

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CAMILA GUEDES VALADARES

**FARELO RESIDUAL DE MILHO COM E SEM ENZIMA EM
DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

RECIFE

2014

CAMILA GUEDES VALADARES

**FARELO RESIDUAL DE MILHO COM E SEM ENZIMA EM
DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia, na área de Nutrição de Não-Ruminantes.

ORIENTADOR: Profa. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Lüdke (UFRPE)

CO-ORIENTADOR: Pesq. Dr. Jorge Vítor Lüdke (Embrapa Suínos e Aves)

**RECIFE
PERNAMBUCO-BRASIL
2014**

CAMILA GUEDES VALADARES

**FARELO RESIDUAL DE MILHO COM E SEM ENZIMA EM
DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador:

Profa. Dr^a. Maria do Carmo Mohaupt Marques Lüdke
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia

Profa. Dr. Dr^a. Debora Cristine de Oliveira Carvalho
Universidade Federal do Vale do São Francisco
Departamento de Zootecnia

Dr. Cláudio) José Parro de Oliveira
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia

RECIFE
AGOSTO/ 2014.

BIOGRAFIA

Camila Guedes Valadares, filha de Solange Aparecida Guedes da Silva e Joabe Silva de Oliveira, nasceu em 19 de Outubro de 1985 em São Paulo-SP, Brasil, ingressou na graduação de zootecnia no ano de 2005 e no curso de Licenciatura em Ciências Agrícola no ano de 2010, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Foi pesquisadora e autora do projeto: avaliação comportamental do tubarão-lixá (*ginglymostoma cirratum*) em cativeiro no Horto de Dois Irmão, sob orientação do Prof^o Fernando Porto no ano de 2008 até o ano de 2010. Ingressou como monitora da disciplina de Nutrição de Não Ruminantes no ano de 2010 ao qual permaneceu na função por um ano, sendo orientada pela a Prof^a. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke. Obteve o título de Bacharel em Zootecnia no ano de 2011 e de Licenciada em Ciências Agrícolas no ano de 2013.

Iniciou o mestrado em Março de 2012, na mesma universidade, sob a orientação da Prof^a. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, na área de Nutrição de Não Ruminantes, tendo como linha de pesquisa com pesquisas na área de avaliação de alimentos alternativos em avicultura de corte. Em Agosto de 2014, submeteu-se a defesa da Dissertação para obtenção do título de “Magister Scientiae”

Ofereço,

À Deus que sempre esteve comigo em todas as dificuldades e felicidades ao longo da minha vida. Por ter me presenteado com meu anjinho/filho Arthur Guedes, família maravilhosa e amigos iluminados.

À minha família, em especial minha mãe Solange Aparecida Guedes da Silva, por todos os valores e amor transmitidos diariamente. As minhas irmãs, em especial Kácia Guedes de Oliveira, por toda ajuda realizada de coração.

Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu filho Arthur por proporcionar uma felicidade única. Ao meu esposo Gustavo de Lima pelo companheirismo. Em especial a minha amiga Juliana Neves de Santana, anjo que apareceu na minha vida, por toda dedicação e entrega total em nossa amizade.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, PPGZ, pela oportunidade de realização de trabalhos em minha área de pesquisa.

A Orientadora e Co-orientador, por todo conhecimento, paciência e contribuição na minha formação profissional.

Aos colegas do PPGZ e funcionários pelo seu auxílio nas tarefas desenvolvidas durante o curso, em especial a Severino (Bio) por todo trabalho e dedicação por ele realizado.

.

À FACEPE pela provisão da bolsa de mestrado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	08
LISTA DE TABELAS.....	09
LISTA DE ABREVIATURAS.....	10
RESUMO GERAL	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	14

Capítulo I

REFERENCIAL TEÓRICO

“Farelo residual de milho com e sem enzima em dietas para frangos de corte”

2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Avicultura de corte e suas limitações.....	16
2.2 Farelo Residual de milho: Processamento e sua composição nutricional	18
2.3 Uso do Farelo residual de milho na nutrição de não-ruminantes	23
2.4 Emprego da enzima alfa-amilase no farelo residual de milho	25
2.5 Considerações finais	28
Referências bibliográficas.....	29

Capítulo II

Determinação da energia metabolizável do farelo residual do milho com e sem
enzima em dietas para frangos de corte

RESUMO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.6
Abstract	37
Introdução	38
Material e métodos	39
Resultados e discussão.....	43
Conclusão	48
Referências bibliográficas.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Processo de moagem do milho via úmida.....	21
Figura 2 Processamento de moagem do milho por via seca.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Composição química de diferentes farelos residuais de milho (<i>Hominy feed</i>).....	23
Tabela 2 Composição percentual calculada da dieta experimental.	41
Tabela 3 Valores médios e desvio padrão para os Coeficientes de Metabolização Aparente, Energia Metabolizável Aparente (EMA) e EMA corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) para o farelo residual de milho em função da presença ou não da enzima alfa amilase.....	44
Tabela 4 Valores médios e desvio padrão para os Coeficientes de Metabolização Aparente (CMA), Energia Metabolizável Aparente (EMA) e EMA corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) para três tipos de rações em função da presença ou não da enzima alfa amilase.....	46
Tabela 5 Níveis de probabilidade para o efeito da presença ou não da enzima alfa amilase em diferentes rações sobre os coeficientes de metabolização aparente (CMA), a Energia Metabolizável Aparente (EMA) e EMA corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn).....	47

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

LANA: Laboratório de Nutrição Animal

PPGZ: Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

UBA: União Brasileira de avicultura

ABEF: Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos

SINDIRAÇÕES: Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal

FRM: Farelo residual de milho

RESUMO: O milho é o principal ingrediente energético utilizado nas rações de frangos de corte, contribuindo significativamente na maior fração dos custos finais da ração. Pesquisas estão sendo realizadas com alimentos alternativos no intuito de sanar o valor final da produção. Contudo, há pouca literatura sobre a composição química desses ingredientes alternativos para que estes possam entrar na formulação das dietas, atendendo assim as exigências nutritivas do animal. Em frangos de corte, podemos destacar o uso de subprodutos agroindustriais, como o farelo residual de milho (FRM), sendo alternativa na produção avícola. Como subprodutos, esses alimentos podem possuir nutrientes com baixa digestibilidade ou disponibilidade para a utilização nas dietas dos animais. Assim, muitos estudos estão sendo realizados com emprego aos alimentos convencionais ou não o uso de enzimas/complexos enzimáticos, que terão como objetivo aumentar a disponibilidade dos nutrientes para o melhor aproveitamento do animal, gerando assim uma resposta satisfatória da produção. Diante do contexto foi realizado um experimento de metabolismo com objetivo de avaliar o valor nutricional e determinar a energia metabolizável do farelo residual de milho (FRM) sem e com o uso da enzima alfa amilase. Foi realizado um experimento de metabolismo com 180 pintos machos Cobb com 14 dias distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, cinco repetições e seis aves por parcela. As dietas experimentais foram: T1: ração referência (RR), T2: 60% T1 + 40% de FRM, T3: RR + enzima, T4: 60% T1 + 40% de FRM com adição de enzima, T5: RR com substituição de 100% do milho pelo FRM e T6: RR com substituição de 100% do milho pelo FRM com adição de enzima. A composição química do FRM foi: 88,33 % de matéria seca (MS), 10,23 % de proteína bruta (PB), 15,44 % de extrato etéreo (EE), 4,33 % de cinzas (CZ) e 4555 Kcal/kg de Energia Bruta (EB). Os valores dos coeficientes de metabolizabilidade aparente para o FRM sem e com adição de enzima foram de 73,37 e 76,33% para MS ($p=0,0136$), 70,44 e 70,39% para PB ($p=0,9595$) e de 74,79 e 76,77% para EB ($p=0,0128$). Os valores da energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) para o FRM (na base natural) foram de 3322 ± 19 e 3241 ± 18 kcal/kg e de 3334 ± 16 e 3261 ± 17 kcal/kg, respectivamente, sem e com adição de enzima. A adição da enzima não teve efeito estatístico significativo sobre os valores de EMA e EMAn. A adição de enzima melhorou o coeficiente de metabolização da matéria seca e da energia.

Palavras-Chaves : aditivo, alimento energético, aves, eficiência alimentar, metabolismo

ABSTRACT: Corn is the main ingredient used in energy rations of broilers, significantly contributing to the larger fraction of the final cost of the ration. Research is being carried out with alternative in order to remedy the final value of food production. However, there is little literature on the chemical composition of these alternative so that they can enter in the formulation of diets, thus meeting the nutritional requirements of the animal ingredients. In broilers, we highlight the use of agro-industrial by-products hominy feed (FRM), and alternative in poultry production. As by-products, these foods may have low nutrient digestibility or availability for use in animal diets. Thus, many studies are being conducted with the use of conventional foods or not the use of enzymes / enzyme complexes, which will aim to increase the availability of nutrients for the best utilization of the animal, thus generating a satisfactory response production. Given the context of an experiment metabolism to evaluate the nutritional value and determine the metabolizable energy of hominy feed (FRM) with and without the use of alpha amylase enzyme was performed. Metabolism of an experiment with 180 male Cobb chicks with 14 days allotted in a completely randomized design with six treatments, five replicates of six birds per treatment was performed. The experimental diets were: T1: basal diet (RR), T2: T1 60% + 40% of FRM, T3: RR + enzyme, T4: T1 60% + 40% of FRM with enzyme addition, T5: RR with replacement 100% of corn by FRM and T6: RR with 100% replacement of corn by FRM with enzyme addition. The chemical composition of the FRM was: 88.33% dry matter (DM), 10.23% crude protein (CP), 15.44% of ether extract (EE), 4.33% ash (CZ) and 4555 kcal / kg of gross energy (GE). The coefficients of apparent metabolizable for FRM with and without addition of enzyme were 73.37 and 76.33% for MS ($p = 0.0136$), 70.44 and 70.39% for CP ($p = 0,9595$) and 74.79 and 76.77% for EB ($p = 0.0128$). The values of apparent metabolizable energy (AME) and AME corrected for nitrogen retention (AME) for the FRM (on natural basis) were 3322 ± 19 and 3241 ± 18 kcal / kg and 3334 ± 16 and 3261 ± 17 kcal / kg, respectively, with and without addition of enzyme. The addition of the enzyme had no statistically significant effect on the AME and AME. Enzyme addition improved metabolization coefficient of dry matter and energy.

Key-words: additive, energy food, poultry, feed efficiency, metabolism

Capítulo I
REFERENCIAL TEÓRICO

“Farelo residual de milho com e sem enzima em dietas para frangos de corte”

1 INTRODUÇÃO

A Nutrição animal encontra-se inserida nas diversas pesquisas e discussões do meio técnico/acadêmico, visto sua importância no sucesso econômico da produção animal. A área tem destaque, pois representa uma parcela considerável nos custos finais da produção.

Devido o crescimento demográfico acelerado, em escala mundial, existe uma problemática alimentícia instalada. A espécie humana e a espécie animal concorrem com alguns alimentos importantes tanto em escala nutricional como em âmbito econômico, como o milho e a soja. Por outro lado, o aumento populacional requer também uma produção cárnea satisfatória que atenda a demanda da população, quando falamos em fontes proteicas de origem animal.

O impasse instaurado (produção de grãos x demanda alimentícia humana x demanda/produção de carne animal) promove pesquisas que estimulem a utilização de alimentos alternativos que substituam total ou parcialmente os alimentos ditos como convencionais (milho ou soja).

Como na avicultura a utilização do milho é de suma importância na composição da ração, estudos estão sendo realizados com outros alimentos que possam substituir o milho. Assim, os subprodutos do milho (farelos de milho, canjica, etc.) podem apresentar grande potencial nas dietas de frangos de corte.

O farelo residual de milho (FRM) pode ser uma alternativa para os produtores avícolas da região Nordeste, devido a sua facilidade de aquisição nas indústrias locais de flocos de milho, comumente conhecido como “cusuz”.

A utilização de alimentos alternativos que sejam equivalentes nutricionalmente e que não possuam fatores antinutricionais, ocasionam não apenas a redução dos custos de produção, pois são menos onerosos quando não submetidos a certos tipos tratamentos, acarretam também a diminuição do impacto ambiental e promovem renda extra para o produtor.

Contudo, nem sempre os alimentos alternativos apresentam qualitativamente e quantitativamente as substâncias fundamentais que atendam às exigências dos animais. A indisponibilização total ou parcial de algum composto nutricional pode estar relacionada com a composição química do nutriente, espécie vegetal, armazenamento, processamento, dentre outros fatores.

A solução para essa problemática vem sendo estudada atualmente, através do uso de biotecnologias, como as enzimas, associadas aos alimentos alternativos. Esta prática tem o objetivo de disponibilizar os nutrientes de forma que sejam mais facilmente absorvidos, melhorando assim a qualidade do alimento e a resposta no animal.

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o valor nutricional do farelo residual de milho (FRM) com ou sem enzima alfa amilase em dietas de frangos de corte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AVICULTURA DE CORTE E SUAS LIMITAÇÕES

A avicultura no Brasil foi uma das atividades agropecuárias que apresentou maior desenvolvimento ao longo dos anos. Este fator insere o Brasil no ranking mundial como maior exportador e no ranking nacional como terceiro maior produtor de carne de frangos, segundo a ABEF (2014). O posicionamento positivo do país entre os maiores produtores e exportadores está atrelado a uma exigência do mercado consumidor, seja este internacional ou nacional, por um produto com máxima qualidade.

Segundo o IBGE (2013), o Nordeste ocupa a 3ª posição no ranking nacional de produção de carne de frango, contribuindo com 8% da produção nacional, com crescimento nos abates comparado ao ano anterior de 9,3%. Segundo a UBA (2006), o estado de Pernambuco é o segundo produtor de carne de frango do Norte e Nordeste, logo após da Bahia, e representa 29% do que é produzido no Nordeste e 2,6% da produção brasileira.

A avicultura de corte brasileira apresenta projeções positivas no que refere a produção e exportação para os próximos anos, em todas as regiões. Lana (2000) previa um crescimento de até 10% ao ano até a virada do século, tendo cada região suas limitações e potencialidades para atingir essa estimativa. Isto se dá em consequência dos fatores favoráveis presente no país (condições climáticas, extensão territorial, insumos, topografia, mão de obra barata, tecnologia, etc) que facilita a implementação da cultura e como resultado a adequação das exigências mercadológicas vigentes.

No último trimestre de 2013 foram abatidas 1,444 bilhão de cabeças de frangos estabelecendo pela segunda vez consecutiva recorde na série histórica, desde 1997. Este dado representa um aumento de 1,1% em relação ao mesmo período do ano anterior (IBGE, 2013).

A eficiência da produção de frangos está associada a fatores como melhoramento de linhagens e insumos, investimentos em tecnologias de automatização do sistema produtivo, práticas de sanidade na criação, mão de obra especializada quanto ao manejo das aves, além do sistema de produção integrado (MAPA, 2012; OLIVEIRA & NÄÄS, 2012).

A avicultura industrial está em processo de modernização ao longo dos anos, quer seja por tecnologia de ponta no que se referem às instalações, pesquisas relacionadas à nutrição, melhoramento genético e ao manejo eficiente, quer seja nas

variáveis econômicas, de meio ambiente e principalmente com o bem estar animal. Por isso, toda cadeia produtiva deve atender a maior exigência dos mercados consumidores quanto a necessidade de um produto originado de um processo sustentável e consequentemente atendendo os critérios de bem estar animal, com a variabilidade e sensibilidade dos setores econômicos mundiais que demandam competitividade e menor gasto de energia nos processos (CASSUCE, 2011).

O desafio da avicultura de corte, como qualquer produção animal, está concentrado na criação/produção de frangos que possua gastos mínimos com alimentação (maior eficiência alimentar) proporcionando um desempenho satisfatório dos animais aos critérios do mercado consumidor.

A resposta eficiente do plantel, mundialmente mensurado pelo IEP (Índice de Eficiência Produtiva), não está restrita apenas a eficiência alimentar dos frangos de corte, mas também a outras variáveis como qualidade genética dos animais, instalações adequadas, sanidade e manejo efetivo. Segundo Andriquetto (2002), somente a técnica poderá produzir economicamente, em qualidade e quantidade a partir de três aspectos; genética, higiene (manejo) e alimentação. Esta última apresentando grande importância econômica nos gastos finais da produção.

A ração animal é um dos pontos mais críticos da cadeia produtiva, por isso, deve ser bem administrada por representar a maior vantagem competitiva de uma empresa, região ou país produtor (BNDES, 2007).

A alimentação animal contribui com cerca de 70% dos custos da produção, visto que os ingredientes bases que compõe essas rações (milho e soja) apresentam oscilações no mercado constantemente que promovem valores mais altos. As variações dos preços dos alimentos tradicionais (ocasionadas por questões edafoclimáticas e produção de biodiesel) também são resultantes da demanda por esses grãos pela sociedade e concomitante à produção animal. Segundo Cunha et al (2006), os maiores custos na nutrição avícola, se deve a vários fatores, dentre eles a preocupação mundial quanto a produção e disponibilidade de alimentos, principalmente os comuns aos homens e animais. Os autores evidenciam que além de serem ingredientes bases nas dietas de frangos de corte, seu preço é atrelado ao dólar.

Segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (2013), a cadeia nacional de avicultura de corte consumiu 18 932 510 toneladas de milho e 7 418 600 toneladas de farelo de soja, que representa 24% da produção

brasileira de milho e 9% da produção de farelo de soja, com incremento de 3,4% do consumo de ração para o ano vigente.

Além desses fatores, podemos destacar que algumas regiões, como o nordeste, não possuem produção suficiente de milho e soja, que atenda a procura dos produtores de animais. Para Lana (2000) a importação desses grãos (fontes energéticas e proteicas) de outras regiões encarece ainda mais a criação, refletindo na inibição do crescimento da produção avícola na região.

A crescente demanda por proteína animal, com qualidade e custo baixo para o mercado consumidor impulsionou a avicultura industrial a utilizar linhagens de frango com maior potencial genético, gerando assim animais com exigências nutricionais diferenciadas. Segundo Borges et al (2006) as novas linhagens são prioritariamente selecionadas por ganho de peso. A especialização requerida pelas atuais linhagens de frangos de corte deve ser acompanhada por uma dieta ideal, tanto na qualidade da matéria prima, do aspecto físico da ração, quanto ao atendimento dos requerimentos nutricionais mínimos para o máximo desempenho (TEIXEIRA,1998).

2.2 FARELO RESIDUAL DE MILHO: PROCESSAMENTO E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

Diante das problemáticas do emprego dos alimentos convencionais (milho e farelo de soja) na constituição da dieta de aves, que limitam e encarecem a produção, há a necessidade de alimentos que substituam parcialmente ou totalmente os usualmente utilizados nas rações. De forma que apresentem perfis nutricionais equivalentes ao milho, menos onerosos, digestíveis, com ausência de fatores antinutricionais e que respondam fisiologicamente o desejável na produção de frangos de corte.

O uso desses alimentos, geralmente acarretará benefícios para os pequenos e médios produtores, que não possuem capital suficiente para aplicação de alimentos com qualidade superior ou não dispõem de tecnologias básicas nas instalações produtivas. O ganho poderá ser múltiplo, quando pensamos na diminuição dos gastos com a ração, conseqüente desempenho animal adequado e diminuição da poluição ambiental.

Bellaver et al (2004), descreve que a disponibilidade comercial, quantidade de nutrientes e energia, qualidade dos nutrientes, características físicas do ingrediente são pontos importantes que podem oportunizar o uso dos ingredientes alternativos na produção. Além da diferença de custo e valor nutricional destes alimentos na dieta,

devem ser consideradas a disponibilidade e sua localização geográfica (BRAGA et al, 2005).

Segundo NUNES (2000) o não conhecimento dos valores nutricionais pode ser um fator limitante para o ótimo desempenho das aves. Silva (2009) pontua as características desejáveis para tal alimento, como: volume e épocas de produção adequada, composição físico-química uniforme, segurança para a saúde humana e animal, valor nutritivo adequado e viabilidade.

O milho, por ser o principal ingrediente energético nas dietas de aves e constituir cerca de 60% a 70% da ração, apresenta destaque na nutrição animal. Existem várias linhas de pesquisa com o uso de ingredientes alternativos na nutrição de frangos de corte, em especial, alimentos que o substituam.

Neste contexto, podemos também destacar o uso de subprodutos agroindustriais como alimentos alternativos. Estes podem ser ingredientes interessantes na formulação das rações, pois estariam disponíveis mais facilmente para o produtor com custos bem inferiores.

Sabe-se que fatores como solo (tipo e condições), a variedade genética e o tipo de processamento agroindustrial podem afetar a composição química e, conseqüentemente, o valor de energia metabolizável dos subprodutos de origem vegetal (Silva et al., 2003; Freitas et al., 2005; Gomes et al., 2007; Nery et al., 2007).

A busca por alimentos alternativos equivalentes ao milho proporciona pesquisas com subprodutos do próprio ingrediente convencional, por ser a fonte energética principal das rações de aves. O milho (cereal) é um alimento palatável, bem digestível, com baixo conteúdo de fibra bruta e maior quantidade de nutrientes digestíveis totais (NDT) por kg do que os demais alimentos usados no preparo de rações (VALVERDE, 2001). É um alimento energético, devido seu alto teor de amido (amilose e amilopectina) e pelo teor de óleo, em torno de 3,5% do milho comum e 8% do milho de alto óleo (REGINA et al, 2002).

Pelo cereal apresentar características nutricionais desejáveis na formulação de ração para aves, espera-se que seus subprodutos possuam qualidade/quantidade das substâncias químicas desejáveis e que este fato possibilite sua inclusão nas dietas dos animais.

A incorporação de subprodutos agroindustriais, derivados do milho, na alimentação de frangos de corte, que anteriormente não possuíam (aparentemente) valor nutricional, tem enorme potencial para amenizar a situação de altos custos na produção.

As indústrias que utilizam o milho como matéria prima de produção de produtos para alimentação humana podem fornecer vários subprodutos residuais de interesse na nutrição animal. Os farelos, canjicas, flocos de milho, amido e o próprio álcool combustível são produtos comerciais comumente encontrados no cotidiano da população. De acordo com Cardoso et al (2011) do milho obtêm-se centenas de derivados empregados nas indústrias alimentícias, químicas, alcooleiras, fermentadoras, mecânicas e de fabricação de rações. Contudo, toda produção gera um resíduo sólido, que geralmente é descartado, mas pode ser utilizado para ração de animais. Segundo Demajorovic (1995) resíduos sólidos são aqueles possuem valor econômico agregado, por possibilitarem reaproveitamento no próprio processo produtivo.

A região nordeste do Brasil culturalmente possui um consumo de flocos de milho pré-cozido (vulgarmente conhecido como cuscuz), diferenciado das demais regiões. Segundo Ascheri (1998), estimativas da ABIMILHO indicam que 90% da produção de flocos de milho são consumidos na região Nordeste. A produtividade alta deste produto, proveniente da demanda da população, sugere altas quantidades de resíduos resultantes da produção que podem ser utilizados nas dietas das aves, gerando assim, renda alternativa da indústria, custo de produção menor dos criadores e menor poluição ambiental.

A obtenção dos coprodutos e subprodutos do milho dar-se pela indústria através de dois processos de moagem: por via úmida ou por via seca. A qualidade nutricional dos produtos e subprodutos terá variações já conhecidas, como genética da espécie vegetal, condições de plantio (solo, clima, transporte), armazenamento do grão e dos produtos gerados, tipo de processamento, dentre outros. A importância da contínua avaliação de ingredientes baseia-se na necessidade de se manter atualizado um banco de dados, o mais completo possível, para melhorar as estimativas das médias de energia metabolizável e dos nutrientes que podem compor as dietas das aves (Brum et al., 2000).

O processo de moagem via úmida (Figura 01) ocorre em etapas consecutivas, sendo: limpeza, maceração, separação do germe, fibra e endosperma (MAPA, 2007). Logo após, há separação do amido e glúten por procedimentos bioquímicos (solução aquosa ácida com lactobacilos mais dióxido de enxofre (SO₂), a uma temperatura de 50 °C). Os produtos finais serão o álcool combustível/alimentício e o amido. De acordo com Sousa et al. (1998), a indústria baseada na tecnologia de via úmida é altamente concentrada, sendo dominada por multinacionais.

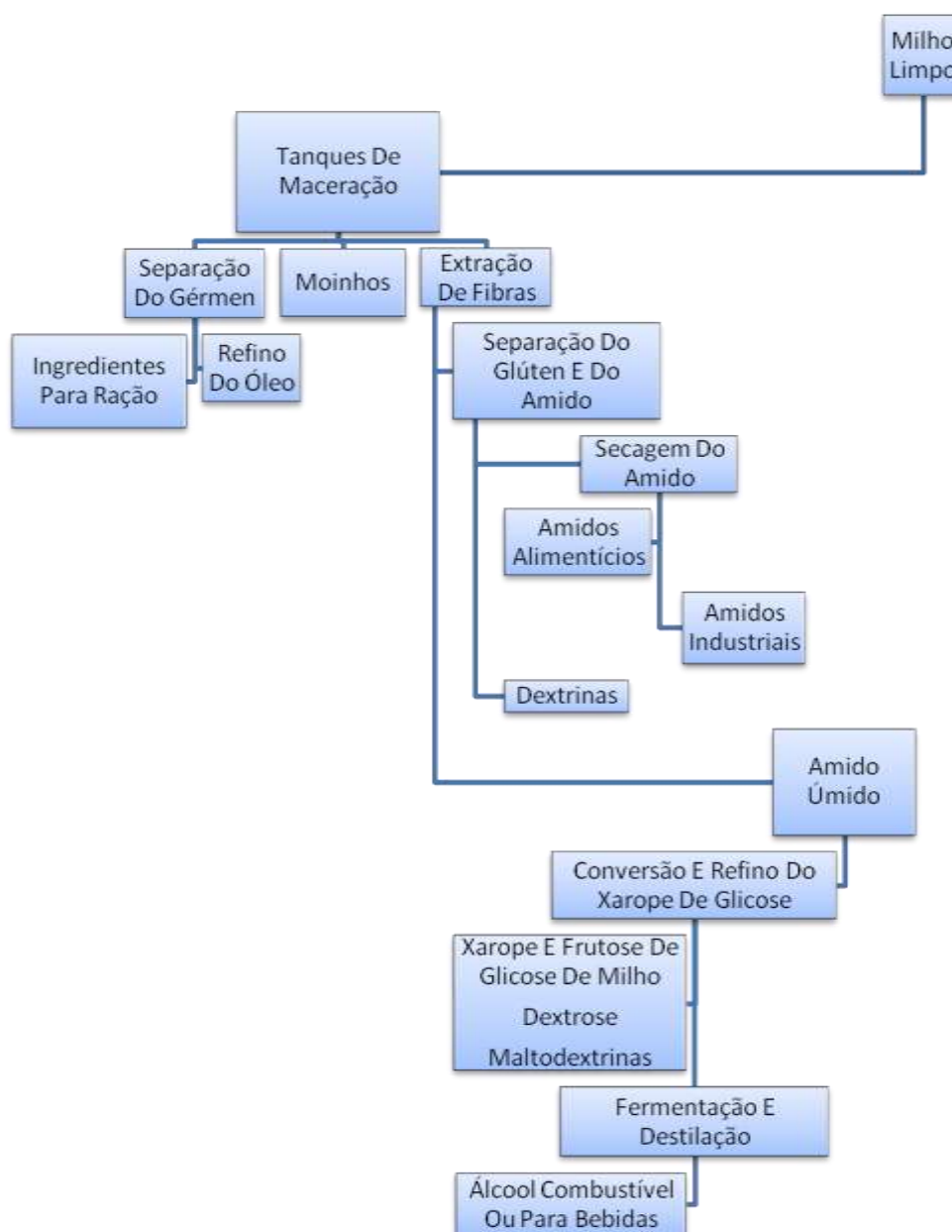


Figura 01: Processo de moagem do milho via úmida.

Fonte: Adaptação da ABIMILHO, 2010.

O processo de moagem via seca (Figura 02) é o menos oneroso e mais utilizado no Brasil. Inicia pela degerminação do grão que o separa em pericarpo, endosperma e gérmen (embrião). O milho degerminado representa o produto denominado canjica, onde o pericarpo deve estar limpo e com mínimo de gordura possível e o gérmen contendo maior quantidade de lipídios (CARDOSO, 2010). A etapa seguinte é caracterizada pela moagem do pericarpo e, por conseguinte a produção de produtos como farinha de milho, fubá e flocos de milho. Do gérmen, a partir do processo de

prensagens tem-se a obtenção do óleo. O resultado na retirada do óleo fornece a torta que pode ser moída (farelos e farinhas da torta).

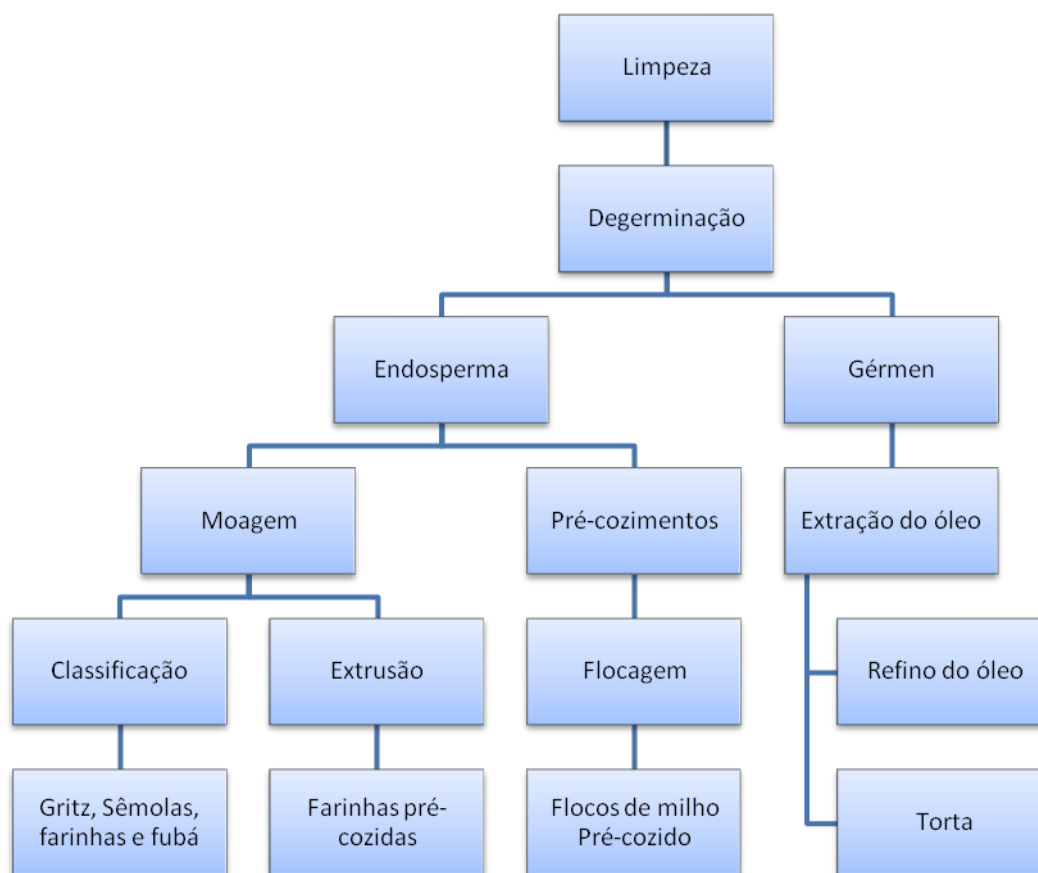


Figura 02: Processamento de moagem do milho por via seca.
Fonte: Adaptação da ABIMILHO, 2010.

O farelo residual de milho (FRM) ou *Hominy feed*, é um resíduo da agroindústria, que pode apresentar composição química variada, pois tanto pode ser oriundo da moagem do pericarpo, tanto como no processo de extração do óleo, por via úmida ou seca. As estruturas que compõe o grão de milho (Pericarpo, endocarpo e gérmen) apresentam diferentes teores nutricionais. Lima (2007) cita que a membrana externa do grão de milho, o pericarpo, é formada em sua maioria por frações fibrosas. E na região interna do grão podemos observar duas regiões distintas: o endosperma, constituído de amido e proteína (zeína) e o gérmen, composto por proteína (gluteína) e lipídeos (BRITO et al., 2005a). Por isso que encontramos na literatura diferenças numéricas na composição nutricional do ingrediente (Tabela 01).

Tabela 01. Composição química de diferentes farelos residuais de milho (*Hominy feed*).

AUTORES/ANO	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)							
	MS	EB (kcal kg)	PB	EE	FB	CZ	AMIDO	EMAn aves (kcal/kg)
STANLEY et al. (2014)	90,11	4690	11,67	5,32	4,0	3,14	-	-
SANTOS et al. (2012)	88,50	4638	10,80	12,90	5,04	3,90	-	3017
ALMEIDA et al. (2012)	87,62		8,71	-	-	-	59,52	-
BRUM et al (2000)	91,60	4407	9,56	11,41	4,11	3,29	-	3040
ZANOTO et al. (1996)	88,88	--	9,14	11,33	5,20	3,20	-	3040

2.2.1 Uso do Farelo Residual de Milho na Nutrição de Não-Ruminantes

Diante do contexto, o farelo residual de milho poderá ser incluído em proporções crescentes ou como substituto do milho nas rações de animais não ruminantes, sem que afete as variáveis de desempenho dos animais. Brum et al (2000) e Santos et al (2013), avaliaram a energia metabolizável do FRM (oriundo da moagem por via seca) na proporção de inclusão de 40% do ingrediente (FRM) e 60% dieta referência em dietas para frangos de corte. Os autores concluíram que este farelo apresentou condições nutricionais para a substituição do milho por este, mesmo possuindo níveis energéticos inferiores ao desejado (cerca de 3040 kcal/kg). Estudos apontam resultados interessantes na utilização do FRM como substituto do milho em dietas de não ruminantes (Stanley et al., 1982; Almeida et al ,2012).

A introdução de um alimento alternativo deve estar atrelada a sua eficiência nutricional (desempenho animal) e valor comercial do produto. Em um estudo realizado por Chestnut et al (1983), observaram que FRM pode substituir o milho em até 50% da dieta total, sem redução no ganho de peso, sendo viável economicamente quando o valor do FRM for 75% ou menos do preço de grãos de milho. Zanotto et al (1996),

concordaram com os autores, quando testaram níveis de 0, 25, 50, 75 e 100%, em substituição ao milho, em que relataram decréscimo no desempenho das aves nos níveis acima de 50%.

O efeito depreciativo do ingrediente quando fornecido a níveis acima do recomendado na literatura, ainda é fonte de discussão e estudo na nutrição animal. O perfil nutricional pode ser alterado por diversos fatores, dentre eles podemos citar os tipos de processamentos. Este fato pode acarretar no FRM a deficiência e/ou ausência de nutrientes, além de elementos químicos indisponíveis para o aproveitamento do animal. Os diferentes farelos residuais de milho podem apresentar variações nos teores nutritivos, tais como: proteína, fibra, gordura, aminoácidos e principalmente de amido. Este último caracterizado como carboidrato energético digestivo, sendo principal nutriente na alimentação de aves.

O amido é um carboidrato de reserva dos vegetais, formado por dois polímeros insolúveis, a amilose (ligações α -1,4) e a amilopectina (ligações α -1,4 e -1,6). A relação entre amilose e amilopectina varia de acordo com as espécies de grãos vegetais, tendo o milho duro em média 24% e 76% e o mais seroso menos de 1% e 99% de amilose e amilopectina, respectivamente (MACARI, 2002). As propriedades mais importantes com influência no seu valor nutricional incluem a taxa e a extensão da digestão ao longo do trato gastrointestinal e o metabolismo dos monômeros absorvidos (Asp, 1995).

O amido possui uma classificação que está relacionada à sua disponibilidade, deste modo, são intitulados como amidos disponíveis (AD) e resistentes (AR). Os amidos digestíveis são aqueles que quando submetidos *in vitro* a ação enzimática (amilase pancreática e amilase glicosidase) por um determinado tempo (20 ou 120 min) e temperatura de 37°C disponibilizam a glicose (ENGLYST et al. 1992). O amido resistente é o que não sofre modificação química sob ação enzimática, tanto *in vitro*, como nas condições normais do intestino delgado. Segundo Lobo (2003), este tipo de amido pode ser comparado às fibras, pois apresentam comportamento fisiológico similar.

Contudo, como já mencionado, existem variáveis que podem influenciar na composição nutricional e conseqüentemente no aproveitamento desse polissacarídeo pelos animais. De um modo geral, os principais fatores de interferência na absorção do amido incluem: a sua origem botânica, a relação amilose/amilopectina, o grau de cristalinidade, a forma física e o tipo de processamento do amido, assim como

interações ocorridas entre esta substância e outros constituintes do alimento (Granfeldt et al, 1993; Skrabanja et al., 1998).

De acordo com a conjuntura descrita, podemos destacar a relação amilose/amilopectina e a interação de outros nutrientes com o amido (AR), como fatores de interesse na nutrição animal, a julgar pela deficiência de estudos relatados na literatura.

A amilopectina é mais fácil de digerir do que amilose. Pela forma amorfa da amilopectina, ocorre uma maior penetração de água e uma degradação enzimática mais eficiente (BEDFORD, 1998). Este processo dar-se pela arquitetura química da amilopectina que possui cadeias com ramificações que permitem o acesso facilitado da ação enzimática e conseqüentemente a entrada de água no polímero, diferentemente da conformação química da amilose que se apresenta de forma helicoidal.

Os arranjos químicos diferenciados dos polímeros de amido influenciam no acesso enzimático das amilases. As enzimas atuantes na amilose, praticamente só tem acesso às extremidades do grânulo fazendo com que a glicose seja liberada de maneira mais lenta, porém com maior constância e durante um tempo maior, quando comparados aos grânulos de amilopectina (LARA, 2004). Sendo assim, alimentos que possuam maior fração de amilopectina serão mais digestíveis que em situação inversa. Segundo BEDFORD (1998) milho com altas concentrações de amilose possui menor digestibilidade.

Além desta relação de frações amídicas, podemos ressaltar a influencia de outros compostos químicos na digestibilidade do amido pelos animais. Sabe-se que no processo digestivo das aves, diversos nutrientes então envolvidos juntamente com os carboidratos, e estes podem favorecer na formação de amidos resistentes. Segundo Lobo et al. (2003) a complexação do amido com outros nutrientes (indisponibilização) dar-se tanto no processamento do ingrediente como na digestão propriamente dita. A digestibilidade do amido pode ser afetada na presença de complexos amido-lipídio e amido-proteína, de inibidores de alfa amilase e de polissacarídeos não amiláceos (GOÑI et, al, 1996; THARANATHAN, 2002).

2.3 EMPREGO DA ENZIMA ALFA AMILASE NO FARELO RESIDUAL DE MILHO

Diante desse efeito depressivo, proporcionado pelo uso de maiores níveis de inclusão do FRM, estudos recentes têm sido direcionados para o uso do FRM associado

as tecnologias (aditivos e processamentos) que aumentem o valor nutricional do ingrediente, a fim de se obter a técnica adequada de beneficiamento e/ou processamento além da viabilidade econômica.

Os aditivos utilizados terão como finalidade enriquecer nutricionalmente à dieta através das suas ações específicas dentro do organismo animal. No Brasil, a legislação (Dec. 55.871) define aditivo como todas as substâncias intencionalmente adicionadas ao alimento com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, sem que prejudique seu valor nutricional.

Uma das tecnologias utilizadas atualmente na nutrição animal é a incorporação de complexos enzimáticos à dieta, a fim de favorecer, a partir da ação química, a disponibilização de nutrientes mais facilmente ao animal. Este recurso tecnológico auxilia no manejo nutricional, quando se inclui nas rações alimentos alternativos (aparentemente não teriam nutrientes prontamente disponíveis), como o farelo residual de milho.

As enzimas são utilizadas em rações de animais não ruminantes com intuito de auxiliar na digestão dos nutrientes, quer seja na complementação da ação das enzimas endógenas ou pela falta ou produção ineficiente desta pelo organismo do animal (Kaczmarek et al., 2009, Regis et al, 2010). No trato digestivo, a enzima adicionada a ração é ativada quando se mistura aos fluidos digestivos e sob a temperatura do organismo (ROTTER, 1990).

Para VALVERDE (2001) as enzimas adicionadas às rações objetivam quatro pontos: remoção de fatores antinutricionais, aumento da disponibilidade de nutrientes, aumento da digestibilidade de polissacarídeos não amílicos e suplementação na produção de enzimas endógenas.

As principais enzimas disponíveis no mercado são as carboidrases, proteases e fitases, nas suas formas livres ou em complexos enzimáticos. Para quebra do amido, polissacarídeo complexo de extrema importância na nutrição avícola, utiliza-se a enzima alfa-amilase classificada no grupo das carboidrases.

Três enzimas estão envolvidas na digestão do amido: alfa-amilase, maltase e isomaltase, sendo a maior parte da hidrólise realizada no duodeno por ação da alfa-amilase pancreática (TESTER, et al, 2004). Fisiologicamente, o pâncreas é responsável pela produção enzimática e consequente quebra dos carboidratos, especificadamente o amido. Esta glândula secreta alfa-amilase que age sobre o amido nas ligações α -1,4 na amilose e amilopectina, gerando maltose e maltotriose para o primeiro polímero e

dextrina limite para o último (MACARI, 2002). As ligações glicosídicas α -1,6 presentes na amilose não são quebradas pela enzima, o que representa a menor digestibilidade dessa fração amídica. Os produtos oriundos da secreção do pâncreas sofrerão ação de enzimas entéricas e serão absorvidos na forma de glicose.

Garcia et al. (2003) afirmaram que a utilização de amilase em dietas para frangos de corte melhora a digestibilidade do amido, promovendo assim, melhora digestibilidade de matéria seca, energia metabolizável aparente corrigida e energia metabolizável total. E mais, além da suplementação da enzima endógena, como já mencionado, auxilia na exposição do amido mais rapidamente à digestão no intestino delgado, conduzindo ao aumento da utilização do nutriente com conseqüente melhora no desempenho animal (SHEPPY, 2001).

O uso da enzima alfa-amilase, na ração de frangos de corte apresentando FRM, têm como objetivo de aumentar o valor energético do ingrediente, mais especificadamente, aumentar a disponibilidade dos compostos oriundos da hidrólise do amido. Assim a utilização de aditivos como as enzimas ocorrem de forma planejada, pois as enzimas são proteínas com ações específicas aos substratos correspondentes. Segundo Araújo et al. (2007), os melhores resultados são obtidos quando a suplementação enzimática na ração ocorre de forma específica para o ingrediente utilizado, sempre seguindo a especificidade enzima/substrato.

Adeola et al. (2010) afirmaram que o FRM pode ser utilizado na alimentação de aves, concomitante a biotecnologias, especificadamente na adição de enzimas carboidrases. O estudo realizado pelos autores acima, teve como objetivo determinar o valor energético do farelo residual de milho, oriundo de indústrias alcooleiras, com e sem adição de complexo enzimático (xilanase e alfa-amilase), demonstrando nos resultados finais que a suplementação carboidrases melhorou a energia digestível ileal (EDI), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn), em 12, 5,7, e 6,2%, respectivamente.

Cowieson (2010) afirmou que a adição de enzimas objetiva maximizar o valor nutricional do FRM para que desta forma sua inclusão em dietas para frangos de corte seja maior que os estudos anteriores (50% de inclusão), tornando-se uma técnica que provavelmente proporcione melhor custo/benefício.

2.4 Considerações finais

A utilização do farelo residual de milho nas rações de não ruminantes na literatura necessita de mais pesquisas para melhor caracterizá-lo, principalmente no que se refere à obtenção e processamento deste. O conhecimento da composição química do ingrediente é uma ferramenta importante na nutrição, para adequar o farelo na formulação das rações das aves de acordo com as exigências dos animais. Como este alimento é produto residual da agroindústria, poderá existir a necessidade da utilização de enzimas (amilase) que melhorem a disponibilização do amido para o organismo dos frangos de corte, assim promovendo uma resposta eficiente do animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEF. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EXPORTADORES DE FRANGO, Relatório anual 2014. Disponível em: <<http://www.abef.com.br>. Acesso em: 17 abr. 2007.

ADEOLA, O.; JENDZA, J. A.; SOUTHERN, L. L.; POWELL, S.; OWUSU-ASIEDU, A. Contribution of exogenous dietary carbohydrases to the metabolizable energy value of corn distillers grains for broiler chickens. **Poultry Science**, v. 89, n. 7, p. 1947-1954, 2010.

ABIMILHO. *Milho: o cereal que enriquece a alimentação humana*. [S.l.: s.n.], 2006. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br>>. Acessado em: 15 jul. 2014.

ALMEIDA, F. N.; et al. Digestibility of amino acids in corn, corn coproducts, and bakery meal fed to growing pigs. **J. Anim. Sci.**, 89:4109-4115, 2011.

ANDRIGUETTO, J.M. *Nutrição Animal*, 4. ed. vol. 1. São Paulo: Nobel, 2002.

APINCO. *Produção avícola no Brasil*. São Paulo, 2006.

ARAÚJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L.; LIMA, M. R.; LIMA, C. B. Uso de Aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasílica**, Mossoró, v.1, n.3, p. 69-77, 2007.

ASCHERI, J.L. Enriquecimento de farinha de milho com vitamina e ferro. **Série de Publicações ILSI Brasil**. p. 79-88, 1998.

Asp NG. Classification and methodology of food carbohydrates as related to nutritional effects. *Am J Clin Nutr* 1995; 61 (Suppl):930S-7S.

BEDFORD, M.R. Mechanisms of action and potential nutritional benefits from feed enzymes. In:_____. **Proceedings of Feed Enzymes-Realizing their potential in corn/soya based poultry diets**. 1998. p.12-26.

BELLAVER, C. et al. Determinação da solubilidade proteica de farinhas de subproduto de aves com a pepsina em baixa concentração. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 33, p. 1167-1171, 2004.

BELLAVER, C. E LUDKE, J. Considerações sobre os alimentos alternativos para dietas de suínos. In: Palestras ENIPEC 2004. Cuiabá MT. CD Rom.

BEDFORD, M.R. Mechanisms of action and potential nutritional benefits from feed enzymes. In:_____. Proceedings of Feed Enzymes-Realizing their potential in corn/soya based poultry diets. 1998. p.12-26.

BNDES Setorial, A Cadeia da Carne de Frango: Tensões, Desafios e Oportunidades. Rio de Janeiro, n. 26, p. 191-232, set. 2007.

BORGES, C. A. Q. et al. Exigências de energia e composição de carcaça de galos reprodutores pesados em função do consumo energético na fase de reprodução. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 1978-1984, 2006.

BRAGA, C. V. P.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; CARVALHO, L. E.; SOUSA, F. M.; BASTOS, F. C. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34, n. 1, p. 76-80, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cadeia produtiva do milho / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura ; coordenador Luiz Antonio Pinazza. – Brasília : IICA : MAPA/SPA, 2007. 108 p. ; 17,5 x 24 cm – (Agronegócios ; v. 1)

BRITO, A.B. et al. Avaliação nutricional do gérmen integral de milho para aves. *Ciência Animal Brasileira*, v. 6, n. 1, p. 19-26, 2005b.

BRUM, P.A.R. et al. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 5, p. 995-1002, 2000.

CARDOSO, W. S.; et al. Indústria do milho In: BORÉM, A.; RIOS, S. de A. (Ed.). Milho biofortificado. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p. 173-195. Disponível em < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/889387>>.

CASSUCE, D. C. Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades no Brasil.). 2011. 91f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2011.

CHESTNUT, A. B.; LASEINDE, E. A. O.; OLUMEYAN, D. B. The effect on performance and the economic feasibility of substituting maize hominy for maize in tropical broiler diets. **Producción Animal Tropical**, 8:279-287., 1983.

CUNHA, F. S. A.; RABELO, C. B.; DUTRA JUNIOR, W.M.; et al. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta contendo farinha de resíduos de processamento de camarões (*Litopenaeus vannamei*). **Acta Scientare Animal Science**. v. 28, n. 3, p. 273-279, 2006.

DEMAJORIVIC, J., 1995. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades. **Revista de Adm. De Empresas**, 35 (3), pp. 88-93

EGGLESTON, G., MONTES, B., OGIER, B.E.; Preheating and incubation of cane juice prior to liming: a comparison of intermediate and cold lime clarification. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, v. 50, p. 484-490, 2002.

ENGLYST, H.N.; KINGMAN, S. M.; CUMMINGS, J.H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **Eur J Clin Nutr** 1992; 46(2 Suppl):S33-S50.

FREITAS, E.R. et al. Efeito do processamento da sojacintegral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1948-1949, 2005.

GARCIA, M. I. et al. α -Alfa amilase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, v. 82, p. 436-442, 2003.

GOMES, F.A. et al. Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 396-402, 2007.

GOÑI, I.; GARCIA-DIAZ, L.; MAÑAS, E.; SAURA CALIXTO, F. Analyses of resistant starch: a method for foods and food products. **Food Chemistry**, London, v.56, p.445-449, 1996.

GRANFELDT, Y.E; DREWS, A.W; BJÖRCK, I. M. E. Starch bioavailability in arepas from ordinary or high amylose corn: concentration and gastrointestinal fate of resistant starch in rats. **J Nutr** 1993; 123:1676-84.

IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal. 2013.

KACZMAREK, S.; BOCHENEK, M.; JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A. Effect of enzyme supplementation of diets based on maize or hominy feed on performance and nutrient digestibility in broilers. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 18, n. 2, p. 113-123, 2009.

LANA, G. R. Q. **Avicultura**. Livraria editora rural Ltd. Recife, 2000.

LANA, R.P. **Sistema Viçosa de formulação de rações**. Viçosa: UFV, 2000.60 p..

LARA, L. B. Características físico-químicas do amido em alimentos comerciais para cães e gatos. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE CÃES E GATOS, 2005, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2005. 300p.

LIMA, S. B. P. Avaliação nutricional e energética de co-produtos do milho para frango de corte caipira. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2007. 48p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.

LOBO, A. R.; SILVA, G. M. L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Rev. Nutr.** vol.16 no.2 Campinas, 2006.

MACARI, M. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Brasil Projeções do Agronegócio 2011/12 a 2021/22. Brasília, 2012, 50 p. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: julho de 2014.

NERY, L.R. et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.

NUNES, R. V. **Valores energéticos e aminoácidos digestíveis do grão de trigo e seus subprodutos para aves**. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

OLIVEIRA, D.R.M.S. & NÄÄS, I.A. Issues of sustainability on the Brazilian broiler meat production chain. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ADVANCES IN PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS, 2012, Rhodes. **Anais...**Competitive Manufacturing for Innovative Products and Services: proceedings, Greece:International Federation for Information Processing, 2012.

PALHARES, J.C.P. Novo desafio para avicultura: a inserção das questões ambientais nos modelos produtivos brasileiros. São Paulo: **Avicultura Industrial**, 2005. p. 14 – 20.

REGINA, R.; SOLFERINI, O. Produção de cultivares de ingredientes de alto valor

nutricional: características e benefícios. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2, 2002. Ubelândia. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. p. 105-116.

REGIS, R. **Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos/** coordenador Regis Regina. São Paulo: Fundação Cargill, 2010.

SANTOS, M. J.; et al. Composição química e valores de energia metabolizável de ingredientes alternativos para frangos de corte. **Revista Ciência Animal Brasileira.**, Goiânia, v.14, n.1, p. 32-40, 2013.

SILVA, J.H.V. et al. Energia Metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1912-1918, 2003.

SOUZA, E. L.; SAES, M. S. M.; AZEVEDO, P. F. Competitividade do sistema agroindustrial do milho. In: Competitividade da agroindústria brasileira. Pensa-Ipea, CD-ROM, 1998.

SHEPPY, C. The current feed enzyme market and likely trends. In: BEDFORD, M. R.; PATRIDGE, G. G. **Enzymes in farm nutrition**. Londres: Cab International, 2001. P. 1-10.

SKRABANJA, V.; KREFT, I. Resistant starch formation following autoclaving of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats an *in vitro* study. **J Agric Food Chem** 1998; 46:2020-23.

STANLEY, D. L.; EWAN ,R. C..**Utilization of Enery of Hominy Feed and Alfalfa Meal by Young Pigs. J. Anim. Sci.** 54:1175-1180, 1982.

TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. 4. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 402 p.

TESTER, R. F.; KARKALAS, J.; XIN, Q. I. Starch composition, fine structure and architecture. *Journal of Cereal Starch*, v. 39, p. 151-165, 2004.

THARANATHAN, R. N. Food-derived carbohydrates – structural complexity and functional diversity. **Critical Reviews in Biotechnology**, Boca Raton, v.22, p. 65-84, 2002.

UBA. UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, Estatística 2013:2014. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>>. Acesso em: 25 jul. 2014

União Brasileira de Avicultura - UBABEF. Relatório anual. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/732e67e684103de4a2117dda9ddd280a.pdf>>. Acesso em: 05 de jun. 2014.

VALVERDE, C. C. **250 maneiras de preparar rações balanceadas para frangos de corte.** Ed. Aprenda fácil, Viçosa: UFV, 2001. 261p.:il.

ZANOTTO, D. L.; BRUM, P. A. R.; GUIDONI, A. L.; LIMA, G. J. J. M.; BELLAVER, C. **Utilização de Farelo Residual de Milho em Dietas de Frangos de Corte.** Anais da XXXIII Reunião da SBZ, Fortaleza-Ce, 1996.

Capítulo II

Determinação da energia metabolizável do farelo residual do milho com e sem enzima em dietas para frangos de corte

*Artigo padronizado sob as normas da Revista Caatinga.

**Determinação da energia metabolizável do farelo residual do milho com e sem
enzima em dietas para frangos de corte**

**Determination of the metabolizable energy of residual corn bran with and without
enzyme in diets for broilers**

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o valor nutricional e determinar a energia metabolizável do farelo residual de milho (FRM) sem e com o uso da enzima alfa amilase. Foi realizado um experimento de metabolismo com 180 pintos machos Cobb com 14 dias distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, cinco repetições e seis aves por parcela. As dietas experimentais foram: T1: ração referência (RR), T2: 60% T1 + 40% de FRM, T3: RR + enzima, T4: 60% T1 + 40% de FRM com adição de enzima, T5: RR com substituição de 100% do milho pelo FRM e T6: RR com substituição de 100% do milho pelo FRM com adição de enzima. A composição química do FRM foi: 88,33 % de matéria seca (MS), 10,23 % de proteína bruta (PB), 15,44 % de extrato etéreo (EE), 4,33 % de cinzas (CZ) e 4555 Kcal/kg de Energia Bruta (EB). Os valores dos coeficientes de metabolizabilidade aparente para o FRM sem e com adição de enzima foram de 73,37% e 76,33% para MS ($p=0,0136$), 70,44% e 70,39% para PB ($p=0,9595$) e de 74,79% e 76,77% para EB ($p=0,0128$). Os valores da energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) para o FRM (na base natural) foram de 3322 ± 19 e 3241 ± 18 kcal/kg e de 3334 ± 16 e 3261 ± 17 kcal/kg, respectivamente, sem e com adição de enzima. A adição da enzima não teve efeito estatístico significativo sobre os valores de EMA e EMAn.

Palavras-chave: Alfa amilase, alimento alternativo, aves, energia, metabolismo

ABSTRACT

The aim of this study was evaluate the nutritional value and the metabolizable energy of residual corn bran (FRM) without and with use of alpha amylase enzyme. One metabolism assay was done using 180 Ross male broilers with 14 days old distributed in an entirely randomized design with six treatments, five replications and six broilers per plot. The assay treatments established were: T1: reference diet (RR), T2: 60% T1 + 40% of FRM, T3: T1 (RR) + enzyme addition, T4: 60% T1 + 40% of FRM with enzyme addition, T5: T1 (RR) with 100% replacement of corn by FRM and T6: T1 (RR) with 100% replacement of corn by FRM with enzyme addition. FRM chemical composition was: 88.33 % of dry matter (MS), 10.23 % of crude protein (PB), 15.44 % of crude fat (EE), 4.33 % of ashes (CZ) and 4555 Kcal/kg of Gross Energy (EB). The FRM apparent metabolizability coefficients without and with enzyme addition were 73.37% and 76.33% for MS ($p=0.0136$), 70.44% and 70.39% for PB ($p=0.9595$) and 74.79% and 76.77% for EB ($p=0.0128$). The apparent metabolizable energy (EMA) and EMA corrected for nitrogen retention values (as is basis) were 3322 ± 19 and 3241 ± 18 Kcal/kg and 3334 ± 16 and 3261 ± 17 Kcal/kg, respectively, for without and with enzyme addition to FRM. The enzyme addition had no statistical significance on the EMA and EMAn values.

Key words: alpha amylase, alternative feedstuffs, metabolism assay, metabolizable energy

INTRODUÇÃO

No Brasil a principal fonte de energia em rações para frangos de corte é o milho. Como a nutrição possui caráter econômico importante na produção de frangos de corte por ser responsável em até 70% do custo total da produção, há necessidade de pesquisas por fontes energéticas alternativas, equivalentes nutricionalmente, menos onerosas que o milho e disponíveis no mercado regional.

Um dos ingredientes alternativos que possui potencial para amenizar os altos custos da ração é o farelo residual de milho (FRM) que é um subproduto da industrialização do milho obtido através de processamento do grão a seco. O FRM é gerado como subproduto na proporção de 35% de todo o milho industrializado que é destinado ao consumo humano na forma de “flocão” (ingrediente para preparo do cuscuz). Zanotto et al (1998) avaliaram a composição química do FRM e encontraram: 88,88% de MS, 9,14% de PB, 11,33% de EE, 5,20% de fibra bruta (FB), 3,20% de CZ; 0,46% de lisina; 0,25% de metionina e EMAn de 3040 kcal/kg na matéria natural. Os autores determinaram que níveis de substituição do milho pelo FRM em até 50% foram satisfatórios na alimentação de frangos de corte, similares aos encontrados Chestnut et al (1983), sendo que valores acima deste nível de substituição condicionaram efeito depressivo no desempenho das aves.

Estudos recentes têm sido direcionados para o uso do FRM associado a insumos biotecnológicos (enzimas) que aumentem o valor nutricional do farelo e que podem ser usados de forma concomitante com processamentos adequados visando de forma estratégica incrementar o valor econômico do subproduto.

A alfa amilase pancreática cliva aleatoriamente as ligações glicosídicas alfa 1-4 da amilose para gerar maltose e maltotriose ou para gerar maltose, glicose e dextrina a partir da amilopectina. Enzimas, como a amilase, aumentam o aproveitamento da

energia do ingrediente, provavelmente por quebrar maiores quantidades de amido durante o processo de digestão, aumentando a digestibilidade da energia. Adeola et al (2010), utilizaram carboidrases (xilanase + amilase) e quantificaram a energia metabolizável de um farelo residual oriundo da produção de álcool do milho, e determinaram um aumento de energia digestível ileal, energia metabolizável aparente e aparente corrigida para nitrogênio correspondendo a 12%, 5,7% e 6,2%, respectivamente.

As enzimas são utilizadas em rações de animais não ruminantes com o objetivo de auxiliar na digestão dos nutrientes, quer seja na complementação da ação das enzimas endógenas ou pela falta ou produção ineficiente desta pelo organismo do animal (Kaczmarek et al., 2009, Regis et al, 2010). As principais enzimas disponíveis no mercado são as carboidrases, proteases e fitases. Para quebra do amido, polissacarídeo complexo de extrema importância na nutrição avícola, utiliza-se a enzima alfa-amilase classificada no grupo das carboidrases.

Diante das informações descritas, o objetivo da pesquisa é verificar a composição nutricional e determinar a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) do FRM sem e com a adição da enzima alfa amilase.

MATERIAL E MÉTODOS

Todo o procedimento experimental padronizado para ensaios de metabolismo foi descrito e submetido ao comitê de ética para uso de animais em pesquisa e experimentação na UFRPE visando à obtenção da licença para a realização da pesquisa.

Um ensaio de metabolismo foi realizado no Laboratório de Digestibilidade de Não-Ruminantes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de

Pernambuco (UFRPE), em Janeiro de 2013 para avaliar a metabolizabilidade dos nutrientes e determinar o balanço de nitrogênio, os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida para nitrogênio (EMAn) do FRM ao natural e submetido à incorporação da enzima alfa-amilase. A enzima alfa-amilase foi adicionada na proporção de 0,09g para cada 30 kg de ração (3 ppm). A atividade da enzima declarada pelo fabricante foi de 30.000 U/ g de amilase. Uma unidade libera 1 mg de maltose do amido em 3 minutos, no pH 6,9 na temperatura de 20° C. Após esta etapa, foram feitas as rações testes substituindo a ração referência em 40% pelo FRM sem e com enzima.

Foram estabelecidos seis tratamentos, sendo: T1: ração referência (RR), T2: 60% T1 + 40% substituição da RR pelo FRM, T3: RR + enzima, T4: 60% T1 + 40% substituição da RR pelo FRM com enzima, T5: RR onde o milho foi substituído peso a peso pelo FRM e T6: RR onde o milho foi substituído peso a peso pelo FRM com enzima.

No experimento de metabolismo foram utilizados 180 frangos machos da linhagem comercial Cobb 500 alojados com idade inicial de 10 dias e com peso médio inicial de 395 ± 20 g distribuídos em 30 gaiolas metabólicas com comedouros tipo calha com tela de proteção e bebedouros tipo taça, fornecendo água e ração à vontade em ambiente controlado com temperatura entre 28° a 32°C. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com seis tratamentos, cinco repetições e seis frangos homogêneos no peso por parcela experimental. A ração experimental referência foi formulada de acordo com a composição dos alimentos e exigências nutricionais para a idade das aves, segundo Rostagno et al. (2011) conforme expresso na Tabela 2.

Tabela 2. Composição percentual calculada da dieta experimental

Ingredientes	Ração Referência
Milho grão	56,0853
Farelo de soja	36,5973
Óleo de soja	3,3866
Fosfato bicálcico	1,5518
Calcário calcítico	0,9157
Sal comum	0,4825
Premix vitamínico ¹	0,1200
Premix mineral ¹	0,1000
L-Lisina HCl (78,8%)	0,2526
DL-Metionina (99%)	0,3170
L-Treonina (98,5%)	0,0912
Cloreto de colina (60%)	0,1000
Composição calculada	100,000
Energia metabolizável (kcal/kg)	3050
Proteína bruta, %	21,20
Cálcio, %	0,8410
Sódio, %	0,2100
Fósforo disponível, %	0,4010
Lisina digestível, %	1,2521
Metionina + Cistina digestível, %	0,8760
Fenilalanina + Tirosina digestível, %	1,6376
Isoleucina digestível, %	0,8224
Leucina digestível, %	1,6234
Arginina digestível, %	1,3150
Treonina digestível, %	0,7910
Triptofano digestível, %	0,2367

¹Níveis de garantia por quilo de produto: vit. A (10.000.000UI), vit. D₃ (2.000.000UI), vit. E (20.000mg), vit. K₃ (4.000mg), vit. B₁ (1880mg), vit. B₂ (5000mg), vit. B₆ (2000mg), vit. B₁₂ (10.000mcg), niacina (30.000mg), ácido pantotênico (13.500mg), ácido fólico (500mg), selênio (360mg), zinco (110.000mg), iodo (1400mg), cobre (20.000mg), manganês (156.000mg), ferro (96.000mg), antioxidante (100.000mg), veículo Q.S.P. 100g.;

O período experimental foi de 14 dias sendo quatro dias de a adaptação dos pintos às gaiolas e dez dias no qual as aves receberam dieta experimental. No período de 14 aos

24 dias de idade, cinco dias foram reservados para adaptação às dietas e cinco para coleta de excretas para determinação do metabolismo.

Utilizou-se o óxido férrico (Fe_2O_3) na concentração de 1% como marcador para identificar o início e o final do período de coleta. A coleta de excretas foi realizada uma vez ao dia (09h00min). O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos previamente identificados e congelado em freezer a -20°C . No final do experimento as excretas foram descongeladas, mantendo os sacos plásticos hermeticamente fechados, homogeneizadas e foram retiradas alíquotas de 600g para cada repetição, em seguidas foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas.

Após a pesagem das amostras secas foram moídas com peneiras de um mm, colocadas em recipientes plásticos identificados e encaminhadas às análises. Foram realizadas as análises de Matéria Seca (MS), Energia Bruta (EB), Extrato Etéreo (EE), Cinzas (CZ), Nitrogênio (N) no Laboratório de Nutrição Animal (LANA/DZ/UFRPE) e Laboratório de Química do Solo (DEPA/UFRPE). As concentrações de matéria seca, energia bruta, nitrogênio e cinzas foram obtidas de acordo com Silva & Queiroz (2005). A energia bruta foi quantificada com auxílio de bomba calorimétrica adiabática.

A partir dos resultados das análises foram calculados os coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), da proteína bruta (CMAPB) e da energia bruta (CMAEB) e os valores da energia metabolizável aparente (EMA) e EMA corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) para o ingrediente na presença (T4) ou ausência (T2) de enzima por meio de equações descritas por Matterson et al., (1965). Os mesmos parâmetros foram calculados para as rações nos tratamentos 1 a 6. A quantificação e qualificação do amido foi realizada no ITEP pelo método de colorimetria/IAL (Instrução normativa- MAPA nº 68 de 12/12/2007) e LAAPA pelo método previsto pela AOAC (1995), respectivamente.

Os dados foram analisados por intermédio da análise da variância ANOVA utilizando o programa estatístico SAS. O efeito da adição ou não da enzima no ingrediente sobre os parâmetros calculados foi avaliado através de contraste. Da mesma forma os parâmetros calculados para as rações do T1 e T3, do T2 e T4, e do T5 e T6 foram comparadas duas a duas estabelecendo os respectivos contrastes ortogonais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores analisados de MS, PB, EE, CZ, FB e EB para o FRM foram respectivamente, 88,33%, 10,23%, 15,44%, 4,33%, 6,54% e 4555 Kcal/kg. A composição bromatológica do farelo residual de milho apresentou valores numéricos que diferem dos encontrados na literatura. Brum et al. (2000) avaliaram a composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves e encontraram valores de MS 91,60%, PB 9,56%, CZ 3,29%, EE 11,41% e EB de 4407 Kcal/kg. Para a MS os valores foram superiores e nas demais análises os valores foram inferiores. Contudo Santos et al. (2013) observaram valores similares para MS e PB, sendo 88,5 e 10,8%, respectivamente. Entretanto, os teores de EE (12,9%) e CZ (3,9%) foram inferiores ao relatado na presente pesquisa. A EB determinada para o FRM foi superior ao valor 4407 kcal/kg determinado por Brum et al. (2000), porém inferior ao valor 4638 kcal/kg, determinado por Silva et al. (2013).

A diferença da composição nutricional do farelo residual de milho pode estar relacionada a diversos fatores, desde a variedade gênica do ingrediente até o processamento (via seca ou úmida) pelo qual ele foi submetido. Brum et al (1999) relatam que existem fatores que interferem na concentração de nutrientes dos ingredientes, que são a fertilidade do solo, clima, cultivar da planta, armazenamento, amostragem, tipos de processamento e substâncias antinutricionais, entre outros.

Em relação à análise quantitativa do amido no ingrediente, este apresentou 33,6% de amido, contrastando com proporção encontrada no milho, que possui 62,66% de amido (ROSTAGNO, 2011). O FRM apresenta um pouco mais que a metade desse carboidrato (53,68%), contudo, essa proporção, se comparado ao ingrediente convencional, não interferiu no fornecimento energético do ingrediente no aproveitamento animal. As energias metabolizáveis determinadas foram EMA 3322±19 e EMAN 3241±18 Kcal/kg do farelo residual de milho. Em relação à fração amídica, o FRM demonstrou as proporções de 23,3% de amilose e 73,1% de amilopectina, similarmente as encontradas em algumas variedades de milho que possuem aproximadamente 24% e 76%, de amilose e amilopectina, respectivamente (MACARI, 2002). Estes resultados reforçam que o ingrediente, por apresentar maior proporção de amilopectina, possui uma alta digestibilidade.

Para os coeficientes de metabolização aparente (CMA) da MS, PB e EB, houve diferença estatística entre o FRM sem enzima e com enzima para os compostos MS e EB (Tabela 03). A adição de alfa amilase melhorou os coeficientes de metabolizabilidade aparente de matéria seca e energia bruta, o que indica uma maior disponibilização dos nutrientes para o aproveitamento animal.

Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão para os Coeficientes de Metabolização Aparente, Energia Metabolizável Aparente (EMA) e EMA corrigida para retenção de nitrogênio (EMAN) para o farelo residual de milho em função da presença ou não da enzima alfa amilase.

Parâmetro	Farelo Residual de Milho				
	Sem alfa Amilase	Com alfa Amilase	Probab. p =	C.V. %	Média
Energia Bruta, %	74,79±0,45 ^b	76,67±0,37 ^a	0,0128	1,23	75,73±0,42

Matéria Seca, %	73,37±0,76 ^b	76,33±0,55 ^a	0,0136	1,99	74,85±0,66
Proteína Bruta, %	70,44±0,67	70,39±0,68	0,9595	2,13	70,42±0,45
Energia Metabolizável Aparente					
EMA na MS, Kcal/kg	3760±22	3774±18	0,6429	1,17	3767±13
EMA na MN, Kcal/kg	3322±19	3334±16	0,6430	1,17	3328±12
EMA corrigida p/ retenção de N					
EMAn na MS, Kcal/kg	3669±21	3686±19	0,5709	1,22	3677±14
EMAn na MN, Kcal/kg	3241±18	3261±17	0,4554	1,22	3251±12

Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo nível de significância indicado.

Em relação aos valores de EMA e EMAn expressos em matéria seca e matéria natural, não houve diferença estatística do FRM com ou sem adição de enzima. Para EMA e EMAn do FRM sem enzima foram encontrados valores superiores 3178 kcal/kg e 3017 kcal/kg, respectivamente, se comparados com Silva et al (2013). Os valores de EMA e EMAn foram superiores numericamente no ingrediente (FRM) que possuía a enzima alfa-amilase, com melhora de 0,4 % e 0,5% para EMA e EMAn na base de MS, respectivamente. Valores superiores foram encontrados por Adeola et al (2010), quando observaram as contribuições das carboidrases (xilanasase + amilase) sobre EM dos resíduos oriundos da produção de álcool de milho incluídos em dietas a base de milho e farelo de soja em níveis de 0, 30 e 60%. A adição das enzimas, segundo os autores melhorou a EMA e EMAn daqueles subprodutos em 5,7% e 6,2%, respectivamente.

O aumento das energias metabolizáveis pode sugerir uma maior disponibilização de energia direta, através da digestibilidade do amido e indiretamente da disponibilidade proteica. Pois, a inclusão de carboidrases poderia auxiliar a digestão do amido, reduzindo produção de amilase endógena, indiretamente tendo um efeito poupador de aminoácidos para síntese destas enzimas endógenas (Gracia et al., 2003).

O uso de complexos enzimáticos pode favorecer uma resposta superior da ação bioquímica das enzimas, quando comparados ao uso individual das enzimas. Sabe-se

que as enzimas são específicas em suas ações, tendo um substrato específico na reação. Este fato pode ser insuficiente para produzir o máximo benefício, sugerindo que misturas de enzimas sejam mais efetivas no aproveitamento dos nutrientes das dietas (Tejedor et al, 2010).

A enzima proporcionou efeito ($p=0,0136$) ao avaliar o coeficiente de metabolização aparente da matéria seca nos animais alimentados com as rações contendo a relação 60/40 de ração referência e FRM, com valores de 71,82 e 73,00%, respectivamente (Tabela 4 e Tabela 5).

Tabela 4 – Valores médios e desvio padrão para os Coeficientes de Metabolização Aparente (CMA), Energia Metabolizável Aparente (EMA) e EMA corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) para três tipos de rações em função da presença ou não da enzima alfa amilase.

Enzima	Referência (Milho+F. de Soja)		60 % Referência + 40 % FRM		Referência (FRM+F. de Soja)**	
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
CMAEB*	73,39±0,27	73,65±0,24	73,95±0,18	74,70±0,15	70,22±0,34	70,26±0,49
CMAMS	70,78±0,40	70,88±0,12	71,82±0,30 ^b	73,00±0,22 ^a	65,24±0,36	65,50±0,39
CMA PB	65,78±0,53	65,70±0,46	67,64±0,27	67,62±0,27	64,00±0,38	63,85±0,43
EMAMS	3369± 12 ^b	3431± 11 ^a	3526± 9	3531± 7	3405± 16	3399± 24
EMAMN	2996± 11	3031± 10	3119± 8	3124± 6	3030± 15	3017± 21
EMAnMS	3127± 11 ^b	3192± 10 ^a	3343± 8	3350± 8	3186± 15	3223± 23
EMAnMN	2780± 9 ^b	2820± 8 ^a	2958± 7	2964± 7	2835± 13	2861± 20

*Parâmetros avaliados: CMAEB, CMAMS, CMA PB, respectivamente, CMA para Energia Bruta, Matéria Seca e Proteína Bruta; EMAMS, EMAMN, respectivamente, EMA na Matéria Seca e Matéria Natural; EMAnMS, EMAnMN, respectivamente, EMAn na Matéria Seca e Matéria Natural. **FRM = Farelo Residual de Milho sendo que a ração referência no T5 e T6 apresenta a mesma composição gravimétrica (em percentual) que a ração Referência do T1, porém substituindo o milho peso a peso pelo FRM. ^{a,b} representa efeito significativo para enzima dentro de cada tipo de ração.

A tabela 5 representa os níveis de probabilidade para o efeito da presença ou não da enzima alfa amilase. Apenas a enzima proporcionou efeito ($p=0,0136$) ao avaliar o coeficiente de metabolização aparente da matéria seca nos animais alimentados com as

rações contendo a relação 60/40 DE ração referência e FRM, com valores de 71,82 e 73,00%, respectivamente.

Tabela 5 – Níveis de probabilidade para o efeito da presença ou não da enzima alfa amilase em diferentes rações sobre os coeficientes de metabolização aparente (CMA), a Energia Metabolizável Aparente (EMA) e EMA corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn).

Ração	Todas	Referência (Milho+F. de Soja)	60 % Referência + 40 % FRM	Referência (FRM+F. de Soja)*
Enzima	Com x Sem	Com x Sem	Com x Sem	Com x Sem
Nível de probabilidade(p=...)				
CMA Energia Bruta	0,1673	0,5535	0,0896	0,9238
CMA Matéria Seca	0,0576	0,8340	0,0136	0,5680
CMA Proteína Bruta	0,7965	0,8889	0,9724	0,7853
EMA na Matéria Seca	0,0942	0,0056	0,7929	0,7720
EMA na Matéria Natural	0,4043	0,0654	0,7952	0,4768
EMAn na Matéria Seca	0,0027	0,0019	0,7267	0,0607
EMAn na Matéria Natural	0,0215	0,0260	0,7292	0,1372

*FRM = Farelo Residual de Milho sendo que a ração Referência (FRM+F. de Soja) apresenta a mesma composição gravimétrica (em percentual) que a ração Referência (Milho+F. de Soja) porém, substituindo o milho peso a peso pelo FRM.

O uso da alfa amilase em rações nutricionalmente balanceadas, compostas por milho e farelo de soja, teve um efeito significativo sobre a EMA ($p=0,0056$) e EMAn ($p=0,0019$) quando expresso com base matéria seca. Os aumentos foram de 62 e 65 kcal/kg, respectivamente. Estes valores são equivalentes ao incremento de 74 kcal/kg que Dourado et al (2007) encontraram para o milho com a adição de uma combinação de xilanase, amilase, protease e fitase.

Não houve diferença estatística nos coeficientes de metabolizabilidade (CMA) da EB, PB dos três tipos de ração. Para o CMA da matéria seca dos animais que

consumiram a ração contendo 40% de FRM sem adição de enzima alfa amilase diferiu do coeficiente de metabolizabilidade dos frangos que consumiram a ração que continha FRM com adição de enzima, permitindo assim, sugerir a inclusão de adição de enzima alfa-amilase em dietas de frangos de corte em fase inicial de desenvolvimento.

CONCLUSÃO

O farelo residual de milho (FRM) apresenta composição bromatológica interessante para nutrição de frangos de corte, podendo indicar seu uso como alimento alternativo. Os valores de EMAn 3241 ± 18 Kcal/kg do farelo residual de milho foram diferentes dos encontrados na literatura, possivelmente por apresentarem diferentes processamentos, refletindo na variação nutricional. Não houve diferença estatística significativa de EMA e EMAn na presença de enzima, indicando que o farelo residual de milho pode ser utilizado sem adição da enzima. Porém, o uso da enzima alfa amilase promoveu um maior valor nos coeficientes de metabolização aparente da energia bruta e matéria seca para o FRM.

REFERÊNCIAS

ADEOLA, O.; JENDZA, J. A.; SOUTHERN, L. L.; POWELL, S.; OWUSU-ASIEDU, A. Contribution of exogenous dietary carbohydrases to the metabolizable energy value of corn distillers grains for broiler chickens. **Poultry Science**, v. 89, n. 7, p. 1947-1954, 2010.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Washington, EUA. **Official methods of analysis**. 16 ed. Washington, DC. 1094p. 1990.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Cadeia produtiva do milho** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura ; coordenador Luiz Antonio Pinazza. – Brasília : IICA : MAPA/SPA, 2007, 100p.

BRUM, P. A. R.; ZANOTTO, D. L.; LIMA, G. J. M. M.; VIOLA, E. S. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 995-1002, 2000.

CHESTNUT, A. B.; LASEINDE, E. A. O.; OLUMEYAN, D. B. The effect on performance and the economic feasibility of substituting maize hominy for maize in tropical broiler diets. **Producción Animal Tropical**, 8:279-287., 1983.

COWIESON, A. J. Strategic selection of exogenous enzymes for corn/soy based poultry diets. **The Journal of Poultry Science**, v. 47, n. 1, p. 1-7, 2010.

DAWSON, K. Not just bread and beer: new applications for yeast and yeast products in human health In: LYONS, T.P. AND JACQUES, K.A. (ed.). Proceedings of the 18TH Annual Symposium. **Alltech Biotechnology**: Nottingham University Press, Nottingham, UK, p.225-232, 2002.

DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; BONATO, M.A.; SILVA, S.Z. et al. Determinação da energia metabolizável do milho com adição de enzimas exógenas. In: 44^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2007, Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal, UNESP: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.

EGGLESTON, G., MONTES, B., OGIER, B.E.; Preheating and incubation of cane juice prior to liming: a comparison of intermediate and cold lime clarification. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, v. 50, p. 484-490, 2002

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. Concórdia- SC, 2005.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; DAHLKE, F.; SANTOS, F. R.; BARBOSA, N. A. A. **Revista Brasileira Zootecnia**, vol.37 no.1 Viçosa Jan. 2008.

GRACIA M.I., ARANÍBAR M.J., LÁZARO R., MEDEL P. & MATEOS G.G. 2003. **α -Amilase supplementation of broiler diets based on corn**. Poultry Sci. 82:436-442.

KACZMAREK, S.; BOCHENEK, M.; JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A. Effect of enzyme supplementation of diets based on maize or hominy feed on performance and nutrient digestibility in broilers. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 18, n. 2, p. 113-123, 2009.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.

REGIS, R. **Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos**/ coordenador Regis Regina. São Paulo: Fundação Cargill, 2010.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. 3ª edição, Viçosa, MG: UFV, 252 p., 2011.

SAS.INSTITUTE. **User's Guide: Statistics**. Cary, 1996.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235 p., 2002.

ZANOTTO, D. L.; BRUM, P. A. R.; GUIDONI, A. L.; LIMA, G. J. J. M.; BELLAVER, C. Utilização de Farelo Residual de Milho em Dietas de Frangos de Corte. **Anais da XXXV Reunião da SBZ**, Botucatu-SP, 1998, v.4, p. 279-281, 1998.