

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DO FARELO DE
ALGODÃO COM OU SEM SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA PARA
FRANGOS DE CORTE**

ALCILENE MARIA ANDRADE TAVARES SAMAY

**RECIFE - PE
JULHO - 2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DO FARELO DE
ALGODÃO COM OU SEM SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA PARA
FRANGOS DE CORTE**

ALCILENE MARIA ANDRADE TAVARES SAMAY
Zootecnista

**RECIFE - PE
JULHO – 2012**

ALCILENE MARIA ANDRADE TAVARES SAMAY

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DO FARELO DE ALGODÃO
COM OU SEM SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, do qual participam a Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior – Orientador Principal

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello – Co-orientador

**RECIFE - PE
JULHO - 2012**

Ficha catalográfica

T231a Tavares-Samay, A. M. A.
Avaliação nutricional e energética do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte / Alcilene Maria Andrade Tavares Samay. -- Recife, 2012.
119 f. : il.

Orientador: Wilson Moreira Dutra Júnior.
Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (PDIZ) – Universidade Federal Rural de Pernambuco / Universidade Federal da Paraíba / Universidade Federal do Ceará, Recife, 2012.
Inclui referências e anexo.

1. Avicultura 2. Avaliação de alimentos 3. Alimento alternativo 4. Enzimas I. Dutra Júnior, Wilson Moreira, orientador II. Título

CDD 636

ALCILENE MARIA ANDRADE TAVARES SAMAY

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ENERGÉTICA DO FARELO DE ALGODÃO
COM OU SEM SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 17 de julho de 2012.

Comissão Examinadora:

Prof. Fernando Guilherme Perazzo Costa
Universidade Federal da Paraíba
Departamento de Zootecnia/CCA

Prof. Geraldo Roberto Quintão Lana
Universidade Federal de Alagoas
Departamento de Zootecnia/CECA

Prof. Ednardo Rodrigues Freitas
Universidade Federal do Ceará
Departamento de Zootecnia

Prof^a. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia

Prof. Wilson Moreira Dutra Júnior
Universidade Federal Rural De Pernambuco
Departamento de Zootecnia
Presidente

**RECIFE-PE
JULHO – 2012**

BIOGRAFIA DO AUTOR

ALCILENE MARIA ANDRADE TAVARES SAMAY – naturalizada Recifense, nasceu aos dezoito dias do mês de outubro do ano de mil novecentos e setenta e oito, filha de Maria José Andrade Tavares e Antônio Tavares de Oliveira. Graduada em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco em julho de 2002. Durante a graduação, foi bolsista do Programa Especial de Treinamento (PET) no período de 1998 a 2000, quando a partir de então, tornou-se bolsista do PIBIC/CNPq até 2001. Concluiu o curso de Zootecnia no final do primeiro semestre de 2002. No segundo semestre deste mesmo ano, iniciou no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Zootecnia na área de Produção de Ruminantes, obtendo o título de Mestre em 2005, matriculando-se como aluna especial do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia. Ainda em 2005, prestou serviços ao Instituto Nacional do Semi-Árido (INSA), com atuação no estado de Pernambuco. Final de 2005, por concurso público, foi nomeada e empossada ao Funcionalismo Federal, ao cargo de professora de Ensino de 1º e 2º graus, na Escola Agrotécnica Federal de Senhor do Bonfim, atualmente denominado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Senhor do Bonfim, no estado da Bahia, onde atua na área de Zootecnia I (animais de pequeno porte). Durante o período de 2005 a 2008 lhe foi confiada à Chefia do Setor de Zootecnia I desta Instituição de Ensino. Em 2008, ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia como aluna regular, obtendo o primeiro lugar de classificação. Em julho de 2012, defendeu Tese e titulouse Doutora em Zootecnia na área de Produção de Não-Ruminantes.

Dedico

A Deus,
Aos meus pais, Maria J. A. Tavares e Antônio T. Oliveira,
A minha vó, Beatriz C. de Andrade,
Ao meu esposo, Wellington Samay de Melo.

*[...] “Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si
Carrega o dom de ser capaz
E ser feliz.
É preciso amor
Pra poder pulsar
É preciso paz pra poder sorrir
É preciso a chuva para florir.” [...]*

(Tocando em frente, Almir Sater).

*[...] “O que é mais sagrado na vida é viver,
Livramento, intensamente, sem medo.
O que é mais sagrado na vida é viver,
Plenamente, honestamente... Viver!” [...]*

(Atemporal, Catedral).

AGRADECIMENTOS

A Santíssima Trindade... Deus Pai, Deus Filho e Deus Espírito Santo! Causa essencial de tudo o que existe e acontece. Motivo de minha existência! E a Maria Santíssima, pela proteção diária.

Aos meus pais, Maria José e Antônio Oliveira pelo amor incondicional, confiança, dedicação, compreensão, paciência e incentivos. Por me ensinarem que quando se quer, se consegue!

Aos familiares, em nome da minha avó Beatriz Andrade, por sempre acreditarem na minha capacidade de enfrentar os obstáculos da vida. Vezes muitas recorrendo às forças divinas.

Ao meu esposo, Wellington Samay de Melo, presente de Deus na minha vida. Pelo amor, companheirismo e dedicação diária, renunciando a si por meus muitos afazeres.

Ao Instituto Federal Técnico e Tecnológico Baiano, em especial ao Campus Senhor do Bonfim, pelo afastamento integral das minhas atividades acadêmico-pedagógicas à busca de mais uma realização.

Aos órgãos de fomento, em nome da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, que apostam no crescimento e aperfeiçoamento de cidadãos brasileiros.

A Universidade Federal de Pernambuco, pela oportunidade de realização de mais este curso.

Ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, pelo acolhimento e contribuição na minha formação acadêmico-profissional.

Ao Professor Wilson Moreira Dutra Júnior, por me ter aceitado como orientada, por suas contribuições, confiança e amizade.

Ao Professor Carlos Bôa-Viagem Rabello, pela co-orientação, por seus incentivos, conselhos, credibilidade e amizade. Por sempre me mostrar que as dificuldades nos ajudam a crescer na vida.

À professora Maria do Carmo Ludke, pelo apoio e contribuições durante a jornada.

Ao Departamento de Zootecnia e ao Laboratório de Nutrição Animal, por dispor instalações para execução dos ensaios experimentais e análises laboratoriais.

Aos professores deste Departamento pelos ensinamentos e amizade.

A Empresa DSM pela doação dos aditivos alimentares utilizados nos ensaios.

Ao Laboratório da Química Vegetal desta Instituição de ensino, pela concessão da estrutura laboratorial à realização de algumas análises.

A Universidade Federal de Viçosa, na pessoa do meu orientador, por oportunizar a realização de análises laboratoriais.

A Universidade Federal do Ceará, pela realização das análises de resistência óssea.

Aos funcionários do DZ: Andréia, Roberto, Cristina, Vitor, Lucinha e Camilla, pelos muitos auxílios.

Ao bolsista da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco, Andrew Cavalcanti, pelo auxílio imensurável ao longo desses anos.

A Liliane Palhares e Lidhane Custódio, por não hesitaram em ajudar-me nas práticas de campo e laboratório, inclusive finais de semana e feriados. Por seus esforços, amizade e companheirismo.

Ao Sr. Bui, pela contribuição diária no manejo dos animais e períodos de fabricação de ração. Pelos momentos de descontração.

Ao grupo de estudos em Avicultura, por proporcionar maior interação de seus membros e tornar dinâmicos os assuntos relacionados à área avícola.

Aos amigos da Pós: Nataly, Cláudia, Tayara, Camilla Roana, Elainy, Marcos José, Izaura, Juliana, Rubem, Cláudio, Priscila, Mônica, Almir, Thaysa, Luiz, Edney, Ana Maria, Érica. E aos amigos da graduação: Rafaela, Débora, Caio, Waleska, Rogério, Yasmim.

Aos amigos da Bahia: Dionísio, Enaide, Maíza, Aurimar, Adriana e Bernardo, e em especial, minha afilhada Eulália Cecília, por acreditarem em mim e estarem tão presentes em minha vida, mesmo que distantes fisicamente.

As minhas amigas de infância Rosângela e Alba, pelos incentivos e desabafos.

Ao Thuf-thuf, meu companheirinho fiel, pela alegria e diversão.

As aves experimentais, por tornarem-se “objetos” de estudos para a realização dos ensaios.

As pessoas que, impreterivelmente, contribuíram para a realização de mais uma vitória.

Mesmo que passe o tempo, jamais deixarei de lembrar aqueles que se fizeram tão próximos: ajudaram-me, ensinaram-me, incentivaram-me e acreditaram na realização deste trabalho. Por tudo: Muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	xiv
RESUMO GERAL.....	xvii
GENERAL ABSTRACT.....	xviii
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	19
CAPÍTULO 1- Referencial Teórico.....	20
Avaliação nutricional e energética do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte.....	21
Considerações finais.....	41
Referências Bibliográficas.....	42
CAPÍTULO 2 – Composição química e determinação dos valores energéticos do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte.....	49
Resumo.....	50
Abstract.....	51
Introdução.....	52
Material e Métodos.....	53
Resultados e Discussão.....	57
Conclusões.....	65
Referências Bibliográficas.....	65
CAPÍTULO 3 – Composição aminoacídica e determinação da digestibilidade proteica do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte.....	70
Resumo.....	71
Abstract.....	72
Introdução.....	73
Material e Métodos.....	74
Resultados e Discussão.....	78
Conclusões.....	84
Referências Bibliográficas.....	84

CAPÍTULO 4 – Desempenho, parâmetros de carcaça, ósseos e econômicos de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática.....	87
Resumo.....	88
Abstract.....	89
Introdução.....	90
Material e Métodos.....	91
Resultados e Discussão.....	99
Conclusões.....	109
Referências Bibliográficas.....	110
ANEXOS.....	114

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 1 - Avaliação nutricional e energética do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte	
Tabela 1. Composição química e energética do farelo de algodão encontrados na literatura.....	24
CAPÍTULO 2 - Composição química e determinação dos valores energéticos do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte	
Tabela 1. Composição alimentar, nutricional e energética da ração referência sem e com enzimas utilizadas nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final.....	56
Tabela 2. Composição química e energética do farelo de algodão utilizado no ensaio de metabolismo, expressa na matéria natural.....	58
Tabela 3. Médias dos valores de consumo de ração (CR), energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn) e os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), energia bruta (CMAEB), fósforo (CMAP) e cálcio (CMACa) das rações experimentais, determinadas com frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, expressas na matéria natural.....	60
Tabela 4. Médias dos valores de consumo de ração (CR), energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn) e os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), energia bruta (CMAEB), fósforo (CMAP) e cálcio (CMACA) do farelo de algodão com ou sem enzimas, determinados com frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, expressas na matéria natural.....	61
CAPÍTULO 3 - Composição aminoacídica e determinação da digestibilidade proteica do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte	
Tabela 1. Composição química e energética do farelo de algodão utilizado no ensaio de coleta ileal, expressa na matéria natural.....	75
Tabela 2. Composição alimentar, nutricional e energética da ração referência sem e com enzimas utilizadas nas fases pré- inicial, inicial, crescimento e final...	76
Tabela 3. Composição aminoacídica total e digestível, expressa com base na matéria natural (MN) e na proteína bruta (PB) do farelo de algodão, utilizado nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final do ensaio de coleta ileal com frangos de corte.....	79

Tabela 4. Médias dos consumos de ração (CR), coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDIAMS), proteína bruta (CDIAPB), cálcio (CDIACA), fósforo (CDIAP) e valores de proteína digestível (PD) das rações experimentais, determinados com frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, expressas na matéria natural.....	80
Tabela 5. Médias dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), cálcio (CDACA), fósforo (CDAP) e valores de proteína digestível (PD) do farelo de algodão sem ou com enzimas, determinados com frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, expressas na matéria natural.....	83
 CAPÍTULO 4 – Desempenho, parâmetros de carcaça, ósseos e econômicos de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática	
Tabela 1. Composição nutricional, aminoacídica e valor energético do farelo de algodão utilizado no ensaio de desempenho com frangos de corte, na matéria natural.....	93
Tabela 2. Composição alimentar, nutricional, energética e o custo das rações experimentais utilizadas na fase inicial (8-21 dias), na matéria natural.....	94
Tabela 3. Composição alimentar, nutricional, energética e o custo das rações experimentais utilizadas na fase de crescimento (22-33 dias), na matéria natural.....	95
Tabela 4. Composição alimentar, nutricional, energética e o custo das rações experimentais utilizadas na fase final (34-42 dias), na matéria natural.....	96
Tabela 5. Custos dos insumos utilizados na formulação das rações experimentais e do frango vivo.....	99
Tabela 6. Médias de consumo de ração (CR), peso vivo (PV), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão, observadas durante as fases inicial, crescimento, final e no período total.....	100
Tabela 7. Médias do peso absoluto e rendimento da carcaça, de cortes comerciais, das vísceras comestíveis e da gordura abdominal de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão aos 42 dias de idade.....	103
Tabela 8. Médias dos parâmetros ósseos determinados na tíbia de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão aos 42 dias de idade.....	105

Tabela 9. Valores médios da renda bruta (RB), custo do arraçamento (CA), margem bruta (MB) e rentabilidade (RT), referente à análise econômica das dietas experimentais do ensaio de desempenho com frangos de corte nas fases inicial, crescimento, final e total.....	107
---	-----

RESUMO GERAL

Avaliando-se o valor nutricional e energético do farelo de algodão (FA) suplementado ou não com enzimas em rações para frangos de corte, realizaram-se nove experimentos: oito ensaios de metabolismo e um de desempenho zootécnico. Em quatro ensaios de metabolismo, pelo método tradicional de coleta total de excretas, utilizou-se 390 pintos machos nas fases pré-inicial (um a sete dias), inicial (oito a 21 dias), crescimento (22 a 33 dias) e final (34 a 42 dias). Outros quatro ensaios, por meio do método de coleta da digesta ileal, foram realizados no sétimo, 21º, 34º e 42º dia de idade. Os ensaios de metabolismos foram em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, seis repetições e dez, oito, seis e quatro aves por parcela para a primeira, segunda, terceira e quarta fases, respectivamente. Os tratamentos experimentais foram duas rações referências com ou sem enzimas e duas rações testes com a substituição de 25% da ração referência por FA com ou sem enzimas, suplementadas pelo método *on top*. As enzimas utilizadas foram fitase (150 g/t) e protease (200 g/t). Não foram observados efeitos da adição de enzimas sobre os valores energéticos do FA contendo ou não enzimas, apenas sobre as digestibilidades do fósforo e cálcio na fase de crescimento. Não houve efeito nas digestibilidade ileal da matéria seca, proteína bruta e digestível, cálcio e fósforo do FA, mas melhorou os coeficientes de digestibilidade desses minerais nas rações com FA, nas fases de crescimento e final. No ensaio de desempenho, foram utilizados 390 frangos de corte, para avaliação do desempenho zootécnico, rendimento de carcaça, parâmetros ósseos e avaliação econômica das dietas. O período experimental teve duração de 42 dias, subdivididos nas fases: inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 33 dias) e final (34 a 42 dias). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições e 13 aves por parcela experimental. As dietas foram constituídas por seis rações: três controles, à base de milho e farelo de soja (FS), sem enzimas, com fitase (150 g/t) e com protease (200 g/t), respectivamente e três testes, com a inclusão de 15% de FA, sem enzimas, com fitase e com protease, respectivamente. As enzimas foram suplementadas pelo método *specified dow*. O FA suplementado ou não com enzimas não compromete os índices produtivos, rendimento de carcaças, cortes, os parâmetros ósseos de frangos de corte e a rentabilidade da produção avícola, proporcionando resultados semelhantes à dieta controle, à base de milho e FS, com níveis nutricionais recomendados.

Palavras-chave: aditivos, alimento alternativo, aves, desempenho, digestibilidade.

ABSTRACT

Evaluating the energy and nutritional value of cottonseed meal (CSM) or not supplemented with enzymes in diets for broilers, there were nine experiments: eight essays metabolism and a live performance. Four metabolism trials, the traditional method of total excreta collection, we used 390 male chicks in the pre-starter (one to seven days), early (eight to 21 days), growth (22 to 33 days) and finisher (34 to 42 days). Four other essays, by the method of collection of ileal digesta were performed on the seventh, 21th, 34 and 42 days of age. Assays metabolisms were completely randomized with four treatments, six replicates and ten, eight, six and four birds per cage for the first, second, third and four phases, respectively. Treatments were two reference diets with or without enzymes and four test diets with the replacement of 25% of the reference diet by CSM with or without enzymes, supplemented by the method on top. The enzymes used were phytase (150 g/t) and protease (200 g/t). There were no effects of enzyme addition on the energy values of CSM containing enzymes or not, just about the digestibility of phosphorus and calcium during growth. There was no effect on ileal digestibility of dry matter, crude protein and digestible calcium and phosphorus from the CSM, but improved the digestibility of these minerals in diets with CSM, growth phases and final. In performance testing, we used 390 broiler chickens to evaluate the growth performance, carcass yield, bone parameters and economic evaluation of diets. The experimental period lasted 42 days, divided in phases: early (8-21 days), growth (22 to 33 days) and late (34 to 42 days). The experimental design was completely randomized with five replicates and 13 birds per experimental plot. The diets consisted of six treatments: three controls, based on corn and soybean meal (SBM) without enzyme, phytase (150 g/t) and protease (200 g/t), respectively, and three tests with adding 15% CSM, without enzymes with phytase and protease, respectively. The enzymes were supplemented by the method specified dow. The CSM or not supplemented with enzymes does not compromise the production indices, yield carcasses, cuts, bone parameters of broilers and profitability of poultry production, providing similar results to the control diet based on corn and SBM, with nutritional levels recommended.

Keywords: additives, alternative food, digestibility, performance, poultry.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A avicultura brasileira vem, há algum tempo, apresentando constante evolução quanto à produção de carne de frango, com liderança absoluta no ranking de exportação. O sistema intensivo de criação, o melhoramento genético das aves, o emprego de altas tecnologias e o desenvolvimento de novas estratégias nutricionais, têm possibilitado a obtenção de bons índices zootécnicos.

Atualmente, a utilização de alimentos não convencionais como substitutos alternativos ao milho e à soja, tem despertado o interesse dos pesquisadores, quanto às suas características nutricionais, produção e disponibilidade, podendo baratear os custos de produção de frangos de corte, uma vez que os custos com alimentação chegam a ser superiores a 60%. No entanto, comumente apresentam-se ricos em fatores antinutricionais.

O uso de aditivos alimentares, entre os quais se inserem as enzimas exógenas, também tem sido assunto notório nas pesquisas sobre alimentação e nutrição animal. Nos últimos anos, centenas de artigos validando a eficiência da suplementação enzimática em dietas avícolas têm sido publicadas. Dentre os resultados observados, pode-se destacar a melhora na utilização de matérias-primas de menor valor nutritivo, diminuição dos efeitos dos fatores antinutricionais presentes nos alimentos; dos custos de formulação de rações e da excreção de nutrientes não digeridos no ambiente.

Assim, os constantes avanços tecnológicos obtidos com a utilização das enzimas fitases e proteases, às dietas contendo alimento alternativo, como o farelo de algodão, para aves têm se tornado uma realidade, por permitir a hidrólise do fósforo fítico e das proteínas de armazenamento, respectivamente. O aumento na disponibilidade desses nutrientes possibilita melhorar a utilização desses alimentos pelos animais, assegurando melhores resultados zootécnicos dos frangos de corte, competitividade aos avicultores e à ascensão do segmento avícola brasileiro.

Capítulo 1

REFERENCIAL TEÓRICO

**Avaliação nutricional e energética do farelo de algodão com ou sem
suplementação enzimática para frangos de corte**

Avaliação nutricional e energética do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte

1. Introdução

A avicultura brasileira apresenta constante evolução quanto à produção de carne de frango, alcançando em 2011 um recorde histórico de 13,1 milhões de toneladas, consolidando o País como o terceiro maior produtor mundial (AveWorld, 2012), além de liderar o ranking no setor de exportação a mais de cinco anos, com registro de 3,8 milhões de toneladas (Abef, 2010/2011).

O Nordeste do Brasil é a quarta maior região produtora de frangos de corte, com destaque para o estado de Pernambuco, que responde pela primeira posição no volume de produção na região e sétima no País com 2,93% (AveWorld, 2012).

Contudo, para que a avicultura brasileira consiga manter e até mesmo melhorar esse perfil, o desenvolvimento de novas estratégias nutricionais se faz necessário. Neste sentido, grande parte dos trabalhos de pesquisas sobre alimentação e nutrição avícola, está focado na utilização de enzimas exógenas (Costa et al., 2008), bem como no uso de alimentos alternativos regionais, buscando-se reduzir custos, uma vez que estes representam cerca de 60 a 70% dos custos totais de produção.

Nesta procura, o farelo de algodão (FA) devido a sua alta produção e disponibilidade, tem despertado o interesse dos pesquisadores ao incentivo a novas pesquisas, quanto ao conhecimento de suas qualidades nutricionais e às estratégias de uso (Marsiglio, 2010), que por possuir fatores antinutricionais, como os polissacarídeos não amiláceos (PNA's), ácido fítico e o gossipol (principal), que podem piorar a qualidade do alimento, diminuindo a digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, seu valor nutricional (Amorim et al. 2011).

A suplementação das rações com enzimas exógenas permite melhor utilização de matérias-primas de menor valor nutritivo, reduzindo os efeitos dos fatores antinutricionais (Paloheimo et al., 2011); proporcionando maior flexibilidade, precisão e economia nas formulações de rações; melhorando a textura das excretas e a qualidade da cama e a redução da poluição ambiental, pela excreção de nutrientes não digeridos (Choct, 2006; Costa et al. 2010; Ceccantini & Lima, 2008; Lelis et al., 2009), podendo trazer reflexos positivos ao desempenho animal, devido ao melhor aproveitamento do alimento exercer forte influência nos índices zootécnicos.

2. Farelo de algodão (FA)

O *Gossypium*, gênero do algodoeiro, apresenta grandes variações de espécies distribuídas em regiões áridas e semiáridas dos trópicos e sub-trópicos (Wendel & Cronn, 2003). Pertencente à família das malváceas (Nagalakshmi et al. 2007), esta dicotiledônea, possui inúmeras aplicações, podendo ser totalmente aproveitada pelo homem, sendo por isso, considerada o *boi vegetal* (Araújo et al., 2003).

O algodão se constitui a principal fibra têxtil do mundo e o maior produto das Américas, e tanto a fibra, principal produto, como os subprodutos (sementes, línter, óleo, torta, farelo, cascas) atendem segmentos de importâncias socioeconômicos, como o farmacêutico-hospitalar, têxtil e a nutricional, humana e animal, podendo ainda ser usado como adubo orgânico (Carneiro, 2009).

De acordo com a Conab (2011) o Brasil ocupa uma área cultivada de algodão de 1.304,7 mil hectares, dos quais 32% são representados pelo Nordeste, destacando-se os estados da Bahia, Piauí e Maranhão. Em Pernambuco, a produção concentra-se no Agreste e Sertão com uma área de plantio estimada em 2,5 mil hectares e produção de aproximadamente 1,9 mil toneladas de caroço. De acordo com a Aveworld (2012), a

colheita da atual safra brasileira de grãos e algodão deverá ser de 170 milhões de toneladas, sete milhões de toneladas a mais do que o volume produzido na safra 2010/2011. A região semiárida do Nordeste tem, na cotonicultura, uma das principais atividades do meio rural, representada, em especial, pelos pequenos e médios produtores (Araújo et al., 2003).

O caroço do algodão, subproduto do beneficiamento e/ou descaroçamento para obtenção da pluma, é coberto com linter e rico em óleo, contendo média de 60% de amêndoa e 40% de fibra. Após a quebra das cascas, o grão liberado possui de 30 a 40% de proteínas e 35 a 40% de lipídios, sendo capaz de fornecer subprodutos muito utilizados no preparo de rações para os animais como o FA (Araújo et al., 2003), obtidos durante o processo industrial, via extração por solvente ou prensagem mecânica, respectivamente, para obtenção do óleo destinado ao consumo humano (Barbosa & Gattás, 2004).

A forma de processamento destingue os subprodutos existentes no mercado, os quais fazem relação ao conteúdo de proteína, fibra e óleo residual, cujo teor depende da maior ou menor eficiência no processamento quando da separação das cascas (Barbosa & Gattás, 2004). Os farelos obtidos por prensagem mecânica são menos proteicos, mais fibrosos e possuem maior teor de óleo residual e coloração marrom em relação aos obtidos por solvente, com menor teor de óleo residual e de cor amarelo-claro dourado (Butolo, 2002; Araújo et al., 2003).

Segundo Souza (2003) e Marsiglio (2010) os subprodutos do algodoeiro ocupam o terceiro lugar em escala mundial de produção, perdendo apenas para o FS e o de canola. E geralmente são comercializados a granel ou ensacados.

2.1. Composição química e valor nutricional do FA

O conhecimento do valor nutritivo dos alimentos é de fundamental importância para uma correta formulação de rações, havendo a necessidade de determinar a composição

química, a disponibilidade dos nutrientes e a concentração energética dos alimentos (Brumano et al., 2006).

A determinação do teor de proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE) e do gossipol livre são ferramentas importantes para se avaliar o valor nutritivo do FA, e condição obrigatória para uma correta formulação e ajuste nutricional das rações (Souza, 2003; Dávila, 2006).

As variabilidades nos valores de composição química e energética do FA, como demonstrado na Tabela 1., são atribuídas ao tipo de processamento, quantidade de óleo e cascas que permanecem no subproduto (Souza, 2003; Nagalakshmi et al., 2007), além de fatores como as mais diversas condições de cultivo e de solo, de clima, de cultivares e das condições de armazenamento do produto (Calderano et al., 2010; Brumano et al., 2006).

Tabela 1. Composição química e energética do farelo de algodão encontrados na literatura

<i>Fonte</i>	<i>MS¹</i>	<i>PB²</i>	<i>EE²</i>	<i>FB²</i>	<i>FDN²</i>	<i>FDA²</i>	<i>MM²</i>	<i>EB³</i>
Santos (2006)	-	35,1	1,03	11,92	-	-	-	-
Ojewala et al. (2006)	89,38	39,86	6,57	17,38	-	-	6,79	-
Dávila (2006)	89,57	38,18	0,75	13,82	33,55	22,93	-	4.169
Moreira (2006)	91,90	36,22	0,77	-	39,69	27,18	-	-
Brumano et al. (2006)	89,10	38,45	1,19	12,93	29,21	2,12	5,17	4.185
Pousga et al. (2007)	94,80	44,30	5,90	9,90	-	-	-	-
Generoso et al. (2008)	88,99	28,29	1,15	22,34	41,37	29,44	4,35	4.029
Nascimento (2009)	92,76	25,60	5,82	-	47,30	24,10	-	4.694
Carvalho et al. (2010)	95,91	27,00	9,80	29,04	48,00	34,00	4,60	4.867
Gomes et al. (2010)	88,99	28,29	-	-	-	-	-	-
Lorena-Rezende (2010)	93,39	24,90	9,01	-	54,02	32,02	-	4.484
Rostagno et al. (2011)	89,65	29,98	1,28	24,93	42,33	31,11	5,30	4.130
Holanda (2011)	93,00	38,64	12,00	14,00	28,10	17,30	7,70	4.126

MS=matéria seca; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FB= fibra bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; MM= matéria mineral; EB= energia bruta; ¹ = %; ² = % na MN; ³= kcal/kg.

Os teores de PB de subprodutos obtidos por extração mecânica e por solvente chegam a variar de 22,2 a 30,31% e de 34,19 a 56,02% e os de FB variam de 26,9 a 28,5% e de 12,5 a 17,96%, respectivamente, indicando uma correlação inversamente proporcional entre o conteúdo fibroso e à concentração proteica (Nagalakshmi et al., 2007). Ainda de acordo com esses autores, o conteúdo de óleo residual varia de 18,6 a 75% para subprodutos prensados mecanicamente e de 2,6 a 9,7% para os obtidos via solvente. Já

Araújo et al. (2003) relatam valores menores que 2% e de 5% de óleo residual para subprodutos produzidos por solvente e por prensagem, respectivamente.

As tabelas nacionais de composição de alimentos citam farelos com valores médios de 29 e 39% de PB, 24,93 e 13,97% de FB e 1.666 e 1.947 kcal/kg energia metabolizável (EM) para aves, respectivamente (Rostagno et al., 2011).

Esses subprodutos, por serem considerados alimentos proteicos e ricos em fibras, o que lhes conferem baixos teores de EM (cerca de 60 a 70% do valor energético do FS), existe, portanto, a necessidade de suplementação de óleo de soja (Souza, 2003). Segundo Nagalakshmi et al. (2007), os valores de EM variam de 1.901 a 2.811 kcal/kg, e geralmente, o subproduto, produzido mecanicamente, apresenta menor valor energético do que o produzido por solvente, o que poderia ser atribuído a sua maior quantidade de fibra.

Apesar de apresentarem boas percentagens relativas de PB, não possuem bons perfis aminoacídicos, mostrando-se deficientes, principalmente em lisina (Nagalakshmi et al., 2007).

Quando comparado ao FS, possui cerca de 33% do valor de lisina digestível, em função de seu menor conteúdo de lisina total e da formação de complexos lisina-gossipol (Souza, 2003), o que reduz a digestibilidade da proteína e, conseqüentemente, seu valor nutritivo.

2.2. Fatores antinutricionais do FA

A presença de gossipol e as altas concentrações de fibras, aliados as grandes variações quanto ao valor nutritivo, como a baixa qualidade proteica, são fatores que têm limitado o seu uso em dietas para monogástricos (Nagalakshmi et al., 2007).

Os altos teores de fibra estão relacionados tanto em relação à redução da EM (Bett, 1999) do FA, quanto à sua digestibilidade, por dificultar a absorção dos nutrientes, uma

vez que atua como barreira física à ação enzimática do trato gastrointestinal (TGI) (Melo et al., 2010), além de está associada à rápida velocidade de passagem da digesta, ocasionada pela grande quantidade de constituintes da parede celular, acarretando reflexos negativos ao desempenho das aves (Nagalakshmi et al., 2007).

A baixa digestibilidade proteica está condicionada à forma de ação do gossipol, fator antinutricional mais discutido dos subprodutos do algodoeiro. Descoberto em 1915 por Whithers e Camith, segundo Dávila (2006), é um pigmento polifenólico amarelo ($C_{30}H_{28}C_8$), produzido nas glândulas pigmentares (Barbosa & Gattás, 2004; Nagalakshmi et al., 2007; Lima Júnior et al., 2010) presentes nas camadas sub-epidermais da maioria dos órgãos do algodoeiro, sendo capaz de causar efeitos citotóxicos aos monogástricos (Vieira & Stipanovik, 1999), encontrado nas folhas, caules, raízes e sementes (Nagalakshmi et al., 2007), apresentando nestas últimas, a maior concentração. Segundo Moreira et al. (2006) o gossipol totaliza de 20,6 a 30% do peso das glândulas.

De acordo com Ezequiel (2002), Barbosa & Gattás (2004), Nagalakshmi et al. (2007) e Lima Júnior et al. (2010), todo o gossipol presente na semente se encontra na forma livre, sendo altamente tóxica para as aves por ser a forma biologicamente ativa. A forma conjugada, obtida durante o processamento para obtenção do farelo, acontece sob condições de aquecimento, quando uma porção do gossipol livre se une a proteínas e/ou grupo amino livre de aminoácidos essenciais como a lisina, formando um complexo indigestível lisina-gossipol, comprometendo a digestibilidade da proteína, por torná-la indisponível ao animal (Nagalakshmi et al., 2007; Lima Júnior et al., 2010). Elevados níveis de gossipol conjugados indicam baixa disponibilidade da lisina e baixa digestibilidade da proteína (Araújo et al. 2003). Por isso, a elevação dos níveis de proteína na ração, assim como a suplementação da mesma com lisina sintética, proporcionam

grupos aminas livres para se complexarem com o gossipol livre (Souza, 2003) amenizando a ação deletéria desse fator.

O gossipol livre pode também ligar-se quimicamente com o ferro, formando complexo ferro-gossipol. Dessa forma, a ingestão de níveis elevados de gossipol pode comprometer as funções hepáticas, a taxa de respiração e a capacidade de transporte do oxigênio pelos eritrócitos, possibilitando o surgimento de anemias e ataque cardíaco (Araújo et al. 2003). No entanto, a ação tóxica do gossipol pode ser minimizada pela adição de sais de ferro à dieta, que ao se complexarem com o gossipol, o torna não prejudicial aos animais (Nagalakshmi et al., 2007). A recomendação tem sido usar o sulfato de ferro na proporção de 1:1 (ferro:gossipol livre), nas dietas acima do nível de 100 ppm de gossipol para frangos de corte (Souza, 2003). No entanto, outros produtos, como o óxido ou hidróxido de cálcio, também têm sido indicados com o intuito de neutralizar os efeitos (Araújo et al., 2003; Marsiglio, 2010).

Contudo, segundo Araújo et al. (2003) e Nagalakshmi et al. (2007) uma das últimas tendências de redução do teor de gossipol livre tem sido o melhoramento genético do algodoeiro que não ocasiona perdas ao valor nutricional das proteínas; além de possibilitar alterar os níveis de gossipol (Lordelo et al., 2007). Sendo assim, objetivando-se maximizar a valorização dos derivados proteicos do algodão, foi desenvolvido nos Estados Unidos, um tipo de algodão sem glândulas de gossipol, denominado “glandless”, o qual tem sido utilizado mundialmente em várias pesquisas (Araújo et al., 2003).

3. Efeitos do gossipol em frangos de corte

Teores elevados de gossipol livre (acima de 100 ppm) provocam efeitos tóxicos e antinutricionais para os monogástricos (Souza, 2003). As aves são mais tolerantes as altas concentrações desse composto (até 200 ppm) que os suínos (Barbosa & Gattás, 2004). No

entanto, a intensidade de sua ação tóxica varia de acordo com o nível utilizado, o período de consumo, a idade do animal e as condições de estresse as quais o animal está submetido (Gamboa et al., 2001a).

Além de apresentar relação direta com quantidade de FA incluso nas rações, as variações nos teores de gossipol, de acordo com Gamboa et al. (2001b) relaciona-se também com a variedade do algodão, grau de extração do óleo e o método utilizado, devendo-se determinar, em análises, o teor de gossipol livre, pois este servirá como ferramenta para calcular o nível de inclusão do FA na dieta (Marsiglio, 2010).

Níveis de gossipol livre podem ser encontrados na proporção de 0,01 (100 ppm) a 0,1% (1000 ppm), mas, recomenda-se usar subprodutos que contenham teor de gossipol inferior 0,04% (400 ppm) (Ruralnews, 2011; Marsiglio, 2010). Apesar de níveis de 0,016% (160 ppm) ser considerado o máximo aceitável para as aves, de forma a não inibir o crescimento (Ruralnews, 2011).

A administração de subprodutos do algodoeiro para aves jovens, segundo Araújo et al. (2003) deve ser cuidadosa uma vez que são mais sensíveis à toxidez do gossipol. Por isso, geralmente não tem sido recomendada a utilização deste farelo para pintinhos na fase pré-inicial, apesar de existirem alguns relatos de uso de até 5% de inclusão do FA, sem que fosse detectado comprometimento no desempenho animal (Souza, 2003).

Segundo Barbosa & Gattás (2004) e Souza (2003) os limites máximos de inclusão desse ingrediente deve ser de 10% para a fase inicial e de 15% para fase de engorda e final da criação de aves. A correção com sulfato ferroso aumenta a tolerância pelas aves a níveis de até 100 ppm na fase inicial e até 200 ppm, nas fases subsequentes. Já a Bunge (2005) relata que o FA pode substituir parcialmente o FS até inclusão máxima de 5% na ração, mesmo quando realizado controle rigoroso do nível de gossipol. Enquanto Ezequiel (2002) indica valor de até 10% nas dietas de frangos. Já Rostagno et al. (2011) sugerem que os

níveis máximos de inclusão do FA com 30% de PB, nas rações de frangos de corte sejam de 4 e 5% para as fases inicial e de crescimento, respectivamente.

Segundo Marsiglio (2010) o FA, mesmo quando tratados com sais de ferro, apresentam toxicidade às aves. Os efeitos tóxicos são cumulativos e a morte das aves ocorre após quatro a oito semanas de uso, dependendo da concentração de gossipol livre presente no alimento e do tempo de aparecimento da sintomatologia (Ezequiel, 2002). Em ensaio realizado por Gamboa et al. (2001b), a maior concentração do gossipol nos órgãos das aves foram encontrados no fígado, seguido do rim, plasma e músculos.

De leves tremores até a morte em casos mais severos, (Araújo et al., 2003), os sintomas de intoxicação comumente apresentados são: dispnéia, deficiência reprodutiva, edema cardíaco agudo e alterações dos eritrócitos (Marsiglio, 2010). Por meio de compilação literária, Nagalakshmi et al. (2007) relatam que aves intoxicadas pelo gossipol apresentam perda de peso, diminuição do apetite, fraqueza nas pernas. Por isso, o nível de inclusão deste subproduto nas dietas avícolas deve ser criterioso (Marsiglio, 2010).

4. Utilização de FA em dietas de frangos de corte

Os efeitos da utilização de subprodutos do algodoeiro em rações para aves vêm sendo experimentalmente avaliados em ensaios de metabolismo e desempenho.

Nos ensaios de metabolismo, Generoso et al. (2008) substituíram 20% da dieta referência (DR) à base de milho e FS pelo FA 28%, objetivando determinar o valor energético deste ingrediente para frangos de corte dos 21 a 30 e de 41 a 50 dias de idade, e encontraram valores de 1.625 e 1.786 kcal/kg e de 1.605 e 1.734 kcal/kg para energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), respectivamente.

De forma semelhante, Carvalho et al. (2010) trabalhando com 20% de substituição da DR à base de milho e FS pelo FA (0,12% de gossipol) verificaram valores de EMA e EMAn de 1.416 e 1.239 kcal/kg respectivamente, usando frangos dos 14 aos 24 dias de idade. Esses mesmos autores, testando o efeito da inclusão de cinco diferentes níveis (0, 3, 6, 9 e 12%) do FA com 0,12% de gossipol, sobre o desempenho e características de carcaças em frangos dos nove aos 42 dias de idade, não observaram diferenças nos parâmetros avaliados, indicando que o FA pode ser utilizado até o nível de 12%.

Avaliando substituição de 20, 30 e 40% da DR à base de milho e FS pelo FA, Holanda (2011) obteve valores de 784, 935 e 1.079 kcal/kg; 779, 931 e 1.073 kcal/kg, para EMA e EMAn das respectivas substituições, determinados com frangos caipiras Label Rouge dos 10 aos 20 dias de idade. Esse mesmo autor, estudando a substituição a PB do FS pela do FA em 0; 25; 50; 75 e 100% (o que corresponde a níveis de inclusão de 0; 6,75; 13,5; 20,25 e 26,77%, respectivamente), com frangos caipiras dos 14 aos 84 dias de idade, sobre o desempenho e rendimento de carcaça, constatou que até o nível de 38% de substituição da PB do FS pela PB do FA, o que representa 10,67% de inclusão de algodão, não afetou o consumo, ganho de peso e a conversão alimentar, mas alterou o rendimento dos cortes da carcaça, mostrando decréscimo no rendimento de carcaça, peito e sobrecoxa, e aumento na gordura abdominal com a inclusão do farelo.

Da mesma forma, Pousga et al. (2007) obtiveram valor de 3.033 kcal/kg energia metabolizável para o FA. Esses mesmos autores avaliaram também a digestibilidade aparente e verdadeira da matéria seca e dos aminoácidos: lisina, metionina, cistina e treonina do FA, obtidos com galos, e determinaram valores de 83, 82, 82, 91 e 83% e de 91, 89, 97, 98 e 94%, respectivamente.

Avaliando a digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos do FA com 44,72% de PB em frangos de corte Cobb aos 14, 28 e 42 dias de idade, Huang et al. (2005)

observaram que a digestibilidade dos aminoácidos não foi influenciada pela idade das aves, exceto para lisina e arginina, que foi maior em 0,60% para lisina aos 42 dias de 0,86% para a arginina aos 28 dias de idade.

Em ensaio para avaliação do desempenho zootécnico realizado por Gamboa et al. (2001a) recomenda nível de até 21% de inclusão do FA nas dietas, pois, ao avaliar níveis de 0; 7; 14; 21 e 28% de FA contendo 0; 133; 266; 399 e 532 ppm de gossipol livre, respectivamente, em dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis, para frangos de corte, observaram que o desempenho zootécnico das aves não foi diferente do controle. Em outro trabalho Gamboa et al. (2001b) usando 28% do FA para frangos aos 21 dias de idade, também observou que o desempenho das aves não foi afetado quando comparado com aves alimentadas com FS.

Já Diaw et al. (2010) observou que a inclusão de 18,75% de FA com frangos de corte de um a 45 dias, melhorou o consumo e o ganho de peso, bem como o peso da carcaça, peito, coxa e asas e não alterou a digestibilidade da MS e gordura.

Considerando-se a substituição da PB do FS em 10%, 20%, 30% e 40% pela PB do FA contendo 1.250 ppm de gossipol livre, em dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis, e a análise dos custos das dietas, para frangos de corte dos sete aos 42 dias de idade, quanto ao desempenho e rendimento de cortes, Santos (2006), observaram que a substituição da proteína do FA (35,1% PB) até substituição de 40% (nível de 16,32% de inclusão) não afetou o consumo de ração e nem o ganho de peso, mas piorou a conversão alimentar das aves, o que reduziu a rentabilidade da produção. Nas avaliações de rendimento de carcaça, Santos et al. (2008a), observaram aumento do rendimento de peito, coxa+sobrecoxa, asa e dorso+pescoço, à medida que se aumentava a substituição, mostrando-se equivalentes ou melhores aos encontrados com dietas formuladas com ingredientes convencionais (milho e FS).

Adeyemo (2010) comparando o desempenho zootécnico de frangos de corte de zero a oito e de quatro a oito semanas de idade, usando níveis crescentes de inclusão de FA (0; 9,68; 19,40; 29,05 e 38,80%), verificou que o peso vivo, a conversão alimentar e o peso da carcaça foram melhores na segunda fase de avaliação, apesar dos maiores custos.

A adoção de medidas de suplementação das dietas com FA tem sido feita com o intuito de inativar os efeitos do gossipol. Neste sentido, Mandal et al. (2004) estudaram a inclusão de 10% de FA com níveis de gossipol livre (0,8; 0,5 e 0,7%), suplementados ou não com ferro na proporção de 2:1 (ferro: gossipol livre), em dietas à base de milho e FS, para frangos de corte de zero a 42 dias de idade, sobre o desempenho, características de carcaça, balanço de nitrogênio, constituintes sanguíneos e órgãos digestivos, e observaram que não houve diferenças significativas para os parâmetros avaliados, exceto para o peso da carcaça eviscerada, com o farelo de 0,7% de gossipol, sem ferro, superando à dieta controle.

Ojewala et al. (2006) usando níveis de 0; 25; 50; 75 e 100% de substituição do FS pelo FA, o equivalente a níveis de inclusão do FA em 0; 7,25; 14,5; 21,75 e 29%, tratado com ferro, em rações para frangos de corte de três a oito semanas de idade, sobre o desempenho biológico e econômico, constataram que o nível máximo de substituição não influenciou no peso corporal, ganho de peso, na conversão alimentar e no consumo das aves; possibilitou ainda, dentre os tratamentos, a obtenção dos maiores valores nutricionais para utilização de nutrientes, além de se mostrar a mais econômica.

Trabalhando com níveis de 0; 13,33; 26,66 e 39,99% de farelo do caroço de algodão extrusado, com 102 ppm de gossipol, em dietas à base de sorgo e suplementadas com sulfato ferroso, para frangos de corte de oito a 42 dias de idade, Pimentel et al. (2007) recomendaram que nível de 13,33% em substituição à PB do FS (6,35% de inclusão) não afeta o desempenho zootécnico e as características de carcaça dos animais.

Já Mushtaq et al. (2008) ao utilizarem níveis de 20 e 30% de inclusão de FA suplementados com três níveis de lisina sintética (0,8; 0,9 e 1%) com adição ou não de enzimas (xilanase e glucanase, 0,50g/kg) em dietas para frangos de corte de um a 42 dias de idades, verificaram que o uso de 30% de FA, reduziu o ganho de peso, piorou a conversão alimentar e diminuiu o rendimento de carne de peito das aves. Porém, a suplementação com enzimas possibilitou melhorar os valores energéticos e o coeficiente de digestibilidade do nitrogênio.

Também usando enzimas, Aftab (2009) avaliou o efeito da inclusão de 20% de FA e outras fontes proteicas (FS, de girassol e de canola) com ou sem adição de 500g/ton de enzimas (xilanases, β -glucanases e celulasas) sobre o desempenho de frangos de corte de um a 35 dias de idade, além de quantificar os teores de polissacarídeos não-amiláceos (PNA's) das dietas experimentais. E constatou-se que a dieta contendo FA proporcionou valores de consumo, ganho e conversão semelhantes aos observados para a dieta controle e o maior teor de PNA's (17,1% na MS). Também foi verificado que suplementação com enzimas não exerceu efeitos sobre os parâmetros produtivos, o que atribuiu ao elevado teor de xilose solúvel (0,55%).

Já Wang et al. (2008) substituindo 50% da PB do FS pela PB do FA, suplementado ou não com queratinase para frangos de corte no período total (um a 42 dias de idade), verificaram que o uso do FA proporcionou ganhos semelhantes à dieta controle e que a adição de enzimas não alterou o consumo e o ganho, mas melhorou a conversão alimentar das aves.

5. Enzimas

Quimicamente são conceituadas como proteínas globulares, de estrutura terciária ou quaternária, de esferas compactas e irregulares resultantes do enovelamento da cadeia

polipeptídica. São excelentes catalisadores biológicos por diminuírem a necessidade energética para que as reações bioquímicas aconteçam. Podem conter vitaminas ou minerais. São bastante solúveis em água. Especializadas na catálise de reações biológicas por aumentar a velocidade das reações e possuem alta especificidade por substratos, atuando em condições específicas de pH, temperatura e umidade (Vieira, 2003). Biologicamente definidas, como produtos da biotecnologia que se somam às enzimas endógenas para aumentar a digestão dos substratos que normalmente não são digeridos das rações e melhorar o desempenho animal (Bertechini, 2006).

São classificadas como aditivos zotécnicos digestivos que agem como ativadores de produção, que segundo o decreto lei nº 76.986 de 06 de janeiro de 1976, atualmente em vigor, constituem toda substância intencionalmente adicionada ao alimento, com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar as suas propriedades, sem causar prejuízos ao seu valor nutricional (Campestrini et al., 2005).

De acordo com Amorim et al. (2011) as enzimas podem ser de dois grupos: as *Endógenas*, que são sintetizadas no TGI dos animais e promovem a quebra das moléculas complexas dos nutrientes em moléculas simples para que possam ser absorvidas pelo organismo, e as *Exógenas*, que não podem ser secretadas no organismo animal, uma vez que estes não possuem em seu código genético, indicação para sua síntese (Soto-Salanova, 1996) havendo a necessidade de serem administradas às dietas.

As enzimas exógenas utilizadas na nutrição animal são produzidas industrialmente em laboratórios especializados por meio de culturas aeróbicas, derivadas principalmente, da fermentação bacteriana, fúngica e de leveduras. As técnicas industriais para purificação de enzimas têm sido aperfeiçoadas e consistem em submeter um meio de cultura a um processo de fermentação, separação da biomassa, resfriamento, centrifugação, concentração, filtragem, estabilização e controle de qualidade (Cowan, 1993), quando

então são analisadas pela atividade específica (UA), disponibilizando para o comércio, o produto enzimático obtido, em sua forma líquida ou em pó, e classificado em produtos monocomponentes ou complexos enzimáticos (Leczneski, 2006).

Os produtos enzimáticos comumente são adicionados em premix ou diretamente às rações com o propósito de melhorar a utilização de nutrientes, através da redução dos efeitos negativos dos fatores antinutricionais (fitato e PNA's) susceptíveis à ação enzimática; melhorar o ganho de peso e a conversão alimentar dos animais; possibilitar o aumento dos níveis de inclusão de ingredientes alternativos regionais sem ocasionar problemas produtivos, possibilitando maior flexibilidade, precisão e economia nas formulações de rações; melhorar a textura das excretas e a qualidade da cama e reduzir a poluição ambiental, pela excreção de nutrientes não digeridos (Ceccantini & Lima, 2008), como no caso do fósforo que poderia ser lixiviado para a água de superfície e lençóis freáticos, gerando graves problemas de poluição ambiental (Lima, 2008).

Contudo, a eficiência em promover melhorias na digestibilidade e no desempenho animal está condicionada a alguns aspectos que exercem influência sobre a atuação das enzimas no TGI. Fatores inerentes à própria enzima como a origem, o tipo de enzima aliada a especificidade pelo substrato, concentração do substrato, estrutura química, presença de co-enzimas e inibidores, faixa de pH capaz de expressar a atividade, resistência às secreções digestivas, forma de processamento da ração, quantidades corretas e uniformidade na distribuição, condições de armazenamento, tipo de dieta e ou ingrediente, temperatura e tempo de processamento, grau de moagem e dureza dos grãos, umidade e prazo de validade (Tavernari et al., 2008; Amerah et al., 2011); além de fatores inerentes ao animal como a espécie, estado fisiológico, idade animal e patologias (Choct, 2006; Cowan et al., 1996; Albino et al. 2007).

5.1. Fitases

As fitases (mio-inositol hexaqui-fosfato fosfohidrolase) são uma das grandes histórias de sucesso na nutrição de monogástrico e na produção animal nas últimas décadas, sendo o termo mais comumente usado para descrever aquelas fosfatases capazes de hidrolisar o fitato (Cowieson, 2011). São as enzimas mais utilizadas na indústria avícola. Começaram a ser estudadas no final da década de 1960 quando pesquisadores avaliaram o efeito da utilização de um resíduo de fermentação de *Aspergillus ficcum* em aves e observaram uma maior deposição de minerais nos ossos desses animais, proporcionado pelo maior aporte de fósforo (P) (Bertechini, 2006), um macromineral de supra importância para os animais, envolvido nos processos de manutenção e reparo dos tecidos; indispensável para o crescimento juntamente com o cálcio (Ca) e outros minerais; responsável pela mineralização dos ossos e o desenvolvimento muscular (Pereira, 2010).

No entanto, cerca de 60 a 80% do P contido nos vegetais está organicamente complexado na forma de fitato e este constitui uma forma de P indisponível para as aves porque estas não conseguem sintetizar enzimas digestivas capazes de hidrolisar o ácido fítico (Nagashiro, 2007; Singh, 2008). No entanto, Ruiz (2010), em uma revisão, relata que quantidades muito pequenas de fitases endógenas são produzidas pelas bactérias da flora normal do TGI ou mesmo pela mucosa intestinal dos animais, mas, que são insuficientes para catalisar a grande quantidade de fitato presente nos grãos utilizados na alimentação animal, corroborando com Lima (2008). Já Lelis et al. (2009) relata que as aves ou não produzem, ou as produzem em quantidades insignificantes.

Estudos confirmam que a inclusão de fitases nas dietas de frangos de corte, acima do preconizados (500 FTU/kg) (Ruiz, 2010), permite degradar o ácido fítico presente nos vegetais, liberando parte do P (na forma de inositol e ortofosfato(PO_4)) e outros minerais que se encontravam indisponíveis pela formação dos complexos insolúveis na forma de

quelatos com aminoácidos, amido, cátions (Ca, magnésio, zinco e cobre) e enzimas (pepsina e tripsina, α -amilase) e cofatores de enzimas, aumentando a solubilidade e a digestibilidade desses nutrientes (Ravindran et al. 1999; Singh, 2008; Selle & Ravindran, 2007; Nagashiro, 2007; Selle & Ravindran, 2011) promovendo, conseqüentemente, melhoria no aproveitamento da energia e proteína, pelas aves (Cowieson, 2011), além de importância ecológica, contribuindo na redução de eliminação de P nas excretas (Singh, 2008; Lima, 2008; Selle & Ravindran, 2007). Além dos benefícios na formação da estrutura óssea com menor incidência de problemas locomotores e, conseqüentemente, melhor uniformidade dos lotes devido ao fato de aproximadamente 30% do requerimento de P dos animais ser garantido pela fitase (Leczniński, 2006).

Em estudos realizados por Tavernari et al. (2008) para avaliar os efeitos da adição de um complexo enzimático (celulase, β -glucanase, xilanase e fitase, 100g/ton) sobre o desempenho, rendimento de cortes, valores energéticos e metabolizabilidade para frangos de corte de um a 42 dias de idade alimentados com dietas contendo farelo de girassol, constataram que a adição de enzimas não alterou o desempenho, o rendimento de cortes e nem os valores energéticos, mas causou melhoras na retenção de Ca e P.

Já Costa et al. (2007) verificando a adição de fitase (100 g/t) em dois tipos de rações para frangos de corte nas fases pré-inicial (1-7 dias) e inicial (8-21 dias) com diferentes tipos de ração (A e B) com 2.930 e 3.050 kcal/kg de EM, 23 e 21% PB, 0,5 e 0,46% Pd e 1,0% Ca, respectivamente para as fases pré inicial e inicial, constataram que a adição de fitase apresentou resultados superiores para desempenho em relação às rações sem enzima, para ambas as fases.

Ravindran et al. (2006) conduziram um experimento para avaliar a influência da fitase (*E. coli*) sobre a energia metabolizável (EMA) e a digestibilidade ileal em frangos de corte de 14 a 21 dias. Os tratamentos continham três níveis de ácido fítico (10,4, 11,8 e

13,6 g/kg, o equivalente a 2,8; 3,3 e 3,8 g de fitato P/kg) e fitase (0, 500, 750 e 1.000 FTU/kg), sendo as concentrações de ácido fítico das dietas manipuladas pela inclusão de farelo de arroz. Também verificaram que a suplementação com fitase melhorou os valores de EM, independentemente da concentração de fitato e também permitiu melhoras na digestibilidade da proteína, dos aminoácidos e do P.

Shaw et al. (2011) observaram aumento do peso corporal, no ganho de peso, no consumo de ração e na resistência óssea de frangos de corte aos 21 dias de idade, ao reduzir o P dietético de 0,45% para 0,35% suplementado com 500 FTU/kg de fitase.

Em experimento realizado por Cardoso Júnior et al. (2010) com frangos de corte (oito a 35 dias) alimentados com dietas suplementadas com 500 FTU/kg de fitase contendo níveis reduzidos de Ca (0,85; 0,75; 0,65 e 0,55%) e P disponível (0,375; 0,325 e 0,275%) sobre o desempenho e percentagem de minerais na tíbia; não verificaram diferenças no desempenho das aves, mas comprometeu o conteúdo de cinzas nos ossos. A adição de enzimas nas rações com níveis de 0,65% de Ca e de 0,325% de P não causou alterações no desenvolvimento das aves, mantendo a relação de 2:1. Também foram observadas melhoras na digestibilidade da matéria seca, proteína e energia, confirmando que a fitase não só libera minerais quelatados ao fitato, mas também proteínas e aminoácidos.

Ravindran et al. (1999) ao estudarem a influência da fitase sobre a digestibilidade ileal em frangos de corte dos 35 a 42 dias de idade alimentados com dietas contendo FA, soja, canola e girassol, verificaram que a suplementação de fitase (1.200 FTU/kg) melhorou a digestibilidade da proteína e aminoácidos para todos os alimentos, com destaque para a treonina e valina.

Verificando o efeito da adição da fitase (100g/t, 500 FTU/kg) em rações com reduções nos níveis de P para frangos de corte na fase final de criação, Laurentiz et al.

(2007) observaram que a redução de 0,38% para 0,14% de Pd determinou desempenho e características ósseas semelhantes à dieta controle.

No entanto, Surek et al. (2008) ao analisar a adição ou não de 500 FTU/kg de fitase sobre o desempenho e a metabolizabilidade da MS, PB, energia e a biodisponibilidade do Ca, P, para frangos de corte na fase inicial (1-21 dias de idade), constataram não haver efeito da enzima sobre o desempenho animal. Porém, aumentou o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta e a biodisponibilidade dos minerais avaliados.

5.2. Proteases

Devido a importante função da proteína para o desenvolvimento animal e o custo proporcional deste nutriente na formulação de rações, o uso de proteases na nutrição avícola têm recebido mais atenção dos pesquisadores. As proteases constituem a família das hidrolases, responsáveis pela catálise das ligações peptídicas entre os aminoácidos das proteínas.

Na nutrição avícola, as proteases exógenas, sintetizadas pelos *Bacillus* sp., são usadas para quebrar as proteínas pouco disponíveis, designadas de proteínas de armazenamento ou reserva, presentes nos mais diversos ingredientes vegetais, as quais são geradas, principalmente, durante o desenvolvimento das sementes, e possuem enorme afinidade de se ligar ao amido, não conseguindo ser digerida pelo animal (Barletta, 2011), por formar complexo insolúvel na forma de quelato.

Outras potenciais ações das proteases em dietas avícolas têm sido atribuídas ao aumento da produção endógena de peptidase, reduzindo a necessidade de aminoácidos e energia por melhorar a digestibilidade da proteína dietética, além de hidrolisar os anti-nutrientes da proteína (lecitinas ou inibidores de tripsina), melhorando a eficiência com que a ave utiliza os aminoácidos, reduzindo o *turnover* proteico (Isaksen et al., 2011).

Pela hidrólise das proteínas resistentes ao processo digestivo das enzimas das próprias aves (Lima et al., 2007), proporcionam redução da proteína bruta da dieta, sem causar alteração no desempenho zootécnico e rendimento de carcaça da aves, apesar de ressaltarem que seus efeitos são mais pronunciados em dietas com reduzidos níveis de aminoácidos ou proteicos (Yu et al., 2007); possibilitando minimizar a excreção de nitrogênio, fator de enorme importância ecológica (Oxenboll et al., 2011).

Neste sentido, o uso de protease exógena pode ser um aliado útil na alimentação animal, pois, a partir dos resultados de pesquisas, tornar-se-á possível elucidar os mecanismos de ação, dose ótima, os substratos preferidos das proteases, além de explorar as interações entre diferentes produtos enzimáticos, uma vez que Isaksen et al. (2011) comenta sobre a persistência quanto à falta de conhecimento sobre o modo de ação dessas enzimas e de suas condições específicas de atuação.

Segundo Santos et al. (2008b) o uso de produtos enzimáticos em dietas avícolas será cada vez mais discutido e seu uso aprimorado, de tal forma que, muito brevemente, as companhias fornecedoras desses aditivos ampliarão seus conhecimentos, oriundos de pesquisas científicas, para apresentar soluções e opções mais adequadas e adaptadas a realidades específicas, de forma que melhor seja compreendido como o animal responde ao que ingere.

Avaliando o efeito da suplementação de protease em dietas com reduções nos teores de aminoácidos (lisina, metionina e treonina) em frangos de corte de um a 21 dias de idade (Pinto et al., 2011a) e de 22 a 42 dias de idade (Pinto et al., 2011b) verificaram não haver efeito sobre o desempenho zootécnico das aves, apesar de ter melhorado a digestibilidade total dos ingredientes.

Já Mayorga et al. (2011) observaram melhora no desempenho, maior rendimento de carcaça e menor deposição de gordura abdominal ao se utilizar proteases em rações de

frangos de corte de um aos 28 dias de idade. Também Gómez et al. (2011) verificaram que a disponibilidade de aminoácidos e o valor energético das rações para frangos de corte dos 13 aos 21 dias de idade foram melhorados com a adição da protease (200 g/t).

6. Considerações finais

O farelo de algodão pode ser substituto alternativo a alimentos tradicionalmente usados em dietas avícolas, porém a presença de fatores antinutricionais, como os polissacarídeos não-amiláceos, fitato e, principalmente, o gossipol, limitam sua utilização, em maior escala, na avicultura.

A utilização de enzimas exógenas às dietas de aves possibilita melhorar a digestibilidade desse ingrediente, reduzir os efeitos negativos dos fatores antinutricionais, aumentar a inclusão de ingredientes não convencionais as dietas, melhorar o desempenho animal e a textura das excretas, além de reduzir a poluição ambiental.

A maioria dos resultados com enzimas mostram-se positivos quanto à eficiência de utilização de nutrientes e o desempenho das aves, porém, resultados que se assemelham aos da dieta controle ou pioram os índices zootécnicos também podem ser observados. Essas variações em promover ou não melhorias na digestibilidade e no desempenho animal estão condicionadas aos fatores inerentes as próprias enzimas, ao animal e as formas de manipulação e acondicionamento das mesmas.

Dessa forma, torna-se cada vez mais necessário, entender o modo de ação, possibilidades de uso e a valorização dos ingredientes e/ou da matriz alimentar na utilização de enzimas.

7. Referências

- ADEYEMO, G.O. Effects of exposure duration to cottoseed cake-based diets on broiler performance. **International Journal of Poultry Sciences**, v.9, n.2, p.162-166. 2010.
- AFTAB, U. Utilization of alternative protein meals with or without multiple-enzyme supplementation in broilers fed low-energy diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.18, n.2, p.292–296, 2009.
- ALBINO, L.; BUZEN, S.; ROSTAGNO, H. S. Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. In: SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS, 7, 2007. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: AVESUI Regiões, 2007. p.73-90.
- AMERAH, A.M.; GILBERT, C.; SIMMINS, P.H. et al. Influence of feed processing on the efficacy of exogenous enzymes in broiler diets. **World's Poultry Science Journal**, v.67, n.1, p.29-46, 2011.
- AMORIM, A.B.; ZANGEROMINO, M.G.; THOMAZ, M.C. Enzimas exógenas para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, artigo 133, v.8, n.2, p.1469-1481, 2011.
- ARAÚJO, A.E.; SILVA, C.A.D.; FREIRE, E.C. et al. **Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar**. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/algodaoagriculturafamiliar/autores.html>>. Acesso: 10/10/2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS – ABEF. **Relatório Anual**. 2010/2011.
- AVEWORLD. **Novas fronteiras**. Ano 10, n.56, fev/mar, 2012.
- BARBOSA, F.F.; GATTÁS, G. Farelo de algodão na alimentação de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, artigo 15, v.1, n°3, p.147- 156, 2004. Disponível em: <<<http://www.nutritime.com.br>>>. Acesso em: 15/2/2009.
- BARLETTA, A. Introduction: Current market and expected developments. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIGDE, G.G. **Enzymes in farm animal nutrition**. BEDFORD; PARTRIGDE: 2 ed. London, UK, 2011. p. 01-11.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301p.
- BETT, C.M. **Utilização do farelo e da semente de girassol na alimentação de frangos de corte**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1999. 39p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 1999.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.

- BUNGE. **Farelo de algodão na nutrição animal**. 2005. Artigos técnicos, maio. Disponível em: <<http://www.bunge.com.br/agronegocio/artigos.asp?id=3016>. Acesso em 25/9/2011.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: J.E. BUTOLO, p. 430. 2002.
- CALDERANO, A.A.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. et al. Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.320-326, 2010.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M.; APPET, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.6, p.254-267, 2005.
- CARDOSO JÚNIOR, A.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G. et al. Levels of available phosphorus and calcium for broilers from 8 to 35 days of age fed rations containing phytase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1237-1245, 2010.
- CARNEIRO, H. Torta de algodão:co-produtos de biodiesel na alimentação animal. **Panorama do Leite**, ano 3, v.28, 2009. Disponível em: <<http://www.cileite.com.br/panorama/especial28.html>. Acesso: 10 out. 2011.
- CARVALHO, C.B.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; RABELLO, C.B.V. et al. Avaliação nutricional do farelo de algodão de alta energia no desempenho produtivo e características de carcaças de frangos de corte. **Revista Ciência Rural**, v.40, n.5, p.1166-1172, 2010.
- CECCANTINI, M.; LIMA, G. Minimizando as perdas com a alta dos custos: como a tecnologia em nutrição pode ajudar. **Revista Produção Animal Avicultura**, n. 17, ano II, Setembro, 2008.
- CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v.62, n.2, p.5-15, 2006.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sexto levantamento**, março, Brasília: Conab. 2011.
- COSTA, F.G.P.; BRANDÃO, P.A.; BRANDÃO, J.S. et al. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.865-870, 2007.
- COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; FIGUEIREDO-LIMA, D.F. et al. Novos avanços na nutrição de aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: CBNA, 2008. Disponível em: <<<http://www.cbnutricaoanimal.com.br/palestras>>>. Acesso em: 07/8/2011.
- COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; LIMA, R.C. et al. Scientific progress in the production of monogastric in the first decade of the twenty-first century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.288-302, 2010 (supl. especial).

- COWAN, W.D. Understanding the manufacturing distribution, application, and overall quality of enzymes in poultry feeds. **Journal of Applied Poultry Research**, v.2, n.1, p.93-99, 1993.
- COWAN, W.D.; KORSBAK, A.; HASTRUP, T. et al. Influence of added microbial enzymes on energy and protein availability of selected feed ingredients. **Animal Feed Science and Technology**, v.60, n.3-4, p.311-319, 1996.
- COWIESON, A. J. Phytases: mode of action and critical points. In: I CONGRESSO SOBRE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 2011.
- DÁVILA, N.F.P. **Farelo de algodão na alimentação de coelhos em crescimento**. Rio de Janeiro, 26p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia): Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.
- DIAW, M.T.; DIENG, A.; MERGEAI, G. et al. Effects of groundnut cake substitution by glandless cottonseed kernels on broilers production: animal performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and fatty acid composition of muscle and fat. **International Journal of Poultry Sciences**, v.9, n.5, p.473-481, 2010.
- EZEQUIEL, J.M.B. Farelo de algodão como fonte alternativa de proteína alternativa de origem vegetal. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal. Campinas, São Paulo. **Anais...** Campinas: CBNA. p.137-161. 2002.
- GAMBOA. D.A.; CALHOUN, M.C., KUHLMANN, S.W. et al. Use of expander cottonseed meal in broiler diets formulated on a digestible amino acid basis. **Poultry Science**, v.80, n.6, p.789-794, 2001a.
- GAMBOA. D.A.; CALHOUN, M.C., KUHLMANN, S.W. et al. Tissue distribution of gossypol enantiomers in broilers fed various cottonseed meals. **Poultry Science**, v.80, n.7, p.920-925, 2001b.
- GENEROSO, R.A.R.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1251-1256, 2008.
- GOMES, P.C.; GENEROSO, R.A.R.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de aminoácidos digestíveis de alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1259-1265, 2010.
- GÓMEZ, S.; ANGELES, M.L., RAMÍREZ, E. et al. Effect of a protease on the digestibility of amino acids and the energy value of distillers dried grains with solubles in starter broilers. In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION ANNUAL MEETING, 2011, St. Louis, Missouri. **Anais...** Missouri: Poultry Science, v.90, supl.1, 2011, p.21.
- HOLANDA, M.A.C. **Utilização de farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em dietas de frangos caipiras**. Recife, 115p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011.

- HUANG, K.H.; RAVINDRAN, V.; LI, X. et al. Influence of age on the apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients for broiler chickens. **British Poultry Science**, v.46, n.2, p.236-245, 2005.
- ISAKSEN, M.F.; COIESON, A.J.; KRAGH, K.M. Starch-and protein degrading enzymes: biochemistry, enzymology and characteristics relevant to animal feed use. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIGDE, G.G. **Enzymes in farm animal nutrition**. BEDFORD; PARTRIGDE: 2 ed. London, UK, 2011. p. 85-94.
- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S. et al. Efeito da adição da enzima fitase em rações para frangos de corte com redução dos níveis de fósforo nas diferentes fases de criação. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.2, p.207-216, 2007.
- LECZNIESKI, J.L. Considerações práticas do uso de enzimas. Florianópolis, 2006. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 5., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: AVESUI, 2006. p.34-46.
- LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. et al. Suplementação dietética de fitase em dietas para frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, artigo n.83, v.6, n. 2, p.875-889, mar-abr, 2009. Disponível em: <<[http: :// www.nutritime.com.br](http://www.nutritime.com.br)>>. Acesso em: 07/8/2011.
- LIMA JÚNIOR, D.M.; MONTEIRO, P.B.S.; RANGEL, A.H.N. Fatores anti-nutricionais para ruminantes. **Acta Veterinária Brasília**, v.3, n.4, p.132-143, 2010.
- LIMA, H.J.D.U. **Uso da enzima fitase em ração para codornas japonesas em postura**. UFV: Dissertação (Mestrado em Zootecnia), 49 p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2008.
- LIMA, M.R.; SILVA, J.H.V.; ARAÚJO, J.A. et al. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasília**, v.1, n.4, p.99-110, 2007.
- LORDELO, M.M.; CALHOUN, M.C.; DALE, N. Met a relative toxicity of gossypol enantiomers in laying and broiler breeder hens. **Poultry Science**, v.86, n.3, p.582-590, 2007.
- LORENA-REZENDE, I.M.B. **Avaliação nutricional e energética do farelo de algodão com adição ou não de enzimas em rações para suínos**. Recife, 82p. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia): Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.
- MANDAL, A.B.; ELANGOVA, A.V.; SHRIVASTAV, A.K. et al. Comparison of broiler chicken performance when fed diets containing meals of Bollgard II hybrid cotton containing Cry-X gene (Cry1Ac and Cry2Ab gene), parental line or commercial cotton. **British Poultry Science**, v.45, n.5, p.657-663, 2004.
- MARSIGLIO, B.N. **Utilização do caroço do algodão na nutrição animal x gossipol**. Nov, 2010. Disponível em: <<http://gadoleiteiro.iepec.com/noticia/utilizacao-de-farelo-de-algodao-na-nutricao-animal-x-gossipol>>. Acesso em: 10/10/2011.

- MAYORGA, M.E.; VIEIRA, S.L.; KINDLEIN, L. et al. Efeitos de uma protease monocomponente em dietas de frangos de corte com níveis crescentes de inibidores da tripsina. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 29, 2011. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, [2011]. (CD-ROM).
- MELO, T. S.; RIBEIRO, M. L. G. ; SILVA, J.H.V. et al. Inclusão do farelo de algodão e de fitase na ração de poedeiras leves. In: 47ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2010. **Anais...** Salvador, BA, 2010.
- MOREIRA, I.; SARTORI, I.M.; PAIANO, D. et al. Utilização do farelo de algodão, com ou sem a adição de ferro, na alimentação de leitões na fase inicial (15-30 kg). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1077-1084, 2006, (supl.especial).
- MUSHTAQ, T.; SARWAR, M.; AHMAD, G. et al. Influence of pre-press solvent-extracted cottonseed meal supplemented with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility, carcass and immunity responses of broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.93, n.3, p.253–262, 2008.
- NAGALAKSHMI, D.; RAO, S.V.R.; PANDA, A.K. et al. Cottonseed meal in diets poultry: a review. **Journal Poultry Science**, v. 44, n.2, p.119-134, 2007.
- NAGASHIRO, C. Enzimas na nutrição de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 2007. São Paulo. **Anais...** São Paulo: FACTA, 2007. p.309-327.
- NASCIMENTO, C.L.M.M. **Valor nutricional e energético do farelo de algodão de alta energia® em rações para suínos**. Recife, 64p. 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia): Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.
- OJEWOLA, G.S.; UKACHUKWU, S.N; OKULONYE, E.I. Cottonseed meal as substitute for soyabean meal in broiler ration. **International Journal of Poultry Sciences**, v.5, n.4, p.360-364, 2006.
- OXENBOLL, K.M.; PONTOPPIDAN, K.; FRU-NJI, F. Use of a protease in poultry feed offers promising environmental benefits. **International Journal of Poultry Science**, v.10, n.11, p.842-848, 2011.
- PALOHEIMO, M.; PIIRONEN, J.; VEHEMAANPERÄ, J. Xylanases and Cellulases as Feed Additives. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIGDE, G.G. **Enzymes in farm animal nutrition**. BEDFORD; PARTRIGDE: 2 ed. London, UK, 2011. p. 12-53.
- PEREIRA, R. **Eficiência de uma fitase bacteriana na liberação de fósforo fítico em dietas de frangos de corte**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2010. 57 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2010.
- PIMENTEL, A.C.S.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; LUDKE, M.C.M.M. et al. Substituição parcial do milho e farelo de soja por sorgo e farelo de caroço de algodão extrusado em rações de frangos de corte. **Acta Science Animal Sciences**, v.29, n.2, p.135-141, 2007.

- PINTO, G.V.D.; MOREIRA, J.; BERTECHINI, A.G. et al. Avaliação de Planos Nutricionais com Suplementação de Protease em Rações para Frangos de Corte no Período de 1 a 21 dias. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48, 2011, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2011a]. (CD-ROM).
- PINTO, G.V.D.; MOREIRA, J.; BERTECHINI, A.G. et al. Avaliação de Planos Nutricionais com Suplementação de Protease em Rações para Frangos de Corte no Período de 22 a 42 dias In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48, 2011, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2011b]. (CD-ROM).
- POUSGA, S.; BOLY, H.; LINDBERG, J.E. et al. Evaluation of traditional sorghum (*Sorghum bicolor*) beer residue, she-nut (*Vitellaria paradoxa*) cake and cottonseed (*Gossypium spp*) cake for poultry in Burkina Faso: availability and amino acid digestibility. **International Journal of Poultry Sciences**, v.6, n.9, p.666-672, 2007.
- RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G. et al. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. **Poultry Science**, v.78, n.5, p.699–706, 1999.
- RAVINDRAN, V.; MOREL, P.C.H.; PARTRIDGE, G.G. et al. Influence of an *Escherichia coli*-derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. **Poultry Science**, v.85, n.1, p.82–89, 2006.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011, 252p.
- RUIZ, J.H.A. Enzimas para Melhor Aproveitamento da Ração de Aves. In: III WORKSHOP SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES. 2010. **Anais...** Recife, PE, Set, p. 117-128, 2010.
- RURALNEWS. **Alimentação de frangos e galinhas com produtos de origem vegetal**. Mar, 2011. Disponível em: <<http://www.ruralnews.com.br/visualiza.php?id=29>>. Acesso em: 10/10/2011.
- SANTOS, A.P.S.F. **Efeito da substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão sobre o desempenho e avaliação de carcaça em frangos de corte**. Recife, 2006. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia): Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006.
- SANTOS, A.P.S.F.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V. et al. Características de carcaça de frangos de corte alimentados com farelo de algodão. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 217, p.15-24, 2008a.
- SANTOS, T.T.; SUIDA, D.; WADT, G. et al. Enzimas: novas ferramentas para redução de custos. **Revista Produção Animal Avicultura**, n. 17, ano II, setembro, 2008b.

- SELLE, P. H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, Davis, v. 135, n. 1-2, p. 1–41, 2007.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V.; COWIESON, A.J. et al. Phytate and phytase. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIGDE, G.G. **Enzymes in farm animal nutrition**. BEDFORD; PARTRIGDE: 2 ed. London, UK, 2011. p. 160-205.
- SHAW, A.; BLAKE, J.; MORAN, E. et al. Evaluation of commercial phytases on performance and skeletal strength of two broiler strains. **Journal Poultry Science**, v.48, p.47-50, 2011.
- SINGH, P.K. Significance of phytic acid and supplemental phytase in chicken nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.64, n.4, p. 553-577, 2008.
- SOTO-SALANOVA, M. The use of enzymes to improve the nutritional value of corn soy diets for poultry and swine, Campinas, SP. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas, SP, **Anais...** Campinas: CBNA, 1996. p.1-13.
- SOUZA, A.V.C. **Utilização de farelo de algodão para suínos e aves**. 2003. Disponível em: <http://www.polinutri.com.br/conteudo_dicas_janeiro_03.htm>. Acesso em: 10/10/2011.
- SUREK, D.; MAIORKA, A. DAHLKE et al. Uso de fitase em dietas de diferentes granulometrias para frangos de corte na fase inicial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1725-1729, 2008.
- TAVERNARI, F.C.; ALBINO, L.F.T.; MORATA, R.L. et al. Inclusion of Sunflower Meal, With or Without Enzyme Supplementation, in Broiler Diets. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.10, n.4, p. 233-238, 2008.
- VIEIRA, R. **Fundamentos de Bioquímica (Textos didáticos)**. Pará: Universidade Federal do Pará. 2003. 159 p.
- VIEIRA, R.M.; STIPANOVIC, R.D. Efeito do gossipol sobre o crescimento e desenvolvimento de frangos de corte. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1999. Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande:Embrapa-CNPA, 1999.
- WANG, H.; GUO, Y.; SHIH, J.C.H. Effects of dietary supplementation of keratinase on growth performance, nitrogen retention and intestinal morphology of broiler chickens fed diets with soybean and cottonseed meals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 140, n.3-4, p. 376–384, 2008.
- WENDEL, J. F.; CRONN, R. C. Poliploidy the evolutionary history of cotton. **Advances in Agronomy**, v. 78, p.139-186, 2003. Disponível em: <<http://www.eeob.iastat.edu/faculty/wendeljr/pdf>>. Acesso em: 10/10/2011.
- YU, B.; WU, S.T.; LIU, C.C. et al. Effects of enzyme inclusion in a maize–soybean diet on broiler performance. **Animal Feed Science and Technology**, v.134, n.3-4, p.283–294, 2007.

Capítulo 2

Composição química e valores energéticos do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte

Capítulo elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

Composição química e valores energéticos do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte

Resumo: Objetivando-se determinar a composição química e energética do farelo de algodão (FA) suplementado ou não com enzimas para frangos de corte, foram realizados quatro ensaios de metabolismo pelo método de coleta total de excretas nas fases pré-inicial (um a sete dias), inicial (oito a 21 dias), crescimento (22 a 33 dias) e final (34 a 42 dias) utilizando 240, 192, 144 e 96 frangos de corte machos da linhagem Cobb 500, respectivamente, alojados em gaiolas de metabolismo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições, totalizando 24 unidades experimentais, com dez, oito, seis e quatro aves por parcela para a primeira, segunda, terceira e quarta fases, respectivamente. Os tratamentos foram constituídos de duas dietas referências à base de milho e farelo de soja sem e com enzimas e duas rações testes com substituição de 25% da ração referência por FA sem e com enzimas (fitase+protease). A composição química do FA apresentou valores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e gossipol livre de 94,58%; 24,28%; 7,94% e 476 ppm, respectivamente, mostrando variabilidade na composição quando comparada a FA analisados por outros autores. Foram determinados a energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), energia bruta (CMAEB), fósforo (CMAP) e cálcio (CMACa) das rações e do FA. A suplementação com enzimas às dietas contendo FA melhorou os valores energéticos de EMA e EMAn e os CMAP e CMACa na fase de crescimento, mas não afetou os valores energéticos do FA (em todas as fases avaliadas). Contudo, aumentou as digestibilidades dos minerais (CMAP e CMACa) pelos frangos de corte. O FA apresenta variações na composição química e, de acordo com a fase de criação dos frangos de corte, na metabolizabilidade da energia.

Palavras-chave: alimento alternativo, aves, energia metabolizável, fitase, *Gossypium hirsutum* L., protease.

Chemical composition and energy values of cottonseed meal with or without enzyme supplementation for broilers

Abstract: Aiming to determine the chemical composition and energy of cottonseed meal (CSM) or not supplemented with enzymes for broiler chickens, four tests were performed by the method of metabolism of total excreta collection in the pre-starter (one to seven days), early (eight to 21 days), growth (22 to 33 days) and late (34 to 42 days) using 240, 192, 144 and 96 male broilers of Cobb 500, respectively, housed in metabolism cages. The experimental design was completely randomized with four treatments and six replications, totaling 24 experimental units, with ten, eight, six and four birds per cage for the first, second, third and fourth phases, respectively. The treatments consisted of two reference diets based on corn and soybean meal without and with enzymes and four test diets with replacement of 25% of the reference diet by CSM with and without enzymes (phytase + protease). The chemical composition of CSM showed values of dry matter, crude protein, lipid and free gossypol of 94.58%, 24.28%, 7.94% and 476 ppm, respectively, showing variability in composition when compared to CSM analyzed by other authors. We determined the apparent metabolizable energy (AME) and apparent corrected for nitrogen balance (AMEn) and coefficients of apparent metabolizable dry matter (CAMDM), gross energy (CAMGE), phosphorus (CAMP) and calcium (CAMCa) rations and the CSM. The enzyme supplementation to diets containing CSM improved the energy values of AME and AMEn and CAMP and CAMCa in the growth phase, but did not affect the energy values of CSM (in all stages of development). However, increased digestibility of minerals (CAMP and CAMCa) for broilers. The CSM showed variations on the metabolizable energy in accordance with the design phase of broilers.

Keywords: alternative food, birds, energy metabolizable, *Gossypium hirsutum* L., phytase, protease.

Introdução

Durante o processo de oxidação dos nutrientes dos alimentos, a energia liberada como calor é utilizada pelas aves nos processos metabólicos, e normalmente expressa em calorias (Sakomura & Rostagno, 2007), sendo considerada um dos constituintes mais caros das rações de frangos de corte.

Por meio dos ensaios de digestibilidade, realizados com o intuito de avaliar a capacidade dos ingredientes em suprir os nutrientes para as aves, permite-se estimar o correto valor de energia metabolizável dos alimentos para o ajuste dos valores energéticos das rações, uma vez que, a densidade energética das dietas interfere diretamente no desempenho animal (Brumano et al., 2006). Desta forma, para a adequada formulação de rações, o conhecimento da composição química e energética dos ingredientes e a digestibilidade dos nutrientes contidos nos alimentos tornam-se imprescindíveis (Nagashiro, 2007).

No âmbito nacional e internacional, pesquisas têm mostrado a existência de grande variabilidade no aproveitamento da energia dos alimentos por diferentes categorias de aves, o que tem levado a frequentes estudos de determinação dos valores de energia metabolizável.

Assim, o desenvolvimento de novas estratégias alimentares que atendam as exigências nutricionais das aves, tem possibilitado aos pesquisadores a busca por alimentos alternativos, como o farelo de algodão, ingrediente proteico, substituto parcial da soja, de boa produção e disponibilidade na região nordeste; bem como da utilização de enzimas exógenas como as proteases e fitases, as quais asseguram melhorar a utilização da energia metabolizável e a digestibilidade dos ingredientes, por degradar e disponibilizar os substratos (proteínas e fósforo fítico, respectivamente) no trato, e reduzir a excreção de

nutrientes não digeridos no ambiente (Campestrini et al., 2005; Ward, 2008; Lelis et al., 2009; Gomide, 2010; Costa et al. 2010; Pessôa et al., 2011; Krabbe & Mazzuco, 2011).

Desta forma, ressalta-se a importância das estimativas das médias de energia metabolizável dos alimentos como forma de manter atualizadas as tabelas de composição de alimentos utilizadas nas formulações de rações (Brum et al., 2000).

O objetivo deste trabalho consistiu em determinar a composição química, os valores energéticos e os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, fósforo e cálcio do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte em diferentes idades.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Pesquisas com Aves (LAPAVE) do Departamento de Zootecnia (DZ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Foram realizados consecutivamente quatro ensaios de metabolismo com frangos de corte machos da linhagem Cobb 500 nas fases pré-inicial (um a sete dias), inicial (oito a 21 dias), crescimento (22 a 33 dias) e final (34 a 42 dias), os quais foram alojados em baterias de três andares com gaiolas de dimensões de 1,00 x 0,50 x 0,50 m, providas de comedouro tipo calha e bebedouro tipo copo, instaladas em sala semi-climatizada, com 3,0 m de pé-direito.

Foram utilizadas 240, 192, 144 e 96 aves, nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente, com substituição das aves ao final de cada ensaio.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições, totalizando 24 unidades experimentais com dez, oito, seis e quatro aves nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente.

O período experimental teve duração de oito dias, sendo quatro dias para adaptação dos animais às condições experimentais e quatro dias para a coleta de excretas, exceto para a fase pré-inicial que foi de três dias para adaptação e quatro para coleta de dados.

As dietas experimentais foram: T1 - Ração referência à base de milho e farelo de soja (FS) sem enzimas; T2 - Ração referência à base de milho e FS com enzimas; T3 - (25% de substituição do FA sem enzimas; T4 - 25% de substituição do FA com enzimas. As enzimas exógenas utilizadas foram suplementadas as dietas pelo método *on top*, de acordo com as recomendações do fabricante: fitase (15g/100 kg) equivalente a 10.000 unidades de fitase por grama e protease (20g/100 kg) equivalente a 84.500 unidades de protease por grama.

O FA utilizado foi obtido por meio de prensagem mecânica e antes de incorporado às dietas experimentais foi tratado com sulfato de ferro na proporção de 40g/100 kg, visando prevenir o efeito do gossipol. A composição química e energética do FA foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal do DZ da UFRPE, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG e Embrapa Suínos e Aves, SC, segundo Silva & Queiroz (2002). O teor de gossipol livre foi determinado no Laboratório da Nutron Alimentos LTDA, conforme metodologia Ba 7-58 da AOCS (2009).

Os pintinhos foram adquiridos em incubatório comercial idôneo localizado na Zona da Mata de Pernambuco, os quais foram vacinados contra doença de Marek, Gumboro e Newcastle.

As rações experimentais foram formuladas utilizando-se o programa computacional SuperCrac 5.7 Master, atendendo as exigências nutricionais das aves, de acordo com cada fase de criação, seguindo recomendações de Rostagno et al. (2005), sendo isoenergéticas e isonutritivas para os nutrientes (Tabela 1.), fornecidas à vontade, com registro da quantidade de ração consumida por unidade experimental. A água foi fornecida *ad libitum*.

Durante cada período experimental, foram registradas as temperaturas e a umidade relativa do ar, diariamente, às 16h, por meio de termo-higrômetro, instalado na sala de metabolismo, obtendo-se médias de temperatura de 31,5°C; 30,3°C; 29,1°C e 28,5°C e umidade relativa do ar de 58,3%; 68,4%; 63,8% e 68,4% para as fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente.

O método utilizado para determinação do valor da energia metabolizável foi o tradicional de coleta total de excretas, descrito por Sibbald & Slinger (1963).

Para estabelecer o início e o final das coletas de excretas das aves, no primeiro e no último dia de coleta, 1% de óxido de ferro em pó foi adicionado às rações experimentais como marcador fecal, sendo desprezadas as excretas não marcadas, na primeira coleta, e as marcadas na última.

Durante o período de coleta, as excretas foram recolhidas, diariamente, em bandejas revestidas com plásticos, acondicionadas sob o piso de cada unidade experimental. Posteriormente foram colocadas em sacos plásticos, pesadas e identificadas por repetição e armazenadas em *freezer* a - 20°C até o final do período experimental. Após este período, foram descongeladas à temperatura ambiente, reunidas por repetição, homogeneizadas e retiradas alíquotas de 500 g, as quais foram pré-secas em estufa com ventilação forçada, a temperatura de 55°C por 72 horas.

Tabela 1. Composição alimentar, nutricional e energética da ração referência utilizada nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final

<i>Ingredientes, kg</i>	<i>Tratamentos Experimentais</i>			
	<i>Ração Referência</i>			
	<i>Pré-inicial</i>	<i>Inicial</i>	<i>Crescimento</i>	<i>Final</i>
Milho Grão	55,443	59,387	62,216	66,387
Soja Farelo 45%	38,564	34,262	30,693	26,701
Fosfato Bicálcico	1,910	1,818	1,675	1,525
Calcário	0,854	0,835	0,793	0,759
Óleo Soja	1,715	2,439	3,423	3,377
Sal comum	0,455	0,445	0,424	0,403
DL-Metionina	0,325	0,238	0,219	0,217
L-Lisina	0,355	0,261	0,254	0,307
L-Treonina	0,142	0,799	0,068	0,088
Premix Mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Vitam. ²	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina	0,050	0,050	0,050	0,050
Inerte ³	0,035	0,035	0,035	0,035
Fitase ⁴	0,000	0,000	0,000	0,000
Protease ⁵	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
<i>Composição Nutricional</i>				
EM, kcal/kg	2960	3050	3150	3200
PB, %	22,95	21,14	19,73	18,34
Cálcio, %	0,942	0,899	0,837	0,775
Fósforo Disp., %	0,471	0,449	0,418	0,386
Sódio, %	0,224	0,218	0,208	0,198
Cloro, %	0,303	0,299	0,287	0,276
Potássio, %	0,876	0,809	0,751	0,691
Gordura, %	4,149	4,942	5,965	6,009
Ácido Linoléico, %	2,263	2,698	3,258	3,284
Fibra Bruta, %	3,364	3,186	3,030	2,875
<i>Aminoácidos Digestíveis, %</i>				
Metionina + Cistina	0,968	0,844	0,791	0,755
Metionina	0,635	0,531	0,494	0,475
Lisina	1,363	1,190	1,099	1,048
Treonina	0,886	0,773	0,714	0,681
Triptofano	0,256	0,233	0,213	0,192
Arginina	1,431	1,311	1,210	1,100
Valina	0,925	0,857	0,799	0,737

¹ Níveis de garantia por quilo do produto: Mn 75000 mg, Zn 70000 mg, Fe 60000 mg, Cu 85000 mg, I 1500 mg, Co 200 mg.

² Níveis de garantia por quilo do produto: Vit A 1000000 UI, Vit B3 2000000 UI, Vit E 20000 mg, Vit K3 4000 mg, Vit B1 1880 mg, Vit B2 5000 mg, Vit B6 2000 mg, Vit B12 1000 mg, niacina 30000 mg, Ác. Pantotênico 13500 mg, Ác. Fólico 500 mg, Selênio 250 mg, Antioxidante 100000 mg. ³ Areia lavada peneirada. ⁴ Quantidade usada: 15g/100 kg na ração referência (T2) sem inerte. ⁵ Quantidade usada: 20g/100 kg na ração referência (T2) sem inerte.

Após moagem, foram determinadas a matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB), fósforo (P) e cálcio (Ca), seguindo as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Os ingredientes e as dietas experimentais foram analisados utilizando-se as mesmas metodologias.

Conhecendo-se o consumo de ração e a produção de excretas, os valores de MS, N e EB das dietas e excretas foram determinados os valores da energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), utilizando-se as equações propostas por Matterson et al., (1965) e, com base nos valores de EB, EMA e EMAn, calculou-se os coeficientes de metabolizabilidade da energia dos alimentos, através da fórmula: $CMAEB = (EMAn/EB) \times 100$. Os coeficientes de metabolizabilidade da MS, P e Ca, calculados pela diferença entre o ingerido e o excretado, dividido pelo ingerido, multiplicado por 100.

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância e à comparação de médias pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o SAS (2008).

Resultados e Discussão

Os valores referentes à composição química e energética do farelo de algodão (FA) utilizado nas rações experimentais encontram-se na Tabela 2., onde se observa que os valores da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e da energia bruta (EB) mostraram-se superiores quando comparados com os determinados por Generoso et al. (2008) e Rostagno et al. (2011) os quais observaram valores de 88,99% e 89,65% para MS, 4,35% e 5,30% para MM e 4.029 kcal/kg e 4.130 kcal/kg para EB, respectivamente. Contudo, Nascimento (2009) verificou valor semelhante aos obtidos nessa pesquisa para EB (4.694 kcal/kg), MS (92,76%) e PB (25,60%). Porém, os valores de MS, PB e EB foram inferiores aos obtidos por Carvalho et al. (2010) que obtiveram valores de 95,91%; 27,00% e 4.867 kcal/kg, respectivamente.

Moreira et al. (2006) e Ojewala et al. (2006) constataram valores menores para MS (91,90% e 89,38%) e maiores para PB (36,22% e 39,86%, respectivamente). Já Holanda (2011) observou valores próximos para a MM (7,70%), bem maiores para a PB (38,64%) e menores para MS (93,0%) e energia (4.126 kcal/kg) aos determinados neste estudo. No

entanto, valores próximos foram verificados por Lorena-Rezende (2010) para MS (93,39%), PB (24,90%) e EB (4.484 kcal/kg).

Tabela 2. Composição química e energética do farelo de algodão utilizado no ensaio de metabolismo, expressa na matéria natural

<i>Nutrientes</i>	<i>Farelo de algodão</i>
Matéria seca	94,58
Proteína bruta (%)	24,28
Extrato etéreo (%) ¹	7,94
Fibra em detergente neutro (%)	43,56
Fibra em detergente ácido (%)	31,80
Matéria mineral (%)	7,51
Cálcio (%) ²	0,88
Fósforo (%) ²	0,63
Gossipol livre (ppm) ³	479
Energia bruta (kcal/kg)	4.614

¹Análise realizada na Embrapa Suínos e Aves, SC; ²Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa, MG.; ³ Análise realizada no Laboratório da Nutron Alimentos LTDA, SP.

O teor de PB obtido nesse estudo (24,28%) corrobora com Nagalakshmi et al. (2007), os quais definem variações de 22,2 a 30,31% nos valores da PB de farelos obtidos por extração mecânica.

A concentração de gossipol livre presente no FA em estudo foi de 479 ppm, considerado por alguns autores (Gamboa et al., 2001; Butolo, 2002; Barbosa & Gattás, 2004) de certa toxicidade para as aves, uma vez que limitaram seu uso em 100, 150 e 200 ppm, segundo os respectivos autores. No entanto, não foram detectados problemas relacionados ao uso desse nível (479 ppm), uma vez que, segundo Gamboa et al. (2001), a intensidade de sua ação tóxica varia, além do nível utilizado, do período de consumo, idade do animal e das condições de estresse das aves. Sterling et al. (2002) e Lorena-Rezende (2010) quantificaram concentrações de apenas 24 e 32 ppm de gossipol livre, respectivamente. Já, Santos (2006) e Watkins et al. (2002) encontraram níveis de 1.250 e 1.300 ppm, respectivamente, teores bem mais elevados ao determinado neste estudo, não atendendo as recomendações para uso de farelos com teores de gossipol livre abaixo de 400 ppm (Ruralnews, 2011; Marsiglio, 2010).

As variabilidades nos valores da composição química e energética são atribuídas ao tipo de processamento, a quantidade de óleo e cascas que permanecem no farelo (Souza, 2003; Nagalakshmi et al., 2007); além de outros fatores, como as mais diversas condições de cultivo e de solo, de clima, de cultivares e das condições de armazenamento do produto (Calderano et al., 2010; Brumano et al., 2006).

Devido a essa variabilidade, ao se avaliar o valor nutritivo do FA torna-se imprescindível à realização de análises químicas, principalmente da PB, da fibra bruta (FB), do extrato etéreo (EE) e do gossipol livre, como condição obrigatória para uma correta formulação e ajuste nutricional das rações (Souza, 2003; Dávila, 2006).

As médias dos valores de consumo de ração (CR) (Tabela 3.), valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), energia bruta (CMAEB), do cálcio (CMACa) e do fósforo (CMAP) das rações experimentais e do FA suplementado ou não com enzimas, em todas as fases do processo de produção de frangos, são apresentadas na Tabela 3 e 4, respectivamente.

Nas fases pré-inicial e inicial, a adição de enzimas exógenas às dietas experimentais (Tabela 3.) e ao alimento teste (Tabela 4.), não mostrou efeitos sobre a energia metabolizável e os coeficientes de metabolizabilidade aparente avaliados. A não significância para os valores de energia metabolizável das dietas referências, testes (Tabela 3.) e do FA (Tabela 4.), nas fases supracitadas, demonstraram que a suplementação com enzimas não promoveu efeito esperado, que seria de permitir melhorias na disponibilidade de alguns nutrientes e na energia dos alimentos.

Avaliando a metabolizabilidade da MS em dietas contendo níveis crescentes de inclusão do FA (6,25; 12,5 e 18,75%) para frangos de corte nas fases inicial e de crescimento, Diaw et al. (2010) também não verificaram diferenças. Da mesma forma,

Watkins et al. (1994) não observaram efeitos da inclusão de 10, 20 ou 30% de FA sobre o consumo e a digestibilidade das rações por frangos de corte, de 0 a 21 dias de idade.

Tabela 3. Médias dos valores de consumo de ração (CR), energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn) e os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), energia bruta (CMAEB), fósforo (CMAP) e cálcio (CMACa) das rações experimentais, determinadas com frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, expressas na matéria natural

Parâmetros /Fases	Ração Referência					Ração Teste				
	T1	T2	Média	P	CV(%)	T3	T4	Média	P	CV(%)
Pré-inicial (um a sete dias)										
CR (g/ave/dia)	12,90	13,16	13,03	ns	4,35	13,17	12,79	12,99	ns	3,48
EMA (kcal/kg)	3.108	3.166	3.137	ns	2,01	3.124	3.098	3.111	ns	1,45
EMAn (kcal/kg)	2.909	2.957	2.933	ns	1,96	2.872	2.841	2.857	ns	1,55
CMAMS (%)	74,37	75,73	75,05	ns	1,45	68,96	69,92	69,44	ns	1,48
CMAEB (%)	73,04	74,51	73,77	ns	1,96	67,63	68,35	68,00	ns	1,56
CMAP (%)	63,51	64,89	64,20	ns	3,43	60,24	61,06	60,65	ns	4,93
CMACa (%)	66,98	68,12	67,55	ns	4,67	60,25	62,25	61,25	ns	4,53
Inicial (oito a 21 dias)										
CR (g/ave/dia)	20,05	19,29	19,68	ns	3,53	20,46	21,19	20,81	ns	3,79
EMA (kcal/kg)	2.999	2.978	2.989	ns	1,52	2.913	2.826	2.870	ns	2,59
EMAn (kcal/kg)	2.837	2.822	2.830	ns	1,45	2.716	2.663	2.690	ns	2,31
CMAMS (%)	68,80	67,74	68,27	ns	2,12	62,15	60,94	61,55	ns	3,97
CMAEB (%)	69,90	69,19	69,55	ns	1,45	64,30	63,48	63,90	ns	2,31
CMAP (%)	66,12	66,95	66,54	ns	4,68	50,34	52,01	51,18	ns	5,25
CMACa (%)	70,53	70,92	70,73	ns	4,64	66,12	68,06	67,09	ns	3,32
Crescimento (22 a 33 dias)										
CR (g/ave/dia)	38,18	37,79	37,99	ns	1,78	40,17	41,08	40,63	ns	2,10
EMA (kcal/kg)	2.954	2.972	2.963	ns	3,78	2.604 ^b	2.695 ^a	2.650	0,009	1,84
EMAn (kcal/kg)	2.826	2.848	2.837	ns	3,58	2.460 ^b	2.525 ^a	2.493	0,034	1,82
CMAMS (%)	67,90	68,57	68,24	ns	4,34	57,32	58,56	57,94	ns	2,43
CMAEB (%)	69,28	69,92	69,60	ns	3,58	59,93	60,51	60,22	ns	1,81
CMAP (%)	54,49	56,52	55,51	ns	6,95	48,72 ^b	53,24 ^a	50,98	0,003	7,24
CMACa (%)	71,87	74,33	73,10	ns	4,53	57,10 ^b	64,45 ^a	60,78	0,002	6,60
Final (34 a 42 dias)										
CR (g/ave/dia)	57,03	57,64	57,33	ns	1,87	58,36	61,17	59,78	ns	2,24
EMA (kcal/kg)	3.061	3.135	3.098	ns	1,57	2.804	2.834	2.819	ns	2,07
EMAn (kcal/kg)	2.929	3.004	2.967	ns	1,44	2.632	2.670	2.651	ns	1,97
CMAMS (%)	68,73	69,66	69,20	ns	1,96	60,86	61,87	61,37	ns	2,92
CMAEB (%)	70,94	71,89	71,42	ns	1,44	63,36	63,73	63,55	ns	1,97
CMAP (%)	34,24	35,42	34,83	ns	3,27	38,33 ^b	40,98 ^a	39,66	0,023	4,31
CMACa (%)	55,48	54,24	54,86	ns	4,69	30,83 ^b	34,24 ^a	35,54	0,031	3,43

P = probabilidade. CV= coeficiente de variação. ns = não significativo. T1 - Ração referência sem enzimas; T2 - ração referência com enzimas; T3 - ração referência com substituição de 25% por farelo de algodão sem enzimas e T4 - ração referência com substituição de 25% por farelo de algodão com enzimas. As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste T ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Médias dos valores energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn) e os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), energia bruta (CMAEB), fósforo (CMAP) e cálcio (CMACa) do farelo de algodão com ou sem enzimas, determinados com frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, expressas na matéria natural

<i>Parâmetros</i> <i>/Fases</i>	<i>Farelo de algodão (FA)</i>			<i>P</i>	<i>CV(%)</i>
	<i>Sem enzimas</i>	<i>Com enzimas</i>	<i>Média</i>		
<i>Pré-inicial (um a sete dias)</i>					
EMA (kcal/kg)	3.001	2.915	2.958	ns	2,88
EMAn (kcal/kg)	2.558	2.480	2.519	ns	3,30
CMAMS (%)	52,72	52,49	52,16	ns	7,81
CMAEB (%)	68,53	66,69	67,61	ns	3,76
CMA P (%)	15,06	15,26	15,16	ns	5,50
CMACa (%)	15,06	15,56	15,31	ns	4,53
<i>Inicial (oito a 21 dias)</i>					
EMA (kcal/kg)	2.722	2.386	2.554	ns	12,87
EMAn (kcal/kg)	2.356	2.208	2.282	ns	9,43
CMAMS (%)	47,15	45,68	46,42	ns	8,19
CMAEB (%)	64,90	60,21	62,55	ns	8,86
CMAP (%)	12,59	13,00	12,80	ns	3,81
CMACa (%)	16,53	17,02	16,78	ns	3,32
<i>Crescimento (22 a 33 dias)</i>					
EMA (kcal/kg)	1.580	1.771	1.676	ns	12,06
EMAn (kcal/kg)	1.384	1.461	1.423	ns	13,20
CMAMS (%)	25,57	28,56	27,07	ns	12,09
CMAEB (%)	37,65	39,60	39,62	ns	6,77
CMAP (%)	12,18 ^b	13,81 ^a	13,00	0,002	5,51
CMACa (%)	14,27 ^b	16,11 ^a	15,19	0,002	4,96
<i>Final (34 a 42 dias)</i>					
EMA (kcal/kg)	2.101	1.825	1.963	ns	12,44
EMAn (kcal/kg)	1.798	1.562	1.680	ns	12,97
CMAMS (%)	37,25	38,51	37,88	ns	12,57
CMAEB (%)	49,66	42,44	46,05	ns	12,84
CMAP (%)	7,71	8,56	8,13	ns	5,67
CMACa (%)	9,58	10,25	9,92	ns	6,31

P = probabilidade. CV= coeficiente de variação. ns = não significativo. T1 - Ração referência sem enzimas; T2 - ração referência com enzimas; T3 - ração referência com substituição de 25% por farelo de algodão sem enzimas e T4 - ração referência com substituição de 25% por farelo de algodão com enzimas. As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste T ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Sheehan (2011), as reações enzimáticas seguem o princípio de que o produto de uma reação enzimática é o resultado da interação da enzima com o substrato, em determinadas circunstâncias. Assim, tal fato poderia ser explicado pelas condições não adequadas às atividades das enzimas no trato gastrointestinal (TGI) das aves, possivelmente, atribuído à insuficiente ligação enzima-substrato na superfície da mucosa intestinal, causada pela imaturidade deste compartimento, quanto ao seu desenvolvimento morfológico e fisiológico, principalmente nas fases iniciais de vida e ao curto tempo de permanência da digesta no trato digestório desses animais, pois, de acordo com Macari

(2002) e Albuquerque Neto (2008), a velocidade de passagem da digesta pode influenciar a utilização da dieta, alterar a capacidade de ingestão do alimento, determinar o tempo que os nutrientes estarão expostos à ação das enzimas digestivas e a superfície absorptiva do intestino.

Por isso, Cardoso et al. (2011) ressalta a necessidade de se buscar mais investigações com o intuito de desvendar imprecisões a respeito da atuação enzimática quanto ao mecanismo de ação.

Diferenças significativas nos valores de energia foram somente constatadas para as dietas testes experimentais, na fase de crescimento (Tabela 3.), observando-se que os valores de EMA, EMAn das rações testes suplementadas mostraram-se superiores àquelas sem suplementação enzimática. Também se observou maiores digestibilidades para os minerais cálcio e fósforo das dietas com FA contendo enzimas, nas fases de crescimento e final. Já na avaliação do alimento teste (Tabela 4.) foi verificado maiores coeficientes de metabolizabilidade do cálcio e fósforo na fase de crescimento, indicando que, de forma geral, a adição de enzimas possibilitou melhorar os valores energéticos das rações e as digestibilidades dos minerais avaliados.

Mushtaq et al. (2008) ao adicionarem enzimas carboidrases (xilanase e glucanase, 0,5 g/kg) relataram aumento de 30 kcal/kg na EM de dietas contendo inclusão de 30% de FA para frangos de um a 42 dias de idade. Usando a suplementação de xilanase, amilase e protease (750 mg/kg), Zhou et al. (2009) verificaram aumentos na EMAn de dietas à base de milho e farelo de soja, em todas as fases de criação de frangos de corte.

Apesar de não diferirem estatisticamente, os resultados obtidos para EMAn do FA sem e com enzimas nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final (Tabela 4.), foram de 2.558 e 2.480 kcal/kg, 2.356 e 2.208 kcal/kg, 1.384 e 1.461 kcal/kg e de 1.798 e 1.562 kcal/kg, respectivamente. Sendo as diferenças entre os valores de EMA e EMAn de 439,

272, 253 e 283 kcal/kg, nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente. Contudo, na fase de crescimento, os coeficientes de metabolizabilidade dos minerais Ca e P mostraram significâncias quanto a adição de enzimas no alimento avaliado, validando a eficiência da suplementação.

Os valores das determinações da EMA das rações e do FA foram superiores aos da EMAn, indicando que o balanço de nitrogênio apresentado pelas aves foi positivo, ou seja, ocorreu retenção de nitrogênio para deposição de tecido proteico, o que segundo Generoso et al., (2008) é mais perceptível quando se faz correção pelas perdas endógenas e metabólicas. Esses mesmos autores ainda ratificaram que nas aves que apresentam consumo à vontade, o valor de nitrogênio retido é maior que zero, tornando os valores de EMA maiores que os de EMAn.

Averiguou-se também, que o valor médio da EMAn das duas primeiras fases (2.401 kcal/kg) mostrou-se acima dos tabelado por Rostagno et al. (2011) que é de 1.666 kcal/kg (na MN), porém, menores dos obtidos por Mushtaq et al. (2008) e Watkins et al. (1994) que foram de 2.854 e 3.509 kcal/kg, para os respectivos autores, sugerindo estudos futuros quanto à morfometria do TGI de aves alimentadas com FA. No entanto, apresentam-se na amplitude preconizada por Nagalakshmi et al. (2007) que é de 1.901 a 2.811 kcal/kg. Já os valores energéticos médios do FA nas fases de crescimento e final foram de 1.423 e 1.680 kcal/kg, para as respectivas fases, bem mais próximos dos tabelados por Rostagno et al. (2011).

Estudando alimentos proteicos para frangos de corte nas fases de crescimento (21 a 30 dias) e final (41 a 50 dias), Generoso et al., (2008) relataram que os valores energéticos do FA chegam a variações de 1.625 a 1.786 kcal/kg para EMA e de 1.605 a 1.734 kcal/kg de para EMAn, expressos na matéria natural. Valores muito próximos aos encontrados no presente estudo.

Longo et al. (2005) ratificam que as variações encontradas nos valores energéticos dos alimentos, evidenciam que as características metabólicas de cada fase do desenvolvimento da ave, podem afetar o valor energético dos alimentos e, conseqüentemente, causar alterações no valor da energia metabolizável fornecido na dieta.

Desta forma, comprova-se a importância de considerar diferentes valores de EMAn dos alimentos nas formulações de rações para pintos e aves adultas, devendo existir uma preocupação quanto a utilização dos valores de energia metabolizável, principalmente para pintinhos na fase pré-inicial, uma vez que na literatura ainda é incipiente essas informações, ainda mais utilizando o FA.

Vale salientar que, além do quesito fase de desenvolvimento/idade da ave, outros fatores como o sexo das mesmas e o processamento dos alimentos, podem influenciar nos resultados das avaliações de energia dos alimentos, contudo, a idade tem sido o fator mais apontado como causa das grandes variações nos valores de energia metabolizável dos alimentos (Brumano et al., 2006; Generoso et al., 2008), podendo, também, causar interferência nos coeficientes de metabolizabilidade. Esses comentários justificam ainda mais as variações que ocorrem nos valores de literatura e os determinados nesse ensaio.

Assim, comprova-se mais uma vez, a importância de considerar diferentes valores de EMAn dos alimentos nas formulações de rações para aves, devido aos vários fatores que provocam consideráveis variações nos valores de energia metabolizável para um mesmo ingrediente. Logo, a utilização de um único valor de energia metabolizável dos alimentos para formular as rações de aves de diferentes idades pode sub ou superestimar essas diferenças.

Conclusões

O farelo de algodão apresenta variações na composição química e, de acordo com a fase de criação dos frangos de cortes, na metabolizabilidade da energia.

A suplementação enzimática do farelo de algodão melhora os coeficientes de metabolizabilidade do cálcio e fósforo em 1,84 e 1,63%, respectivamente, na fase de crescimento, mas não afeta os valores energéticos e as digestibilidades da matéria seca e proteína bruta, nas fases avaliadas. Contudo, melhora o valor da energia metabolizável aparente em 3,38% e aparente corrigida para nitrogênio em 2,57%, na fase de crescimento e as digestibilidades do cálcio em 7,35 e 3,41% e do fósforo em 4,52 e 2,65% nas rações testes contendo este ingrediente, nas fases de crescimento e final de frangos de corte, respectivamente.

Referências

- ALBUQUERQUE NETO, M.C. **Digestibilidade *in vitro* de forrageiras do Semi-Árido utilizando inóculo cecal de avestruzes.** Mossoró, 2008. 61p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal): Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 2008.
- AMERICAN OIL CHEMICAL SOCIETY - AOCS. **Official methods and recommended practices of the American oil chemists society.** 6ed., Washington, 2009.
- BARBOSA, F.F.; GATTÁS, G. Farelo de algodão na alimentação de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, artigo 15, v.1, n°3, p.147- 156, 2004. Disponível em: <<[http:// www.nutritime.com.br](http://www.nutritime.com.br)>. Acesso em: 15/2/2009.
- BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; LIMA, G.J.M.M. et al. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v.35, n.5, p.995-1002, 2000.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal.** Campinas: J.E. BUTOLO, p. 430. 2002.
- CALDERANO, A.A.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. et al. Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.320-326, 2010.

- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M.; APPET, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.6, p.254-267. 2005.
- CARDOSO, D.M; MACIEL, M.P.; SILVA, D.P. et al. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de zootecnia**, v.60, n.229, p.1-12, 2011.
- CARVALHO, C.B.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; RABELLO, C.B.V. et al. Avaliação nutricional do farelo de algodão de alta energia no desempenho produtivo e características de carcaças de frangos de corte. **Revista Ciência Rural**, v.40, n.5, p.1166-1172, 2010.
- COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; LIMA, R.C. et al. Scientific progress in the production of monogastric in the first decade of the twenty-first century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.288-302, 2010 (supl. especial).
- DÁVILA, N.F.P. 2006. **Farelo de algodão na alimentação de coelhos em crescimento**. Rio de Janeiro, 26p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia): Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2006.
- DIAW, M.T.; DIENG, A.; MERGEAI, G. et al. Effects of groundnut cake substitution by glandless cottonseed kernels on broilers production: animal performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and fatty acid composition of muscle and fat. **International Journal Poultry Science**, v.9, n.5, p.473-481, 2010.
- GAMBOA, D.A.; CALHOUN, M.C., KUHLMANN, S.W. et al. Use of expander cottonseed meal in broiler diets formulated on a digestible amino acid basis. **Poultry Science**, v.80, n.6, p.789-794, 2001.
- GENEROSO, R.A.R.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1251-1256, 2008.
- GOMIDE, E. M. **Redução dos níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo em rações com fitase e aminoácidos para frangos de corte**. Lavras: UFLA, 2010. 118 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras. 2010.
- HOLANDA, M.A.C. **Utilização de farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em dietas de frangos caipiras**. Recife, 2011. 115p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2011.
- KRABBE, E.; MAZZUCO, H. O uso de enzimas em dietas para poedeiras comerciais. **Revista Avicultura Industrial**, n.6, p.16-23, 2011.
- LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. et al. Suplementação dietética de fitase em dietas para frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, artigo 83, v.6, n. 2, p.875-889, mar-abr, 2009. Disponível em: <<[http:// www.nutritime.com.br](http://www.nutritime.com.br)>>. Acesso em: 07/08/2011.

- LONGO, F. A.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A. et al. Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.123-133, 2005.
- LORENA-REZENDE, I.M.B. **Avaliação nutricional e energética do farelo de algodão com adição ou não de enzimas em rações para suínos**. Recife, 2010. 82p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia): Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2010.
- MACARI, M. **Fisiologia aviária aplicadas a frangos de corte**. Jaboticabal:FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.
- MARSIGLIO, B.N. **Utilização do caroço do algodão na nutrição animal x gossipol**. Nov, 2010. Disponível em: <<http://gadoleiteiro.iepec.com/noticia/utilizacao-de-farelo-de-algodao-na-nutricao-animal-x-gossipol>>. Acesso em: 10/10/2011.
- MATTERSON, L.D.; POTTER L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, n.65, p.3-11, 1965.
- MOREIRA, I.; SARTORI, I.M.; PAIANO, D. et al. Utilização do farelo de algodão, com ou sem a adição de ferro, na alimentação de leitões na fase inicial (15-30 kg). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1077-1084, 2006.
- MUSHTAQ, T.; SARWAR, M.; AHMAD, G. et al. Influence of pre-press solvent-extracted cottonseed meal supplemented with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility, carcass and immunity responses of broiler chickens. **Journal Animal Physiology Animal Nutrition**, v. 93, n.3, p.253–262, 2008.
- NAGALAKSHMI, D.; RAO, S.V.R.; PANDA, A.K. et al. Cottonseed meal in diets poultry: a review. **Journal Poultry Science**, v.44, n.2, p.119-134, 2007.
- NAGASHIRO, C. Enzimas na nutrição de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 2007. São Paulo. **Anais...** São Paulo: FACTA, 2007. p.309-327.
- NASCIMENTO, C.L.M.M. **Valor nutricional e energético do farelo de algodão de alta energia® em rações para suínos**. Recife, 2009. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia): Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009.
- OJEWOLA, G.S.; UKACHUKWU, S.N; OKULONYE, E.I. Cottonseed meal as substitute for soyabean meal in broiler ration. **International Journal Poultry Science**, v.5, n.4, p.360-364, 2006.
- PESSÔA, G.B.S.; TAVERNARI, F.C.; VIEIRA, R.A. et al. Novos conceitos em nutrição de aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECCIA, 21, 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: Universidade Federal de Alagoas, [2011]. (CD-ROM).
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.
- RURALNEWS. **Alimentação de frangos e galinhas com produtos de origem vegetal**. Mar, 2011. Disponível em: <<http://www.ruralnews.com.br/visualiza.php?id=29>>. Acesso em: 10/10/2011.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa e nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.
- SANTOS, A.P.S.F. 2006. **Efeito da substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão sobre o desempenho e avaliação de carcaça em frangos de corte**. Recife, 2006. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia): Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2006.
- SAS. **Statistical Analysis Systems**, version 9, 1.ed, Cary: Institute Inc., North Carolina, USA, 2008.
- SHEEHAN, N. Analysis of enzymes, principles and problems: developments in enzymes analysis. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIGDE, G.G. **Enzymes in farm animal nutrition**. BEDFORD; PARTRIGDE: 2 ed. London, UK, 2011. p. 260-272.
- SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with evaluation of fats. **Poultry Science**, Champaign, v.42, n.1, p.13-25, 1963.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SOUZA, A.V.C. **Utilização de farelo de algodão para suínos e aves**. 2003. Disponível em: <<http://www.polinutri.com.br/conteudo.dicas.jan.3.htm>>. Acesso em: 10/10/2011.
- STERLING, K.G.; COSTA, E.F.; HENRY, M.H. et al. Responses of broiler chickens to cottonseed and soybean meal based diets at several protein levels. **Poultry Science**, v.81, n.2, p.217–226, 2002.
- WARD, N.E. **Non-starch polysaccharide enzymes for poultry**. Proceedings of the 6th Mid-Atlantic Nutrition Conference. ed., University of Maryland, College Park, MD. 2008.
- WATKINS, S.E.; SKINNER, J.T.; ADAMS, M.H. et al. An evaluation of low gossypol cottonseed meal in diets for broilers e chickens. 2. Influence of assigned metabolizable e energy values and supplementation with essential amino acids on performance. **International Journal Poultry Science**, v.3, p.7-16, 1994.

WATKINS, S.E.; SALEH, E.A.; WALDROUP, P.W. **Redution** in dietary nutrient density aids in utilization of high protein cottonseed meal in broiler diets. **International Journal Poultry Science**, v.1, n.4, p.53-58, 2002.

ZHOU, Y.; JIANG, Z.; LV, D. et al. Improved energy-utilizing efficiency by enzyme preparation supplement broiler diets with different metabolizable energy levels. **Poultry Science**, v.88, n.2, p.316–322, 2009.

Capítulo 3

Composição aminoacídica e valores da digestibilidade protéica do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte

Capítulo elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

Composição aminoacídica e valores da digestibilidade protéica do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte

Resumo: Objetivando-se determinar a composição aminoacídica e a digestibilidade da proteína do farelo de algodão (FA) suplementado ou não com enzimas para frangos de corte, foram realizados quatro ensaios de digestibilidade ileal nas fases pré-inicial (sétimo dia), inicial (21° dia), crescimento (33° dia) e final (42° dia), utilizando 240, 192, 144 e 96 frangos de corte machos da linhagem Cobb 500, respectivamente, alojados em gaiolas de metabolismo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições, totalizando 24 unidades experimentais, com dez, oito, seis e quatro aves por parcela para a primeira, segunda, terceira e quarta fases, respectivamente. Os tratamentos foram constituídos de duas dietas referências à base de milho e farelo de soja sem e com enzimas e duas rações testes com substituição de 25% da ração referência por FA sem e com enzimas (fitase+protease). Nas dietas, utilizou-se o óxido crômico como indicador. Todas as aves foram sacrificadas para coleta do conteúdo ileal para determinação dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDIAMS), proteína bruta (CDIAPB), cálcio (CDIACa) e fósforo (CDIAP), além dos valores da proteína digestível (PD) do FA. Apenas os CDIACa e CDIAP apresentaram diferenças estatísticas, mostrando influência da adição de enzimas nas rações testes na fase de crescimento, bem como nas rações referências e testes na fase final. Já no FA não foram detectadas efeitos da suplementação enzimática, para todos os parâmetros avaliados. A composição dos aminoácidos lisina e metionina foram de 0,78 e 0,28%, respectivamente, apresentando-se inferior a de alimentos tradicionais como a soja. A adição de enzimas em dietas contendo farelo de algodão melhora a digestibilidade ileal do cálcio e fósforo.

Palavras-chave: alimento alternativo, aminoácidos, aves, conteúdo ileal, fitase, protease

Amino acid composition and protein digestibility values of cottonseed meal with or without enzyme supplementation for broilers

Abstract: Aiming to determine the amino acid composition and protein digestibility of cottonseed meal (CSM) or not supplemented with enzymes for broilers, four tests were performed ileal digestibility in pre-starter (seventh day), starting (21 days), growth (33 days) and late (day 42), using 240, 192, 144 and 96 male broilers Cobb 500, respectively, housed in metabolism cages. The experimental design was completely randomized, with four treatments and six replications, totaling 24 experimental units, with ten, eight, six and four birds per cage for the first, second, third and fourth stages, respectively. In diets, we used chromic oxide as indicator. All birds were sacrificed for collection of ileal contents to determine the apparent ileal digestibility coefficients of dry matter (AIDCDM), crude protein (AIDCCP), calcium (AIDCCa) and phosphorus (AIDCP), and the values of digestible protein (DP) CSM. Only CDIACa and CDIAP statistically different, showing the influence of enzyme addition on the test diets on the growth phase, as well as the reference diets and testing in the finals. In the CSM were not detected effects of enzyme supplementation for all parameters. The composition of the amino acids lysine and methionine were 0.78 and 0.28%, respectively, presenting less of traditional foods such as soybeans. The addition of enzymes in diets containing cottonseed meal improves the digestibility of calcium and phosphorus.

Keywords: alternative food, amino acids, birds, ileal content, phytase, protease

Introdução

Pesquisas têm mostrado que os nutrientes dos alimentos não são igualmente utilizados pelas diferentes categorias de aves. Por isso, a formulação de rações nutricionalmente mais eficientes e viáveis economicamente para frangos de corte, está de certa forma, condicionada a resultados de digestibilidade.

A determinação da digestibilidade proteica, o conhecimento da composição aminoacídica dos alimentos e seu aproveitamento pelas aves, têm possibilitado a substituição de ingredientes convencionais, por alimentos alternativos regionais como o farelo de algodão (FA), que apesar de possuir boa concentração proteica, apresenta-se pobre quanto à composição de aminoácidos, principalmente a lisina (Nagalakshmi et al., 2007). Assim, a correção das deficiências é feita pela suplementação dietética com aminoácidos sintéticos.

Desta forma, informações quanto à digestibilidade de ingredientes proteicos se fazem necessárias, com o intuito de se definir a fração realmente disponível para as aves, visando atender suas exigências nutricionais, reduzir a excreção de nitrogênio e potencializar futuros ganhos zootécnicos. Pois, de acordo com Freitas (2010) a digestibilidade de ingredientes tipicamente utilizados na alimentação de aves possuem grande variabilidade, em termos de origem e composição.

Segundo Sakomura & Rostagno (2007) os aminoácidos essenciais estão entre os nutrientes que mais impactam o desempenho animal. Assim, a adição de enzimas exógenas, como as fitases e proteases às dietas, possibilita a redução dos níveis de energia metabolizável e aminoácidos dietéticos, sem prejuízos ao desempenho zootécnico, além de melhorar o aproveitamento dos nutrientes e reduzir a poluição ambiental, por reduzir a excreção de nutrientes não digeridos (Ceccantini & Lima, 2008), como no caso do nitrogênio e do fósforo que podem ser lixiviado para a água de superfície e lençóis

freáticos, gerando graves problemas de poluição ambiental (Lima et al., 2007). Considerando que no FA, 77% do total de P está na forma de P fítico (Selle & Ravindran, 2011), a suplementação das rações contendo esse alimento se torna uma importante ferramenta na nutrição de frangos de corte, de ordem econômica e ecológica.

Desse modo, objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca, proteína bruta, fósforo e cálcio do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte em diferentes idades.

Material e Métodos

Os ensaios experimentais foram conduzidos no Laboratório de Pesquisa com Aves (LAPAVE) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Foram realizados quatro ensaios de digestibilidade ileal utilizando 240, 192, 144 e 96 frangos de corte machos da linhagem Cobb 500 nas fases pré-inicial (um a sete dias), inicial (oito a 21 dias), crescimento (22 a 33 dias) e final (34 a 42 dias), respectivamente. As aves foram alojadas em baterias de três andares com gaiolas metabólicas de dimensões de 1,00 x 0,50 x 0,50 m, providas de comedouro tipo calha e bebedouro tipo copo, instaladas em sala semi-climatizada, com 3,0 m de pé-direito.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições, totalizando 24 unidades experimentais com dez, oito, seis e quatro aves nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente.

O período experimental foi de oito dias, exceto para a fase pré-inicial que foi de sete dias, sendo o último dia do período de cada fase (sétimo, 21º, 33º e 42º dias), utilizado para coleta do conteúdo ileal.

As dietas experimentais foram: T1 - Ração referência à base de milho e farelo de soja (FS) sem enzimas; T2 - Ração referência à base de milho e FS com enzimas; T3 - (25% de substituição do FA sem enzimas; T4 - 25% de substituição do FA com enzimas. As enzimas exógenas utilizadas foram suplementadas as dietas pelo método *on top*, de acordo com as recomendações do fabricante: fitase (15g/100 kg) equivalente a 10.000 unidades de fitase por grama e protease (20g/100 kg) equivalente a 84.500 unidades de protease por grama.

O FA utilizado foi obtido por meio de prensagem mecânica e antes de incorporado às dietas experimentais foi tratado com sulfato de ferro na proporção de 40g/100 kg, visando prevenir o efeito do gossipol. A composição química e energética do FA (Tabela 1.) foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal do DZ da UFRPE, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG e Embrapa Suínos e Aves, SC, segundo Silva & Queiroz (2002). O teor de gossipol livre foi determinado no Laboratório da Nutron Alimentos LTDA, conforme metodologia Ba 7-58 da AOCS (2009). E as determinações aminoacídicas realizadas pela Empresa Degussa.

Tabela 1. Composição química e energética do farelo de algodão utilizado no ensaio de coleta ileal, expressa na matéria natural

<i>Nutrientes</i>	<i>Farelo de algodão(FA)</i>
Matéria seca	94,58
Proteína bruta (%)	24,28
Extrato etéreo (%) ¹	7,94
Fibra em detergente neutro (%)	43,56
Fibra em detergente ácido (%)	31,80
Matéria mineral (%)	7,51
Cálcio (%) ²	0,88
Fósforo (%) ²	0,63
Gossipol livre (ppm) ³	479
Energia bruta (kcal/kg)	4.614

¹Análise realizada na Embrapa Suínos e Aves, SC; ²Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa, MG.; ³Análise realizada no Laboratório da Nutron Alimentos LTDA, SP.

Os pintinhos foram adquiridos em incubatório comercial idôneo localizado na Zona da Mata de Pernambuco, e vacinados contra doença de Marek, Gumboro e Newcastle.

As rações experimentais foram formuladas utilizando-se o programa computacional

SuperCrac 5.7 Master, atendendo as exigências nutricionais das aves, de acordo a fase de criação, seguindo recomendações de Rostagno et al. (2005), sendo isoenergéticas e isonutritivas (Tabela 2.), fornecidas à vontade, com registro da quantidade de ração consumida por unidade experimental. A água foi fornecida *ad libitum*.

Tabela 2. Composição alimentar, nutricional e energética da ração referência utilizada nas fases pré- inicial, inicial, crescimento e final

Ingredientes, kg	Tratamentos Experimentais			
	Ração Referência			
	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Final
Milho Grão	55,443	59,387	62,216	66,387
Soja Farelo 45%	38,564	34,262	30,693	26,701
Fosfato Bicálcico	1,910	1,818	1,675	1,525
Calcário	0,854	0,835	0,793	0,759
Óleo Soja	1,715	2,439	3,423	3,377
Sal comum	0,455	0,445	0,424	0,403
DL-Metionina	0,325	0,238	0,219	0,217
L-Lisina	0,355	0,261	0,254	0,307
L-Treonina	0,142	0,799	0,068	0,088
Premix Mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Vitam. ²	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina	0,050	0,050	0,050	0,050
Inerte ³	0,035	0,035	0,035	0,035
Fitase ⁴	0,000	0,000	0,000	0,000
Protease ⁵	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Nutricional				
EM, kcal/kg	2960	3050	3150	3200
PB, %	22,95	21,14	19,73	18,34
Cálcio, %	0,942	0,899	0,837	0,775
Fósforo Disp., %	0,471	0,449	0,418	0,386
Sódio, %	0,224	0,218	0,208	0,198
Cloro, %	0,303	0,299	0,287	0,276
Potássio, %	0,876	0,809	0,751	0,691
Gordura, %	4,149	4,942	5,965	6,009
Ácido Linoléico, %	2,263	2,698	3,258	3,284
Fibra Bruta, %	3,364	3,186	3,030	2,875
Aminoácidos Digestíveis, %				
Metionina + Cistina	0,968	0,844	0,791	0,755
Metionina	0,635	0,531	0,494	0,475
Lisina	1,363	1,190	1,099	1,048
Treonina	0,886	0,773	0,714	0,681
Triptofano	0,256	0,233	0,213	0,192
Arginina	1,431	1,311	1,210	1,100
Valina	0,925	0,857	0,799	0,737

¹ Níveis de garantia por quilo do produto: Mn 75000 mg, Zn 70000 mg, Fe 60000 mg, Cu 85000 mg, I 1500 mg, Co 200 mg.

² Níveis de garantia por quilo do produto: Vit A 1000000 UI, Vit B3 2000000 UI, Vit E 20000 mg, Vit K3 4000 mg, Vit B1 1880 mg, Vit B2 5000 mg, Vit B6 2000 mg, Vit B12 1000 mg, niacina 30000 mg, Ác. Pantotênico 13500 mg, Ác. Fólico 500 mg, Selênio 250 mg, Antioxidante 100000 mg. ³ Areia lavada peneirada. ⁴ Quantidade usada: 15g/100 kg na ração referência (T2) sem inerte. ⁵ Quantidade usada: 20g/100 kg na ração referência (T2) sem inerte.

Durante cada período experimental foram registradas temperaturas e a umidade relativa do ar, diariamente, às 16h, por meio de termo-higrômetro, instalado na sala de metabolismo, obtendo-se médias de temperatura de 31,5°C; 30,3°C; 29,1°C e 28,5°C e umidade relativa do ar de 58,3%; 68,4%; 63,8% e 68,4% para as fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, respectivamente.

Para a determinação da digestibilidade ileal aparente, conforme descrito por Sakomura & Rostagno (2007), nos últimos quatro dias de cada período experimental, 1% do indicador óxido de cromo (Cr₂O₃) foi adicionado às dietas experimentais.

No sétimo, 21º, 33º e 42º dias, cerca de duas horas que antecederam ao sacrifício das aves, estas foram estimuladas ao consumo de ração de forma de assegurar maior quantidade de material a ser coletado. Após esse tempo, todas as aves foram sacrificadas, por deslocamento cervical. O íleo foi exposto por incisão abdominal, removendo-se um segmento que se iniciava cerca de um centímetro do divertículo de Meckel e terminava a dois centímetros da junção íleo-cecal, o qual foi aberto com auxílio de tesouras. O conteúdo da digesta presente neste segmento foi recolhido em recipientes plásticos devidamente identificados e armazenados em *freezer* à -20°C.

Ao final dos ensaios experimentais, todas as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, reunidas por repetição, homogeneizadas e armazenadas em placas de Petri em *freezer* a -20°C, após pesagem, para posteriormente serem submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas.

Após moagem em moinho tipo bola, foram determinadas análises laboratoriais da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) no LNA do DZ da UFRPE, cálcio (Ca), fósforo (P) e cromo (Cr), na UFV, segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Os ingredientes e as dietas experimentais foram analisados utilizando-se as mesmas metodologias.

A partir dos resultados obtidos das análises das dietas e digestas, foram calculados os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDIAMS), da proteína bruta (CDIAPB), do cálcio (CDIACa) e do fósforo (CDIAP), além da proteína digestível (PD), por meio do cálculo do fator de indigestibilidade (FI).

(a) $FI = \text{Indicador na dieta} / \text{Indicador na digesta}$;

(b) $CDIAMS (\%) = 100 - (FI * 100)$;

(c) $CDIAPB (\%) = [PB_{dieta} - (PB_{digesta} * FI) / PB_{dieta}] * 100$, idem para Ca e P;

(d) $PD = [PB_{(dieta/alimento)} * CDIAPB_{(dieta/alimento)}] / 100$.

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância e à comparação de médias pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o SAS (2008).

Resultados e Discussão

A composição aminoacídica total e digestível do FA (Tabela 3.) utilizado no presente ensaio, mostrou-se, para todos os aminoácidos, valores inferiores aos tabelados por Rostagno et al. (2011).

Apesar de apresentar boas percentagens relativas de PB, o FA não possui bom perfil aminoacídico, mostrando-se deficiente, principalmente em lisina, considerado aminoácido mais crítico (Nagalakshmi et al., 2007) e metionina (Sussel et al., 2009).

O valor de lisina total e digestível determinado nesse estudo foi de 1,07 e 0,78%, respectivamente, inferiores aos descritos por Rostagno et al. (2011) que são de 1,21% para lisina total e de 0,89% para lisina digestível e por Gomes et al. (2010) com 1,32% de lisina total para FA com 28,29% de PB. Contudo, valores ainda maiores de lisina total (2,12% e 1,97%) foram determinados por Huang et al. (2006) e Watkins et al. (2002), respectivamente, em FA com 44% de PB. E 1,68% de lisina em farelo com 35,89% de PB (Diaw et al., 2010).

Tabela 3. Composição aminoacídica total determinada e digestível calculada, expressa com base na matéria natural (MN) e na proteína bruta (PB) do farelo de algodão

<i>Aminoácidos</i>	<i>Farelo de algodão(FA)</i>			
	<i>Totais¹ (%)</i>		<i>Digestíveis² (%)</i>	
	<i>MN</i>	<i>PB</i>	<i>MN</i>	<i>PB</i>
Alanina	1,00	4,28	-	-
Arginina	2,84	12,15	2,08	8,90
Asparina	2,32	9,92	-	-
Cistina	0,44	1,88	-	-
Glutamina	4,97	21,26	-	-
Glicina	1,06	4,53	-	-
Histidina	0,69	2,95	0,50	2,14
Isoleucina	0,82	3,51	0,74	3,17
Leucina	1,51	6,46	1,11	4,73
Lisina	1,07	4,58	0,78	3,35
Metionina	0,37	1,58	0,28	1,19
Met + cis	0,81	3,46	0,55	2,35
Fenilalanina	1,39	5,95	1,08	4,63
Prolina	1,03	4,41	-	-
Serina	1,10	4,70	-	-
Treonina	0,82	3,51	0,63	2,70
Triptofano ³	-	-	0,39	-
Tirosina	-	-	-	-
Valina	1,14	4,88	0,86	3,67

¹Aminograma realizado na Evonik Industries AG Feed Additives/Animal Nutrition Services. ²Valores estimados a partir dos coeficientes de digestibilidade tabelados por Rostagno et al. (2011). ³Valor estimado por Rostagno et al. (2011).

Já o percentual de lisina digestível é bem menor quando comparado ao percentual de 2,57% do FS (Rostagno et al., 2011), observando-se que a composição dos aminoácidos digestíveis desse subproduto é, para todos os aminoácidos, inferiores aos do FS. Gomes et al. (2010) encontraram 0,97 e 1,15% de lisina com valores de coeficiente de digestibilidade verdadeira de 73,30 e 73,17% para os FA com 28 e 38% de PB, respectivamente, ressaltando que às diferenças na composição química do FA, principalmente quanto aos teores de PB e tipos de processamentos, exercem influência nos valores dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos.

O FA possui cerca de 33% do valor de lisina digestível, quando comparado ao FS, em função de seu menor conteúdo de lisina total e da formação de complexos lisina-gossipol (Souza, 2003), o que reduz a digestibilidade da proteína e, conseqüentemente, seu valor nutritivo.

Semelhantemente a outros subprodutos, o valor nutricional do FA é influenciado pela quantidade dos nutrientes disponíveis, pela proporção, pela presença ou não de substâncias tóxicas ou antinutricionais (Souza, 2003).

Nos valores médios do consumo de ração (CR) e os coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDIAMS), da proteína bruta (CDIAPB), do cálcio (CDIACa) e fósforo (CDIAP) e valores da proteína digestível (PD) das rações referências e das rações testes (Tabela 4.), se observa que, os CDIAMS, CDIAPB, PD, para todas as fases avaliadas, não se mostraram estatisticamente diferentes, indicando que não houve melhoras nas digestibilidades desses nutrientes (MS e proteína).

Tabela 4. Médias dos consumos de ração (CR), coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDIAMS), proteína bruta (CDIAPB), cálcio (CDIACa), fósforo (CDIAP) e valores de proteína digestível (PD) das rações experimentais, determinados com frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, expressas na matéria natural

Parâmetros /Fases	Ração Referência					Ração Teste				
	T1	T2	Média	P	CV(%)	T3	T4	Média	P	CV(%)
Pré-inicial (um a sete dias)										
CR (g/ave/dia)	12,90	13,16	13,03	ns	4,35	13,17	12,79	12,99	ns	3,48
CDIAMS (%)	67,71	67,38	67,55	ns	2,75	59,19	59,47	59,33	ns	5,04
CDIAPB (%)	77,14	77,56	77,35	ns	1,37	77,45	77,22	77,34	ns	1,79
PD (%)	16,53	16,02	16,28	ns	1,84	20,41	20,58	20,50	ns	1,57
CDIACa (%)	73,48	73,09	73,29	ns	2,32	67,56	68,95	68,26	ns	2,40
CDIAP (%)	81,21	81,12	81,17	ns	2,06	74,92	76,00	75,46	ns	3,94
Inicial (oito a 21 dias)										
CR (g/ave/dia)	20,05	19,29	19,68	ns	3,53	20,46	21,19	20,81	ns	3,79
CDIAMS (%)	69,16	69,86	69,51	ns	4,67	57,99	57,57	57,78	ns	5,02
CDIAPB (%)	81,52	79,48	80,50	ns	4,90	77,78	79,42	78,60	ns	4,82
PD (%)	16,77	16,22	16,50	ns	4,61	18,80	19,15	18,98	ns	4,83
CDIACa (%)	75,63	76,89	76,26	ns	6,25	55,24	56,66	55,95	ns	6,06
CDIAP (%)	91,22	91,62	91,42	ns	2,56	81,59	83,22	82,41	ns	4,74
Crescimento (22 a 33 dias)										
CR (g/ave/dia)	38,18	37,79	37,99	ns	1,78	40,17	41,08	40,63	ns	2,10
CDIAMS (%)	69,35	70,27	69,81	ns	3,88	55,05	55,04	55,05	ns	1,90
CDIAPB (%)	79,13	80,49	79,81	ns	2,18	76,34	77,35	76,85	ns	2,56
PD (%)	13,64	13,86	13,75	ns	2,18	17,19	17,57	16,94	ns	2,61
CDIACa (%)	66,91	67,30	67,11	ns	5,66	60,99 ^b	64,36 ^a	62,68	0,038	3,76
CDIAP (%)	62,19	62,48	62,34	ns	6,09	58,92 ^b	62,15 ^a	60,54	0,004	4,74
Final (34 a 42 dias)										
CR (g/ave/dia)	57,03	57,64	57,33	ns	1,87	58,36	61,17	59,78	ns	2,24
CDIAMS (%)	69,35	70,98	70,17	ns	4,59	60,52	61,64	61,08	ns	5,67
CDIAPB (%)	78,53	79,61	79,07	ns	3,68	76,76	77,98	77,37	ns	3,08
PD (%)	13,72	14,04	13,88	ns	3,67	16,99	16,76	16,88	ns	2,57
CDIACa (%)	72,35 ^b	76,26 ^a	74,31	0,032	3,11	62,25 ^b	66,57 ^a	64,41	0,036	4,86
CDIAP (%)	70,56 ^b	73,05 ^a	71,81	0,027	3,24	48,44 ^b	52,63 ^a	50,54	0,028	5,61

P = probabilidade. CV= coeficiente de variação. ns = não significativo. As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Kong & Adeola (2011) constataram que a suplementação de fitase (1.500 UFT/kg) em dietas contendo diferentes níveis de farelo de canola 125, 250, ou 375 g/kg, estatisticamente não mostrou efeitos sobre a digestibilidade ileal verdadeira dos AA e na eficiência da proteína em frangos de corte dos 15 aos 22 dias de idade. E explica que a razão para os diferentes resultados na literatura é desconhecida, mas assume-se estar associada aos diferentes tipos de dietas.

Diferenças significativas somente foram verificadas para os coeficientes de digestibilidade do cálcio (CDIACa) e fósforo (CDIAP) das rações testes (na fase de crescimento) e rações referências e testes na fase final (Tabela 4.), mostrando o efeito benéfico da inclusão das enzimas nas dietas, por possibilitar maior digestibilidade de Ca e P e menor excreção desses minerais no ambiente. Ratificando a informação de que a inclusão de enzimas, sobretudo a fitase, resulta em respostas positivas quanto à digestibilidade de nutrientes, maior biodisponibilidade de fósforo e cálcio e redução da excreção destes no meio (Lima et al., 2007).

Neste sentido, Pessoa (2010), avaliando o efeito da suplementação de um complexo enzimático composto por protease, amilase, celulase, pectinase, xilanase, β -glucanase e fitase (200g/t), sobre os balanços de fósforo e nitrogênio, encontrou resultados satisfatórios com a inclusão do complexo, observando aumentos na retenção desses minerais.

Da mesma forma, além do aumento na retenção de minerais, Silva et al. (2008) verificaram menor excreção de todos os minerais avaliados (fósforo, nitrogênio, cálcio, potássio, cobre, e zinco) em frangos de corte de 14-21 dias alimentados com contendo três níveis de P disponíveis (0,25; 0,34 e 0,45%), três de PB (15, 17 e 19%).

De forma geral, observou-se que dietas contendo FA (T3 e T4) apresentaram CDIAPB inferiores aos das dietas referências (T1 e T2) à base de milho e farelo de soja, semelhantemente aos constatados por Yin et al. (1994) ao avaliarem a digestibilidade ileal

da proteína, também encontraram menor digestibilidade para o FA quando comparado ao farelo de soja, em monogástricos.

De acordo com Nagalakshmi et al. (2007) e Lima Júnior et al. (2010) a qualidade da proteína do FA está relacionada à concentração de gossipol livre presente neste ingrediente, pois une a proteínas e/ou grupo amino livre de aminoácidos essenciais como a lisina e metionina, indisponibiliza-os aos animais, formando um complexo indigestível, o que reduz o valor proteico do alimento.

Avaliando-se, de forma isolada, o FA quanto aos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDIAMS), da proteína bruta (CDIAPB), cálcio (CDIACa), fósforo (CDIAP) e valores da proteína digestível (PD), nas fases pré-inal, inicial, crescimento e final (Tabela 5.), observou-se que a suplementação enzimática estatisticamente não teve efeito sobre o alimento-teste avaliado.

Mushtaq et al. (2008) estudaram a utilização de dois níveis de FA (20 e 30%) suplementados com três níveis de lisina sintética (0,8; 0,9 e 1%) contendo ou não adição de enzimas (xilanase e glucanase, 0,50g/kg) em dietas para frangos de corte de um a 42 dias de idade, e verificaram que, independente do nível de inclusão do FA usado, o valor do coeficiente de digestibilidade do nitrogênio do FA foi de 89%. No entanto, ao suplementarem as dietas com as enzimas, tiveram o coeficiente melhorado em 1%.

Valores semelhantes aos obtidos neste ensaio foram registrados por Huang et al. (2005) ao avaliarem a digestibilidade ileal aparente da proteína bruta do FA com 44,72% de PB em frangos de corte com 14, 28 e 42 dias de idade, observaram que a digestibilidade proteica não foi influenciada pela idade das aves, apresentando valores de 72, 73 e 72%, para as respectivas idades.

Tabela 5. Médias dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), cálcio (CDACa), fósforo (CDAP) e valores de proteína digestível (PD) do farelo de algodão sem ou com enzimas, determinados com frangos de corte nas fases pré-inicial, inicial, crescimento e final, expressas na matéria natural

<i>Parâmetros</i> <i>/Fases</i>	<i>Farelo de algodão (FA)</i>			<i>P</i>	<i>CV(%)</i>
	<i>Sem enzimas</i>	<i>Com enzimas</i>	<i>Média</i>		
<i>Pré-inicial (um a sete dias)</i>					
CDAMS (%)	38,91	40,98	39,95	ns	4,21
CDAPB (%)	76,51	77,69	77,10	ns	3,25
PD (%)	16,47	16,68	16,58	ns	1,07
CDACa (%)	17,14	17,25	17,20	ns	3,32
CDAP (%)	18,77	19,19	18,98	ns	4,05
<i>Inicial (oito a 21 dias)</i>					
CDAMS (%)	27,53	27,61	27,57	ns	3,01
CDAPB (%)	76,11	77,89	77,00	ns	4,02
PD (%)	16,34	16,84	16,60	ns	1,00
CDACa (%)	13,81	14,16	13,99	ns	6,60
CDAP (%)	20,39	20,81	20,60	ns	5,36
<i>Crescimento (22 a 33 dias)</i>					
CDAMS (%)	30,09	30,82	30,46	ns	5,10
CDAPB (%)	67,90	67,97	67,94	ns	1,01
PD (%)	16,47	16,48	16,48	ns	2,03
CDACa (%)	14,39	14,86	14,63	ns	4,62
CDAP (%)	14,96	15,21	15,09	ns	5,21
<i>Final (34 a 42 dias)</i>					
CDAMS (%)	34,02	33,62	33,82	ns	4,02
CDAPB (%)	67,48	67,16	67,32	ns	4,73
PD (%)	17,38	17,78	17,58	ns	2,27
CDACa (%)	12,86	13,14	13,00	ns	5,98
CDAP (%)	15,80	16,35	16,08	ns	4,71

P = probabilidade. CV= coeficiente de variação. ns = não significativo. As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste T ao nível de 5% de probabilidade.

Posteriormente, Huang et al. (2006), determinando a digestibilidade ileal aparente da PB do FA com frangos de corte aos 42 dias de idade observaram valor de 79 %. Próximo aos avaliados nesse estudo (77 %).

O efeito de enzimas, sobretudo, a fitase, na digestibilidade ileal e utilização da proteína tem sido inconsistentes, apresentando uma base de conflito de informações muito grande (Kong & Adeola, 2011). Existem relatos positivos quanto a utilização de fitases na digestibilidade da proteína, dos aminoácidos e do fósforo em dietas de frangos de corte, como os encontrados por Ravindran et al. (1999); Ravindran et al. (2001); Ravindran et al. (2006); Oliveira et al. (2008); Barbosa et al. (2008).

Utilizando a protease isoladamente (Gómez et al., 2011) ou complexo enzimático (contendo proteases e fitases) (Oliveira et al., 2007) também obtiveram melhorias na digestibilidade ileal da MS, PB e minerais. No entanto, resultados com nenhum efeito adicional de enzimas sobre a digestibilidade ileal dos nutrientes com frangos de corte, como os descritos nesse estudo, também foram registrados recentemente por Kong & Adeola (2011).

Conclusões

A suplementação enzimática do farelo de algodão para frangos de corte não afeta os coeficientes da digestibilidade ileal aparente da matéria seca, proteína bruta, cálcio e fósforo, em todas as fases avaliadas, mas melhora as digestibilidades do cálcio em 3,37 e 4,32% e do fósforo em 3,23 e 4,19% nas fases de crescimento e final, respectivamente, das rações testes contendo este ingrediente.

Referências

- AMERICAN OIL CHEMICAL SOCIETY - AOCS. **Official methods and recommended practices of the American oil chemists society**. 6ed., Washington, 2009.
- BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K. et al. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.6, jun., p.755-762, 2008.
- CECCANTINI, M.; LIMA, G. Minimizando as perdas com a alta dos custos: como a tecnologia em nutrição pode ajudar. **Revista Produção Animal Avicultura**, n.17, ano II, setembro, 2008.
- DIAW, M.T.; DIENG, A.; MERGEAI, G. et al. Effects of groundnut cake substitution by glandless cottonseed kernels on broilers production: animal performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and fatty acid composition of muscle and fat. **International Journal Poultry Science**, v.9, n.5, p.473-481, 2010.
- FREITAS, D.M. **Desempenho de frangos de corte e digestibilidade ileal de dietas suplementadas com protease**. 2010. Porto Alegre, RS, 93p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande Sul, 2010.

- GOMES, P.C.; GENEROSO, R.A.R.; ROSTAGNO et al. Valores de aminoácidos digestíveis de alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1259-1265, 2010.
- GÓMEZ, S.; ANGELES, M.L., RAMÍREZ, E. et al. Effect of a protease on the digestibility of amino acids and the energy value of distillers dried grains with solubles in starter broilers. In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION ANNUAL MEETING, 2011, St. Louis, Missouri. **Anais...** Missouri: Poultry Science, v.90, supl.1, 2011, p.21.
- HUANG, K.H.; LI, X.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L. Comparison of Apparent Ileal Amino Acid Digestibility of Feed Ingredients Measured with Broilers, Layers, and Roosters. **Poultry Science**, v.85, n.4, p.625-634, 2006.
- HUANG, K.H.; RAVINDRAN, V.; LI, X.; BRYDEN, W.L. Influence of age on the apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients for broiler chickens. **British Poultry Science**, v.46, n.2, p.236-245, 2005.
- KONG, C.; ADEOLA, O. Protein utilization and amino acid digestibility of canola meal in response to phytase in broiler chickens. **Poultry Science**, v.90, n.7, p.1508-1515, 2011.
- LIMA JÚNIOR, D.M.; MONTEIRO, P.B.S.; RANGEL, A.H.N. Fatores anti-nutricionais para ruminantes. **Acta Veterinária Brasilica**, v.3, n.4, p.132-143, 2010.
- LIMA, M.R.; SILVA, J.H.V.; ARAÚJO, J.A. et al. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasilica**, v.1, n.4, p.99-110, 2007.
- MUSHTAQ, T.; SARWAR, M.; AHMAD, G. et al. Influence of pre-press solvent-extracted cottonseed meal supplemented with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility, carcass and immunity responses of broiler chickens. **Journal Animal Physiology Animal Nutrition**, v.93, n.3, p.253-262, 2008.
- NAGALAKSHMI, D.; RAO, S.V.R.; PANDA, A.K. et al. Cottonseed meal in diets poultry: a review. **Journal Poultry Science**, v.44, n.2, p.119-134, 2007.
- OLIVEIRA, M.C.; CANCHERINI, L.C.; GRAVENA, R.A. et al. Utilização de nutrientes de dietas contendo mananoligossacarídeo e/ou complexo enzimático para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.825-831, 2007.
- OLIVEIRA, M.C.; GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.H. et al. Utilização de nutrientes em frangos alimentados com dietas suplementadas com fitase e níveis reduzidos de fósforo não-fítico. **Arquivo Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.436-441, 2008.
- PESSÔA, G.B.S. **Avaliação de complexo enzimático em dietas de frangos de corte.** UFV: Dissertação (Mestrado em Zootecnia), 65p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2010.
- RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G. et al. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. **Poultry Science**, v.78, n.5, p.699-706, 1999.

- RAVINDRAN, V.; MOREL, P.C.H.; PARTRIDGE, G.G. et al. Influence of an *Escherichia coli*-derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. **Poultry Science**, v.85, n.1, p.82–89, 2006.
- RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H.; RAVINDRAN, G. et al. Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. **Poultry Science**, v.80, n.3, p.338–344, 2001.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa e nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V.; COWIESON, A.J. et al. Phytate and phytase. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. **Enzymes in farm animal nutrition**. BEDFORD; PARTRIDGE: 2 ed. London, UK, p. 160-205, 2011.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte, na fase de 14 a 21 dias de idade. 2. Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.469-477, 2008.
- SOUZA, A.V.C. **Utilização de farelo de algodão para suínos e aves**. 2003. Disponível em: <http://www.polinutri.com.br/conteudo_dicas.jan.3.htm>. Acesso em: 10/10/2011.
- SAS. **Statistical Analysis Systems**, version 9, 1.ed, Cary: Institute Inc., North Carolina, USA, 2008.
- SUSSEL, F.R.; SALLES, F.A.; GONÇALVES, G.S. et al. Avaliação da substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão em dietas práticas para tilápias do Nilo cultivadas em tanques-rede. **Informações Econômicas**, v.39, n.10, 2009.
- WATKINS, S.E.; SALEH, E.A.; WALDROUP, P.W. **Redution** in dietary nutrient density aids in utilization of high protein cottonseed meal in broiler diets. **International Journal Poultry Science**, v.1, n.4, p.53-58, 2002.
- YIN, Y.L. et al. Apparent digestibilities of energy, cell –wall constituents, crude protein and amino-acids of Chinese oil meals for growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, n.3-4, p.283-298, 1994.

Capítulo 4

Desempenho, parâmetros de carcaça, ósseos e econômicos de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática

Desempenho, parâmetros de carcaça, ósseos e econômicos de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática

Resumo: Objetivando-se avaliar o desempenho, rendimento de carcaça e parâmetros ósseos de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão suplementado ou não com enzimas exógenas e a viabilidade econômica da produção, realizou-se um ensaio de desempenho utilizando 390 pintos machos Cobb nas fases inicial (oito a 21 dias), crescimento (22 a 33 dias) e final (34 a 42 dias). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições, totalizando 30 unidades experimentais com 13 aves por parcela. Os tratamentos foram constituídos de três rações referências à base de milho e farelo de soja sem enzima, com fitase e com protease (T1, T2 e T3), respectivamente; e três rações testes com 15% de inclusão de FA sem enzima, com fitase e com protease (T4, T5 e T6), respectivamente. As enzimas foram usadas nas quantidades de 15 e 20 g/100 kg, para fitase e protease, respectivamente. As variáveis de desempenho analisadas foram: consumo de ração (CR, g), peso vivo (PV, g), ganho de peso (GP, g) e conversão alimentar (CA, g/g). Após abate, avaliaram-se as características de carcaça, cortes comerciais, vísceras comestíveis, bem como parâmetros ósseos e avaliação econômica da produção avícola. As características de desempenho zootécnico, rendimento de carcaças, cortes, características ósseas de frangos e a rentabilidade da produção avícola, com a inclusão de 15% do FA, mostraram-se semelhantes aos resultados obtidos com dietas tradicionais, contendo níveis nutricionais recomendados, o que evidencia o efeito benéfico da inclusão destes aditivos na liberação de nutrientes.

Palavras-chave: aditivos, alimento alternativo, aves, índices zootécnicos, osso, rentabilidade.

Performance, carcass parameters, bone and economics of broiler chickens fed diets with cottonseed meal with or without enzyme supplementation

Abstract: Aiming to evaluate the performance, carcass and bone parameters of broilers fed diets containing cottonseed meal supplemented or not with exogenous enzymes and economic feasibility of production, there was a performance test using Cobb 390 male chicks in the starting (eight to 21 days), growth (22-33 days) and late (34-42 days). The experimental design was completely randomized with six treatments and five repetitions, totaling 30 experimental units with 13 birds per cage. The treatments were three reference diets based on corn and soybean meal without enzyme, phytase and protease (T1, T2 and T3), respectively, and three test diets with 15% inclusion of CSM, without enzyme, phytase, and protease (T4, T5 and T6), respectively. The enzymes were used in amounts of 15 and 20 g/100 kg for phytase and protease, respectively. After slaughter, were evaluated carcass characteristics, commercial cuts, edible offal and bone parameters and economic evaluation of poultry production. The characteristics of animal performance, carcass yield, cuts, bone characteristics of broilers and profitability of poultry production, with the inclusion of 15% CSM, were similar to results obtained with traditional diets containing recommended nutritional levels, which shows the beneficial effect of inclusion of these additives in nutrient release.

Keywords: additives, alternative food, poultry, indexes, bone, profitability.

Introdução

Com uma produção de 12,2 milhões de toneladas de frangos de corte em 2010, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de carne de frangos e lidera o ranking no setor da exportação (3,8 milhões de toneladas), mostrando-se como destaque no cenário internacional em função da alta produtividade dos plantéis, da qualidade e da sanidade dos nossos produtos (Abef, 2010/2011). Contudo, para que a avicultura brasileira consiga manter e até mesmo melhorar esse perfil, além do emprego de altas tecnologias em manejo, sanidade e ambiência, torna-se necessário o desenvolvimento de novas estratégias nutricionais com a utilização de rações de melhor qualidade que atendam as exigências nutricionais dos animais, o que permitirá ganhos no desempenho produtivo dos mesmos e, conseqüentemente, a abertura de novos mercados.

Neste sentido, grande parte dos trabalhos de pesquisas sobre alimentação e nutrição avícola está focado na utilização de enzimas exógenas e de alimentos alternativos, buscando-se reduzir os custos de produção (Costa et al., 2010).

O farelo de algodão (FA), subproduto da indústria algodoeira após processamento para extração do óleo (Barbosa & Gattás, 2004), é o terceiro farelo mais produzido no mundo e possui boa disponibilidade no mercado regional. Por ser fonte de proteína, torna-se potencial substituto ao farelo de soja (FS), ingrediente oneroso da formulação das rações avícolas. No entanto, a presença do gossipol, principal fator antinutricional deste ingrediente, tem sido relacionado por causar toxicidade aos animais não-ruminantes (Marsiglio, 2010).

A incorporação de enzimas exógenas, como as fitases e proteases, possibilita o aumento dos níveis de inclusão de ingredientes alternativos regionais às rações avícolas sem ocasionar problemas produtivos; maior flexibilidade, precisão e economia nas formulações de rações; melhora a textura das excretas e a da qualidade da cama, além de

contribuir com a redução da poluição ambiental, pela menor excreção de nutrientes não digeridos (Ceccantini & Lima, 2008).

Assim, objetivou-se avaliar o desempenho, parâmetros de carcaça, ósseos e econômicos de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisas com Aves (LAPAVE) do Departamento de Zootecnia (DZ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Foram utilizados 390 pintinhos de corte machos, da linhagem Cobb 500, com peso vivo médio inicial de 45g, adquiridos de incubatório comercial idôneo localizado na zona agreste de Pernambuco e vacinados contra doença de Marek, Gumboro e Newcastle, os quais foram alojados em galpão de alvenaria, coberto com telha de amianto, subdividido em 30 boxes com dimensões de 2,00 x 1,00 m, providos de comedouros tubulares e bebedouros pendulares.

De um ao sétimo dia de idade, período de adaptação às condições experimentais, as aves foram criadas seguindo as orientações descritas no manual da linhagem. O aquecimento foi realizado por meio de lâmpada incandescente de 100 W durante as primeiras semanas de vida, sendo a temperatura controlada em função do comportamento das aves, a partir da regulagem da altura das lâmpadas. A ração foi constituída de milho e farelo de soja, formulada de acordo com a fase de criação, segundo recomendações de Rostagno et al. (2011).

Para a máxima uniformidade das aves na parcela, no oitavo dia de vida, todas as aves foram pesadas individualmente, homogeneizadas e distribuídas nas unidades experimentais considerando-se desvio padrão de $\pm 10\%$ do peso médio.

O período experimental teve início no oitavo dia de vida das aves até os 42 dias, sendo subdividido em três fases: inicial (oito a 21 dias), crescimento (22 a 33 dias) e final (34 a 42 dias). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos, cinco repetições e 13 aves por unidade experimental.

Os tratamentos experimentais foram: T1 - Ração controle à base de milho e farelo de soja (FS) sem enzima; T2 - ração controle à base de milho e FS com fitase; T3 - ração controle à base de milho e FS com protease; T4 - ração controle com 15% de farelo de algodão (FA) sem enzima; T5 - ração controle com 15% de FA com fitase; T6 - ração controle com 15% de FA com protease.

As enzimas exógenas utilizadas foram suplementadas as dietas pelo método *specified dow*, fazendo-se alterações nos níveis nutricionais. Para a correção dos níveis de fósforo disponível (Pd) e dos níveis proteicos das rações tomou-se por base a valorização da disponibilização de 0,124% do fósforo (P) a ser liberado pela fitase e de 2,5% da proteína a ser liberada pela protease, de acordo com as recomendações do fabricante e utilizadas nas seguintes dosagens: fitase (15g/100 kg) equivalente a 10.000 unidades de fitase por grama e protease (20g/100 kg) equivalente a 84.500 unidades de protease por grama.

O FA utilizado foi obtido por meio de prensagem mecânica e antes de incorporado às dietas experimentais foi tratado com sulfato de ferro na proporção de 40g/100 kg, visando prevenir o efeito do gossipol. Os valores nutricionais e energéticos do FA (Tabela 1.) foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal do DZ da UFRPE e na Universidade Federal de Viçosa, MG (UFV), segundo Silva & Queiroz (2002). O teor de gossipol livre foi determinado no Laboratório da Nutron Alimentos LTDA, conforme metodologia Ba 7-58 da AOCS (2009).

Tabela 1. Composição nutricional, aminoacídica e valor energético do farelo de algodão utilizado no ensaio de desempenho com frangos de corte, na matéria natural

<i>Nutrientes</i>	<i>Farelo de algodão</i>	
Matéria seca	90,60	
Proteína bruta (%)	31,31	
Extrato etéreo (%) ¹	9,24	
Fibra em detergente neutro (%)	45,95	
Fibra em detergente ácido (%)	36,25	
Matéria mineral (%)	5,59	
Cálcio (%) ¹	1,90	
Fósforo (%) ¹	0,65	
Gossipol livre (ppm) ²	915	
Energia bruta (kcal/kg)	4.712	
<i>Aminoácidos</i>	<i>Totais³</i>	<i>Digestíveis⁴</i>
Arginina	2,96	2,17
Histidina	0,72	0,52
Isoleucina	0,82	0,74
Leucina	1,51	1,11
Lisina	1,11	0,81
Metionina	0,38	0,29
Metionina+Cistina	0,82	0,56
Fenilalanina	1,38	1,08
Treonina	0,82	0,63
Triptofano ⁵	-	0,39
Valina	1,12	0,84

¹Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa, MG.; ² Análise realizada no Laboratório da Nutron Alimentos LTDA, SP; ³Análise de aminoácido total realizada na Evonik Industries AG Feed Additives/Animal Nutrition Services, expressos com base na matéria natural; ⁴Valores estimados a partir dos coeficientes de digestibilidade tabelados por Rostagno et al. (2011), expressos com base na matéria natural.; ⁵ Valor descrito por Rostagno et al. (2011).

As rações experimentais foram formuladas utilizando-se o programa computacional SuperCrac 5.7 Master, atendendo as exigências nutricionais das aves, de acordo com cada fase de criação, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2011), sendo isoenergéticas e isonutritivas (Tabelas 2, 3 e 4), fornecidas à vontade.

Diariamente, foram realizados registros da temperatura do ambiente e da umidade relativa do ar, às 16 horas, por meio de termo-higrômetro digital, obtendo-se médias de temperatura (T^a, em °C) e umidade relativa (UR, em %) de 30,3°C e 66,5%; 28,2°C e 81,2% e 28,5°C e 74,2%, nas fases inicial, crescimento e final, respectivamente. Também foi realizada anotação diária da mortalidade das aves, e, ao final de cada fase de criação foram feitas pesagens das aves e das sobras de rações, para realização de cálculos de desempenho: consumo de ração, peso vivo, ganho de peso e conversão alimentar, para as

diferentes fases de criação e por período total.

Tabela 2. Composição nutricional, energética e o custo das rações experimentais utilizadas na fase inicial (8-21 dias), na matéria natural

<i>Ingredientes, kg</i>	<i>Tratamentos Experimentais</i>					
	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>	<i>T6</i>
Milho Grão	57,028	57,028	58,818	45,345	45,345	47,132
Soja Farelo 45%	35,420	35,420	33,928	29,219	29,219	27,727
Farelo Algodão	0,000	0,000	0,000	15,000	15,000	15,000
Fosfato Bicálcico	1,836	1,166	1,843	1,712	1,041	1,718
Calcário	0,890	1,325	0,893	0,928	1,364	0,932
Óleo Soja	3,417	3,417	3,115	6,226	6,226	5,925
Sal comum	0,503	0,503	0,502	0,496	0,496	0,496
DL-Metionina	0,268	0,268	0,257	0,297	0,297	0,287
L-Lisina	0,213	0,213	0,220	0,305	0,305	0,311
L-Treonina	0,045	0,045	0,044	0,092	0,092	0,092
Premix Mineral ¹	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Premix Vitaminico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Inerte ³	0,020	0,240	0,000	0,020	0,240	0,000
Bac-Zin ⁴	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Fitase	0,000	0,015	0,000	0,000	0,015	0,000
Protease	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,020
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Custo das rações (R\$/kg)	0,99	0,98	0,98	1,00	0,99	0,99
<i>Composição Nutricional</i>						
EM, kcal/kg	3050	3050	3050	3050	3050	3050
PB, %	21,14	21,14	20,61	21,14	21,14	20,61
Fibra Bruta, %	2,9028	2,9028	2,8530	5,8287	5,8287	5,7789
Gordura, %	6,0296	6,0296	5,7708	8,4778	8,4778	8,2190
Ácido Linoléico, %	3,1261	3,1261	2,9860	4,5137	4,5137	4,3735
Cálcio, %	0,8990	0,8990	0,8990	0,8990	0,8990	0,8990
Fósforo Disp., %	0,4490	0,4490	0,4490	0,4490	0,4490	0,4490
Sódio, %	0,2180	0,2180	0,2180	0,2180	0,2180	0,2180
Cloro, %	0,3457	0,3457	0,3458	0,3332	0,3332	0,3332
Potássio, %	0,8079	0,8079	0,7856	0,7502	0,7502	0,7279
<i>Aminoácidos Digestíveis, %</i>						
Arginina	1,3387	1,3387	1,2974	1,4090	1,4090	1,3677
Fenilalanina	0,9655	0,9655	0,9403	0,9434	0,9434	0,9183
Fenilalanina + Tirosina	1,6273	1,6273	1,5852	1,5516	1,5516	1,5094
Histidina	0,5300	0,5300	0,5178	0,5076	0,5076	0,4953
Isoleucina	0,8283	0,8283	0,8043	0,7646	0,7646	0,7405
Leucina	1,6937	1,6937	1,6630	1,5383	1,5383	1,5076
Lisina	1,1890	1,1890	1,1593	1,1890	1,1890	1,1593
Metionina	0,5620	0,5620	0,5458	0,5789	0,5789	0,5626
Metionina + Cistina	0,8440	0,8440	0,8230	0,8440	0,8440	0,8230
Treonina	0,7537	0,7537	0,7349	0,7537	0,7537	0,7349
Triptofano	0,2326	0,2326	0,2253	0,2388	0,2388	0,2315
Valina	0,8832	0,8832	0,8607	0,8450	0,8450	0,8225

¹Níveis de garantia por quilo do produto: Fe 37.500mg; Cu 70.000mg; Mn 60.000mg; Zn 55.000mg; Se 275mg.

²Níveis de garantia do produto: Vitamina A 7.500.000UI; Vitamina D3 2.500.000UI; Vitamina E 18.000UI; Vitamina K3 1.200mg; Tiamina 1.500mg; Riboflavina 5.500mg; Piridoxina 2.000mg; Vitamina B12 12.500mcg; Niacina 35g; Pantotenato de cálcio 10g; Biotina 67mg. ³Areia lavada; ⁴Bacitracina de Zinco 15%.

Tabela 3. Composição nutricional, energética e o custo das rações experimentais utilizadas na fase de crescimento (22-33 dias), na matéria natural

<i>Ingredientes, kg</i>	<i>Tratamentos Experimentais</i>					
	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>	<i>T6</i>
Milho Grão	59,888	59,888	61,542	48,203	48,203	49,857
Soja Farelo 45%	31,811	31,811	30,432	25,610	25,610	24,231
Farelo Algodão	0,000	0,000	0,000	15,000	15,000	15,000
Fosfato Bicálcico	1,691	1,021	1,697	1,566	0,896	1,572
Calcário	0,842	1,277	0,845	0,880	1,315	0,884
Óleo Soja	4,393	4,393	4,114	7,202	7,202	6,923
Sal comum	0,478	0,478	0,478	0,472	0,472	0,472
DL-Metionina	0,245	0,245	0,235	0,275	0,275	0,264
L-Lisina	0,208	0,208	0,214	0,300	0,300	0,306
L-Treonina	0,054	0,054	0,053	0,102	0,102	0,101
Premix Mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Vitaminico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Inerte ³	0,020	0,240	0,000	0,020	0,240	0,000
Bac-Zin ⁴	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Cygro ⁵	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Fitase	0,000	0,015	0,000	0,000	0,015	0,000
Protease	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,020
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Custo das rações (R\$/kg)	0,98	0,97	0,97	0,99	0,98	0,98
<i>Composição Nutricional</i>						
EM, kcal/kg	3150	3150	3150	3150	3150	3150
PB, %	19,73	19,73	19,24	19,73	19,73	19,24
Fibra Bruta, %	2,7570	2,7570	2,7110	5,6829	5,6829	5,6369
Gordura, %	7,0389	7,0389	6,7998	9,4871	9,4871	9,2480
Ácido Linoléico, %	3,6812	3,6812	3,5517	5,0687	5,0687	4,9392
Cálcio, %	0,8370	0,8370	0,8370	0,8370	0,8370	0,8370
Fósforo Disp., %	0,4180	0,4180	0,4180	0,4180	0,4180	0,4180
Sódio, %	0,2080	0,2080	0,2080	0,2080	0,2080	0,2080
Cloro, %	0,3306	0,3306	0,3306	0,3180	0,3180	0,3181
Potássio, %	0,7498	0,7498	0,7292	0,6921	0,6921	0,6715
<i>Aminoácidos Digestíveis, %</i>						
Arginina	1,2336	1,2336	1,1954	1,3039	1,3039	1,2657
Fenilalanina	0,8992	0,8992	0,8759	0,8771	0,8771	0,8539
Fenilalanina + Tirosina	1,5161	1,5161	1,4772	1,4404	1,4404	1,4015
Histidina	0,4968	0,4968	0,4855	0,4744	0,4744	0,4630
Isoleucina	0,7665	0,7665	0,7443	0,7027	0,7027	0,6805
Leucina	1,6052	1,6052	1,5769	1,4499	1,4499	1,4215
Lisina	1,0990	1,0990	1,0720	1,0990	1,0990	1,0720
Metionina	0,5230	0,5230	0,5076	0,5399	0,5399	0,5245
Metionina + Cistina	0,7910	0,7910	0,7712	0,7910	0,7910	0,7712
Treonina	0,7140	0,7140	0,6960	0,7140	0,7140	0,6960
Triptofano	0,2141	0,2141	0,2073	0,2203	0,2203	0,2136
Valina	0,8236	0,8236	0,8027	0,7854	0,7854	0,7646

¹Níveis de garantia por quilo do produto: Fe 37.500mg; Cu 70.000mg; Mn 60.000mg; Zn 55.000mg; Se 275mg.

²Níveis de garantia do produto: Vitamina A 7.500.000UI; Vitamina D3 2.500.000UI; Vitamina E 18.000UI; Vitamina K3 1.200mg; Tiamina 1.500mg; Riboflavina 5.500mg; Piridoxina 2.000mg; Vitamina B12 12.500mcg; Niacina 35g; Pantotenato de cálcio 10g; Biotina 67mg.

³Areia lavada; ⁴Bacitracina de Zinco 15%; ⁵Monesina sódica 40%.

Tabela 4. Composição nutricional, energética e o custo das rações experimentais utilizadas na fase final (34-42 dias), na matéria natural

<i>Ingredientes, kg</i>	<i>Tratamentos Experimentais</i>					
	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>	<i>T6</i>
Milho Grão	64,422	64,422	65,971	52,736	52,736	54,286
Soja Farelo 45%	27,719	27,719	26,428	21,517	21,517	20,226
Farelo Algodão	0,000	0,000	0,000	15,000	15,000	15,000
Fosfato Bicálcico	1,538	0,868	1,544	1,414	0,744	1,420
Calcário	0,801	1,236	0,804	0,840	1,275	0,843
Óleo Soja	4,240	4,240	3,980	7,050	7,050	6,789
Sal comum	0,452	0,452	0,452	0,446	0,446	0,446
DL-Metionina	0,240	0,240	0,230	0,269	0,269	0,259
L-Lisina	0,265	0,265	0,269	0,357	0,357	0,361
L-Treonina	0,073	0,073	0,072	0,121	0,121	0,120
Premix Mineral ¹	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Premix Vitaminico ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Inerte ³	0,020	0,240	0,000	0,020	0,240	0,000
Fitase	0,000	0,015	0,000	0,000	0,015	0,000
Protease	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,020
Total	100,00	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Custo das rações (R\$/kg)	0,93	0,92	0,92	0,94	0,93	0,93
<i>Composição Nutricional</i>						
EM, kcal/kg	3200	3200	3200	3200	3200	3200
PB, %	18,31	18,31	17,85	18,31	18,31	17,85
Fibra Bruta, %	2,6141	2,6141	2,5710	5,5400	5,5400	5,4969
Gordura, %	6,9837	6,9837	6,7601	9,4320	9,4320	9,2083
Ácido Linoléico, %	3,6544	3,6544	3,5333	5,0420	5,0420	4,9209
Cálcio, %	0,7750	0,7750	0,7750	0,7750	0,7750	0,7750
Fósforo Disp., %	0,3860	0,3860	0,3860	0,3860	0,3860	0,3860
Sódio, %	0,1980	0,1980	0,1980	0,1980	0,1980	0,1980
Cloro, %	0,3157	0,3157	0,3157	0,3031	0,3031	0,3031
Potássio, %	0,6876	0,6876	0,6683	0,6299	0,6299	0,6106
<i>Aminoácidos Digestíveis, %</i>						
Arginina	1,1189	1,1189	1,0832	1,1892	1,1892	1,1535
Fenilalanina	0,8288	0,8288	0,8070	0,8068	0,8068	0,7850
Fenilalanina + Tirosina	1,3982	1,3982	1,3617	1,3225	1,3225	1,2860
Histidina	0,4623	0,4623	0,4517	0,4398	0,4398	0,4292
Isoleucina	0,6997	0,6997	0,6789	0,6359	0,6359	0,6151
Leucina	1,5174	1,5174	1,4909	1,3621	1,3621	1,3335
Lisina	1,0480	1,0480	1,0218	1,0480	1,0480	1,0218
Metionina	0,5010	0,5010	0,4862	0,5178	0,5178	0,5031
Metionina + Cistina	0,7550	0,7550	0,7361	0,7550	0,7550	0,7361
Treonina	0,6810	0,6810	0,6640	0,6810	0,6810	0,6640
Triptofano	0,1939	0,1939	0,1876	0,2001	0,2001	0,1938
Valina	0,7604	0,7604	0,7409	0,7223	0,7223	0,7028

¹Níveis de garantia por quilo do produto: Fe 37.500mg; Cu 70.000mg; Mn 60.000mg; Zn 55.000mg; Se 275mg.

²Níveis de garantia do produto: Vitamina A 7.500.000UI; Vitamina D3 2.500.000UI; Vitamina E 18.000UI; Vitamina K3 1.200mg; Tiamina 1.500mg; Riboflavina 5.500mg; Piridoxina 2.000mg; Vitamina B12 12.500mcg; Niacina 35g; Pantotenato de cálcio 10g; Biotina 67mg.

³Areia lavada.

Para avaliação do rendimento de carcaça, dos cortes e das vísceras comestíveis, no final do experimento, aos 42 dias de idade, duas aves com peso vivo médio de cada parcela foram selecionadas, identificadas, submetidas a um jejum sólido por oito horas, em seguida, pesadas individualmente e sacrificadas, seguindo os procedimentos padrões de abate (sacrifício por deslocamento cervical, sangria, escaldagem, depenagem e evisceração).

Depois de evisceradas, as carcaças isentas de cabeça, pescoço, pés e gordura abdominal, foram pesadas e colocadas em *freezer* a -15°C durante 24 horas. Foram realizadas pesagem das vísceras comestíveis (coração, fígado e moela) e da gordura abdominal, coletada da região da cloaca e aquela aderida à moela e coração, conforme Schimidt (1995). Após 24 horas, registrados o peso da carcaça fria e dos cortes: peito, coxa, sobrecoxa, asas e dorso.

Para avaliação dos parâmetros ósseos, foram retiradas as tíbias de cada ave sacrificada, formando uma amostra de quatro tíbias por parcela experimental, as quais foram identificadas e congeladas em *freezer* a -15°C , até o início das análises. Posteriormente, após descongelamento, foi realizada a desossa fazendo a limpeza dos tecidos aderentes, sem provocar injúrias na estrutura óssea a fim de serem submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 48 horas. Após secagem, foram registradas medidas de comprimento com auxílio de um paquímetro digital e pesagem das tíbias, para cálculo do índice de Seedor, o qual fornece uma estimativa da densidade óssea (quantidade de minerais por unidade de área ou volume), por meio da relação peso (mg) e comprimento (mm) do osso, segundo Seedor (1993).

As tíbias esquerdas foram enviadas a Universidade Federal do Ceará para análise de deformidade e resistência óssea, por meio de aparelho *Instron Corporation IX Automated Materials Testing System*, o qual exerce um teste de flexão à quebra no osso, medida no

mesmo ponto de quebra. As tíbias direitas foram enviadas a Universidade Federal de Viçosa, MG, para extração da gordura por tratamento com éter etílico, por oito horas, colocando-as em estufa a 105°C durante 12 horas. Em seguida, foram pesadas, moídas em moinho tipo bola e colocadas na mufla (600°C por 4 horas) para quantificação das cinzas, cálcio (Ca) e P, conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

A viabilidade econômica foi calculada para as diferentes fases de criação e por período total, avaliando-se o custo médio de arração, a renda e a margem bruta média e a rentabilidade média, segundo Lana (2000). O custo do arração foi obtido pela multiplicação do custo da ração pelo consumo, por unidade experimental na fase avaliada; a receita bruta como o custo do frango pelo peso vivo da ave; a margem bruta como a diferença entre o rendimento bruto e o gasto com o arração; e a rentabilidade como o quociente entre a margem bruta e o custo da alimentação, multiplicando-se o valor obtido por 100. Os custos de mão de obra, amortização de instalações, equipamentos e juros sobre o capital investido, por compreenderem os custos fixos, não foram contabilizados nos cálculos de rentabilidade econômica, por serem considerados iguais para todos os tratamentos experimentais.

Na Tabela 5., são apresentados os valores vigentes de venda do frango e de aquisição dos insumos da região, na época do experimento (março e abril/2011).

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância e à comparação de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o SAS (2008).

Tabela 5. Custos dos insumos utilizados na formulação das rações experimentais e do frango vivo

<i>Insumos</i>	<i>US\$/kg*</i>
Milho	0,35
Farelo de soja	0,86
Farelo de algodão	0,40
Óleo de soja	1,22
Fosfato bicálcico	1,04
Calcário	0,04
Sal comum	0,06
L-Lisina	4,63
DL-Metionina	7,44
L-Treonina	3,57
Cloreto de colina	1,98
Premix mineral	3,86
Premix vitamínico	5,19
Fitase	9,88
Protease	24,69
Frango de corte (vivo)	1,14

*Valores referentes à época do experimento (mar, abr/2011, US\$ 1,62, Fonte: www.acsp.com.br).

Resultados e Discussão

Nas fases inicial (oito a 21 dias) e de crescimento (22 aos 33 dias) dos frangos corte, verificou-se que, para todos os parâmetros zootécnicos avaliados (consumo de ração (CR), peso vivo (PV), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA)) (Tabela 6.), as dietas contendo farelo de algodão (FA) (T4, T5 e T6), não apresentaram diferenças estatísticas, mostrando-se semelhantes às dietas controles, à base de milho e farelo de soja (FS) (T1, T2 e T3), evidenciando a potencialidade do uso do FA em dietas avícolas. A não significância indica que as dietas cujos níveis nutricionais foram reduzidos por ocasião da suplementação enzimática, também foram capazes de mostrar resultados satisfatórios aos registrados com dietas contendo níveis recomendados, sem suplementação, uma vez que, nas fases supracitadas, não se constatou interferência no desempenho animal.

Tabela 6. Médias de consumo de ração (CR), peso vivo (PV), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão, observadas durante as fases inicial, crescimento, final e no período total

Parâmetros	Fases (d)	Tratamentos experimentais						CV (%)	P
		T1	T2	T3	T4	T5	T6		
CR (g)	8-21	981	982	1038	1026	994	1032	3,34	ns
	22-33	1604	1549	1621	1608	1641	1642	4,02	ns
	34-42	1453 ^{ab}	1395 ^b	1475 ^{ab}	1470 ^{ab}	1529 ^a	1538 ^a	4,33	0,019
	8-42	4038 ^{ab}	3925 ^b	4134 ^{ab}	4104 ^{ab}	4163 ^{ab}	4212 ^a	3,32	0,038
PV (g)	8	159,04	159,36	159,46	159,54	159,32	159,50	0,24	ns
	21	865,20	855,60	859,60	879,00	830,40	877,00	2,96	ns
	33	1811,54	1781,30	1844,36	1810,00	1817,44	1841,36	3,24	ns
	42	2489,48	2430,64	2510,78	2580,88	2586,24	2676,10	3,26	ns
GP (g)	8-21	706,20	668,68	697,32	719,50	657,34	711,00	5,08	ns
	22-33	946,32	925,70	984,94	930,92	998,15	964,88	5,13	ns
	34-42	682,86 ^{ab}	620,02 ^b	696,16 ^{ab}	741,36 ^a	768,78 ^a	735,40 ^{ab}	8,76	0,013
	8-42	2335,36 ^{ab}	2214,40 ^b	2378,40 ^{ab}	2391,80 ^{ab}	2424,30 ^a	2411,22 ^a	4,13	0,025
CA (g/g)	8-21	1,39	1,48	1,49	1,43	1,51	1,47	5,82	ns
	22-33	1,70	1,63	1,65	1,73	1,65	1,70	4,80	ns
	34-42	2,14	2,28	2,12	2,00	1,99	2,09	7,72	ns
	8-42	1,74	1,79	1,75	1,72	1,75	1,76	3,60	ns

CV= coeficiente de variação. P = probabilidade. *= significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0.05$). ns = não significativo. T1 - Ração referência sem enzimas; T2 - ração referência com fitase; T3 - ração referência com protease; T4 - ração referência + 15% do farelo de algodão sem enzimas; T5 - ração referência + 15% do farelo de algodão com fitase; T6 - ração referência + 15% do farelo de algodão com protease. As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Gamboa et al. (2001) ao utilizarem níveis de 7, 14 e 21% de inclusão de FA nas dietas de frangos em todas as fases de criação, bem como, Elangovan et al. (2006) usando 10% de FA nas fases inicial e total de criação de frangos, não constataram efeitos dos tratamentos experimentais sobre a CA.

Mushtaq et al. (2008) incluíram 20% de FA suplementado com três níveis de lisina sintética (0,8; 0,9 e 1%) com ou adição de enzimas (xilanase e glucanase, 0,50g/kg) em dietas para frangos de corte, na fase de um a 21 dias de idade, verificaram que a suplementação não proporcionou efeito no desempenho das aves. Ao avaliar o desempenho de frangos de corte de um a 35 dias de idade, alimentados com ração contendo 15% de FS e 5% de FA, com ou sem adição enzimática (xilanase, β -glucanase e celulase, 500g/t), Aftab (2009) verificou que os índices produtivos foram semelhantes à dieta controle e que a suplementação com enzimas não exerceu qualquer efeito sobre eles, o que atribuiu ao elevado teor de xilose solúvel da dieta (0,55%).

Somente na fase final, e no período total, de criação de frangos de corte, é que foram observados efeitos significativos da inclusão do FA suplementado ou não com enzimas sobre os parâmetros zootécnicos, apenas para as variáveis CR e GP.

Quanto ao CR (Tabela 6.), constatou-se que, as dietas contendo enzimas (T2, T3, T5 e T6), formuladas com níveis nutricionais reduzidos, apresentaram resultados semelhantes às dietas controles sem suplementação, com (T4) ou sem FA (T1). Apenas o tratamento controle com fitase (T2) apresentou menor CR, na fase final (1.395 g) e total (3.925 g), diferindo-se estatisticamente em relação aqueles contendo FA com enzimas (T5 com 1.529 g e T6 com 1.538 g) na fase final, e com protease (T6 com 4.212 g), no período total.

De forma geral, constatou-se que aves alimentadas com dietas contendo FA apresentaram aumento médio no CR em 71 e 128 g, na fase final e período total, respectivamente, em comparação àquelas alimentadas com rações tradicionais à base de milho e FS. Durante o período experimental, verificou-se boa aceitação das rações que continham FA pelos frangos. Dessa forma, o aumento no CR pode estar associado ao maior conteúdo fibroso das dietas contendo FA, quanto ao atendimento das necessidades nutricionais das aves. De acordo com Bráz (2010), o fornecimento *ad libitum* de dietas com volumosos normalmente provoca um aumento no CR para compensar a diluição calórica da dieta; uma vez que, o valor energético do FA é inferior ao do FS (Souza, 2003) e inversamente proporcional ao conteúdo fibroso deste ingrediente (Nagalaskshmi et al., 2007). Além disso, também pode ser atribuído a menor digestibilidade e biodisponibilidade dos aminoácidos do FA (Santos, 2006) em relação aos encontrados no FS (Nagalaskshmi et al., 2007).

Aumentos no CR de frangos de corte de um aos 35 dias de idade consumindo rações contendo FA suplementadas com enzimas (xilanase, β -carboidrase e celulase, 500g/t)

também foram registrados por Aftab (2009). Diferentemente de Santos (2006) que não verificou efeito do FA sobre o CR e GP.

Na fase final e no período total, verificou-se que, as aves alimentadas com dietas que tiveram seus níveis nutricionais reestabelecidos pela adição das enzimas (T2, T3, T5 e T6), apresentaram GP semelhantes aos obtidos por frangos submetidos aos tratamentos-controle, contendo (T4) ou não FA (T1) (Tabela 6.), evidenciando o efeito da suplementação enzimática pelo método *specified dow*, quanto à liberação de nutrientes. Também foi observado que, em ambos os períodos, a suplementação das dietas contendo FA com fitase (T5) foi superior no GP em relação à ração controle suplementada com a mesma enzima (T2), reflexo do baixo CR verificado nesse tratamento.

Dietas contendo FA com adição de enzimas (T5 e T6), bem como aquela sem suplementação (T4) proporcionaram GP idêntico estatisticamente, aquele obtido com a ração controle tradicional sem suplementação (T1), resultado que permite potencializar o uso deste ingrediente em dietas avícolas.

No geral, o GP médio das aves alimentadas com FA, na fase final e no período total, foram de 748,51 g e 2.409 g em relação aos 666,35 g e 2.309 g, respectivamente, registrados com as dietas controles à base de milho e FS, diferenças de 82,16 g e 100 g, nas respectivas fases avaliadas.

Ainda são incipientes os artigos publicados com o uso de enzimas em dietas utilizando o FA como alimento alternativo para aves, apesar de existir uma grande variedade de estudos avaliando apenas o uso deste ingrediente em ensaios experimentais com frangos de corte.

Neste sentido, vários autores como Henry et al. (2001), Watkins et al. (2002), Azman e Ylmaz (2005), Elangovan et al. (2006), Ojewala et al. (2006), Pimentel et al. (2007), Adeyeme & Longe (2007) e Carvalho et al. (2010) utilizando o FA em dietas para frangos

de corte, não verificaram interferência deste ingrediente no desempenho zootécnico desses animais.

A qualidade do frango de corte, na moderna nutrição avícola, além do fator desempenho, está direcionada a maximização dos rendimentos de cortes nobres e a redução da gordura da carcaça, atributos cada vez mais exigidos pelos consumidores (Beterchini, 2006).

Nos dados relacionados às características de carcaça, cortes comerciais e vísceras de frangos de corte alimentados com FA com ou sem enzimas, mostrados na Tabela 7., pode-se observar que, para todos os itens avaliados, expressos em valores absolutos ou relativos, a inclusão de enzimas nas dietas contendo FA, não afetou os parâmetros avaliados, mostrando resultados equivalentes às dietas referências.

Tabela 7. Médias do peso absoluto e rendimento da carcaça, de cortes comerciais, das vísceras comestíveis e da gordura abdominal de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão aos 42 dias de idade

Parâmetros	Tratamentos Experimentais						CV (%)	P
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Valores absolutos (g)								
Peso vivo em Jejum	2469	2399	2493	2554	2530	2543	3,44	ns
Carcaça quente	1843	1825	1891	1933	1894	1923	4,09	ns
Carcaça fria	1824	1804	1871	1916	1881	1906	4,12	ns
Peito	652	643	658	669	655	684	5,57	ns
Coxa	232	231	240	246	239	250	4,65	ns
Sobrecoxa	286	281	295	297	294	286	9,81	ns
Asa	207	206	211	212	213	220	5,01	ns
Dorso	393	391	406	430	403	420	5,99	ns
Fígado	43	42	44	42	41	39	14,99	ns
Coração	9	8	8	8	9	8	14,91	ns
Moela	28	27	27	31	31	30	9,49	ns
Gordura abdominal	55	53	62	61	52	59	15,86	ns
Valores relativos (%)								
Carcaça quente ¹	74,59	76,05	75,86	75,66	74,84	75,62	1,59	ns
Carcaça fria ¹	73,81	75,20	75,04	75,00	74,32	74,95	1,65	ns
Peito ²	35,32	35,25	34,76	34,64	34,58	35,55	3,38	ns
Coração ²	0,47	0,42	0,43	0,40	0,45	0,45	13,06	ns
Coxa ²	12,61	12,45	12,68	12,75	12,62	12,98	5,27	ns
Sobrecoxa ²	15,49	15,33	15,60	15,30	15,55	14,83	8,09	ns
Asa ²	11,23	11,28	11,12	10,94	11,26	11,46	5,99	ns
Dorso ²	21,32	21,44	21,46	22,25	21,24	21,83	4,95	ns
Fígado ²	2,35	2,25	2,31	2,16	2,17	2,00	14,70	ns
Moela ²	1,50	1,46	1,42	1,63	1,61	1,55	10,65	ns
Gordura abdominal ²	2,99	2,87	3,28	3,1	2,76	3,04	14,75	ns

¹em relação ao PV em jejum. ²em relação ao peso da carcaça quente. CV= coeficiente de variação. P = probabilidade. ns = não significativo.

Assim, o FA mostra-se um ingrediente substituto aos alimentos tradicionalmente usados nas rações avícolas, como o milho e o FS, bem como ressalta a eficiência das enzimas em reestabelecer os níveis nutricionais de dietas cujos níveis nutricionais foram reduzidos. Apesar de não diferir estatisticamente, observaram-se maiores pesos vivos em jejum e no rendimento de peito de aves alimentadas com FA, quando expressos em valores absolutos.

Autores como Carvalho et al. (2010), Elangovan et al. (2006), Pimentel et al. (2007), trabalhando com FA, também não verificaram influência deste alimento na avaliação de carcaça, cortes e vísceras de frangos de corte industrial.

Adeyeme & Longe (2007) avaliando apenas as características de carcaças, constataram que inclusão de até 19,5% de FA, mostrou resultados de peso vivo, peso depenado e peso da carcaça, idênticos à dieta controle.

Já Watkins et al. (2002) averiguaram redução nos pesos da carcaça e da gordura total e abdominal, mas não para rendimento de peito, sobrecoxa e asa, com inclusão de 30% de FA. Também não foram detectadas efeito da alimentação com FA sobre o dorso e peito de frangos de corte, avaliados por Sterling et al. (2002), mas sim no peso de carcaça fria, filé e gordura abdominal. Já Holanda (2011) ao utilizar nível de 10,67% de FA nas rações para frangos caipiras, não constatou diferenças quanto às vísceras comestíveis, mas decréscimo no rendimento de carcaça, peito e sobrecoxa, além de aumento na gordura abdominal.

Já Sartori et al. (2007) ao avaliarem os efeitos da inclusão de enzima (amilase, lipase, protease, e pectinase, 200 g/t) associada a simbiótico comercial (2 kg/ton) em rações convencionais de frangos de corte aos 42 dias sobre rendimento de cortes não verificaram influência do aditivo no rendimento de carcaça, cortes e gordura abdominal. Da mesma forma, Cardoso et al. (2011) também não constataram alterações no rendimento de carcaça e de seus cortes, ao estudarem os efeitos da suplementação individual de uma enzima (α -

amilase, 300 g/ton) ou associada ao um complexo enzimático (α -galactosidase, galactomananase, xilanase e β -glucanase, 200 g/ton) em dietas convencionais para frangos.

Os resultados das características ósseas de frangos de corte aos 42 dias de idade são apresentados na Tabela 8., onde se pode observar que, para todos os parâmetros avaliados, não houve diferença significativa entre os tratamentos, mostrando não haver comprometimento no desenvolvimento ósseo dos frangos, mesmo reduzindo-se o nível de P das dietas suplementadas com fitase (T2 e T5) em relação a dieta controle.

Tabela 8. Médias dos parâmetros ósseos determinados na tíbia de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de algodão aos 42 dias de idade

Parâmetros	Tratamentos Experimentais						CV (%)	P
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Peso do osso (g)	6,40	6,55	6,45	6,75	6,95	6,80	5,96	ns
Comp. osso (mm)	95,76	94,30	94,24	94,34	94,46	95,58	1,91	ns
Índice Seedor (g/mm)	66,86	69,45	68,46	71,52	72,01	71,15	5,24	ns
Resistência óssea (kgf/cm ²)	17,42	16,26	18,39	18,98	19,55	15,55	31,21	ns
Cinzas ¹ (%)	64,00	63,17	63,89	65,67	64,79	65,22	8,26	ns
Fósforo ¹ (g)	0,284	0,280	0,281	0,239	0,262	0,271	12,61	ns
Fósforo ¹ (%)	10,84	10,84	11,22	11,03	10,88	11,08	9,29	ns
Cálcio ¹ (g)	0,433	0,446	0,456	0,420	0,415	0,450	12,89	ns
Cálcio ¹ (%)	17,84	17,98	18,61	19,54	16,76	19,06	12,04	ns
Ca:P	1,59	1,59	1,63	1,76	1,57	1,67	10,91	ns

¹em relação ao conteúdo de cinzas na matéria seca desengordurada. CV= coeficiente de variação. P = probabilidade. ns = não significativo.

Apesar de não diferir estatisticamente, percebeu-se que as aves submetidas aos tratamentos com fitase tiveram tendência ao maior peso da tíbia (T2 com 6,55 g e 6,95 g para T5), índice de Seedor (T2 com 69,45 g/mm e 94,46 g/mm para T5) e resistência óssea da dieta contendo FA e fitase (T5 com 19,55 kgf/cm²). O tratamento controle com fitase (T2) mostrou menor resistência óssea em relação às dietas tradicionais com valor de 16,26 kgf/cm², o que pode ter sido ocasionada em função do menor CR pelas aves, trazendo reflexos nos teores dos minerais.

A quantidade de P e Ca nas cinzas ósseas foi de 28 e 17%, respectivamente, com relação Ca:P de 1,65, valores próximos aos relatados na literatura (2:1).

Pereira (2010) não detectou efeito do consumo de P suplementar nas características ósseas, índice de Seedor, resistência óssea e percentagem de cinzas ósseas na tíbia de

frangos de corte. Da mesma forma, Meneghetti (2009) não verificou efeito da inclusão de fitase (4.500 FTU/kg) sobre os teores de P e matéria mineral das tíbias de frangos de corte de um aos 35 dias de idade. Laurentiz et al. (2007) também relataram não ter havido interação entre enzima (0; 500 e 1000 ftu/kg) e nível de P (0,21; 0,17 e 0,13%) sobre a concentração de minerais e P total nas tíbias de frangos de corte, aos 42 dias de idade.

Analisando o peso e comprimento de tíbias de frangos, com 42 dias de idade, alimentados com dietas com 0,29; 0,25 e 0,21% de P não-fítico, suplementados ou não com três diferentes níveis de fitase (0; 500 e 1000 U), Oliveira et al. (2009) verificaram que os resultados obtidos foram semelhantes aos da dieta controle. E Leal et al. (2011) que também não observaram prejuízos na mineralização de ossos de frangos de corte, nas fases: inicial, crescimento e final, alimentados com dietas à base de milho e FS, com níveis reduzidos de P de 0,22%, 0,19% e 0,16%, suplementadas ou não com fitase (30 e 60 g/ton).

Já Vieira et al. (2007) avaliando a deposição de P e cinzas na tíbia de frangos de corte, de um a 42 dias de idade, submetidos a dietas contendo quantidades crescentes de farelo de arroz integral (3,5; 7,5; 10,5 e 14%), suplementados com fitase (750 FTU), constataram que a suplementação não afetou o peso e a concentração de minerais nos ossos, mas que houve diminuição na deposição de P na tíbia de frangos de corte, ao longo das fases. Diferentemente do observado por Cardoso Júnior et al. (2010) que registraram comprometimento no conteúdo de cinzas nos ossos de frangos de corte (oito a 35 dias) alimentados com dietas suplementadas com 500 FTU/kg de fitase contendo níveis reduzidos de Ca (0,85; 0,75; 0,65 e 0,55%) e Pd (0,375; 0,325 e 0,275%).

Por meio da avaliação econômica da produção avícola permite-se o conhecimento dos custos e receitas, possibilitando ao avicultor contabilizar a viabilidade de seu

empreendimento. Neste sentido, os dados referentes à análise econômica da produção de frangos de corte alimentados com FA são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Valores médios da renda bruta (RB), custo do arraçamento (CA), margem bruta (MB) e rentabilidade (RT), referente à análise econômica das dietas experimentais do ensaio de desempenho com frangos de corte nas fases inicial, crescimento, final e total

Parâmetros/Fases	Tratamentos experimentais						CV (%)	P
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Inicial (oito a 21 dias)								
Renda bruta (R\$/ave)	1,60 ^{ab}	1,58 ^{ab}	1,56 ^{ab}	1,62 ^a	1,54 ^b	1,62 ^a	2,81	0,027
Custo arraçamento (R\$/ave)	0,97	0,96	1,02	1,02	0,98	1,02	3,34	ns
Margem bruta (R\$/ave)	0,63 ^a	0,62 ^{ab}	0,55 ^b	0,60 ^{ab}	0,55 ^b	0,60 ^{ab}	5,55	0,009
Rentabilidade (%)	64,84 ^a	64,64 ^a	53,93 ^b	58,49 ^{ab}	56,25 ^{ab}	58,77 ^{ab}	6,67	0,005
Crescimento (22 a 33 dias)								
Renda bruta (R\$/ave)	3,35	3,30	3,41	3,35	3,36	3,41	3,24	ns
Custo arraçamento (R\$/ave)	1,57	1,50	1,56	1,59	1,61	1,59	4,03	ns
Margem bruta (R\$/ave)	1,78	1,79	1,86	1,77	1,75	1,81	3,84	ns
Rentabilidade (%)	113,35 ^{ab}	119,38 ^a	119,29 ^a	110,58 ^{ab}	109,13 ^b	113,95 ^{ab}	4,38	0,013
Final (34 a 42 dias)								
Renda bruta (R\$/ave)	4,61	4,50	4,65	4,77	4,78	4,77	3,36	ns
Custo arraçamento (R\$/ave)	1,35 ^{ab}	1,28 ^b	1,36 ^{ab}	1,38 ^{ab}	1,42 ^a	1,43 ^a	4,33	0,008
Margem bruta (R\$/ave)	3,25	3,21	3,29	3,39	3,36	3,33	3,76	ns
Rentabilidade (%)	240,39	250,65	242,75	245,95	236,61	233,15	4,90	ns
Total (oito a 42 dias)								
Renda bruta (R\$/ave)	9,56	9,38	9,62	9,75	9,66	9,80	2,74	ns
Custo arraçamento (R\$/ave)	3,76 ^b	3,76 ^{ab}	3,94 ^{ab}	4,01 ^{ab}	4,02 ^a	4,06 ^a	3,33	0,016
Margem bruta (R\$/ave)	5,65	5,62	5,68	5,74	5,66	5,74	3,51	ns
Rentabilidade (%)	144,98	149,74	144,22	143,39	140,69	141,36	4,14	ns

CV= coeficiente de variação. P = probabilidade. ns = não significativo

Na fase inicial de criação, observou-se que o rendimento bruto (RB), variável que representa o total arrecadado da produção, obtido com as dietas contendo FA, foi estatisticamente semelhante às dietas controles, apresentando mesmos faturamentos. Embora, observado que, apenas entre as dietas com farelo, a suplementação com fitase (T5) promoveu menor rendimento (R\$ 1,54), em função do baixo PV das aves. O custo com o arraçamento (CA), ao valor médio de R\$ 1,00, não diferiu estatisticamente entre os tratamentos. Para a variável margem bruta (MB) verificou-se que as dietas contendo FA suplementadas com enzimas mostraram comportamento semelhante à dieta controle, formulada com níveis nutricionais recomendados, sem enzimas. Quanto à rentabilidade (RT), observou-se que a inclusão do FA não se diferenciou das dietas controles à base de milho e FS e que a suplementação enzimática possibilitou restaurar os níveis nutricionais dessas dietas, o que potencializa o uso deste ingrediente e dos aditivos em dietas avícolas.

Na fase de crescimento, diferenças estatísticas somente foram detectadas no parâmetro RT, onde a dieta contendo FA com fitase mostrou-se inferior aquela à base de milho e FS suplementada com fitase, apesar de não diferir do tratamento controle sem enzima contendo ou não FA.

Na fase final, apenas o CA sofreu interferência dos tratamentos experimentais, verificando-se que as dietas suplementadas com enzimas contendo ou FA mostraram mesmo comportamento das dietas controles sem suplementação. A RB, MB e a RT não diferiram entre os tratamentos avaliados.

Já na avaliação do período total, apenas o CA mostrou ser influenciado pelos tratamentos. As dietas contendo FA suplementadas com enzimas apresentaram maiores CA em relação a controle milho-soja sem enzima, efeito atribuído ao maior conteúdo de óleo usado nas rações com FA e aos custos dos aditivos usados. Contudo, as dietas suplementadas com enzimas, independentemente da inclusão do FA, mostraram-se similares a dietas controles. A RB, MB e a RT não diferiram entre os tratamentos avaliados, o que sinaliza o retorno do capital investido.

Em suma, verificou-se que a utilização do FA mostrou sua potencialidade como possível substituto a ingredientes tradicionalmente usados em rações para frangos de corte e que a suplementação enzimática das dietas, cujos níveis nutricionais foram reduzidos por ocasião da formulação, mostrou-se eficiente na liberação de nutrientes, obtendo-se resultados semelhantes àquela sem suplementação.

Souza (2003) relata que, em situações práticas, a utilização do FA somente se torna viável economicamente nas rações de aves, quando seu preço representar 45% ou menos do preço do FS usado. Nesse estudo, o FA utilizado apresentou custo de 45,71% em relação ao preço do FS, valor de lucratividade bem próximo ao descrito pelo autor supracitado.

Pesquisas têm relatado que uso de enzimas por meio da formulação *specified dow*, ao se considerar matrizes nutricionais corretas, reduções nos custos das rações podem ser obtidas (Adeola & Cowieson, 2011), mesmo quando incluso o custo da enzima (Soto-Salanova, 1996). Assim, os dados registrados nesse trabalho revelaram resultados que ratificam essas informações, mostrando viabilidade econômica da produção de frangos de corte com o uso de alimento alternativo e da suplementação enzimática.

Realizando avaliação econômica de dietas contendo FA, Ojewala et al. (2006) ao avaliarem este ingrediente suplementado com ferro em rações para frangos de corte de três a oito semanas de idade, sobre a rentabilidade da produção, constataram que o nível máximo de inclusão (29%) mostrou-se o mais econômico, podendo ser totalmente substituído pelo FS.

Já Holanda (2011) experimentando cinco níveis de FA (0; 25; 50; 75 e 100%) em substituição a PB do FS em frangos de corte caipiras Label Rouge dos 14 aos 84 dias de idade, verificou que níveis de até 42,93% não causam prejuízos econômicos à produção.

Na avaliação econômica de dietas tradicionais suplementadas com carboidrases em dietas com redução de 35 e 70 kcal/kg nas fases inicial e crescimento+final, respectivamente, para frangos de corte, Botelho et al. (2011), verificaram que a viabilidade econômica não foi alterada.

Conclusões

A inclusão de 15% do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática não compromete os índices produtivos, parâmetros de carcaças, ósseos e econômicos de frangos de corte, proporcionando resultados semelhantes à dieta controle, à base de milho e farelo de soja, com nível nutricional recomendado, o que evidencia o efeito benéfico da inclusão destes aditivos na liberação de nutrientes.

Referências

- ADEOLA, O.; COWIESON, A.J. Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. **Journal of Animal Science**, v.89, n.10, p.3189-3218, 2011.
- ADEYEMO, G.O.; LONGE, O.G. Effects of graded levels of cottonseed cake on performance, haematological and carcass characteristics of broilers fed from day old to 8 weeks of age. **African Journal of Biotechnology**, v.6, n.8, p.1064-1071, 2007.
- AFTAB, U. Utilization of alternative protein meals with or without multiple-enzyme supplementation in broilers fed low-energy diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.18, n.2, p.292–296, 2009.
- AMERICAN OIL CHEMICAL SOCIETY - AOCS. **Official methods and recommended practices of the American oil chemists society**. 6ed., Washington, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS – ABEF. **Relatório Anual**. 2010/2011.
- AZMAN, M.A.; YILMAZ, M. The Growth Performance of Broiler Chicks Fed with Diets Containig Cottonseed Meal Supplemented with Lysine. **Revue de Medecine Veterinaire**, v.2, n.156, p.104-106, 2005.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301p.
- BOTELHO, L.F.R.; CARDOSO, D.M., MACIEL, M.P. et al. Fator de produção e viabilidade econômica da utilização de complexo enzimático em rações para frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48, 2011. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2011]. (CD-ROM)
- BRAZ, N.M. **Níveis de fibra na ração de crescimento e seus efeitos no desempenho de duas linhagens de poedeiras nas fases de crescimento e postura**. Fortaleza, 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará. 2010.
- CARDOSO JÚNIOR, A.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G. et al. Levels of available phosphorus and calcium for broilers from 8 to 35 days of age fed rations containing phytase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1237-1245, 2010.
- CARDOSO, D.M; MACIEL, M.P.; SILVA, D.P. et al. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de zootecnia**, v.60, n.229, p.1-12, 2011.
- CARVALHO, C.B.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; RABELLO, C.B.V. et al. Avaliação nutricional do farelo de algodão de alta energia no desempenho produtivo e características de carcaças de frangos de corte. **Revista Ciência Rural**, v.40, n.5, p.1166-1172, 2010.

- CECCANTINI, M.; LIMA, G. Minimizando as perdas com a alta dos custos: como a tecnologia em nutrição pode ajudar. **Revista Produção Animal Avicultura**, n.17, ano II, Setembro, 2008.
- COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; LIMA, R.C. Scientific progress in the production of monogastric in the first decade of the twenty-first century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.288-302, 2010 (supl. especial).
- ELANGOVAN, A.V.; TYAGI, P. K.; SHRIVASTAV, A.K. et al. GMO (Bt-Cry1Ac gene) cottonseed meal is similar to non-GMO low free gossypol cottonseed meal for growth performance of broiler chickens. **Animal Feed Science Technology**, v.129, n.3-4, p.252-263, 2006.
- GAMBOA, D.A.; CALHOUN, M.C., KUHLMANN, S.W. et al. Use of expander cottonseed meal in broiler diets formulated on a digestible amino acid basis. **Poultry Science**, v.80, n.6, p.789-794, 2001.
- HENRY, M.H.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. et al. The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal supplemented with lysine. **Poultry Science**, v.80, n.6, p.762-768, 2001.
- HOLANDA, M.A.C. **Utilização de farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em dietas de frangos caipiras**. Recife, 115p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2011.
- LANA, G.R.Q. **Avicultura**. Recife: Livraria e Editora Rural Ltda. 2000. 268 p.
- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S et al. Efeito da adição da enzima fitase em rações para frangos de corte com redução dos níveis de fósforo nas diferentes fases de criação. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.2, p.207-216, 2007.
- LEAL, P.C.; OLIVEIRA, C.E.C.; BUENO, I.J.M. et al. Fitase em dietas de frangos e seu efeito sobre desempenho e mineralização óssea. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 29, 2011. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, [2011]. (CD-ROM).
- MARSIGLIO, B.N. **Utilização do caroço do algodão na nutrição animal x gossipol**. Nov, 2010. Disponível em: <<http://gadoleiteiro.iepec.com/noticia/utilizacao-de-farelo-de-algodao-na-nutricao-animal-x-gossipol>>. Acesso em: 10/10/2011.
- MENEGHETTI, C. **Uso de altos níveis de fitase em rações para frangos de corte**. 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, MG. 2009. 60p.
- MUSHTAQ, T.; SARWAR, M.; AHMAD, G. et al. Influence of pre-press solvent-extracted cottonseed meal supplemented with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility, carcass and immunity responses of broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.93, n.3, p.253-262, 2008.

- NAGALAKSHMI, D.; RAO, S.V.R.; PANDA, A.K. et al. Cottonseed meal in diets poultry: a review. **Journal Poultry Science**, v.44, n.2, p.119-134, 2007.
- OJEWOLA, G.S.; UKACHUKWU, S.N; OKULONYE, E.I. Cottonseed meal as substitute for soyabean meal in broiler ration. **International Journal of Poultry Sciences**, v.5, n.4, p.360-364. 2006.
- OLIVEIRA, M.C.; SILVA, D.; LOCH, F.C. et al. Efeito de níveis de fósforo não-fítico e de fitase sobre a tibia de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v.14, n.1, p.49-56, 2009.
- PIMENTEL, A.C.S.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; LUDKE, M.C.M.M. et al. Substituição parcial do milho e farelo de soja por sorgo e farelo de caroço de algodão extrusado em rações de frangos de corte. **Acta Science Animal Science**, v.29, n.2, p.135-141, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 252p. 2011.
- SANTOS, A.P.S.F. **Efeito da substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão sobre o desempenho e avaliação de carcaça em frangos de corte**. Recife, 2006. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia): Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2006.
- SARTORI, J.R.; PEREIRA, K.A.; GONÇALVES, J.C. et al. Enzima e simbiótico para frangos criados nos sistemas convencional e alternativo. **Revista Ciência Rural**, v.37, n.1, jan-fev, 2007.
- SCHIMDT, G. S.; CUSTÓDIO, R. W. S. Peso corporal, linhagem, sexo, rendimento de carcaça e deposição de gordura abdominal em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA DA APINCO, Curitiba, 1995, **Anais...** Campina: FACTA, 1995. p. 245-246.
- SEEDOR, J.G. The biophosphanate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, Washington, v.4, p.265-270, 1993.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SOTO-SALANOVA, M. The use of enzymes to improve the nutritional value of corn soy diets for poultry and swine, Campinas, SP. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas, SP, **Anais...** Campinas: CBNA, 1996. p.1-13.
- SOUZA, A.V.C. 2003. **Utilização de farelo de algodão para suínos e aves**. Disponível em: <http://www.polinutri.com.br/conteudo_dicas_janeiro_03.htm>. Acesso em: 10/10/2011.
- SAS. **Statistical Analysis Systems**, version 9, 1.ed, Cary: Institute Inc., North Carolina, USA, 2008.

- STERLING, K.G.; COSTA, E.F.; HENRY, M.H. et al. Responses of broiler chickens to cottonseed and soybean meal based diets at several protein levels. **Poultry Science**, v.81, n.2, p.217-226, 2002.
- VIEIRA, A.R.; RABELLO, C.B.V.; LUDKE, M.C.M.M. et al. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.29, n.3, p.267-275, 2007.
- WATKINS, S.E.; SALEH, E.A.; WALDROUP, P.W. Redution in dietary nutrient density aids in utilization of high protein cottonseed meal in broiler diets. **International Journal of Poultry Sciences**, v.1, n.4, p.53-58, 2002.

ANEXOS

(Normas para publicação da Revista Brasileira de Zootecnia)

Normas para preparação de trabalhos científicos para publicação na Revista Brasileira de Zootecnia

Instruções gerais

A RBZ publica artigos científicos originais nas áreas de Aquicultura; Forragicultura; Melhoramento, Genética e Reprodução; Ruminantes; Não-Ruminantes; e Sistemas de Produção Animal e Agronegócio.

O envio dos manuscritos é feito exclusivamente pelo *site* da SBZ (<http://www.sbz.org.br>), menu Revista (<http://www.revista.sbz.org.br>), juntamente com o termo de compromisso, conforme instruções no link "Submissão de manuscritos".

O texto deve ser elaborado segundo as normas da RBZ e orientações disponíveis no link "Instruções aos autores".

O pagamento da taxa de tramitação (pré-requisito para emissão do número de protocolo), no valor de R\$ 50,00 (cinquenta reais), deve ser realizado por meio de boleto bancário ou cartão de crédito, conforme instruções no *site* da SBZ (<http://www.sbz.org.br>), link "Pagamentos".

A taxa de publicação para **2012** é diferenciada para associados e não-associados da SBZ. Considerando-se artigos completos, para associados, a taxa é de R\$ 150,00 (até 8 páginas no formato final) e R\$ 55,00 para cada página excedente. Uma vez aprovado o manuscrito, todos os autores devem estar em dia com a anuidade da SBZ do ano corrente, exceto coautores que não militam na área, desde que não sejam o primeiro autor e que não publiquem mais de um artigo no ano corrente (reincidência). Para não-associados, serão cobrados R\$ 120,00 por página (até 8 páginas no formato final) e R\$ 235,00 para cada página excedente.

Idioma: inglês.

São aceitas somente submissões de manuscritos em inglês (tanto no inglês norte-americano como no inglês britânico). Constitui prerrogativa do corpo editorial da RBZ solicitar aos autores a revisão de sua tradução ou o cancelamento da tramitação do manuscrito, mesmo após seu aceite técnico-científico, quando a versão em língua inglesa apresentar limitações ortográficas ou gramaticais que comprometam seu correto entendimento.

Tipos de Artigos

Artigo completo: constitui o relato completo de

um trabalho experimental. O texto deve representar processo de investigação científica coeso e propiciar seu entendimento, com explanação coerente das informações apresentadas.

Comunicação: constitui relato sucinto de resultados finais de um trabalho experimental, os quais possuem plenas justificativas para publicação, embora com volume de informações insuficiente para constituir artigo completo. Os resultados utilizados como base para a feitura da comunicação não poderão ser posteriormente utilizados parcial ou totalmente para apresentação de artigo completo.

Nota técnica: constitui relato de avaliação ou proposição de método, procedimento ou técnica que apresenta associação com o escopo da RBZ. Quando possível, a nota técnica deve apresentar as vantagens e desvantagens do novo método, procedimento ou técnica proposto, bem como sua comparação com aqueles previamente ou atualmente utilizados. Deve apresentar o devido rigor científico na análise, comparação e discussão dos resultados.

Revisão: constitui abordagem do estado da arte ou visão crítica de assuntos de interesse e relevância para a comunidade científica. Somente poderá ser submetida a convite do corpo editorial da RBZ.

Editorial: constitui abordagem para esclarecimento e estabelecimento de diretrizes técnicas e/ou filosóficas para estruturação e feitura de artigos a ser submetidos e avaliados pela RBZ. Será redigida por ou a convite do corpo editorial da RBZ.

Estrutura do artigo (artigo completo)

O artigo deve ser dividido em seções com título centralizado, em negrito, na seguinte ordem: Abstract, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgments (opcional) e References.

Não são aceitos subtítulos. Os parágrafos devem iniciar a 1,0 cm da margem esquerda.

Formatação de texto

O texto deve ser digitado em fonte Times New Roman 12, espaço duplo (exceto Abstract e Tabelas, que devem ser elaborados em espaço 1,5), margens superior, inferior, esquerda e direita

de 2,5; 2,5; 3,5; e 2,5 cm, respectivamente.

O manuscrito pode conter até 25 páginas. As linhas devem ser numeradas da seguinte forma: Menu ARQUIVO/ CONFIGURAR PÁGINA/LAYOUT/NÚMEROS DE LINHA.../ NUMERAR LINHAS (numeração contínua) e a paginação deve ser contínua, em algarismos arábicos, centralizada no rodapé.

O arquivo deverá ser enviado utilizando a extensão .doc. Não enviar arquivos nos formatos pdf, docx, zip ou rar. Manuscritos com número de páginas superior a 25 (acatando-se o máximo de 30 páginas) poderão ser submetidos acompanhados de carta encaminhada ao Editor-chefe contendo justificativa para o número de páginas excedentes. Em caso de aceite da justificativa, a tramitação ocorrerá normalmente e, uma vez aprovado o manuscrito, os autores deverão arcar com o custo adicional de publicação por páginas excedentes. Caso não haja concordância com a justificativa por parte do Editor-chefe, o manuscrito será reencaminhado aos autores para adequação às normas, a qual deverá ser realizada no prazo máximo de 30 dias. Em caso do não-recebimento da versão neste prazo, proceder-se-á ao cancelamento da tramitação (não haverá devolução da taxa de tramitação).

Título

Deve ser preciso, sucinto e informativo, com 20 palavras no máximo. Digitá-lo em negrito e centralizado, segundo o exemplo: **Valor nutritivo da cana-de-açúcar para bovinos**. Deve apresentar chamada de rodapé “1” somente quando a pesquisa foi financiada. Não citar “parte da tese...”

Autores

A RBZ permite até **oito autores**. A primeira letra de cada nome/sobrenome deve ser maiúscula (Ex.: Anacleto José Benevenuto). Não listá-los apenas com as iniciais e o último sobrenome (Ex.: A.J. Benevenuto).

Digitar os nomes dos autores separados por vírgula, centralizado e em negrito, com chamadas de rodapé numeradas e em sobrescrito, indicando apenas a instituição à qual estavam vinculados à época de realização da pesquisa (instituição de origem), e não a atual. Não citar vínculo empregatício, profissão e titulação dos autores. Informar o endereço eletrônico somente do responsável pelo artigo.

Abstract

Deve conter no máximo 1.800 caracteres com espaços. As informações do abstract devem ser precisas. Abstracts extensos serão devolvidos para adequação às normas.

Deve sumarizar objetivos, material e métodos, resultados e conclusões. Não deve conter introdução nem referências bibliográficas.

O texto deve ser justificado e digitado em parágrafo único e espaço 1,5, começando por ABSTRACT, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

Key Words

Apresentar até seis (6) Key Words imediatamente após o abstract, em ordem alfabética. Devem ser elaboradas de modo que o trabalho seja rapidamente resgatado nas pesquisas bibliográficas. Não podem ser retiradas do título do artigo. Digitá-las em letras minúsculas, com alinhamento justificado e separadas por vírgulas. Não devem conter ponto-final.

Introduction

Deve conter no máximo 2.500 caracteres com espaços, resumindo a contextualização breve do assunto, as justificativas para a realização da pesquisa e os objetivos do trabalho. Evitar discussão da literatura na introdução. A comparação de hipóteses e resultados deve ser feita na discussão.

Trabalhos com introdução extensa serão devolvidos para adequação às normas.

Material and Methods

Se for pertinente, descrever no início da seção que o trabalho foi conduzido de acordo com as normas éticas e aprovado pela Comissão de Ética e Biossegurança da instituição.

Descrição clara e com referência específica original para todos os procedimentos biológicos, analíticos e estatísticos. Todas as modificações de procedimentos devem ser explicadas.

Results and Discussion

É facultada ao autor a feitura desta seção combinando-se os resultados com a discussão ou em separado, redigindo duas seções, com separação de resultados e discussão. Dados suficientes, todos com algum índice de variação, devem ser apresentados para permitir ao leitor a interpretação dos resultados do experimento. Na seção discussão deve-se interpretar clara e

concisamente os resultados e integrá-los aos resultados de literatura para proporcionar ao leitor uma base ampla na qual possa aceitar ou rejeitar as hipóteses testadas.

Evitar parágrafos soltos, citações pouco relacionadas ao assunto e cotejamentos extensos.

Conclusions

Devem ser redigidas em parágrafo único e conter no máximo 1.000 caracteres com espaço.

Resuma claramente, sem abreviações ou citações, as inferências feitas com base nos resultados obtidos pela pesquisa. O importante é buscar entender as generalizações que governam os fenômenos naturais, e não particularidades destes fenômenos.

As conclusões são apresentadas usando o presente do indicativo.

Acknowledgments

Esta seção é opcional. Deve iniciar logo após as Conclusões.

Abreviaturas, símbolos e unidades

Abreviaturas, símbolos e unidades devem ser listados conforme indicado na página da RBZ, link “Instruções aos autores”, “Abreviaturas”.

Deve-se evitar o uso de abreviações não-consagradas, como por exemplo: “o T3 foi maior que o T4, que não diferiu do T5 e do T6”. Este tipo de redação é muito cômoda para o autor, mas é de difícil compreensão para o leitor.

Os autores devem consultar as diretrizes estabelecidas regularmente pela RBZ quanto ao uso de unidades.

Estrutura do artigo (comunicação e nota técnica)

Devem apresentar antes do título a indicação da natureza do manuscrito (Short Communication ou Technical Note) centralizada e em negrito.

As estruturas de comunicações e notas técnicas seguirão as diretrizes definidas para os artigos completos, limitando-se, contudo, a 14 páginas de tamanho máximo.

As taxas de tramitação e de publicação aplicadas a comunicações e notas técnicas serão as mesmas destinadas a artigos completos, considerando-se, porém, o limite de 4 páginas no formato final. A partir deste, proceder-se-á à cobrança de taxa de publicação por página adicional.

Tabelas e Figuras

É imprescindível que todas as tabelas sejam

digitadas segundo menu do Microsoft® Word “Inserir Tabela”, em células distintas (não serão aceitas tabelas com valores separados pelo recurso ENTER ou coladas como figura). Tabelas e figuras enviadas fora de normas serão devolvidas para adequação.

Devem ser numeradas sequencialmente em algarismos arábicos e apresentadas logo após a chamada no texto.

O título das tabelas e figuras deve ser curto e informativo, evitando a descrição das variáveis constantes no corpo da tabela.

Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas e unidades entre parênteses.

Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas, que deve ser referenciada.

As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

As figuras devem ser gravadas nos programas Microsoft® Excel ou Corel Draw® (extensão CDR), para possibilitar a edição e possíveis correções.

Usar linhas com no mínimo 3/4 ponto de espessura. As figuras deverão ser exclusivamente monocromáticas. Não usar negrito nas figuras.

Os números decimais apresentados no interior das tabelas e figuras dos manuscritos em inglês devem conter ponto, e não vírgula.

As fórmulas matemáticas e equações devem ser digitadas no Microsoft Equation e inseridas no texto como objeto.

Citações no texto

As citações de autores no texto são em letras minúsculas, seguidas do ano de publicação. Quando houver dois autores, usar & (e comercial) e, no caso de três ou mais autores, citar apenas o sobrenome do primeiro, seguido de et al.

Comunicação pessoal (ABNT-NBR 10520).

Somente podem ser utilizadas caso sejam estritamente necessárias ao desenvolvimento ou entendimento do trabalho. Contudo, não fazem parte da lista de referências, por isso são colocadas apenas em nota de rodapé. Coloca-se o

sobrenome do autor seguido da expressão “comunicação pessoal”, a data da comunicação, o nome, estado e país da instituição à qual o autor é vinculado.

Referências

Baseia-se na Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 6023).

As referências devem ser redigidas em página separada e ordenadas alfabeticamente pelo(s) sobrenome(s) do(s) autor(es).

Digitá-las em espaço simples, alinhamento justificado e recuo até a terceira letra a partir da segunda linha da referência. Para formatá-las, siga as seguintes instruções: No menu FORMATAR, escolha a opção PARÁGRAFO...

RECUO ESPECIAL, opção DESLOCAMENTO... 0,6 cm. Em obras com dois e três autores, mencionam-se os autores separados por ponto-e-vírgula e, naquelas com mais de três autores, os três primeiros seguidos de et al. As iniciais dos autores não podem conter espaços. O termo et al. não deve ser italizado nem precedido de vírgula.

Indica(m)-se o(s) autor(es) com entrada pelo último sobrenome seguido do(s) prenome(s) abreviado (s), exceto para nomes de origem espanhola, em que entram os dois últimos sobrenomes.

O recurso tipográfico utilizado para destacar o elemento título é negrito.

No caso de homônimos de cidades, acrescenta-se o nome do estado (ex.: Viçosa, MG; Viçosa, AL; Viçosa, RJ).

Obras de responsabilidade de uma entidade coletiva

A entidade é tida como autora e deve ser escrita por extenso, acompanhada por sua respectiva abreviatura. No texto, é citada somente a abreviatura correspondente.

Quando a editora é a mesma instituição responsável pela autoria e já tiver sido mencionada, não deverá ser citada novamente.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.

Livros e capítulos de livro

Os elementos essenciais são: autor(es), título e subtítulo (se houver), seguidos da expressão “In:”, e da referência completa como um todo. No final da referência, deve-se informar a paginação.

Quando a editora não é identificada, deve-se

indicar a expressão *sine nomine*, abreviada, entre colchetes [s.n.].

Quando editor e local não puderem ser indicados na publicação, utilizam-se ambas as expressões, abreviadas, e entre colchetes [S.I.: s.n.].

LINDHAL, I.L. Nutrición y alimentación de las cabras. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **Fisiología digestiva y nutrición de los ruminantes**. 3.ed. Zaragoza: Acríbia, 1974. p.425-434.

NEWMANN, A.L.; SNAPP, R.R. **Beef cattle**. 7.ed. New York: John Wiley, 1997. 883p.

Teses e Dissertações

Recomenda-se não citar teses e dissertações. Deve-se procurar referenciar sempre os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados. Excepcionalmente, se necessário citar teses e dissertações, indicar os seguintes elementos: autor, título, ano, página, nível e área do programa de pós-graduação, universidade e local.

CASTRO, F.B. **Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado em bovinos**. 1989. 123f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, X.R. **Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção caipira e convencional**. 2004. 334f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Boletins e relatórios

BOWMAN, V.A. **Palatability of animal, vegetable and blended fats by equine**. (S.L.): Virgínia Polytechnic Institute and State University, 1979. p.133-141 (Research division report, 175).

Artigos

O nome do periódico deve ser escrito por extenso. Com vistas à padronização deste tipo de referência, não é necessário citar o local; somente volume, intervalo de páginas e ano.

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Distribuição de gorduras internas e de descarte e componentes externos do corpo

de novilhos de gerações avançadas do cruzamento rotativo entre as raças Charolês e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.338-345, 2009.

Citações de artigos aprovados para publicação deverão ser realizadas preferencialmente acompanhadas do respectivo DOI.

FUKUSHIMA, R.S.; KERLEY, M.S. Use of lignin extracted from different plant sources as standards in the spectrophotometric acetyl bromide lignin method.

Journal of Agriculture and Food Chemistry, 2011. doi: 10.1021/jf104826n (in print).

Congressos, reuniões, seminários etc

Citar o mínimo de trabalhos publicados em forma de resumo, procurando sempre referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.

CASACCIA, J.L.; PIRES, C.C.; RESTLE, J. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.468.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [1999]. (CD-ROM).

Artigo e/ou matéria em meios eletrônicos

Na citação de material bibliográfico obtido via internet, o autor deve procurar sempre usar artigos assinados, sendo também sua função decidir quais fontes têm realmente credibilidade e

confiabilidade.

Quando se tratar de obras consultadas *online*, são essenciais as informações sobre o endereço eletrônico, apresentado entre os sinais < >, precedido da expressão “Available at:” e a data de acesso do documento, precedida da expressão “Accessed on:”.

NGUYEN, T.H.N.; NGUYEN, V.H.; NGUYEN, T.N. et al. [2003]. Effect of drenching with cooking oil on performance of local yellow cattle fed rice straw and cassava foliage.

Livestock Research for Rural Development, v.15, n.7, 2003. Available at: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/7/nhan157.htm>> Accessed on: Jul. 28, 2005.

REBOLLAR, P.G.; BLAS, C. [2002]. **Digestión de la soja integral en rumiantes**. Available at: <http://www.ussoymeal.org/ruminant_s.pdf> Accessed on: Oct. 12, 2002.

SILVA, R.N.; OLIVEIRA, R. [1996]. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: Universidade Federal do Pernambuco, 1996. Available at: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm>> Accessed on: Jan. 21, 1997.

Citações de softwares estatísticos

A RBZ não recomenda a citação bibliográfica de *softwares* aplicados a análises estatísticas. A utilização de programas deve ser informada no texto (Material e Métodos) incluindo o procedimento específico e o nome do *software* com sua versão e/ou ano de lançamento.

“... os procedimentos estatísticos foram conduzidos utilizando-se o PROC MIXED do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2.)”.

Disponível em: http://www.sbz.org.br/files/normas_pt/9.pdf. Acesso em: 06/06/2012.