhecimento de anos de pesquisa e a competência de um dos profissionais mais renomados da nutrição animal.

SUMÁRIO

	Páginas
Capítulo 1.....	1
1- Considerações Iniciais.....	1
1.1- Impacto da moagem no processo de fabricação de dietas e desempenho produtivo.....	6
1.2- Efeito da granulometria na fisiologia digestiva e aproveitamento dos nutrientes pelas aves.....	10
2- Referências Bibliográficas.....	18
Capítulo 2.....	22
Granulometria e textura do milho: consumo de energia elétrica e parâmetros produtivos de poedeiras comerciais.....	22
Resumo.....	23
Abstract.....	23
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	25
Resultados e Discussão.....	32
Conclusões.....	39
Referencial Bibliográfico.....	39
Capítulo 3.....	45
Implicações.....	46

ÍNDICE DE TABELAS

(Capítulo 2)

Páginas

Tabela – 1: Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), energia digestível (ED) e metabolizável (EM), matéria mineral (MM), dos cultivares utilizados no experimento.....27

Tabela – 2: Composição centesimal e valores nutritivos calculados das rações experimentais formuladas a partir de cultivares de milho de textura dura e dentada.....28

Tabela – 3: Consumo de ração (CR), peso dos ovos (P ovo), porcentagem de postura (P), massa dos ovos (MO), conversão alimentar/dz (CA dz) e conversão alimentar/kg (CA kg), de poedeiras semipesadas submetidas a dietas compostas por milho duro e dentado em granulometrias fina, média e grossa.....43

Tabela – 4: Gravidade específica (GE), resistência da casca à quebra (Resis), porcentagem de gema (G), porcentagem de albúmen (A), porcentagem de casca (C), unidade Haugh (UH) e cor da gema (Cor) dos ovos de poedeiras semipesadas submetidas a dietas com duas texturas de milho e granulometrias fina, média e grossa.....43

Tabela - 5: Consumo específico de energia em kWh/kg, para a moagem de milhos de textura dura e dentada em peneiras de 3, 6 e 9 mm.....44

Tabela - 6: Desdobramento da interação entre texturas e graus de moagem sobre o consumo em kWh/kg.....44

Tabela - 7: Valores de porcentagem de nitrogênio (%N) nas excretas de poedeiras comerciais submetidas a dietas confeccionadas com cultivares de milho de textura dura e dentada moídos em granulometrias fina, média e grossa.....45

Tabela - 8 : Desdobramento da interação entre granulometria e textura dos cultivares de milho sobre a excreção de nitrogênio (%N) nas fezes de poedeiras comerciais semipesadas.....39

LISTA DE FIGURAS

Página

(Capítulo 1)

Figura 1. Fórmulas estruturais da α -amilose e amilopectina.....5

Figura 2. Polissacarídeos resultantes da fase luminal da digestão.....14

(Capítulo 2)

Figura 3. Fluxograma de execução.....31

Capítulo 1**Considerações Iniciais**

O milho a muito é cultivado pelo homem é uma gramínea que apresenta boa produtividade com seu plantio realizado em várias regiões do globo e que tem como principais destinos a alimentação humana e animal além de fabricação de etanol. Sua importância econômica impulsionou estudos e desenvolvimento de práticas que culminaram com elevados índices produtivos, atendendo aos diversos segmentos da cadeia produtiva do milho.

Segundo dados da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) para a safra de 2012/2013 a área destinada ao plantio de milho apresentou redução de 2,9% em comparação ao ano de 2011/2012, reflexo do aumento no plantio de soja. Espera-se que a safra de 2012/2013 atinja um total de 72.192,5 milhões de toneladas, resultado 1,1% inferior quando comparado à safra do ano anterior.

No que diz respeito à produção animal, a importância deste cereal está no impacto que o mesmo tem sobre a nutrição e composição do preço final da dieta. O milho é insumo para confecção de dietas para praticamente todas espécies e categorias animais, destacando-se na avicultura e suinocultura onde sua inclusão em dietas pode atingir 65%, sendo principal alimento fonte de energia.

O aporte energético fornecido pelo grão de milho, juntamente com a difusão de tecnologia relacionada ao cultivo deste cereal, são os fatores que determinam a importância da inclusão deste cereal em dietas animais. Seu papel no fornecimento de energia deve-se ao fato de que o amido que compõe o endosperma é responsável por aproximadamente 66% de toda energia bruta contida no grão. D'Alfonso (2003) demonstrou que em dietas para frangos de corte com níveis de inclusão de 55% de

milho, 41% de toda a energia digestível absorvida no íleo é proveniente do amido presente no endosperma deste cereal.

O milho é considerado alimento energético para dietas animais, devido sua composição e predominância de carboidratos e lipídeos, porém considerado alimento com baixo nível de protéico, com qualidade inferior se comparado com outras fontes utilizadas na formulação de dietas (PAES, 2006).

Normalmente, o milho é tratado como ingrediente de composição química padronizada, porém, sabe-se que há diferenças nesta composição observando variações na quantidade de óleo (2,87 a 6,87%), proteína bruta (7,18 a 13,66%) e energia digestível (3211 a 3567 kcal/kg). Nos últimos anos, pesquisas têm sido realizadas no sentido de aumentar o valor nutricional deste ingrediente para aves e suínos, através da inclusão de aditivos ou adequações no processamento (CANTARELLI, 2003).

Este cereal apesar de ser largamente utilizado na composição de dietas, principalmente para animais monogástricos, é alimento de baixo valor proteico. Aproximadamente 50% de todo conteúdo proteico está representado por zeína, molécula pobre em triptofano e lisina e de baixa digestibilidade para monogástricos (PATERNIANI, 1978).

Segundo Paes (2006) as principais diferenças entre os tipos de milho são a forma e o tamanho dos grãos, definidos principalmente pela estrutura do endosperma e tamanho do gérmen. Sendo assim, torna-se necessário compreender as diferenças entre a composição dos cultivares de milho e suas possíveis implicações na nutrição avícola bem como impacto do processamento na qualidade deste alimento.

O amido é o principal componente do grão de milho, tem o formato de grânulos, ocorrendo de forma específica para cada espécie vegetal, sendo o formato dos grânulos de amido ferramenta que auxilia na identificação microscópica e origem botânica (LEONEL, 2007).

O amido é a forma de reserva nutricional das plantas, sendo depositado no citoplasma das células na forma de compostos insolúveis, como a α -amilose e amilopectina. No grão de milho o amido que compõe o endosperma é originado principalmente de duas moléculas, amilose e amilopectina, polímeros de glucose com alto peso molecular que se diferenciam pela estrutura de sua cadeia e números de unidades de glucose, onde a amilose possui cadeia retilínea com aproximadamente 1.000 unidades de glucose, porém amilopectina é formada por cadeia ramificada com 40.000 unidades de glucose (PATERNIANI, 1978). De acordo com Vieira (2002), o grão de milho duro contém em média 24% de amilose e 76% de amilopectina.

O amido dos grãos de cereais tem sua origem a partir da sacarose, que é convertida em uridina glucose difosfato (UDP-glucose) e esta convertida em glucose 1-fosfato a qual no citosol sofre alterações formando novo polímero a ADP-glucose, quando é então transportada para os amiloplastos e por ação enzimática é determinado qual polímero será formado (amilose ou amilopectina) bem como suas proporções no grão (TESTER et al., 2004; RUDE, 2005).

A dureza do endosperma do milho é aspecto de fundamental importância, pois esta característica está relacionada com densidade, suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças, bem como o percentual de quebra durante os processos de beneficiamento e armazenamento. Além disso, a vitreosidade do milho pode afetar diretamente o tempo e

a energia consumida para sua moagem, bem como sua digestibilidade, pois o endosperma vítreo apresenta certa resistência à atuação das enzimas digestivas (SILVA et al., 2006). De acordo com Correa et al. (2002), a dureza do grão correlaciona-se positivamente com o teor de amilopectina, desta forma grãos com níveis mais elevados deste polímero tendem a ser mais duros, entretanto com maiores teores de energia metabolizável. Na Figura 1, encontram-se as fórmulas estruturais dos compostos α -amilose e amilopectina.

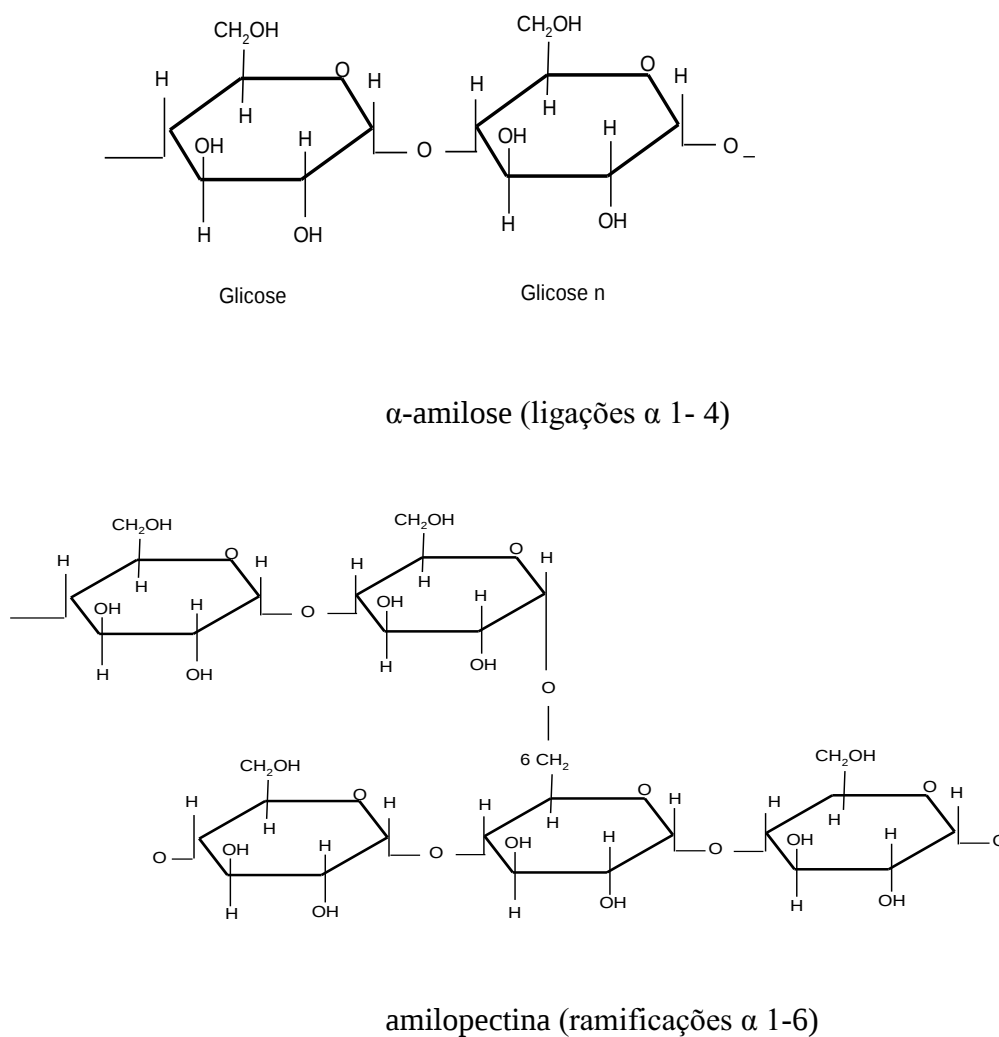


Figura 1. Fórmulas estruturais da α -amilose e amilopectina.

As diferenças químicas entre as estruturas destas duas moléculas (amilose e amilopectina) refletem no aproveitamento da energia contida nas mesmas. Moore et al. (2002) citaram que o conteúdo de amido aumenta juntamente com o teor de amilopectina, pois esta molécula é formada por cadeia ramificada o que possibilita maior contato com enzimas digestivas e conseqüente maior hidrólise.

1.1- Impacto da moagem no processo de fabricação de dietas e desempenho produtivo

O processamento visa alterar a estrutura física do alimento, obtendo ganho na qualidade nutricional da dieta. De acordo com Bellaver e Nones (2000), o processamento é o resultado de um conjunto de ações que alteram a estrutura natural do alimento com a principal finalidade de obter o máximo aporte de nutrientes. O processo de moagem possibilita que o alimento seja quebrado em partículas menores, facilitando a incorporação deste alimento na massa da dieta e proporcionando fornecimento homogêneo aos animais. Segundo Edwards (1999), alguns fatores como peletização, extrusão, espécie e idade do animal irão determinar qual o melhor tamanho de partícula a ser obtido durante a moagem.

O processamento adequado aliado ao correto manejo alimentar contribui em aumento na utilização dos alimentos proporcionando condições para que ocorram assimilação e conversão de nutrientes em produtos de maneira efetiva, reduzindo perdas durante a confecção das dietas ou até mesmo distúrbios gastrointestinais (EDWARDS, 1999).

A moagem é processamento bastante utilizado na alimentação animal, podendo ser aplicada na confecção de dietas das mais variadas categorias animais, incluindo desde animais jovens que apresentam o trato digestório em desenvolvimento, até animais mais velhos, desde que se adeque aspectos como tamanho e forma física das partículas do ingrediente moído em função de detalhes da fisiologia de cada categoria animal (ENSMIGER et al., 1990).

As características físicas da dieta, como tamanho, forma e estrutura das partículas, são fatores que estão ligados diretamente à digestibilidade dos nutrientes, além disto, estes fatores interferem na capacidade de dispersão dos nutrientes na massa da dieta, densidade e fluidez dos ingredientes no sistema de mistura, transporte e maneira como a dieta será fornecida nos comedouros, bem como o consumo de energia pelo maquinário utilizado no processamento dos grãos (BENEDETTI, 2009).

Aliado à importância da escolha do cultivar de milho adotado, o tamanho da partícula dos alimentos fornecidos para as aves também é de grande relevância no processo de fabricação de rações, influenciando a qualidade e o custo da dieta. Desta forma, com objetivo de reduzir o custo e maximizar a produção, é necessário identificar a granulometria do milho que alia eficiência no processamento e desempenho animal satisfatório (ZANOTTO et al., 1998).

A granulometria é mensurada através do diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas, possibilitando correlacionar à digestibilidade dos nutrientes à resposta do animal e ao rendimento de moagem, sendo que este fator exerce influência no desenvolvimento dos órgãos do trato gastrointestinal. Dietas com granulometrias excessivamente finas podem levar a atrofia da moela e ligeira hipertrofia do intestino,

além de maior consumo de água e incrustações no bico da ave. Já partículas maiores do que as recomendadas levam à seleção dos ingredientes da ração por parte das aves com consequente desequilíbrio nutricional (NIR et al., 1994).

Zanotto et al. (1999) constataram que a variação do tamanho das partículas do milho de 350 e 815 μm , moídas em moinhos de martelos, praticamente não alterou a energia metabolizável desse alimento para frangos de corte. Estes resultados demonstram flexibilidade na alteração do tamanho da partícula de forma que a granulometria pode ser ajustada de acordo com a necessidade da categoria animal sem o comprometimento do valor nutricional do alimento.

O processamento dos alimentos não deve ficar restrito a melhorias no desempenho animal, é necessário também que seja eficiente durante as etapas garantindo fluxo de produção dentro da fábrica e eficiência na utilização de energia. Pesquisas demonstram que o consumo de energia elétrica é aumentado e o rendimento da moagem é diminuído com a redução do diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas do milho (REECE et al., 1986; ZANOTTO et al., 1998). Da mesma forma, Zanotto et al. (1999), observaram que o consumo de energia elétrica reduziu em até 62%, o rendimento de moagem aumentou em até 166% com redução de 0,309% no preço da ração farelada, em função do aumento do DGM das partículas do milho, dentro da variação na granulometria do milho de 515 à 905 μm , não influenciando o desempenho nem a mortalidade de frangos de corte.

A moagem dos ingredientes em partículas muito finas eleva o gasto de energia para moagem e proporciona melhorias na digestibilidade e durabilidade dos pellets, porém podem ocorrer aumento na incidência de distúrbios gastrointestinais e irritação

do trato respiratório, sendo que estes fatores em excesso podem comprometer a saúde das aves anulando os ganhos obtidos com o processamento (EDWARDS, 1999).

Grãos duros demandam maior energia para moagem em granulometrias finas se comparados aos grãos dentados, isto é o que demonstra estudo realizado por Factori et al. (2008), que avaliaram cultivares de milho duro e dentado com DGM de 865 μm e 570 μm , constatando aumento da ordem de 14% no consumo de energia elétrica para a moagem de milhos duros em menores granulometrias se comparado com o cultivar de milho dentado, demonstrando que em menores granulometrias a opção por milhos dentados é melhor alternativa. Porém com DGM de 865 μm não houve diferença do consumo de energia.

Essa economia de energia também foi identificada em experimento realizado por Zanatta et al. (2006), que utilizando peneiras de 4 e 8 mm em moinhos de martelos, obtiveram granulometrias de 521,07 e 665,67 μm , respectivamente, onde concluíram que a utilização de peneiras de 8 mm proporcionou economia de 31% de energia elétrica e produção de fubá 6,4% maior se comparado com a utilização das peneiras de 4 mm, sem o comprometimento do desempenho animal além da menor sobrecarga do equipamento. Ainda segundo Zanatta et al. (2006), fatores como diâmetro dos furos da peneira, área de abertura da peneira, velocidade de rotação, número de martelos, fluxo de moagem, distância entre martelos e peneira, desgaste do equipamento e teor de umidade dos ingredientes, influenciaram a granulometria e a eficiência de moagem dos grãos em moinhos de martelos.

Melhor uniformidade das partículas da ração resulta em maior aproveitamento do alimento pelas aves, devido o menor tempo gasto na seleção e procura de partículas

maiores, resultado de consumo homogêneo e de forma balanceada do alimento o que reflete em melhorias nos parâmetros de desempenho (LEANDRO et al., 2001; FAVERO, 2009).

1.2- Efeito da granulometria na fisiologia digestiva e aproveitamento dos nutrientes pelas aves

Em função das diferenças anatômicas inerentes a espécie, as características da dieta que servem de atrativo ou estimulam o consumo de alimento para aves mostram-se diferentes quando comparadas a mamíferos. Aves demonstram mais interesse pela cor e tamanho da partícula, sendo pouco estimuladas pelo cheiro ou sabor na escolha do alimento (SWENSON e REECE, 1993; GONZALES, 2002). Segundo Bueno (2006), esta diferença é reflexo do baixo número de receptores químicos o que resulta em paladar e olfato deficientes se comparados aos mamíferos, porém apresentam extrema sensibilidade no palato superior ocasionada por elevado número de mecanoreceptores. Penz Júnior e Magro (1998) observaram que a granulometria da ração afeta o consumo de alimento e a digestão dos ingredientes pela alteração na anatomia do aparelho digestivo e das secreções digestivas.

Aves demonstram grande sensibilidade para adequar o tamanho da partícula de acordo com a idade, regulando o consumo de alimento e preferindo alimentos em maiores granulometrias, porém com tamanho das partículas proporcionais ao tamanho do bico (REECE et al., 1986). A forma física ou características sensoriais da dieta podem modular o consumo de alimento e a escolha do mesmo por parte das aves, interferindo na regulação da ingestão e consequentemente no consumo de nutrientes (YO et al., 1997).

Gewehr et al. (2011) constataram que poedeiras semipesadas consumiram maiores quantidades das dietas confeccionadas com milho em granulometrias grossas e médias (3198 μ m e 1254 μ m) em relação à fina (663 μ m) e ao milho inteiro, apresentando ainda consumo protéico e energético semelhantes entre as granulometrias testadas sem alteração dos parâmetros produtivos e de qualidade dos ovos.

A necessidade de relacionar a granulometria com a eficiência digestiva demanda análise de como a moagem irá interferir em características estruturais do alimento, que após ingerido pela ave será trabalhado pelos órgãos digestivos em função dos seus tamanhos de partículas e conteúdo nutricional, determinando assim alterações específicas na morfologia digestiva e no aporte nutricional.

Após o processamento o alimento é reduzido a partículas menores o que resulta em maior superfície de contato com as secreções digestivas e melhor aproveitamento dos nutrientes (GOODBAND et al., 2002). Estudos com aves demonstraram que a partir dos sete dias de vida o desenvolvimento do trato digestório, principalmente moela, é profundamente influenciado pelo fornecimento de alimento e tamanho de partículas (AMERAH et al, 2007).

Na maioria das espécies avícolas o alimento permanece pouco tempo na boca ocorrendo pouca maceração, de forma que mesmo que a saliva contenha amilase não seria o suficiente para que a digestão tenha início na boca. No papo pode-se constatar significativa digestão do amido devido à presença de amilase proveniente de glândulas salivares e regurgitações do conteúdo duodenal ou bactérias (SWENSON e REECE, 2003).

Depois de ingerido o alimento segue para a moela, órgão muscular revestido de tecido conjuntivo responsável pela ação mecânica sobre o alimento e exposição a algumas enzimas digestivas, reduzindo este a menores partículas que fluirão para o duodeno (BUENO, 2006; AMERAH et al., 2007). A força executada pelo órgão na trituração de alimentos pode atingir 585 kg/cm^2 , ocorrendo duas ou três contrações por minuto (SWENSON e REECE, 1993; CABRERA, 1994).

A presença deste órgão exclusivo ao sistema digestivo das aves permite que o animal se alimente de sementes ou alimentos em partículas grosseiras. A ingestão de partículas grosseiras contribui com a maceração do alimento realizada pela moela, porém este órgão apresenta pouca atividade relacionada à digestão enzimática dos alimentos (WILKE et al., 2009).

Partículas maiores ficam retidas na moela, onde serão trituradas pelo órgão com a liberação gradativa e controlada. De acordo com Hetland e Svihus (2001), as partículas ficam armazenadas na moela até atingir o tamanho de $15 - 40 \mu\text{m}$, de forma que a administração de dietas com menores tamanhos de partículas o órgão não realizará a trituração do alimento atuando apenas como órgão de trânsito. Para aves de postura este fato chama atenção já que parte dos processos de formação dos ovos ocorre em períodos nos quais as aves não estão se alimentando e a retenção do alimento por maior tempo na moela disponibilizará nutrientes para a manutenção destas etapas.

As alterações sofridas pela moela devido mudanças na forma física do alimento tendem a interferir nos processos digestivos subsequentes. O aumento do DGM resultará em maior tempo de retenção e conseqüente redução do pH na moela. Gabriel et al. (2003) citaram que o baixo pH na moela pode resultar em maior ativação de

pepsina e menores riscos de coccidiose. O uso de partículas maiores também está associado a alterações da microbiota intestinal refletindo na menor incidência de doenças entéricas (JACOBS et al., 2010).

Em animais monogástricos, a maioria dos carboidratos tem o início de sua absorção no intestino delgado tendo o jejuno como principal sítio de absorção. Glucose e galactose são transportadas através da membrana das células por transporte ativo, com o auxílio do íon sódio formando complexos que são transportados para o interior das células e posteriormente dissociados com a captação dos nutrientes pelo sistema porta (ENSMINGER et al., 1990).

A digestão do amido contido no grão de milho acontece no intestino delgado, onde por ação de enzimas digestivas, principalmente amilase, é quebrado em unidades menores como amido solúvel, dextrina e maltose. A obtenção de glucose como produto final acontece após continua quebra das moléculas de carboidratos através de hidrólise ácida (PERRY, 1984).

Durante a fase luminal a α – amilase rompe as ligações α 1-4 dos compostos amilopectina e α – amilose, gerando polissacarídeos com comprimento intermediário continuamente degradados até a obtenção de maltose e maltotriose. As ligações α 1-6 não são hidrolisadas na fase luminal gerando oligossacarídeos de cadeia ramificada e também um dissacarídeo com ligação α 1-6, denominados dextrina e isomaltose respectivamente (CUNNINGHAM, 2004).

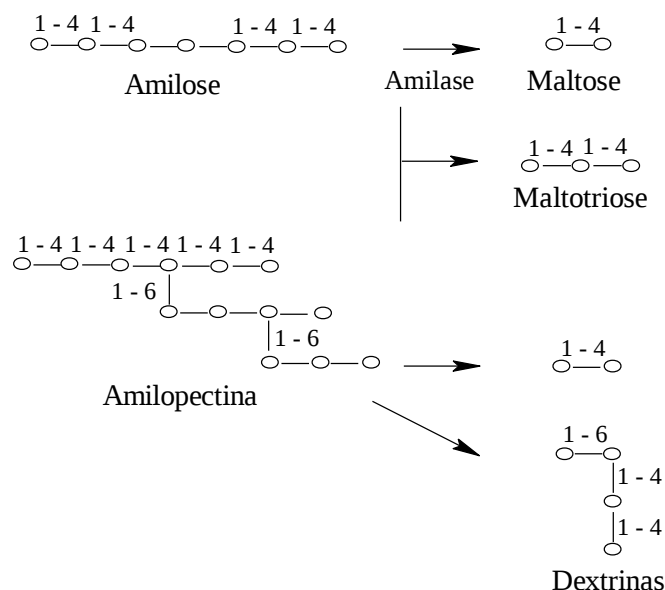


Figura 2. Polissacarídeos resultantes da fase luminal da digestão. Adaptado de CUNNINGHAM (2004).

Após a fase luminal da digestão os produtos obtidos se projetam para uma camada formada por água estacionária, muco e glicocálice denominada de zona difusa. Nesta região que separa a mucosa do lúmen intestinal acontece a digestão dos carboidratos na fase de membrana, onde enzimas específicas irão degradar os produtos obtidos através da digestão luminal do amido, gerando exclusivamente glicose, absorvida por co-transporte juntamente com íons de sódio. Este processo absorptivo é realizado por uma proteína específica localizada na superfície do enterócito, através de gradiente eletroquímico para os íons de sódio (CUNNINGHAM, 2004).

De acordo com Favero (2009), o tamanho das partículas é fator que interfere no consumo de ração, digestão e absorção dos nutrientes, alterando características como: pH, secreção enzimática, desenvolvimento do trato digestivo e taxa de passagem do alimento pelo trato, atividades de extrema importância na fisiologia digestiva das aves.

Sabe-se que maiores partículas estimulam o desenvolvimento do trato digestório de poedeiras, principalmente moela, órgão fundamental na motilidade da digesta e mais propenso a alterações em sua morfologia devido a modificações no tamanho das partículas (AMERAH et al., 2007).

O aumento no peso da moela também foi constatado em estudo realizado por Nir et al. (1994), observaram maior peso da moela de frangos que receberam partículas mais grossas (2,10 mm), além de diminuição do pH na moela e aumento do pH no intestino, comportamento ideal para ativação enzimática, já em aves que receberam partículas menores (0,57 mm) observou-se redução do pH no intestino provavelmente gerada por fermentação microbiana.

Rougière et al. (2009) puderam avaliar através de experimento utilizando frangos de corte, que dietas com maiores granulometria foram capazes de induzir aumento de peso dos órgãos digestivos constatando ainda que o aumento de peso da moela está correlacionado positivamente com melhora na digestibilidade do amido e proteína.

López e Baião (2004) analisando os efeitos de tamanho de partículas (médias e grossas) e da forma física das rações (farelada, granulada e expandida-granulada) sobre o desempenho e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte machos de 1 a 47 dias de idade, constataram que aves que receberam rações fareladas com partículas grossas apresentaram maior peso da moela e do pâncreas em relação às aves que receberam rações fareladas com granulometria média. Isto pode ser explicado de forma que maiores partículas demandam maior atividade dos órgãos no processo de digestão com conseqüente hipertrofia.

No processo digestivo realizado pelas aves, a digestibilidade dos nutrientes é seriamente influenciada pelo tempo de retenção do alimento no trato digestório. Em frangos de corte recebendo ração farelada pode-se constatar que maiores granulometrias proporcionaram respostas positivas no desempenho, porém granulometrias excessivamente finas ou grossas comprometeram o aproveitamento dos nutrientes (MACARI et al., 1994; NOSKOSKI, 2006).

Partículas maiores têm menor taxa de passagem e ficam expostas por maior tempo a ação das enzimas e maior contato com as células absorptivas do intestino (BUENO, 2006). Já Nokoski (2006) trabalhando com frangos de corte machos da linhagem Cobb 500, avaliou o efeito de granulometria do milho de 351 e 641 μ m, e ao contrário do apresentado na literatura constatou que a maior granulometria apresentou piores resultados de digestibilidade da matéria seca, já a granulometria mais fina aumentou o tempo de retenção da digesta no intestino delgado das aves.

O melhor aproveitamento do alimento reflete não só em elevação de parâmetros de desempenho, mas também no impacto que a atividade avícola exerce sobre o meio ambiente determinando aumento ou diminuição na carga poluente dos dejetos, através do uso racional dos insumos. O atual modelo da avicultura de postura consiste de um elevado número de animais confinados em uma mesma instalação, o que resulta em produção elevada de dejetos ricos em nitrogênio, fósforo e microminerais (PEREIRA et al., 2010).

Após absorção e utilização, todo o nitrogênio em excesso é excretado na forma de ácido úrico. De acordo com Swenson e Reece (1993) a via para a síntese de ácido úrico envolve a geração de aspartato, glutamina e glicina para a síntese de nucleotídeos

de purina onde metade do conteúdo gerado é então convertido em ácido úrico para a excreção renal. De acordo com Pereira et al. (2010), a maior parte do conteúdo de nitrogênio encontrado nas excretas é proveniente do excesso de proteína decorrente da formulação de dietas com elevados níveis de proteína bruta. Com relação ao fósforo, sua presença nas excretas é o resultado do complexo formado com o ácido fítico presente em ingredientes vegetais o que diminui a absorção deste elemento.

Em virtude do grande volume de resíduos produzidos pela avicultura, bem como elevada carga poluente, alternativas vem sendo estudadas com o objetivo de minimizar o impacto que a atividade avícola causa ao meio no qual está inserida. A utilização de enzimas já demonstra efetividade na redução de níveis de fósforo e nitrogênio. Segundo Oviedo-Rondón (2008), para o constante crescimento da produção avícola é necessário que o setor desenvolva práticas adequadas para o tratamento dos resíduos de maneira a atender restrições legais vigentes encarando os resíduos gerados como recursos e paralelamente reduzindo o impacto ambiental.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os fatores granulometria e textura do milho sobre os parâmetros de desempenho produtivo de poedeiras comerciais semipesadas, bem como consumo de energia elétrica para moagem dos grãos.

Para tanto foi realizado o estudo, representado pelo capítulo 2 e denominado **Granulometria e textura do milho: consumo de energia elétrica e parâmetros produtivos de poedeiras comerciais**, o qual apresenta-se de acordo com as normas para a publicação na revista **Pesquisa Agropecuária Brasileira**.

2- Referências Bibliográficas

- 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**, Ithaca, v. 63, p. 439-455, 2007.
- BELLAVER, C., NONES K. A Importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. **In.: IV Simpósio Goiano de Avicultura**. Goiânia, 2000.
- BENEDETTI, M. P. **Granulometria do milho de textura dentada ou dura em rações para frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Botucatu: UNESP, 2009,p.43.
- BUENO, F. L. **Efeito da forma física, granulometria (DGM) e adição de óleo em dietas iniciais em dietas iniciais frangos**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006, p. 56.
- CABRERA, M. R. **Effects of sorghum genotype and particle size on milling characteristics and performance of finishing pigs, broiler chicks, and laying hens**. Masters Thesis, Kansas State University, 1994.
- CANTARELLI, V. S. **Composição química, vitrosidade e digestibilidade de diferentes híbridos de milho para suínos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003, p. 39.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamentos de Safra. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>> . Acessado em: 16 jan. 2013.
- CORREA, C. E.; SHAVER, R. D.; PEREIRA, M. N.; LAUER, J. G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal Dairy Science**, New York (NY), v. 85, p. 3008-3012, 2002.
- CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Editora Guanabara, ed. 3, p. 579, 2004.
- D'ALFONSO, T. H. Factors affecting ileal digestible energy of corn in poultry diets. **Recent Advances in Animal Nutrition**, London, v. 14, p. 151-156, 2003.
- EDWARDS, A. C. Feed processing and feeding management to enhance nutrient utilization in commercial livestock production. **Recent Advances in Animal Nutrition**, London, v. 12, p. 137-144, 1999.
- ENSIMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. E.; HEINEMANN, W. W. **Feeds & Nutrition**. 2 ed. Clovis (CA); 1990.

FACTORI, M. A.; COSTA, C.; BIAGIGIONI, M. A. M.; SALEH, M. A. D. Avaliação do consumo de energia elétrica em duas granulometrias de moagem de grãos de milho de textura dentada e dura. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 65, n. 2, p.83-88, 2008.

FAVERO, A.; **Aspectos físicos da ração e suas implicações no desempenho, digestibilidade e desenvolvimento do trato gastrointestinal de perus**. Dissertação. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2009, p. 76.

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

GEWEHR, C. E.; OLIVEIRA, V.; COSTENARO, J.; PAGNO, G.; ROSNIECEK, M.; FARIAS, D. K. Milho inteiro e moído em diferentes sistemas de alimentação para poedeiras semipesadas. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 6, p. 1429-1436, 2011.

GONZALES, E. Ingestão de Alimentos: Mecanismos Regulatórios. In.: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (org.) **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.375, 2002.

GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D.; NELSEN, J. L. **The effects of diet particle size on animal performance**. Kansas: Kansas State University. 2002.

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

JACOBS, C. M.; UTTERBACK, P. L.; PARSONS, C. M. Effects of corn particle size on growth performance and nutrient utilization in young chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, p. 539-544, 2010.

LÓPEZ, C. A. A.; BAIÃO, N. C. Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v. 56, n. 2, 2004.

LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; ORSINE, G. F.; ROCHA, A. C. Efeito da granulometria do milho e farelo de soja sobre o desempenho de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa (MG), v. 30, p. 1266-1271, 2001.

LEONEL, M. Análise da forma e tamanho dos grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 579-588, 2007.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP – UNESP, p. 296, 1994.

MOORE, S. M.; STALDER, K. J.; BEITZ, D. C.; STAHL, C. H.; FITHIAN, W. A.; BREGENDAHL. The correlation of chemical and physical corn kernel traits with production performance in broiler chickens and laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 665-676, 2002.

NIR, I. G.; SHEFET, Y.; NITSAN, Z. Effect of particle size on performance. Grain texture Interactions. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 781-791, 1994.

NOSKOSKI, L. **Influência da granulometria, da fibra insolúvel e de diferentes fontes protéicas em dietas de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Produção animal) Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006, p. 59.

OVIEDO-RONDÓN, E. O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa (MG), v. 37, p. 239-252, 2008.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. EMBRAPA Milho e Sorgo, Circular técnica 75. Sete Lagoas, 2006.

PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. 1978.

PENZ JR., A. M.; MAGRO, N. Granulometria de rações: aspectos fisiológicos. In: **Seminário Internacional de Patologia Aviária**, Athens, p. 35-45, 1998.

PEREIRA, A. A.; JUNQUEIRA, O. M.; ALVA, J. C. R.; SGAVIOLI, S.; PRAES, M. F. F. M.; GRIEP JÚNIOR, D. N. Utilização de rações de poedeiras comerciais formuladas com fitases e níveis de proteína bruta sobre a excreção de fósforo, nitrogênio e cálcio. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.178-183, 2010.

PERRY, T.W. **Animal life-cycle feeding and nutrition**. Orlando (FL); 1984.

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

ROUGIÈRE, N.; GOMEZ, J.; MIGNON-GRASTEAU, S.; CARRE, B. Effects of diet particle size on digestive parameters in D⁺ and D⁻ genetic chicken lines selected for divergent digestion efficiency. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, p. 1206-1215, 2009.

RUDE, C. M. **Effects of conr starch on growth performance of boriler chicks during the early growwth period**. Dissertação (Master of Science). Manhattan: Kansas State University, 2005, p. 52.

SILVA, M. M. A.; FURLAN, A. C.; MOREIRA, I.; PAIANO, D.; JOBIM, C. C.; BARCELLOS, L. C. G. Avaliação nutricional do milho com maior teor de óleo, nas formas de grãos secos e silagens, para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa (MG), v. 35, n. 3, p. 830-839, 2006.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos**. Ed. 11^a, p. 856, 1993.

TESTER, R. F.; KARKALAS, J.; QI, X. Starch-composition, fine structure and architecture. **Journal Cereal Science**, v. 39, p. 151-165, 2004.

VIEIRA, S. L. Carboidratos: Digestão e Absorção. In.: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (org.) **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 375, 2002.

WILKE, W. L.; FAILS, A. D.; FRANDSON, R. D. **Anatomy and physiology of farm animals**. Ed. 7, p. 512, 2009.

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

ZANATTA, F. L.; LACERDA FILHO, A. F.; TEIXEIRA, C. A.; SANTOS, W. R.; COSTA, P. L. A. O.; SILVEIRA, C. L.; PEREIRA, H. A. Avaliação energética de moinho de martelos em relação ao DGM de milho e desempenho de suínos e aves. **Engenharia na Avicultura**, Viçosa, MG. v. 14, n. 4, p. 276-286, 2006.

ZANOTTO, D. L.; GUIDONI, A. L.; ALBINO, L. F. T.; BRUM, P. R.; FIALHO, F. B. **Efeito da granulometria sobre o conteúdo energético do milho para frangos de corte**. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, p.2, 1998.

ZANOTTO, D. L.; GUIDONI, A. L.; BRUM, P. R. Granulometria do milho em rações fareladas para frangos de corte. In.: **Anais 36ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Porto Alegre: SBZ, 01 CD-ROM, 1999.

Capítulo 2**Granulometria e textura do milho: consumo de energia elétrica e
parâmetros produtivos de poedeiras comerciais**

Granulometria e textura do milho: consumo de energia elétrica e parâmetros produtivos de poedeiras comerciais

Resumo – A presente pesquisa teve por objetivo avaliar os fatores granulometria e textura do milho sobre os parâmetros de desempenho produtivo de poedeiras comerciais, bem como consumo de energia elétrica para moagem dos grãos. Foram utilizadas 384 poedeiras da linhagem Isa Brown com 36 semanas de idade, alojadas em aviário de produção convencional com taxa de lotação de 562,5 cm² /ave. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x3 (texturas de milho: duro e dentado e graus de moagem: fino, médio e grosso), com oito repetições de oito aves por parcela. Ao final do experimento, foi realizado um ensaio de digestibilidade para determinação do teor de nitrogênio nas excretas. Os dados foram avaliados com auxílio do pacote estatístico SISVAR com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi constatada diferença para o fator textura, onde a textura dura apresentou aumento nas variáveis: consumo de ração e peso dos ovos. As características de qualidade dos ovos demonstraram diferença significativa apenas quanto à cor da gema. Maiores granulometrias consumiram menos energia elétrica durante a moagem. O cultivar de milho duro teve consumo de energia elétrica 31,66% menor comparativamente ao cultivar dentado.

Termos para indexação: Consumo de ração, conversão alimentar, processamento, produção de ovos.

Particle size and texture of corn: electricity consumption and production parameters for laying hens

Abstract - This study aimed to evaluate the factors grain and texture of corn on the performance parameters of laying hens as well as electricity consumption for grinding grain. A total of 384 Isa Brown hens strain at 36 weeks of age were housed in conventional poultry production with stocking rate of 562.5 cm² / bird. The birds were distributed in a completely randomized in a 2x3 factorial (corn textures: hard and dented and milling degree: fine, medium and coarse), with eight replicates of eight birds per cage. At the end of the experiment, we conducted a digestibility assay for determination of nitrogen in excreta. Data were evaluated by using the statistical package SISVAR with averages compared by Tukey test at 5% probability. Difference was found for the texture factor, where the hard texture variables showed an increase in feed intake and egg weight. The quality of the eggs showed a significant difference only for the color of egg yolk. Larger particle sizes consumed less electricity during milling. The maize cultivar had hard power consumption 31.66% lower compared to cultivate toothed.

Index Terms: Egg production, feed conversion, feed intake, processing

Introdução

Na produção avícola, o milho é o principal ingrediente energético e representa 60 a 65% da composição da dieta. É o principal insumo em dietas avícolas, exercendo impacto considerável na formação do custo da dieta. Sua utilização demanda espaço físico para estocagem e equipamentos para processamento, de maneira que grande parte da energia consumida em fábricas está relacionada com o beneficiamento deste cereal.

As diferenças entre a textura dos cultivares de milho são resultantes das ligações entre constituintes químicos (principalmente carboidratos e proteínas) gerando polímeros de glucose com alto peso molecular que determinam o tipo de endosperma e suas proporções no grão, estas ligações estão diretamente relacionadas com a dureza do grão (PATERNIANI, 1978). As principais diferenças entre os tipos de milho são a forma e o tamanho dos grãos, definidos principalmente pela estrutura do endosperma e o tamanho do gérmen.

Com o processamento objetiva-se garantir o melhor aproveitamento dos nutrientes contidos nos alimentos, porém alguns fatores interferem quanto eficiência durante o processamento. A vitreosidade do milho pode afetar diretamente o tempo e a energia consumida para sua moagem, bem como sua digestibilidade, pois o endosperma vítreo apresenta certa resistência à atuação das enzimas digestivas (SILVA et al., 2006).

A escolha da granulometria adequada na fabricação das dietas pode otimizar o consumo de energia durante o processamento dos grãos, determina mudança no aproveitamento dos nutrientes pelas aves, já que maiores granulometrias proporcionam maior retenção da dieta na moela favorecendo a digestão associada ao trabalho mecânico realizado pelo órgão.

Adequar o processamento das matérias primas aos equipamentos adotados nas fábricas de rações resulta em maior eficiência no processo de fabricação de ração, através da redução do desperdício e principalmente redução no gasto de energia elétrica, promovendo alterações desejadas no alimento com manutenção ou melhoria no desempenho animal.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os fatores granulometria e textura do milho sobre os parâmetros de desempenho produtivo de poedeiras comerciais semipesadas, bem como consumo de energia elétrica para moagem dos grãos.

Material e Métodos

Para a coleta dos dados de desempenho foram utilizadas as instalações experimentais do setor de avicultura de postura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP – campus Botucatu, onde foram alojadas 384 poedeiras semipesadas da linhagem Isa Brown com 36 semanas de idade distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x3, com duas texturas de milho (dentado e duro), moídos em três granulometrias (fina, média e grossa) com oito repetições de oito aves por parcela experimental.

As aves foram alojadas em aviário de produção convencional, em 48 gaiolas metálicas, medindo 100 cm de comprimento e 45 cm de profundidade, perfazendo uma taxa de lotação de 562,5 cm² por ave, dispostas em duas fileiras duplas com corredor de serviço. Os comedouros independentes por gaiola foram colocados frontalmente às mesmas, com o arração realizado duas vezes ao dia com o fornecimento de água a vontade através de bebedouros do tipo nipple com copo. Foi adotado programa de luz de 16 horas de luz diárias como recomenda o manual da linhagem.

O experimento teve duração de 112 dias, onde foram avaliados os parâmetros de desempenho produtivo: Consumo de ração (g/ave/dia); porcentagem de postura (% de postura/ave); peso dos ovos, em gramas; massa de ovos, em gramas e conversão alimentar por dúzia e por quilograma de ovos, com as coletas de dados diárias e registro em planilha.

O período de coleta de dados para avaliação da qualidade interna e externa dos ovos foi dividido em quatro períodos de 28 dias. Ao final de cada período experimental foram coletados ao acaso, durante três dias consecutivos, dois ovos íntegros por parcela. Para análise estatística, foi utilizada a média obtida entre os quatro períodos de análises. Todas as análises dos ovos foram realizadas nas instalações do laboratório de ovos da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP – campus Botucatu.

Para qualidade dos ovos foram avaliados os seguintes parâmetros: Gravidade específica: realizada através da imersão dos ovos em soluções salinas com a densidade variando de 1,060 a 1,100 g/cm³, conforme Moreng e Avens (1990).

Resistência da casca a quebra: mensurada com o auxílio de um aparelho texturômetro TA.XT plus – Texture Analyser, equipado com a sonda de 75mm (p/2) e velocidade do teste de 1mm/segundo. Porcentagens de gema, albúmen e casca: foram determinadas dividindo-se o peso dos mesmos pelo peso do ovo com os resultados expressos em porcentagem. Unidade Haugh: determinada a partir dos dados de peso dos ovos e da altura do albúmen, assim o valor deste parâmetro obtido através da Equação 01 proposta por Card e Nesheim (1968).

$$UH = 100 \log (H + 7,57 W^{0,3}) \dots\dots\dots(01)$$

Onde:

H = altura do albúmen, em [mm];

W = peso do ovo, em [g].

A cor da gema foi medida com a utilização de um abanico colorimétrico Roche: leque colorimétrico de marca ROCHE, com escores de cores variando de 1 a 15.

A confecção das dietas experimentais e o ensaio para a determinação do consumo de energia elétrica foram realizados na fábrica de rações da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP – campus Botucatu. Os cultivares de milho adotados no experimento foram DKB 177 para textura dura e AG 4051 para textura dentada, os quais tiveram os plantios realizados na Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Botucatu, em mesmo tipo de solo, com idêntica correção, adubação e tratos culturais. Uma amostra de cada cultivar foi caracterizada através da sua composição bromatológica e foram avaliadas as porcentagens de proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta sendo por fim, efetuado o cálculo da quantidade de energia bruta, digestível e metabolizável, de acordo com equação proposta por Rostagno et al. (2005), como pode ser observado na Tabela 1.

As amostras dos milhos submetidas à moagem em moinho do tipo serra em diferentes diâmetros de furo de peneira (3, 6 e 9 mm). Para a determinação do DGM, foi necessária a utilização de equipamento vibrador com conjunto de peneiras ABNT, números: 5, 10, 16, 30, 50, 100 mm e fundo, correspondendo às seguintes aberturas de malhas: 4; 2; 1,20; 0,60; 0,30; 0,15 e 0 mm, segundo metodologia utilizada por Zanotto e Bellaver (1996). O DGM foi calculado segundo a equação de Handerson e Perry (1955).

Após a caracterização das variedades de milho e determinação do DGM, realizou-se o balanceamento das dietas de acordo com as exigências nutricionais

expressas no manual da linhagem. Na Tabela 2, encontram-se as composições centesimais e os níveis nutricionais das dietas experimentais.

As dietas foram isonutritivas, diferindo apenas quanto ao cultivar de milho utilizado e a granulometria na qual o milho foi moído. Os tratamentos ficaram assim constituídos:

- Tratamento 1 – Ração com cultivar de milho duro (DKB 177) moído em granulometria fina (602,08 μm);
- Tratamento 2 – Ração com cultivar de milho duro (DKB 177) moído em granulometria média (784,86 μm);
- Tratamento 3 – Ração com cultivar de milho duro (DKB 177) moído em granulometria grossa (1166,19 μm);
- Tratamento 4 – Ração com cultivar de milho dentado (AG 4051) moído em granulometria fina (612,95 μm);
- Tratamento 5 – Ração com cultivar de milho dentado (AG 4051) moído em granulometria média (831,23 μm);
- Tratamento 6 – Ração com cultivar de milho dentado (AG 4051) moído em granulometria grossa (1230,05 μm).

Para a mensuração do consumo de energia elétrica necessário para moagem dos cultivares de milho foi utilizado moinho de marca Silver tipo serra, movido com motor de indução trifásico, 220 V de 25 cv de potência. O milho foi pesado antes da entrada no moinho, totalizando 160 kg por tratamento. Durante o processo de moagem foi realizada medições da potência, tensão, corrente e fator de potência do motor e cronometrado o tempo para moagem.

Os dados referentes ao comportamento elétrico do moinho perante as diferentes situações (textura de milho e granulometria) foram registrados e armazenados com o auxílio do equipamento SAGA 4000, analisador eletrônico de sistemas elétricos monofásicos ou trifásicos equilibrados ou não. O analisador é equipado com memória de massa interna, permitindo que os dados sejam registrados em intervalos de medição sem a necessidade de transferência para microcomputador ou leitor portátil. Efetuou-se o registro dos dados bem como tempo necessário para a moagem de quantidade pré-determinada (160 kg de milho/tratamento), para a posterior análise.

Durante o processo de moagem foram mensurados: potência, tensão, corrente e fator de potência, em intervalos de tempo pré-determinados (a cada 10 segundos para o grão duro e a cada 30 segundos para o grão dentado). Desta forma, cada tratamento apresentou números diferentes de registros de dados, visto que o tempo de moagem foi diferente entre os tratamentos.

O consumo de energia elétrica em kWh foi obtido através das Equações 02 para o grão duro e da Equação 03 para o grão dentado, com a somatória dos valores registrados pelo aparelho durante a moagem de cada tratamento:

$$C_{du} = \sum_{i=0}^n \times P_i / 360 \dots\dots\dots(02)$$

$$C_{de} = \sum_{i=1}^n \times P_i / 120 \dots\dots\dots(03)$$

Onde:

C (kWh) = consumo de energia elétrica em [kWh];

P_i = potência média do motor medida nos intervalos de tempo, em [W].

n = número de medições por tratamento

O consumo específico de energia elétrica (CE) em kWh/kg para a moagem dos milho duros e dentados foram determinados através das Equação 04 e 05.

$$CE_{du} = Cdu/p \dots\dots\dots(04)$$

$$CE_{de} = Cde/p \dots\dots\dots(05)$$

Onde:

CE: representa o consumo específico de energia por quilograma de milho, em [kWh/kg];

P: representa a quantidade de milho em quilograma moída a cada tratamento, 160kg.

Para análise estatística dos valores de consumo específico de energia elétrica cada tratamento apresentou número diferente de repetições, obtidas em função do tempo gasto para a moagem. Desta forma, o número de registros e repetições por tratamento foram:

- Tratamento 1 – tempo de moagem de 22’40” e 133 registros e repetições;
- Tratamento 2 – tempo de moagem de 21’50” e 131 registros e repetições;
- Tratamento 3 – tempo de moagem de 22’40” e 128 registros e repetições;
- Tratamento 4 – tempo de moagem 36’00” e 72 registros e repetições;
- Tratamento 5 – tempo de moagem de 31’30” e 67 registros e repetições;
- Tratamento 6 – tempo de moagem 36’30” e 73 registros e repetições.

Durante a realização do ensaio de metabolismo as aves apresentavam 42 semanas de idade. Foram utilizadas três repetições por tratamento, totalizando 18 parcelas experimentais, com 4 aves por gaiola, desta forma foram utilizadas 72 aves para o ensaio metabólico. As aves foram alojadas em aviário de produção convencional com gaiolas metálicas, perfazendo uma taxa de lotação de 562,5 cm² por ave. As gaiolas foram equipadas com coletores para as fezes de modo a evitar a contaminação das amostras com restos de ração ou outros materiais. Os comedouros independentes por

gaiola, colocados frontalmente às mesmas com arraçoamento realizado duas vezes ao dia, com o fornecimento de água a vontade através de bebedouros do tipo nipple com copo.

Após período de uma semana para a adaptação das aves à dieta experimental, foi iniciada a coleta total das excretas por um período de 5 dias consecutivos e 2 coletas diárias a fim de minimizar a perda de nitrogênio nas fezes. As rações foram marcadas com 2% de óxido férrico no primeiro e último dia de coleta. A ração e água fornecidas a vontade durante todo o período do ensaio. Após coleta, as fezes foram devidamente armazenadas em congelador a -10° C para posterior realização das análises laboratoriais para determinação da porcentagem de nitrogênio presente nas fezes.

Todos os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância utilizando os recursos do programa SISVAR e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A Figura 3 ilustra o fluxograma de execução das atividades desenvolvidas para a avaliação dos fatores, granulometria e textura.

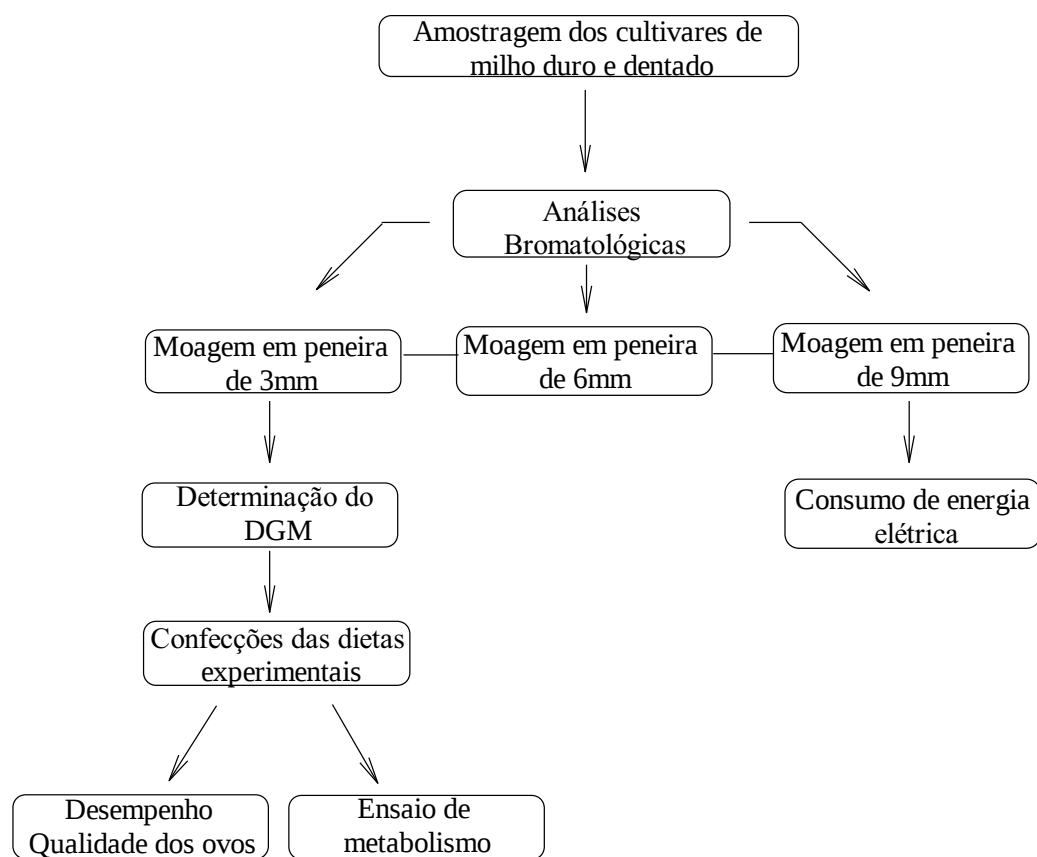


Figura 4. Fluxograma de execução

Resultados e discussão

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados de desempenho produtivo de poedeiras semipesadas submetidas a dietas compostas por milho duro ou dentado processados em granulometrias fina, média e grossa. Não houve interação ($P>0,05$), entre os fatores avaliados granulometria e textura.

Não houve efeito ($P>0,05$) do fator granulometria sobre as variáveis de desempenho analisadas. Através destes resultados, pode-se inferir que as granulometrias estudadas não alteraram drasticamente o processo de digestão e absorção de nutrientes podendo ser adotadas na fabricação de dietas para aves de postura. A forma física e o tamanho das partículas da dieta estão entre os fatores que podem interferir em

características morfológicas e fisiológicas do trato digestivo das aves, lesando as vilosidades intestinais ou favorecendo o desenvolvimento microbiano (ENGBERG et al., 2004; YEGANI e KORVER, 2008; FRAIHA et al., 2011).

Os resultados encontrados no presente experimento, diferem dos resultados encontrados por Safaa et al. (2009), que avaliaram o efeito de granulometrias finas, médias e grossas obtidas através da moagem utilizando peneiras de 6, 8 e 10 mm em moinho de martelo dos cereais milho e trigo em dietas para poedeiras da linhagem Lohmann Brown, concluindo que o aumento da granulometria induziu a aumento do consumo de alimento, porém as demais características de desempenho não foram influenciadas.

Os resultados obtidos para as granulometrias demonstram que galinhas em postura têm seu desempenho produtivo pouco alterado mediante modificação do tamanho das partículas, dentro dos limites estudados. Este resultado indica que os órgãos digestivos, principalmente moela e intestino, mantém sua funcionalidade sem prejuízos para a assimilação de nutrientes e conversão de alimentos em produtos, o que possibilita-se trabalhar com maiores granulometrias.

Embora estudos demonstrem que a diminuição do tamanho da partícula do alimento resulte em maior superfície de contato com as enzimas digestivas, Amerah et al. (2007), citaram que partículas grosseiras são mais efetivas durante o processamento além de estimular o desenvolvimento da moela proporcionando maior motilidade intestinal e conseqüentemente maior digestão dos nutrientes.

Houve diferença significativa ($P<0,05$) da textura do milho sobre o consumo de ração, de forma que as aves alimentadas com milho de grão duro obtiveram maior consumo de alimento comparativamente às aves alimentadas com o grão de milho

dentado. Através deste resultado é possível inferir que a confecção de dietas a base do grão de milho duro resultou a maior taxa de passagem refletindo no aumento do consumo de alimento.

De acordo com Correa et al. (2002), a dureza do grão está diretamente correlacionada com o teor de amilopectina, isto indica que o milho de textura dura supostamente apresentou maior conteúdo deste polímero em sua constituição se comparado ao cultivar de grão dentado, assim, diferenças na estrutura e composição do grão aliado ao maior consumo de ração, podem ter ocasionado ovos mais pesados obtidos por aves alimentadas com o milho de grão duro.

Na Tabela 4, estão apresentados os resultados referentes às características de qualidade dos ovos. Não foi encontrada interação ($P > 0,05$) entre os fatores granulometria e textura, para as características de qualidade dos ovos. Foi constatado efeito ($P < 0,05$) da granulometria e textura do milho apenas sobre a cor da gema onde, verificou-se que maiores granulometrias determinaram melhores colorações, possivelmente por disponibilizar pigmentos de maneira mais lenta e gradativa sendo melhor aproveitados pelas aves durante a formação da gema.

Apesar de apresentar alteração na cor da gema as granulometrias testadas não foram capazes de alterar as proporções dos constituintes dos ovos, indicando que o aparelho digestivo foi capaz de trabalhar o alimento de maneira que o aporte de nutrientes para formação de gema, albúmen e casca fosse semelhante independentemente do tamanho da partícula adotada. A retenção do alimento por maior tempo na moela possibilita que o órgão realize ação mecânica sobre o alimento e exposição à algumas enzimas digestivas (AMERAH et al., 2007).

Foi encontrada diferença ($P < 0,05$) para o fator textura onde o cultivar de textura dentada apresentou melhor coloração da gema se comparado com o cultivar duro. Esta diferença pode ter sido determinada pela estrutura dos grãos, de forma que os pigmentos presentes no grão duro podem se apresentar complexados com os demais componentes do endosperma vítreo (proteína e o amido), tornando-os menos disponíveis se comparados com o grão dentado. Mesmo havendo diferenças estruturais entre as duas texturas de milho avaliadas, estas não foram suficientes para que as porcentagens de gema, albúmen ou casca fossem alteradas, o que serve de indicativo que os dois cultivares de milho apresentaram semelhanças quanto ao teor nutricional dos grãos.

Segundo Cotta (1997), a gema do ovo é composta por lipoproteína, proteínas, vitaminas, minerais e pigmentos, substâncias sintetizadas pelo fígado e transportadas pelo sangue até o ovário. Este mesmo autor ainda afirma que, tanto o funcionamento hepático como alterações na alimentação podem interferir no teor de alguns constituintes da gema, o que vem ao encontro dos resultados desta pesquisa.

Os resultados para o consumo específico de energia em kWh/kg durante a moagem de cultivares de milho de textura dura e dentada em granulometrias fina, média e grossa, encontram-se na Tabela 5. Foi constatada interação ($P < 0,05$) entre os fatores avaliados. É possível constatar que a granulometria fina exigiu trabalho superior do equipamento, refletindo em consumo de energia 35,93% superior para sua moagem. Zanatta et al. (2006) ao compararem o consumo energético de moinhos de martelo utilizando peneiras de 4 e 8 mm, constataram que a redução de energia demandada é da ordem de 31% quando se trabalha com peneiras de 8 mm apresentando ainda produção de fubá 6,4% superior, comparativamente a peneira de 4 mm.

Os resultados do desdobramento da interação entre granulometria e textura estão apresentados na Tabela 6. Verifica-se que o consumo específico de energia (kWh/kg de milho moído) para a moagem do cultivar de textura dentada foi superior em todas as granulometrias. Isso pode ser atribuído ao fato do milho de textura dentada conferir maior resistência durante a moagem, possivelmente por apresentar maior plasticidade. Já milhos de textura dura em contato com as serras do moinho estilhaçam com maior facilidade e em menores partículas se comparados com milhos de textura dentada, sendo necessário então menor trabalho para sua moagem e gerando maior fluxo de moagem. Este comportamento durante o processamento é respaldado pelas menores granulometrias encontradas para o milho de textura dura em comparação ao milho de textura dentada.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6, o cultivar de milho dentado apresentou consumo energético 31,66% superior comparativamente ao cultivar de textura dura, este resultado sugere que devido a detalhes de constituição e estrutura o grão de textura dentada é menos eficiente quando submetido à moagem em moinhos tipo serra.

É possível se constatar também que a redução do consumo energético ocorre paralelamente ao aumento da granulometria, e que a relação consumo energético/DGM é maior para a cultivar de textura dura. O aumento no tempo de moagem é reflexo das maiores tamanhos de partículas obtidas com o cultivar de milho dentado, comparativamente ao grão de milho duro, exigindo assim, maior trabalho por parte do equipamento para a manutenção do fluxo de moagem e conseqüente aumento na demanda energética e redução na eficiência do processamento.

Características inerentes ao equipamento utilizado também podem alterar o rendimento durante o processamento, em trabalho realizado por Pozza et al. (2005), fica constatado que diferenças de equipamento, no que refere-se a especificações do moinho e correto dimensionamento podem induzir a variação na taxa de moagem e consumo de energia. A partir dos dados coletados durante a moagem pode-se dizer que o moinho de serra mostra-se mais eficiente quando utilizado para o processamento de grãos de milho de textura dura, principalmente em granulometrias médias ou grossas.

Os resultados de porcentagem de nitrogênio nas fezes de poedeiras semipesadas submetidas a dietas confeccionadas a partir das cultivares de milho de grão duro e dentado moídos em granulometrias fina, média e grossa, encontram-se na Tabela 7.

Houve interação ($P < 0,05$) entre granulometria e textura para as proporções de nitrogênio excretado. Quanto ao tamanho de partícula pode-se perceber que granulometrias finas e grossas resultaram menores níveis de nitrogênio nas fezes. Os resultados do desdobramento da interação entre granulometria e textura encontram-se na Tabela 8.

Pereira et al. (2004) citaram que a vitreosidade do endosperma do grão pode interferir na digestibilidade de nutrientes, desta maneira a predominância de endosperma vítreo no grão de milho duro pode deprimir a digestão do amido em comparação ao grão de milho dentado que possui menor predominância deste tipo de endosperma, comportamento contrário ao constatado no experimento.

Pode-se notar que granulometria não determinou alteração na quantidade de nitrogênio excretado para dietas a base do cultivar de milho duro, porém para o cultivar de milho dentado a moagem em granulometria média foi a que proporcionou níveis

maiores de nitrogênio na fezes, ou seja, pior aproveitamento da fração proteica e dejetos com maior carga poluente.

As rações formuladas a base do cultivar de milho de textura dura apresentaram menores valores de excreção de nitrogênio ($P < 0,05$). Contrastando os resultados das análises bromatológicas com os resultados do ensaio de metabolismo, pode-se verificar que o cultivar de milho dentado apresenta maior teor de proteína bruta em sua constituição e demonstra também maior níveis de nitrogênio excretado, este comportamento sugere que parte do nitrogênio contido no grão do milho dentado apresenta-se complexado com outros constituintes o que compromete o aproveitamento da fração proteica do grão de milho dentado comparativamente ao cultivar de milho de grão duro.

Ao contrário dos mamíferos, as aves excretam maior parte do nitrogênio advindo da dieta na forma de ácido úrico, sua formação acontece principalmente no fígado com elevação da demanda de metionina, arginina e glicina durante este processo. O ácido úrico apresenta composição relativamente simples, porém necessita de maior aporte energético durante sua biossíntese se comparada com a uréia (Bertechini, 2006). Com base nos resultados da tabela acima, pode-se inferir que a utilização de milho de grão dentado moído em granulometria média, demanda maior custo metabólico para sua excreção, já que apresentou maior nível de nitrogênio excretado.

A cultivar de grão de milho duro foi o que demonstrou melhor aproveitamento da proteína contida no grão, o que reflete em eficiência na utilização da proteína bruta da dieta, nutriente mais caro em dietas animais.

A avicultura caracteriza-se por ser uma atividade bastante intensiva mostrando elevada produção de dejetos o que determina alto impacto no ambiente no qual está

inserida. Os resultados acima demonstram que a utilização do cultivar de milho de grão duro nas granulometrias praticadas, resulta em melhoria no aproveitamento dos nutrientes contidos no cereal e melhor eficiência na utilização do milho, principal insumo utilizado na avicultura.

Conclusões

O cultivar de textura dura moído em granulometria grossa (1166,19 μm) é o que alia produtividade com maior eficiência e economia de energia na moagem dos grãos, além de produção de dejetos com menor carga poluente comparativamente ao grão de milho dentado.

Referencial Bibliográfico

- AMERAH, A. M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R. G.; THOMAS, D. G. Feed particle size: implications on the digestion and performance of poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, p. 439-455, 2007.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Universidade Federal de Lavras; 2006.
- CARD, L. E. & NESHEIM, M. C. **Producción Avícola**. Acribia Zaragoza: Cordoba. 1968. p. 392.
- COTTA, T. **Reprodução da galinha e produção de ovos**. Universidade Federal de Lavras; 1997. p. 311.
- CORREA, C. E. S.; SHAVER, R. D.; PEREIRA, M. N.; LAUER, J. G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal Dairy Science**, New York (NY), v. 85, p. 3008-3012, 2002.
- ENGBERG, R. M.; HEDEMANN, M. S.; STEENFELDT, S.; JENSEN, B. B. Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 925-938, 2004.
- FACTORI, M. A.; COSTA, C.; BIAGIGIONI, M. A. M.; SALEH, M. A. D. Avaliação do consumo de energia elétrica em duas granulometrias de moagem de grãos de milho

de textura dentada e dura. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 65, n.2, p. 83-88, 2008.

FRAIHA, M.; SAFAA, H. M.; SERRANO, M. P.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; LÁZARO, R. MATEOS, G. G. Influence of the main cereal in the diet and the particle size of the cereal on productive performance and digestive traits of brown-egg laying hens. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.164, p. 106-115, 2011.

HANDERSON, S. M.; PERRY, R. L. **Agricultural process engineering**. New York (NY): Jonh Wiley and Sons; 1955. p. 402.

MORENG, R. E. & AVENS. J. S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca; 1990. p. 380.

PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. 1978.

PEREIRA, M. N.; PINHO, R. G. V.; BRUNO, R. G. S.; CALESTINE, G. A. Ruminant degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 4, p. 358-363, 2004.

POZZA, P. C.; POZZA, M. S. S.; RICHART, S.; OLIVEIRA, F. G.; GASPAROTTO, E. S.; SCHLICKMANN, F. Avaliação da moagem e granulometria do milho e consumo de energia no processamento em moinhos de martelos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 235-238, 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVIEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**, Viçosa (MG). 2005.

SAFAA, H. M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; VALENCIA, D. G.; FRIKHA, M.; SERRANO, M. P.; MATEOS, G. G. Effect of main cereal of the diet and particle size of the cereal on productive performance and egg quality of brown egg laying hens in early phase of production. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, p. 608-614, 2009.

SILVA, M. M. A.; FURLAN, A. C.; MOREIRA, I.; PAIANO, D.; JOBIM, C. C.; BARCELLOS, L. C. G. Avaliação nutricional do milho com maior teor de óleo, nas formas de grãos secos e silagens, para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa (MG), v. 35, n. 3, p. 830-839, 2006.

YEGANI, M. & KORVER, D. R.; Factors affecting intestinal health in poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 2052-2063, 2008.

ZANATTA, F. L.; LACERDA FILHO, A. F.; TEIXEIRA, C. A.; SANTOS, W. R.; COSTA, P. L. A.; SILVEIRA, C. L.; PEREIRA, H. A. Avaliação energética de moinhos de martelo em relação ao DMG de milho e o desempenho de suínos e aves. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa (MG), v. 14, n. 4, p. 276-286, 2006.

ZANOTTO, D. L. & BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, p. 5, 1996.

Tabela 1. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), energia digestível (ED) e metabolizável (EM), matéria mineral (MM), dos cultivares utilizados no experimento

Cultivares analisados	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	EB (kcal/kg)	ED (kcal/kg)	EM (kcal/kg)	MM (%)
Grão duro (cultivar DKB 177)	86,97	8,61	4,25	3,32	3925,4	3449,5	3358,0	0,97
Grão dentado (cultivar AG 4051)	87,02	9,48	5,08	3,99	3967,9	3459,4	3358,7	1,24

Tabela 2. Composição centesimal e valores nutritivos calculados das rações experimentais formuladas a partir de cultivares de milho de textura dura e dentada

Ingredientes (%)	Grão duro (cultivar DKB 177)	Grão dentado (cultivar AG 4051)
Milho	64,772	65,253
Farelo de soja 45%	24,918	23,107
Calcário	7,955	7,966
Fosfato Bicálcico	1,476	1,468
DL – Metionina	0,191	0,204
Farelo trigo	0,109	1,422
Sal	0,380	0,380
Suplemento Mineral ¹	0,100	0,100
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100
Total	100,00	100,00
Valores calculados		
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2750	2750
Proteína Bruta (%)	17,000	17,000
Cálcio (%)	3,500	3,500
Fósforo disponível (%)	0,370	0,370
Metionina (%)	0,400	0,400
Lisina (%)	0,780	0,780
Metionina + Cistina (%)	0,680	0,680
Treonina (%)	0,570	0,570
Triptofano (%)	0,170	0,170

¹ Níveis nutricionais do suplemento vitamínico e mineral para aves de postura (por kg de ração): vitamina A 233330,00 UI, vitamina D3 666667,00 UI, vitamina E 1666,670 UI, vitamina K 533,330 mg, vitamina B2 1000, 00 mg, vitamina B12 2666,670 mg, niacina 6666,670 mg, ácido pantotênico 1666,670 mg, colina 78,12 g, cobre 2666,67 mg, ferro 16, 67 g, manganês 32,33 g, zinco 16,67 g, iodo 400,00 mg, selênio 66,67 mg, B.H.T. 5000 mg, bacitracina de zinco 6666,67 mg.

Tabela 3. Consumo de ração (CR), peso dos ovos (P ovo), porcentagem de postura (P), massa dos ovos (MO), conversão alimentar/dz (CA dz) e conversão alimentar/kg (CA kg), de poedeiras semipesadas submetidas a dietas compostas por milho dura e dentado em granulometrias fina, média e grossa

Variáveis		CR (g)	P (%)	Povo (g)	MO (g)	CA (dz)	CA (kg)
Granulometria	Fina ¹	115,87	87,42	64,16	56,10	1,59	2,08
	Média ²	115,91	88,17	65,28	57,57	1,58	2,03
	Grossa ³	113,14	86,00	64,52	55,52	1,59	2,05
Textura	Dura *	116,30 ^A	87,49	65,14 ^A	57,00	1,60	2,05
	Dentada **	113,64 ^B	86,90	64,17 ^B	55,79	1,58	2,06
CV (%)		3,62	4,71	2,26	5,21	4,17	4,14
Granulometria (G)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
Textura (T)		< 0,05	ns	< 0,05	ns	ns	ns
Granulometria x Textura (GxT)		ns	ns	ns	ns	ns	ns

1 (602,08-612,95 µm); 2 (784,86-831,26 µm); 3 (1166,19-1230,05 µm). *cultivar DKB 117; **cultivar AG 4051. ^{A,B} Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem entre si (P<0,05), pelo Teste F. ns (não significativo ao nível de 5% de significância).

Tabela 4. Gravidade específica (GE), resistência da casca à quebra (Resis), porcentagem de gema (G), porcentagem de albúmen (A), porcentagem de casca (C), unidade Haugh (UH) e cor da gema (Cor) dos ovos de poedeiras semipesadas submetidas a dietas com duas texturas de milho e granulometrias fina, média e grossa

Variáveis		GE (g/cm ³)	Resis (kg)	G (%)	A (%)	C (%)	UH	Cor
Granulometria	Fina ¹	1,090	4,01	25,30	64,92	9,76	77,42	5,88 ^B
	Média ²	1,090	3,89	25,43	64,88	9,68	78,99	6,13 ^A
	Grossa ³	1,090	3,94	25,59	64,75	9,65	79,25	6,13 ^A
Textura	Dura *	1,090	3,95	25,41	64,84	9,73	78,15	5,90 ^B
	Dentada **	1,090	3,95	25,46	64,86	9,66	78,96	6,19 ^A
CV (%)		0,80	7,08	3,70	1,58	2,87	5,97	5,49
Granulometria (G)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	<0,05
Textura (T)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	<0,05
Granulometria x Textura		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

(GxT)

1 (602,08-612,95 μm); 2 (784,86-831,26 μm); 3 (1166,19-1230,05 μm). *cultivar DKB 117; **cultivar AG 4051. ^{A, B} Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem entre si ($P < 0,05$), pelo Teste de Tukey. ns (não significativo ao nível de 5% de significância).

Tabela 5. Consumo específico de energia (kWh/kg), para a moagem de milhos de textura dura e dentada em peneiras de 3, 6 e 9 mm

Variáveis		kWh/kg
Granulometria	Fina ¹	16,08
	Média ²	12,09
	Grossa ³	11,83
Textura	Dura*	12,09
	Dentada**	15,76
CV (%)		3,62
Granulometria		< 0,05
Textura		< 0,05
Gran x Tex		< 0,05

1 (602,08-612,95 μm); 2 (784,86-831,26 μm); 3 (1166,19-1230,05 μm). *cultivar DKB 117; **cultivar AG 4051. $P < 0,05$ (diferença significativa ao nível de 5% de significância).

Tabela 6. Desdobramento da interação entre texturas e graus de moagem sobre o consumo específico de energia (kWh/kg)

Granulometria	Textura		Média
	Dura*	Dentada**	
Fina ¹	14,80 ^{aA}	18,49 ^{bA}	16,08
Média ²	11,12 ^{aB}	13,96 ^{bC}	12,09
Grossa ³	10,14 ^{aC}	14,72 ^{bB}	11,83
Média	12,09	15,76	

1 (602,08-612,95 μm); 2 (784,86-831,26 μm); 3 (1166,19-1230,05 μm). *cultivar DKB 117; **cultivar AG 4051. ^{A, B, C} Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes dentro da coluna, diferem, significativamente pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$). ^{a, b} Médias seguidas por letras minúsculas dentro da linha, diferem, significativamente pelo teste F ($P < 0,05$).

Tabela 7. Valores de porcentagem de nitrogênio (%N) nas excretas de poedeiras comerciais submetidas a dietas confeccionadas com cultivares de milho de textura dura e dentada moídos em granulometrias fina, média e grossa

Parâmetros	
Granulometria	% N
Fina ¹	5,65
Média ²	7,10
Grossa ³	5,90
Textura	
Dura [*]	5,79
Dentada ^{**}	6,65
CV (%)	
Granulometria (G)	< 0,05
Textura (T)	< 0,05
Granulometria x Textura (GxT)	< 0,05

1 (602,08-612,95 µm); 2 (784,86-831,26 µm); 3 (1166,19-1230,05 µm). *cultivar DKB 117; **cultivar AG 4051. P<0,05 (diferença significativa ao nível de 5% de significância).

Tabela 8. Desdobramento da interação entre granulometria e textura dos cultivares de milho sobre a excreção de nitrogênio (%N) nas fezes de poedeiras comerciais semipesadas

Textura	Granulometria			Média
	Fina ¹	Média ²	Grossa ³	
Dura [*]	5,40 ^{Aa}	6,10 ^{Aa}	5,90 ^{Aa}	5,79
Dentada ^{**}	5,94 ^{Aa}	8,11 ^{Bb}	5,90 ^{Aa}	6,65
Média	5,65	7,10	5,90	
CV	8,81	8,81	8,81	

1 (602,08-612,95 µm); 2 (784,86-831,26 µm); 3 (1166,19-1230,05 µm). *cultivar DKB 117; **cultivar AG 4051. ^{A, B} Médias seguidas por letras maiúsculas dentro da coluna diferem, significativamente, pelo teste de Tukey (P<0,05). ^{a, b} Médias seguidas por letras minúsculas dentro da linha diferem, significativamente, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Capítulo 3

Implicações

Implicações

A avicultura utiliza o milho como principal insumo para fabricação de suas dietas. A variação do tamanho de partícula e também as características estruturais e nutricionais do cultivar de milho utilizado implicam em alterações quanto ao aproveitamento dos nutrientes dos ingredientes e consumo de energia elétrica na moagem dos grãos.

Ao se estudar os fatores granulometria (602 μm a 1230 μm) e textura do milho (duro e dentado) nas dietas para poedeiras comerciais no período de pós pico de produção, foi possível constatar que as aves alimentadas com dietas a base do grão de milho duro consumiram mais alimento e realizaram a postura de ovos mais pesados, comparativamente as poedeiras alimentadas com dietas a base do grão de milho dentado. E ainda que a variação da granulometria não alterou os parâmetros de desempenho animal, o que possibilita a moagem em maiores granulometrias (1166 μm).

Com relação às características de qualidade dos ovos, a granulometria grossa e textura dentada foram as que proporcionaram melhoria na coloração da gema. Porém em relação às demais características não foi encontrado efeito significativo. Este resultado indica que a qualidade da casca e as proporções de gema albúmen e casca foram mantidas.

O estudo mostrou ainda que dietas confeccionadas com base no grão de milho dentado mostraram maiores níveis de nitrogênio nas excretas, principalmente quando a moagem foi realizada em granulometria média.

Os resultados do estudo mostraram que para a moagem o grão de milho dentado teve consumo de energia elétrica 31,66% superior quando comparado ao grão de milho duro e ainda que o grão de milho duro moído em granulometria grossa (1166 μm) foi o que exigiu menor consumo de energia elétrica para a moagem. Este resultado mostra-se importante pois reflete diretamente sobre o preço final da dieta.

Portanto, o estudo permitiu determinar o melhor grão de milho e tamanho de partícula não só em função dos resultados de desempenho animal e qualidade dos ovos, mas também quanto ao consumo de energia elétrica necessário à moagem, de forma que os resultados deste estudo fornecem informações importantes e ligadas diretamente com a redução dos custos e impacto da atividade no meio ambiente.