

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

**TORTA DE ALGODÃO COM SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA PARA
FRANGOS DE CORTE**

EMANUELA NATALY RIBEIRO BARBOSA

**RECIFE – PE
JULHO - 2016**

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

**TORTA DE ALGODÃO COM SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA PARA
FRANGOS DE CORTE**

EMANUELA NATALY RIBEIRO BARBOSA

Zootecnista

RECIFE – PE

JULHO - 2016

EMANUELA NATALY RIBEIRO BARBOSA

**TORTA DE ALGODÃO COM SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA PARA
FRANGOS DE CORTE**

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

Área de Concentração: Produção Animal

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Junior - Orientador Principal

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello – Coorientador

Prof^ª. Dr^ª. – Helena Emília Cavalcanti da Costa Cordeiro Manso - Coorientador

**RECIFE – PE
JULHO – 2016**

Ficha catalográfica

B238t Barbosa, Emanuela Nataly Ribeiro
Torta de algodão com suplementação enzimática para frangos de corte / Emanuela Nataly Ribeiro Barbosa. – Recife, 2016.
108 f. : il.

Orientador: Wilson Moreira Dutra Junior.

Coorientadores: Carlos Bôa-Viagem Rabello e Helena Emília Cavalcanti da Costa Cordeiro Manso.

Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco / Universidade Federal da Paraíba / Universidade Federal do Ceará. Departamento de Zootecnia da UFRPE, Recife, 2016.

Inclui referências e anexo(s)..

1. Carcaça 2. Composição química 3. Desempenho 4. Energia metabolizável 5. Enzimas 6. Fósforo I. Dutra Junior, Wilson Moreira, orientador II. Rabello, Carlos Bôa-Viagem, coorientador III. Manso, Helena Emília Cavalcanti da Costa Cordeiro, coorientadora VI. Título

CDD 636

EMANUELA NATALY RIBEIRO BARBOSA

**TORTA DE ALGODÃO COM SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA PARA
FRANGOS DE CORTE**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 29 de julho de 2016.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Junior
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia
Presidente

Prof. Dr. Cláudio José Parro de Oliveira
Universidade Federal de Sergipe

Prof^ª. Dr^ª. Thaysa Rodrigues Torres
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Unidade Acadêmica de Serra Talhada

Prof^ª. Dr^ª. Alcilene Maria Andrade Tavares Samay
Instituto Federal de Pernambuco

Dr^ª. Cláudia da Costa Lopes
Universidade Federal de Sergipe

RECIFE – PE

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

EMANUELA NATALY RIBEIRO BARBOSA - Filha de Manoel Barbosa Sobrinho e Maria José Ribeiro Barbosa. Nasceu em 07 de novembro de 1983, na cidade de Caruaru, Pernambuco. Coursou o ensino fundamental nas Escolas Reunidas João Pessoa Souto Maior e o médio, no Colégio Municipal São Miguel, concluindo este em dezembro de 2000. Em outubro de 2003, ingressou na Universidade Federal Rural de Pernambuco e em fevereiro de 2009 formou-se em Zootecnia. Durante a graduação do Curso de Zootecnia foi bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET). Em março de 2009, iniciou as atividades no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco na área de Produção de Não Ruminantes, com bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Em 06 de junho de 2011 foi aprovada em sua defesa de dissertação. Em agosto de 2012 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, na área de concentração em Produção de Não Ruminantes, da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Em 29 de julho de 2016 defendeu sua tese de doutorado.

DEDICO

Aos meus pais,

Manoel (Piaca) e Maria José (Nena),

Pelo amor, dedicação e incentivo aos estudos. Amo muito vocês.

Aos meus irmãos,

Natália e Arthur,

Pela compreensão, companheirismo e carinho.

Ao meu noivo,

Kim,

Pela paciência, amor e discernimento.

Amo você.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as conquistas.

À Virgem Maria, por sempre ter intercedido por mim junto a Deus, me dando forças nos momentos em que mais precisei. Ao meu Padroeiro São Miguel Arcanjo pelo discernimento e ao meu anjo da guarda por nunca ter me desamparado.

Aos meus pais, Manoel e Maria José, e irmãos, Natália e Arthur, por sempre terem me incentivado e apoiado em cada decisão.

Aos meus Tios Zé Gogó e Neno (Jamaica) pelo apoio nas horas mais improváveis.

Ao meu noivo pelo apoio, incentivo, companheirismo e amor dedicado.

Ao meu sogro Marcelo, minha sogra Rosa e minha cunhada Karine, pelo zelo, apoio e confiança.

Ao Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Junior, pela orientação, por toda confiança, incentivo, críticas e ensinamentos. Agradeço por ter acreditado em mim, ter me apoiado e por ter compreendido minhas dificuldades.

Aos Professores, Helena Emília e Carlos Boa-Viagem, pela coorientação e contribuição na pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Às Empresas Bioglass® e DSM® pela doação dos materiais necessários para a realização da pesquisa.

Ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, por ter possibilitado a realização do curso de Doutorado.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LNA) e ao Departamento de Zootecnia da UFRPE, pela disponibilização das instalações para realização dessa pesquisa.

À Evonik-Degussa, pela realização das análises de aminoácidos.

Aos animais (meus pintinhos), instrumento principal de todo este estudo.

Aos meus amigos da Pós-Graduação: Tayara Soares, Elaine Lopes, Elayne Soares, Camila Roana, Gabriel Macambira, Waleska Medeiros, Rogério Junior, Fedner Cadeau, Almir Ferreira, Andressa Faria, Jaqueline Ramos, Lidiane Custódio, Eriberto Serafim, Sandra Gasparini, Juliana de Paula, Gláucia Moraes e em especial a minha amiga Liliane Palhares que acompanhou diariamente todo o processo e todas as lamúrias!!!

Ao PNPd, Dr. Guilherme Rodrigues, pela força, ajuda, críticas e experiência que foram dadas.

À amiga PNPd, Dr^a. Cláudia Lopes, componente da minha banca, pelos conselhos, ajuda e apoio.

Aos demais Professores que compunham minha banca de defesa Dr. Cláudio Parro, Dr^a. Alcilene Samay, Dr^a. Thaysa Torres que serão fundamentais para o êxito desta Tese!!

Aos bolsistas de iniciação científica: Jamille Sheila, Matheus Santana, Mateus Rocha, Ícaro Matheus, Marconi Ítalo, Mariane Farias e Karolayne Rayara, essa equipe foi espetacular!! O apoio de vocês foi muito importante para que tudo desse certo, sem o auxílio diário de cada um de vocês não teria dado conta de todo trabalho.

Aos demais alunos da graduação Daniela, Letícia, Roberta, Dayane, Jonatas, Ângelo, Vani, e tantos outros que chegaram junto para ajudar.

Aos Técnicos do Laboratório de Nutrição Animal, Vanessa Fitipaldi e Carlos Henrique pela infinita paciência e ajuda, vocês foram vitais para realização deste trabalho!!

À Professora Fátima Sampaio, pela disponibilidade em sempre ajudar, em todas as horas.

Aos Funcionários “Sr. Dedinho”, “Lebre”, George, Roberto, Romildo e demais pela ajuda durante a execução da pesquisa.

Ao Sr. Pedro, que sempre esteve pronto pra ajudar no que precisasse.

Aos amigos da “Terrinha” Sairé: Leonia, Lenivânia, Priscila, Eduardo (inclusive pelas correções do Português), Paula, Danúbia, Poliano, Lúcia Cristina, Inaiara, Thárcio (que já é de Sairé), Claudinha, Rafaela, e a tantos outros, pelas faltas de aniversário, visitas e pelas farras que sempre fizemos juntos!!

Enfim, a todos que colaboraram de forma direta ou indireta para que meu sonho fosse realizado.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	XII
Resumo Geral.....	XIV
Abstract.....	XVI
Considerações Iniciais.....	18
Capítulo 1 – Referencial Teórico.....	20
1. Caracterização da cultura do algodão.....	21
2. Subproduto: Torta de algodão.....	21
3. Valor nutricional da torta de algodão.....	22
4. Fatores limitantes ou antinutricionais do farelo de algodão.....	24
5. Efeitos dos fatores antinutricionais sobre o desempenho dos frangos de corte.....	29
6. Torta ou farelo de algodão na alimentação de frangos de corte.....	31
7. Enzimas na alimentação de aves.....	33
8. Produção das enzimas exógenas.....	34
9. Complexo enzimático.....	35
10. Ação enzimática sobre os fatores antinutricionais.....	36
11. Considerações finais.....	39
12. Referências bibliográficas.....	41
Capítulo 2 – Digestibilidade da torta de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte.....	56
Resumo.....	57
Abstract.....	57
Introdução.....	58
Material e Métodos.....	59
Resultados e Discussão.....	62
Conclusão.....	68

Referências Bibliográficas.....	68
Capítulo 3 – Efeito da inclusão enzimática em dietas contendo torta de algodão para frangos de corte.....	73
Resumo.....	74
Abstract.....	77
Introdução.....	75
Material e Métodos.....	76
Resultados e Discussão.....	83
Conclusão.....	92
Referências.....	92
Considerações finais.....	95
Anexos.....	96

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2 – Digestibilidade da torta de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte

	Página
1- Composição percentual e valor nutricional da dieta referência.....	61
2- Composição química, energética e aminoacídica da torta de algodão (matéria natural).....	63
3- Média dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB) da torta de algodão (TA) com ou sem suplementação enzimática (CE) na matéria seca.....	65
4- Valores médios de digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDIAMS), da proteína bruta (CDIAPB) e proteína digestível (PD) da torta de algodão (TA) com ou sem suplementação enzimática (CE) na matéria seca.....	67

Capítulo 3 – Efeito da inclusão enzimática em dietas contendo torta de algodão para frangos de corte

	Página
1- Composição bromatológica, energética e aminoacídica da torta de algodão (matéria natural).....	78
2- Composição percentual e valores nutricionais das dietas iniciais, de 10 a 21 dias de idade.....	79
3- Composição percentual e valores nutricionais das dietas de crescimento, de 22 a 35 dias de idade.....	80
4- Composição percentual e valores nutricionais das dietas finais, de 36 a 40 dias de idade.....	81
5- Médias e valores de P de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas	

contendo torta de algodão (TA) suplementadas com complexos enzimáticos (CE).....	84
6- Médias e valores de P do peso absoluto dos órgãos e comprimento dos intestinos de frangos de corte alimentados com dietas contendo torta de algodão (TA) suplementadas com complexos enzimáticos (CE).....	86
7- Médias e valores de P do percentual dos órgãos de frangos de corte alimentados com dietas contendo torta de algodão (TA) suplementadas com complexos enzimáticos (CE).....	87
8- Médias e valores de P do peso absoluto da carcaça, dos cortes e dos órgãos de frangos de corte alimentados com dietas contendo torta de algodão (TA) suplementadas com complexos enzimáticos (CE).....	88
9- Médias e valores de P do rendimento da carcaça, dos cortes e dos órgãos de frangos de corte, alimentados com dietas contendo torta de algodão (TA) suplementada com complexos enzimáticos (CE).....	89
10- Percentuais médios e valores de P da deposição de fósforo (P) na tíbia de frangos de corte alimentados com dieta contendo torta de algodão (TA) suplementada com complexos enzimáticos (CE).....	91

TORTA DE ALGODÃO COM SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO GERAL- Objetivou-se com este estudo avaliar a composição química e aminoacídica, bem como os valores energéticos e digestíveis da torta de algodão com ou sem suplementação enzimática, além de determinar o efeito da suplementação enzimática em dietas com níveis de inclusão da torta de algodão na dieta de frangos de corte. A pesquisa foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa, amostras da torta de algodão foram encaminhadas ao laboratório de nutrição animal e a Evonik-Degussa, para definir sua composição química e aminoacídica, em seguida, foi realizado um ensaio de metabolizabilidade com objetivo de determinar seus valores energéticos e de digestibilidade proteica para frangos. Para tanto, foi realizado um ensaio de metabolismo com frangos de corte dos 14 aos 22 dias de idade, utilizando um delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram de uma dieta referência e quatro dietas testes com substituição de 30% da dieta referência pela torta de algodão, com quatro níveis de inclusão de um complexo enzimático (isenta de complexo, 50% do nível recomendado ou 15g/100kg, 100% do nível recomendado ou 30g/100kg e 150% do nível recomendado ou 45g/100kg). Para os valores de EMA, EMAn e os CDAMS e CDAEB houve efeito quadrático, onde levando em consideração todas as variáveis o nível de inclusão de 100% da recomendação do complexo enzimático (30g/100kg) obteve o maior aproveitamento energético da torta, como sendo 2650,7 Kcal/kg para EMA, 2162,1Kcal/kg para EMAn, 46,71% para CDAMS e 46,99% para CDAEB. Houve efeito quadrático nas regressões obtidas para a digestibilidade da proteína da torta de algodão, onde os valores obtidos foram superiores quando não fez uso do complexo enzimático, sendo estes valores para o CDIAMS de 73,92%; para o CDIAPB de 90,5% e para a PD de 18,53%. Concluindo que houve melhora no aproveitamento energético da torta de algodão no nível de inclusão de 30g/100kg do complexo enzimático, não sendo observado melhora no aproveitamento proteico quando adicionou-se o complexo. A segunda etapa foi conduzida com o objetivo de avaliar o efeito da adição de complexos enzimáticos comerciais em dietas contendo torta de algodão sobre o desempenho, parâmetros de carcaça, desenvolvimento dos órgãos e

deposição de fósforo na tíbia em frangos de corte de 10 a 40 dias de idade. 336 pintos de corte machos Cobb-500 foram distribuídos aleatoriamente em boxes experimentais. O delineamento experimental constou de um arranjo fatorial 2x2, sendo dois níveis de inclusão da torta de algodão (12 e 17%) e dois complexos enzimáticos (DSM® e Bioglass®), com seis repetições e 14 aves em cada parcela. Foi observado efeito da interação entre o nível de 12% de torta e o complexo enzimático 1 com melhora das médias sobre os parâmetros de conversão alimentar na fase final, peso vivo, percentual de coração, peso absoluto das carcaças (quente e fria), e nos cortes (coxa, sobrecoxa, asa, dorso), porém este efeito ocasionou redução na deposição de fósforo na tíbia. Foi observado efeito apenas do complexo enzimático 1 sobre o peso do coração e do pâncreas. Conclui-se que a utilização de dietas contendo torta de algodão, nos níveis avaliados, com suplementação enzimática apresenta viabilidade, visto que não houve prejuízos tanto no desempenho quanto na digestibilidade.

Palavras-chave: Carcaça, composição química, desempenho, energia metabolizável, enzimas, fósforo.

COTTONSEED CAKE WITH ENZYME SUPPLEMENT FOR BROILER

ABSTRACT- The objective of this study was to evaluate the chemical and amino acid composition as well as the energy and digestible values of cottonseed cake with or without enzyme supplementation, and to determine the effect of enzyme supplementation in diets with inclusion levels of cottonseed cake in the diet broiler. The survey was conducted in two stages. In the first stage, the cottonseed cake samples were sent to the animal nutrition laboratory and Evonik-Degussa, to define its chemical and amino acid composition, then it was made a metabolizable test in order to determine its energy value and protein digestibility to broilers. Thus, a metabolism trial with broiler chickens from 14 to 22 days of age was conducted using a completely randomized design. Treatments consisted of a reference diet and four diets tests with replacement of 30% of the reference diet for cottonseed cake with four levels of inclusion of an enzyme complex (free complex, 50% of the recommended level or 15g/100kg, 100% the recommended level or 30g/100kg and 150% of the recommended level or 45g/100kg). For the AME values, AMEn and ADDM and ADGE there was quadratic effect, where taking into account all the variables the level of inclusion of 100% of the recommendation of the enzyme complex (30g/100kg) obtained the highest energy use of the pie, as 2650.7 Kcal/kg for AME, 2162,1Kcal/kg for AMEn, 46.71% to 46.99% and ADDM to ADGE. There was quadratic effect in the regressions obtained for protein digestibility of cottonseed meal, where the values were higher when not made use of the enzyme complex, and these values for the AIDDM of 73.92%; AIDCP to 90.5% and the DP 18.53%. Concluding that there was an improvement in the energy use of cottonseed cake on inclusion level 30g/100kg of enzyme complex, not observable improvement in protein utilization when added to the complex. The second stage was conducted to evaluate the effect of adding commercial enzyme complexes in diets containing cottonseed cake on performance, carcass parameters, organ development and phosphorus deposition in the tibia in broiler chickens from 10 to 40 days of age. 336 Cobb-500 broiler chicks were randomly assigned to experimental boxes. The experimental design consisted of a factorial arrangement 2x2, with two levels of inclusion of cottonseed cake (12 and 17%) and two enzyme complexes (DSM® And

Bioglass®) with six replicates and 14 broilers in each plot. It was observed effect of the interaction between the level of 12% cake and the enzyme complex 1 with improvement in average on the parameters of feed in the final stage, body weight, heart percentage, absolute weight of carcasses (hot and cold), and the cuts (thigh, drumstick, wing, back), but this effect decreased the phosphorus deposition in the tibia. It observed the effect only one enzyme complex on the weight of the heart and pancreas. It is concluded that the use of diets containing cottonseed cake, the assessed levels with enzyme supplementation has viability, since no losses both in performance and digestibility.

Keywords: carcass, chemical composition, performance, metabolizable energy, enzymes, phosphorus

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O uso de aves com maior potencial genético juntamente aos constantes progressos científicos e tecnológicos obtidos direcionados para o melhor desenvolvimento e demais índices zootécnicos de interesse, tem levado a avicultura brasileira a apresentar uma alta eficiência e volume de produção. No entanto, o crescimento da avicultura de corte tem sofrido uma série de obstáculos, relacionados principalmente pelo alto custo da alimentação. O milho e o farelo de soja são as matérias-primas mais utilizadas em rações de aves, e devido às instabilidades de preço e produção, podem vir a causar crises no setor.

Os custos com alimentação são considerados elevados, em torno de 70% e, diante deste contexto, tem-se buscado alternativas que possam substituir parcialmente os ingredientes tradicionalmente utilizados nas formulações de rações para aves no Brasil, de forma a reduzir este valor, e proporcionar um bom desempenho dos animais.

A utilização de subprodutos de indústrias tem sido uma boa alternativa como alimentos menos onerosos. O uso de derivados do algodão na ração animal, como a torta de algodão, é bastante difundido por sua composição nutricional e por conter proteína de boa qualidade. Entretanto, este subproduto apresenta alguns fatores antinutricionais, como o gossipol, fibra, fitato e ácidos ciclopropenóides, que podem ocasionar problemas na digestibilidade das rações e no rendimento animal.

A inclusão de enzimas exógenas melhora a utilização dos alimentos alternativos, reduzindo os efeitos de alguns fatores antinutricionais; aumentando a digestibilidade dos nutrientes com maior aproveitamento energético, proteico e mineral; reduzindo a umidade das excretas e a eliminação de compostos poluentes no meio ambiente proporcionando benefícios ao desempenho zootécnico dos animais.

Alimentos alternativos aliados aos aditivos comerciais, como os complexos enzimáticos estão, sem dúvida, entre um dos temas mais pesquisados na nutrição animal em geral e em particular na criação de aves comerciais. Sendo assim, o estudo de novas fontes de alimentação compõe a busca por progressos práticos, que têm feito da avicultura de corte brasileira uma das mais competitivas do mundo.

Essa tese objetivou avaliar a inclusão da torta de algodão com adição de complexo enzimático em dietas, de forma a proporcionar melhor aproveitamento nutricional de frangos de corte.

Para isso, o presente trabalho foi dividido em três capítulos. No capítulo 1 apresenta-se um referencial teórico, discutindo informações referentes à caracterização, produção e utilização da torta de algodão e de enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte. No capítulo 2 apresentam-se os resultados referentes à composição química, aproveitamento energético e proteico da torta de algodão com adição de diferentes níveis de complexo enzimático. Por fim, no capítulo 3 apresentam-se os resultados do efeito da suplementação enzimática em dietas com a inclusão de dois níveis de torta de algodão sobre o desempenho zootécnico, desenvolvimento dos órgãos, rendimento de carcaça e deposição de fósforo na tíbia de frangos de corte.

Capítulo 1

Referencial Teórico

1. Caracterização da cultura do algodão

O algodoeiro pertence ao grupo de plantas dicotiledôneas, família *Malvaceae*, tendo como nome científico, *Gossypium hirsutum L.* (NAGALAKSHMI et al., 2007). Possui destaque mundial por fornecer matéria prima a diversas esferas de produção, como vestuário, produtos hospitalares e farmacêuticos, proporcionando uma elevada importância econômica.

De acordo com a Conab (2015) o Brasil ocupa uma área cultivada de algodão de 1.092,4 mil hectares para a safra 2013/14, dos quais 32,1% são representados pela região Nordeste, destacando os Estados do Maranhão, Piauí e Ceará. Em Pernambuco a produção concentra-se no Agreste e Sertão com uma área de plantio estimada em 1,05 mil hectares e produção de aproximadamente 5,67 mil toneladas de caroço.

A fibra de algodão é o produto principal da cotonicultura, porém, do algodoeiro são aproveitadas todas as partes. A semente tem grande importância na fabricação do óleo de algodão bem como no fornecimento da torta e farelo *in natura* ou extrusado para alimentação animal. De acordo com Lopes (2003) a cada 100 kg de algodão em pluma se obtém uma produção de 26,23 kg de torta.

Logo após a separação da fibra, seu principal produto, é em escala de importância, o óleo comestível. No processamento de extração do óleo obtêm-se os subprodutos primários, que são: o línter, a casca e a amêndoa; os secundários: farinha integral, óleo bruto, torta e farelo; os terciários: óleo refinado, borra e a farinha desengordurada (ARAÚJO et al., 2003).

Uma das principais características relatadas por Vieira & Stipanovic (1999) é que a planta do algodoeiro (*Gossypium hirsutum L.*) é normalmente distinguida pela presença de glândulas pigmentadas nas camadas sub epidermais na maioria dos seus órgãos, sendo um dos elementos constituintes destas glândulas, uma substância amarelada do grupo dos fenóis conhecida como gossipol, a qual é capaz de induzir várias reações biológicas entre as quais a toxicidade em diversos tipos de insetos e animais.

2. Subproduto: Torta de algodão

O caroço do algodão, subproduto do beneficiamento para obtenção da pluma, é coberto com línter e é rico em óleo, contendo média de 60% de amêndoa e 40% de

fibra. Após a retirada 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 a torta de algodão (ARAÚJO et al., 2003). Dentre os farelos proteicos, o farelo de algodão é o terceiro mais produzido no mundo, perdendo apenas para o farelo de soja e o farelo de canola (GAMBOA et al., 2001b).

O farelo de algodão é o subproduto resultante da extração do óleo contido no grão que, ao ser esmagado, é denominado torta; podendo esta ser usada na forma obtida ou moída e peletizada nas rações destinada aos animais (BUTOLO, 2002). Em função do tipo da extração, podem-se produzir dois tipos de subproduto: a torta gorda (5% de óleo residual) mais energética, proveniente apenas da prensagem mecânica, porém com menor teor de proteína; e a torta magra ou farelo (menos de 2% de óleo residual) oriundo da extração por solventes, apresenta concentração, relativamente maior de proteína (BELTRÃO et al., 2000).

A torta de algodão, obtida após a extração do óleo, pode ser usada como fertilizante na indústria de corantes, na fabricação de farinhas alimentícias; entretanto, sua principal aplicação reside na elaboração de rações para ser usado na alimentação animal, devido ao seu alto valor protéico (BELTRÃO et al., 2000). Para animais ruminantes, é considerado um alimento de boa qualidade, pois apresenta bons níveis de fibra e boa palatabilidade (NCPA, 2003). Entretanto, torna-se restrito quando é empregado na alimentação de não-ruminantes como único suplemento protéico das dietas, devido a presença de alguns fatores antinutricionais.

3. Valor nutricional da torta de algodão

A diferenciação dos subprodutos depende da forma de processamento, relacionado à quantidade de proteína, fibra e óleo residual, dependendo da eficiência no processamento de separação das cascas (BARBOSA & GATTÁS, 2004), além de fatores adversos, como as condições de cultivo e de solo, de clima, dos cultivares e das condições de armazenamento do produto (BRUMANO et al., 2006; CALDERANO et al., 2010).

No comércio são encontrados farelos com teor de proteína bruta variando entre 28 a 43%, de acordo com a quantidade de cascas (CARVALHO et al., 2010). Os farelos com teores de proteína mais baixos são os que contêm maior parte da casca das

sementes, e os farelos que contém teores mais altos de proteína são os oriundos de sementes descascadas (TORRES, 1979). De acordo com Nagalakshmi et al. (2007) a quantidade de proteína bruta do subproduto obtida por extração mecânica e por solvente pode variar de 22,2 a 30,31% e de 34,19 a 56,02% e para a fibra bruta de 26,9 a 28,5% e de 12,5 a 17,96%, respectivamente, indicando uma correlação inversamente proporcional entre a fibra e a proteína, e, o conteúdo de óleo residual pode variar de 18,6 a 75% para subprodutos prensados mecanicamente e de 2,6 a 9,7% para os obtidos via solvente.

Nas tabelas propostas por Rostagno et al. (2011) o farelo de algodão com 30 e 39% de proteína bruta em média, apresenta 24,93 e 13,97% de fibra bruta, fibra em detergente neutro (FDN), 32 e 19%, fibra em detergente ácido (FDA), 31,11 e 17% e energia metabolizável (EM) para aves 1666 e 1947 Kcal/kg, respectivamente. Segundo Nagalakshmi et al. (2007) comumente o subproduto, oriundo do processo de extração do óleo por ação mecânica, proporciona menor valor de energia comparado ao produzido por solvente, podendo este fato está relacionado com a maior quantidade de fibra e de óleo. Chiba (2000) também relata que o farelo de algodão, devido aos altos teores de fibra, apresenta baixos valores de energia digestível para os não-ruminantes, visto que o teor de fibra dos alimentos é inversamente proporcional ao valor energético.

Embora o farelo de algodão apresente boa quantidade de proteína bruta, Nagalakshmi et al. (2007) afirma que este farelo não apresenta bom perfil de aminoácidos, sendo deficiente nos aminoácidos essenciais, principalmente, em lisina. A digestibilidade ileal da lisina presente no farelo de algodão é inferior cerca de 20% em comparação ao do farelo de soja (PRAWIRODIGDO et al., 1997). De acordo com Ezequiel (2002) os teores de lisina disponível e de gossipol livre (fator antinutricional) estão diretamente relacionados e são influenciados pelo método de extração do óleo, quando o gossipol livre complexa-se com a lisina reduzindo seu poder tóxico e também o valor biológico da proteína.

Gomes et al. (2010) encontraram valores de 1,32% de lisina total para um farelo de algodão com 28,29% de proteína bruta. Valores de 2,12% (HUANG et al., 2006) e 1,97% (WATKINS et al., 2002) de lisina total, foram encontrados para um farelo de algodão com 44% de PB, mostrando-se superiores aos tabelados por Rostagno et al. (2011) que é de 1,62% para um farelo de 39% de PB. O percentual digestível da lisina é

de apenas 0,89%, comparados aos 2,57% no farelo de soja, observa-se também que a composição dos aminoácidos digestíveis desse subproduto é, para todos os aminoácidos, inferiores aos do farelo de soja (ROSTAGNO et al., 2011).

As oscilações para os valores dos nutrientes do farelo de algodão podem ocorrer devido às variações nas etapas do processamento para a obtenção do produto, como realização do deslincamento, tipo de moinho utilizado (faca ou martelo) e temperaturas no processo de cozimento do caroço, que resultam na desuniformidade da composição bromatológica do produto (PALHARES, 2014).

Diante da variabilidade encontrada na composição química do farelo de algodão, disponível no mercado, torna-se imprescindível o conhecimento pleno do valor nutricional e suas consequências quanto ao uso nas dietas dos animais. Semelhantemente a outros subprodutos, o valor nutricional do farelo de algodão é influenciado pela quantidade dos nutrientes disponíveis, pela proporção, pela presença ou não de substâncias tóxicas ou antinutricionais.

4. Fatores limitantes ou antinutricionais do farelo de algodão

O termo “fator antinutricional” é usual para descrever compostos ou classes de compostos presentes numa ampla variedade de alimentos de origem vegetal, que quando consumidos, reduzem o valor nutritivo desses alimentos, podendo interferir na digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes e, se ingeridos em altas concentrações, podem acarretar danos à saúde animal.

No farelo de algodão, a presença de gossipol, ácidos graxos ciclopropenóides, fitato e as altas concentrações de fibras, são fatores que têm limitado o seu uso em dietas para não-ruminantes (NAGALAKSHMI et al., 2007). De acordo com Paiano et al. (2006) outro fator que dificulta a utilização do farelo de algodão são as formas de processamento (extração mecânica ou solvente) para a retirada do óleo, que resultam em farelos com diferentes características químicas e nutricionais, dificultando assim a elaboração de dietas de forma precisa.

- **Gossipol**

De acordo com Whitters & Carruth (1918), o gossipol é um pigmento polifenólico amarelo ($C_{30}H_{28}C_8$) produzido nas glândulas pigmentares presente nas camadas sub-epidermiais. Estando esse pigmento presente na maioria das partes do algodoeiro

(BARBOSA & GATTÁS, 2004; NAGALAKSHMI et al., 2007; LIMA JUNIOR et al., 2010).

A função do gossipol para a planta é limitar a predação por insetos, conferindo-lhe resistência contra essas pragas (EVANGELISTA et al., 2011). No entanto, esse composto nos não-ruminantes, é capaz de causar efeitos citotóxicos (VIEIRA & STIPANOVIK, 1999). O gossipol totaliza de 20,6 a 30% do peso das glândulas (MOREIRA et al., 2006), sendo esse fator antinutricional o mais debatido dentre os demais presentes nos subprodutos do algodão.

O gossipol é uma toxina potente que interfere no aproveitamento de elementos minerais, formando complexos estáveis com cátions como o ferro, podendo ocasionar anemia. Possui caráter ácido, antioxidante, solúvel em solventes de média polaridade, com grande variedade de cores (púrpura, laranja, azul, verde) e está confinado principalmente nas glândulas de gordura existentes na semente do algodão (MOREIRA et al., 2006). O teor de gossipol no algodão também pode variar de acordo com alguns fatores, como a variedade e as condições ambientais nas quais o algodoeiro é cultivado (PAIM et al., 2010).

Segundo os autores Ezequiel (2002), Barbosa & Gattás (2004), Nagalakshmi et al. (2007) e Lima Júnior et al. (2010), o gossipol está presente nas sementes sob duas formas, livre e a conjugada. A forma livre é considerada a mais tóxica, por esta ser a forma biologicamente ativa. A forma conjugada acontece durante a produção do farelo, devido às condições de aquecimento, onde uma porção do gossipol livre liga-se a proteínas e ao grupo amino livre de aminoácidos essenciais como a lisina, desenvolvendo um complexo indigestível chamado lisina-gossipol, acarretando na diminuição da digestibilidade da proteína, por torná-la indisponível ao animal. Esta menor disponibilidade da lisina com decorrente redução da digestibilidade da proteína está relacionada com os altos níveis de gossipol conjugados (ARAÚJO et al., 2003).

Entretanto, o uso de lisina sintética para suplementação proteica, proporcionam grupos aminas livres para se complexarem com o gossipol livre (BARBOSA & GATTÁS, 2004) diminuindo a ação deletéria desse fator. O efeito tóxico é primeiramente atribuído à forma livre, entretanto, existem considerações de que a forma conjugada possa ser transformada à forma livre no trato gastrointestinal (KERR, 1989).

Além do fator lisina-gossipol, o complexo ferro-gossipol formado pela adesão do gossipol livre com o ferro, também é considerado prejudicial ao organismo animal, levando ao comprometimento das funções hepáticas, da taxa de respiração e da capacidade de transporte do oxigênio pelos eritrócitos, permitindo o surgimento de anemias e ataque cardíaco (ARAÚJO et al., 2003). Porém, a toxicidade do complexo ferro-gossipol pode ser reduzida pela inclusão de sais de ferro à dieta, que ao se complexarem com o gossipol, o torna menos danoso aos animais (NAGALAKSHMI et al., 2007). Recomenda-se adicionar sulfato de ferro na proporção de 1:1 (ferro: gossipol livre) (MOREIRA et al., 2006), óxido ou hidróxido de cálcio à dietas contendo farelo de algodão, para neutralizar os efeitos do gossipol (ARAÚJO et al., 2003).

Também tem sido indicado o uso da peletização, bem como a extrusão do farelo de algodão, visto que o uso do calor úmido provoca modificações nas propriedades do composto tóxico, diminuindo seus efeitos, porém tem o inconveniente de também reduzir o valor biológico da proteína, podendo não solucionar completamente o problema (MARSIGLIO, 2010; HENRY et al., 2001).

Contudo, estudos são realizados, no campo do melhoramento genético vegetal com intuito de reduzir o teor de gossipol livre (NAGALAKSHMI et al., 2007; ARAÚJO et al., 2003). De acordo com Lordelo et al. (2007) a redução nos níveis de gossipol não acarreta na depreciação do valor nutricional das proteínas. Segundo Araújo et al. (2003) a partir da década de 50, foi desenvolvido nos Estados Unidos, um tipo de algodão sem glândulas de gossipol, denominado "glandless", o qual tem sido utilizado mundialmente em várias pesquisas, maximizando a valorização dos derivados proteicos do algodão.

O farelo de algodão, por ser um subproduto de indústrias, possui variações no teor de gossipol (MARSIGLIO, 2010). Em decorrência dessas variações, devem ser realizadas análises para aferir a quantidade do gossipol livre, como meio para avaliar o nível de inclusão do farelo na dieta. A quantidade de gossipol livre que pode ser encontrado varia de 0,01 (100 ppm) a 0,1% (1000 ppm), porém, a indicação é utilizar farelos de algodão que contenham teor de gossipol menor que 0,04% (400 ppm) (MARSIGLIO, 2010).

- **Ácidos graxos ciclopropenóides**

Os ácidos graxos ciclopropenóides (estercúlio e malválico) são encontrados no óleo contido na semente de algodão, provocam grande deposição de ácidos esteárico e palmítico na gordura do ovo e do corpo da ave, além disso, proporciona uma coloração rósea a clara do ovo, também são conhecidos por serem carcinogênico como a aflatoxina (MARSIGLIO, 2010). Uma possível função desses ácidos incomuns seria a de proteger a semente do algodão contra herbivoria, por serem tóxicos ou indigestos (HOSAMANI & SATTIGERI, 2002).

Sonntag (1982) afirma que os ácidos ciclopropenóides são eliminados através do processo de refino do óleo, quando presentes estão em baixa concentração.

- **Fibra (polissacarídeos não amiláceos)**

Os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) são polímeros de açúcares simples, que devido ao tipo das cadeias de ligações dos açúcares, são resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal de não-ruminantes (BRITO et al., 2008). De acordo com Penz Junior (1998) e Rizzoli (2009), também são conhecidas como fibras não amiláceas, pois além da baixa digestibilidade, esses compostos, podem acarretar desordens digestivas aos animais, pois se não hidrolisados, aumentam a viscosidade do conteúdo intestinal, diminuindo a velocidade de passagem dos alimentos, dificultando a ação de enzimas endógenas (barreira física) e prejudicando a difusão e o transporte de nutrientes.

Os polissacarídeos não amiláceos podem ser classificados de acordo com sua solubilidade, ou seja, em solúveis ou insolúveis. Os PNA's solúveis aumentam a viscosidade da digesta, reduzindo o aproveitamento dos nutrientes, e, os PNA's insolúveis são os principais componentes fibrosos, apresentam baixo valor nutricional para os não ruminantes. Porém, ao contrário dos PNA's solúveis, os PNA's insolúveis não têm efeito de interferência na utilização dos nutrientes em aves, mas são responsáveis por manter uma motilidade intestinal normal (LUDKE et al., 2010). Segundo Wyatt et al., (2008) a porção insolúvel pode envolver os nutrientes pela sua composição que é indigestível, constituindo uma barreira física entre a enzima e o nutriente.

Os PNA's solúveis apresentam grande capacidade de absorção de água e formam uma substância gelatinosa que dificulta a digestão e a absorção dos nutrientes (BEDFORD & MORGAN, 1996). A viscosidade da digesta aumentada pelos PNA's

solúveis ocorre, principalmente, pela presença das frações solúveis que são parte da hemicelulose, β -glucanos e arabinosilanos (OLIVEIRA & MORAES, 2007; TAVERNARI et al., 2008).

A quantidade de fibra contida no farelo de algodão pode variar de acordo com a quantidade de casca presente. Assim, pode-se obter o farelo de algodão com baixos teores de fibra e altos teores de proteína quando houver separação das cascas durante seu processamento, sendo este farelo o recomendado para utilização na dieta de aves e suínos. Ou ainda, o farelo de algodão com altos teores de fibra e baixos teores de proteína, quando as cascas forem pouco separadas, ou muitas vezes acrescentadas no final do processo, este é mais recomendado para uso na dieta de ruminantes (BARBOSA & GATTÁS, 2004).

De acordo com Bett (1999) os elevados conteúdos de fibra do farelo de algodão estão relacionados tanto com a diminuição da energia metabolizável, quanto com sua digestibilidade, por inibir o fluxo dos nutrientes, já que age como uma barreira física na atuação das enzimas do trato gastrointestinal (MELO et al., 2010). Estando integrada à acelerada velocidade de passagem da digesta, causada por uma maior quantidade de constituintes da parede celular, ocasionando reflexos negativos ao desempenho animal, principalmente os não-ruminantes (NAGALAKSHMI et al., 2007).

Uma alta inclusão desses carboidratos pode causar um aumento da viscosidade intestinal e, conseqüentemente, reduzir a digestibilidade dos componentes da dieta, comprometendo o desempenho dos animais (CONTE et al., 2002).

- **Fitato**

Alimentos de origem vegetal, em geral, apresentam baixos níveis de fósforo, assim como baixa disponibilidade deste mineral (FIGUEIRÊDO et al., 2000). Cerca de 50 a 80% do fósforo (P) presente nos vegetais encontram-se na forma de fitato (OMOGBENIGUN et al., 2003), um composto cíclico (inositol) que contém seis grupos fosfato, representando cerca de 1 a 1,5% da matéria seca do grão (DRACKLEY, 2000). Selle & Ravindran (2007) indicaram que o farelo de algodão contém mais fitato (0,77%) em comparação ao milho (0,18%) e o farelo de soja (0,38%).

Os fitatos (ácido fítico ou hexafosfato de mio-inositol) exercem um importante papel fisiológico nas plantas, como: estoque de fósforo, reserva de grupos fosfatos reativos, estoque energético, fonte de cátions e iniciação da dormência (CHERYAN,

1980), porém na nutrição animal, o fitato, quando em grandes quantidades, torna-se um fator antinutricional, ocasionando também desordens no âmbito ambiental.

Os ingredientes de origem vegetal contêm o fósforo primariamente como o sal do cálcio-magnésio do ácido fítico, conhecido como fitina, sendo este fósforo indisponível aos animais monogástricos por carência da enzima fitase no trato gastrintestinal (MBAHINZIREKI et al., 2001). O uso da enzima exógena fitase é capaz de catabolizar o fitato disponibilizando fósforo, outros minerais e proteínas para o metabolismo dos animais (LUDKE et al., 2002; MOREIRA et al., 2004a; SILVA et al., 2005). No entanto, uma pequena hidrólise do fitato poderá ocorrer pela presença da fitase intrínseca das plantas e/ou fitase produzida pela flora microbiana intestinal (WILLIAMS & TAYLOR, 1985), porém, a atividade da fitase intestinal, não é suficiente para a hidrólise total do fitato presente nos alimentos.

5. Efeitos dos fatores antinutricionais sobre o desempenho dos frangos de corte

O excesso de gossipol na dieta pode trazer sérios problemas às aves, como: perda de apetite, depressão da atividade respiratória, anemia, edemas pulmonares, hipertrofia do fígado e necrose muscular cardíaca (BARBOSA & GATÁS, 2004).

Estudos realizados por Henry et al. (2001) trabalhando com dietas contendo farelo de algodão extrusado e farelo de algodão extrusado suplementado com lisina sintética para frangos de corte, o ganho de peso e a conversão alimentar média dos frangos aos 21 dias de idade foram significativamente afetados pelas dietas. Aqueles que receberam ração com farelo de algodão extrusado apresentaram um decréscimo no ganho de peso. Quando 2% de lisina foi adicionado às dietas com farelo de algodão extrusado, o ganho de peso dos animais não foi significativamente diferente do controle. A conversão alimentar foi melhor nestes animais quando comparados aos que receberam dietas sem suplementação aminoacídica. Dessa forma, os autores concluíram que apesar da extrusão ser uma forma viável da diminuição do gossipol livre, este processamento não é necessário para a utilização do farelo de algodão em dietas para frangos de corte, pois o nível total de gossipol do farelo não é alterado, visto que não houve melhora significativa no desempenho dos frangos. No entanto, havendo uma suplementação adequada com lisina nas dietas, o farelo de algodão pode ser usado na alimentação de frangos, sem redução do desempenho.

Barbosa & Gattás (2004) afirmam que os limites máximos de inclusão do farelo de algodão devem ser de 10% para a fase inicial e de 15% para fase de engorda e final da criação de aves, no qual o nível de gossipol livre não deve superar 15 ppm para a fase inicial e 30 ppm para as fases subseqüente, porém havendo a correção com sulfato ferroso a tolerância das aves aumenta a níveis de até 100 ppm na fase inicial e até 200 ppm, nas fases subseqüentes. Ezequiel (2002) indica o valor de inclusão de até 10% nas dietas de frangos. No entanto, Rostagno et al. (2011) recomendam que os níveis máximos de inclusão sejam de 4 a 5% do farelo de algodão com 30% de proteína bruta, nas rações de frangos de corte para as fases inicial e de crescimento, respectivamente.

A amplitude da toxicidade do gossipol varia de acordo com o nível de farelo de algodão empregado, o período de consumo, a idade e as condições de estresse as quais o animal está submetido (GAMBOA et al., 2001a). Para as aves mais jovens, Araújo et al. (2003) enfatiza que a utilização do farelo de algodão deve ser criteriosa, uma vez que estas aves são ainda mais sensíveis à toxidez causada pelo gossipol.

Por conter uma quantidade variável de polissacarídeos não amiláceos, o farelo de algodão pode causar efeitos adversos sobre o consumo e provocar alterações fisiológicas sobre a utilização dos nutrientes (LI et al., 2000). De acordo com Oliveira & Moraes (2007) e Tavernari et al. (2008) a solubilidade da fibra contida no farelo pode causar problemas como excretas aquosas, em função da alta retenção de água no trato gastrointestinal dos animais, prejudicando a qualidade da cama, podendo interferir na formação de amônia na cama, e também na formação de “cascão” favorecendo o aparecimento de calos de pé.

As propriedades antinutricionais dos PNA's estão principalmente nas fibras solúveis, pois estas são capazes de se ligarem a grande quantidade de água, aumentando, dessa forma, a viscosidade do fluído (ROSA & UTTIPATEL, 2007), intervindo na difusão dos nutrientes e das enzimas digestivas e suas interações com a mucosa intestinal (TAVERNARI et al., 2008).

No entanto, outros efeitos como o aumento ou diminuição da taxa de trânsito do alimento e interação com a microflora podem ocorrer (CHOCT, 2002). Essa viscosidade diminui a taxa de difusão de substratos e enzimas digestivas e impede suas interações na superfície da mucosa intestinal (CHOCT, 2001), levando ao comprometimento da

digestão e da absorção de nutrientes. Além disso, viscosidade da digesta interfere na microflora intestinal e nas funções fisiológicas do intestino (CHOCT et al., 2004).

Ferreira (1994) relata que entre os efeitos esperados da inclusão de fibra nas dietas está a diluição da concentração energética da dieta e à interação com a utilização dos demais nutrientes devido ao aumento da velocidade do trânsito digestivo. Segundo Jassen & Carré (1989) a baixa digestibilidade aumenta a perda de nitrogênio e reduz a energia digestível da ração.

O ácido fítico presente no farelo de algodão forma quelatos com minerais divalentes, reduzindo a disponibilidade dos minerais (PEZZATO et al., 2004). Segundo Ludke et al. (2002) por ser de baixa disponibilidade, o fósforo fítico, juntamente com o excesso de fosfato inorgânico adicionado às rações, é eliminado nas fezes dos animais, tornando-se motivo de um alto índice de poluição ambiental em áreas de alta concentração.

6. Torta ou farelo de algodão na alimentação de frangos de corte

Estudo realizados por Santos et al. (2005) avaliando a determinação dos valores metabolizáveis do farelo de algodão originado de diferentes processamentos (via extrusão e via extração com solvente), com 32,96 e 35,11% de proteína bruta, respectivamente, encontraram valores de 3131 e 3095 Kcal/kg para a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn).

Generoso et al. (2008) com o objetivo de determinar o valor energético do farelo de algodão para frangos de corte de 21 a 30 e de 41 a 50 dias de idade, substituíram 20% da dieta referência (milho e farelo de soja) pelo farelo de algodão com 28% de proteína bruta. Os autores encontraram valores de 1625 e 1786 Kcal/kg e de 1605 e 1734 Kcal/kg para EMA e EMAn, respectivamente.

Avaliando energeticamente três tipos de farelo de algodão (extrusado, com casca e com 40% de proteína bruta) em frangos de corte dos 14 aos 24 dias de idade, Santos et al. (2013) encontraram variação no teor energético. O farelo extrusado apresentou maiores valores de EMA e EMAn em relação aos demais, apresentado 3131 e 2977 Kcal/kg, respectivamente. Os autores ressaltam que vários fatores podem contribuir para essas oscilações, como os relacionados ao alimento, aos animais e aos metodológicos.

Albino et al. (1994) avaliando um farelo de algodão com 27% de proteína bruta, encontraram o valor de 1540 Kcal/kg para EMAn. No entanto, Carvalho (2008) trabalhando com farelo de algodão com o mesmo percentual de proteína bruta em dietas de frangos de corte, encontrou valores de 1416 Kcal/kg para EMA e 1239 Kcal/kg para EMAn, na matéria seca.

Holanda (2011) avaliando a substituição em níveis (20, 30 e 40%) da dieta referência pelo farelo de algodão em dietas para frangos caipiras dos 10 aos 20 dias de idade, encontrou valores de 784, 935 e 1079 Kcal/kg para EMA e 779, 931 e 1073 Kcal/kg para EMAn nos respectivos níveis de substituição. O mesmo autor estudando a inclusão de 0; 6,75; 13,5; 20,15; 26,77%, correspondente aos níveis de substituição da proteína do farelo de soja de 0; 25; 50; 75 e 100%, respectivamente, sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos caipiras dos 14 aos 84 dias de idade, constatou que o nível de inclusão de 10,67%, correspondente a substituição de 38% não alterou os parâmetros de desempenho (consumo, ganho de peso e conversão alimentar), porém a inclusão do farelo alterou o rendimento dos cortes da carcaça, com decréscimo no rendimento de carcaça, peito e sobrecoxa, e aumento da gordura abdominal.

Em ensaio de desempenho realizado por Gamboa et al. (2001a) a recomendação de inclusão do farelo de algodão foi de 21%, pois ao avaliar níveis de 0; 7; 14; 21 e 28% do farelo, contendo 0; 133; 266; 399 e 532 ppm de gossipol livre, em dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis para frangos de corte, não encontraram diferença no desempenho zootécnico das aves em relação a dieta controle quando utilizou até 21% do farelo de algodão. Resultados semelhantes foram encontrados por Henry et al. (2001) quando avaliaram o desempenho de frangos de corte entre sete e 21 dias, concluindo que a inclusão de 20% de farelo de algodão (44% PB), com a incorporação de 2% de lisina, não afetou o desempenho das aves.

Testando os níveis de 0; 25; 50; 75 e 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão, equivalente a uma inclusão de 0; 7,25; 14,5; 21,75 e 29%, tratado com ferro, em dietas para frangos de corte, sobre o desempenho, Ojewola et al. (2006) constataram que o maior nível de substituição não influenciou no peso corporal, ganho de peso, conversão alimentar e consumo, e ainda possibilitou a obtenção dos maiores valores nutricionais, dentre os tratamentos.

Avaliando a substituição do farelo de soja pelo farelo do caroço de algodão em dietas para frangos de 8 a 42 dias de idade, Pimentel (2006) concluiu que o farelo de algodão com 29,75% de proteína bruta pode ser utilizado em até 19,41%, em rações à base de aminoácidos digestíveis, sem afetar o desempenho e o rendimento de carcaça. Diaw et al. (2010) observou que a inclusão de 18,75% do farelo de algodão com 35,9% de proteína bruta, em dietas para frangos de 1 a 45 dias de idade, melhorou os índices de consumo e ganho de peso, assim como o peso da carcaça, peito e asas.

Santos (2006) estudando a substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão (35,1% de PB) encontrou aumento do rendimento de peito, coxa+sobrecoxa, asa e dorso+pescoço à medida que se aumentaram os níveis de substituição da proteína do farelo de soja pelo farelo de algodão até 40% em dietas para frangos de corte aos 42 dias de idade.

Em pesquisa realizada por Tavares-Samay (2012) utilizando farelo de algodão com 24,28% de PB com ou sem inclusão enzimática em dietas para frangos de corte com 42 dias de idade, sobre seu desempenho, concluiu que a inclusão de 15% do farelo de algodão com ou sem suplementação de enzimas não comprometeu os índices produtivos e os parâmetros de carcaça, proporcionando resultados semelhantes ao da dieta padrão.

7. Enzimas na alimentação de aves

Enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária que agem como catalisadores biológicos e que podem conter outras substâncias tais como vitaminas e minerais como cofatores (FIREMAN & FIREMAN, 1998), capazes de atuar em substratos específicos com o objetivo de aumentar a velocidade de uma reação, sem serem elas próprias alteradas neste processo (CHAMPE, 1989). Essa atuação é influenciada por algumas condições como, por exemplo, as condições de temperatura, umidade, pH, coenzimas e inibidores.

Os primeiros estudos envolvendo o uso de enzimas exógenas na alimentação datam da década de 1920, porém avanços mais notáveis ocorreram na década de 80, com o esclarecimento do papel das enzimas na fisiologia da digestão, na redução de problemas digestivos e nas limitações associadas a alguns tipos de alimento. Nos

últimos quinze anos foram aperfeiçoadas técnicas industriais para purificação de enzimas (LIMA, 2005).

As primeiras informações sobre o uso de enzimas em rações avícolas foram obtidas a partir da descoberta de que grãos umedecidos associados à suplementação enzimática tinham maior aproveitamento nutricional pelas aves (FRY et al., 1958). Na década de 1950, aditivos foram estudados pela Universidade Estadual de Washington - USA para solucionar problemas na avicultura causados pelo excesso de umidade na cama com conseqüente queda no desempenho dos frangos de corte (LEITE, 2006). As enzimas adicionadas nas rações das aves eram utilizadas em rações contendo ingredientes com alta quantidade de polissacarídeos não-amiláceos (PNA's) e de ácido fítico, como trigo, centeio, triticale, cevada e aveia, uma vez que os animais não possuem essas enzimas (carboidrases e fitases) em quantidade suficiente para sua digestão (ALBINO et al., 2007).

As enzimas são classificadas como aditivos zootécnicos digestivos que agem como ativadores de produção, que segundo a Instrução Normativa nº 13 de 30/11/2004, atualmente em vigor, constituem toda substância intencionalmente adicionada ao alimento, com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, sem causar prejuízo ao seu valor nutricional (MAPA, 2004).

De acordo com Amorim et al. (2011) as enzimas podem ser de dois grupos: as endógenas, que são sintetizadas no trato gastrointestinal dos animais, 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 et al., 1996), havendo a necessidade de serem administradas às dietas. Cada tipo de enzima atua sobre um composto ou substrato associado, cuja estrutura deve se encaixar a enzima de modo que os centros ativos coincidam perfeitamente. De acordo com Lehninger et al. (2002), esse processo é comparado à relação entre chave e fechadura, pois cada substrato possui enzima específica, capaz de abrir caminhos para sua transformação.

8. Produção das enzimas exógenas

As enzimas utilizadas nas rações avícolas são produzidas industrialmente em laboratórios especializados por meio de culturas aeróbias, sendo derivadas principalmente da fermentação bacteriana, fúngica e de leveduras, destacando-se

bactérias do gênero *Bacillus* e fungos do gênero *Aspergillus* como principais produtores de enzimas exógenas (FIREMAN & FIREMAN, 1998; LIMA, 2002). Destacam-se ainda fungos do gênero *Penicillium* e *Trichoderma*, sendo que as enzimas fúngicas se caracterizam pelo menor custo e maior variabilidade e estabilidade tendo como característica comum à degradação de carboidratos da parede celular dos cereais (COSTA et al., 2004; MARQUES, 2007).

Segundo Cowan (1993), a produção das enzimas digestivas exógenas consiste em um processo de fermentação, que é consequência da aplicação do inócuo (levedura) previamente preparado em laboratório sobre um substrato, sob condições ideais de ambiente que permitam o processo fermentativo. Ao final desse processo é realizada uma separação da biomassa com posterior resfriamento, centrifugação e concentração. Por fim, são realizadas as etapas de filtração, padronização e controle de qualidade conforme a apresentação do produto (líquido ou sólido).

Carboidrases, proteases e fitase são as principais enzimas disponíveis no mercado. As carboidrases compreendem as amilases, pectinases, β -glucanases, arabinoxilanases, celulasas e hemicelulasas, cujos substratos são, respectivamente, o amido, pectinas, β -glucanos, arabinoxilanos, celulose e hemicelulose. As proteases, por sua vez, incluem as proteases ácidas e alcalinas cujos substratos específicos são as proteínas (OLIVEIRA, 2005). E as fitases utilizadas devido sua habilidade em hidrolisar o fósforo fítico (PERNEY et al., 1993)

Segundo Bedford (2000), existem três grupos de enzimas exógenas utilizadas em rações de frango de corte disponíveis no mercado: enzimas para alimentos com baixa viscosidade (milho, sorgo e soja); enzimas para alimentos de alta viscosidade (trigo, centeio, cevada e farelo de arroz) e enzimas para degradar o ácido fítico dos grãos, sendo que os dois primeiros grupos são, geralmente, carboidrases.

9. Complexos enzimáticos

O fato de as enzimas serem muito específicas na sua reação catalítica determina que os produtos que contenham só uma enzima sejam insuficientes para produzir máximo benefício como suplemento em dietas avícolas. Isso sugere que misturas de enzimas ou complexos enzimáticos sejam mais efetivos, pois, atuam sobre uma série de

polissacarídeos da parede celular dos grãos, levando ao melhor aproveitamento da dieta (CARVALHO, 2006).

Tendo em vista que as rações são compostas por vários ingredientes, faz-se necessário utilizar preparados enzimáticos contendo diferentes enzimas (CAMPESTRINI et al., 2005) e em diferentes proporções, na tentativa de aumentar os benefícios sobre o desempenho das aves (GIACOMETTI, 2002). Contudo, o milho e o farelo de soja ainda são os ingredientes mais utilizados na alimentação dos frangos de corte, e apesar de não apresentarem níveis elevados de PNA's, a suplementação de complexos enzimáticos na alimentação das aves com atuação na degradação destes polissacarídeos e outras atividades enzimáticas têm demonstrado melhoras na performance dos animais (SOUZA et al., 2008).

10. Ação enzimática sobre fatores antinutricionais

• Carboidrases

São enzimas que fazem a degradação dos carboidratos, que estão intimamente ligados ao valor nutricional dos grãos, o qual é limitado pelo teor de polissacarídeos não amiláceos insolúveis (celulose) e polissacarídeos não amiláceos solúveis (predominantemente as β - glucanas e arabinoxilanas) (FIREMAN & FIREMAN, 1998). O modo de ação entre os PNA's solúveis e insolúveis, vai depender da quantidade dos mesmos presentes no alimento, podendo ser considerado nutriente diluente ou fator anti-nutritivo, de acordo com a sua solubilidade (HETLAND et al., 2004).

A suplementação enzimática apresenta bom potencial para ser utilizada nas dietas avícolas para auxiliar a digestão e o aproveitamento dos PNA's, hidrolisando-os e promovendo melhor aproveitamento do amido (RODRIGUES et al., 2003) e aumento no valor da energia metabolizável da ração (GARCIA et al., 2000; BRITO et al., 2006).

Estudando o efeito de três marcas comerciais (A, B e C) de xilanases, cada uma com sua especificidade, com afinidade por PNA's insolúveis e solúveis, Choct et al. (2004) verificaram que somente as xilanases A e C foram efetivas na redução da viscosidade de digesta. Porém, apesar da adição da xilanase B não ter reduzido a viscosidade, o desempenho dos frangos melhorou, evidenciando que a viscosidade da digesta não pode ser usada como único indicador de efeito anti-nutricional dos PNA's nas dietas de aves. De acordo com Han (1997) a taxa de passagem da digesta pelo trato

gastrointestinal em frangos de corte com 21 dias de idade foi reduzida de 3,5 para 3,0 horas, quando se utilizou suplementação enzimática em dietas à base de cevada, pela degradação dos PNA's solúveis e consequente redução da viscosidade.

Utilizando a suplementação de alfa-amilase na dieta de pintos de corte, Garcia et al. (2003) verificaram que a digestibilidade aparente do amido foi aumentada de 96,2%, aos 7 dias, para 98,0%, aos 28 dias de idade das aves, melhorando a utilização de energia da dieta, assim como proporcionou maior consumo alimentar e menor conversão. A melhora na digestibilidade do amido com a inclusão de alfa-amilase na dieta de frangos de corte mostra a efetiva eficiência da suplementação de enzimas exógenas nas dietas para aves.

- **Proteases**

As proteases são enzimas com ação proteolítica, e podem ser classificadas como endopeptidases ou exopeptidases. Ambos os tipos de enzima atacam ligações peptídicas de proteínas e polipeptídeos. A diferença entre elas é que as endopeptidases limitam seu ataque a ligações de dentro da molécula proteica, quebrando grandes cadeias de peptídeos em segmentos de polipeptídeos menores, enquanto que as exopeptidases atuam somente nos finais das cadeias polipeptídicas (MOREIRA et al., 2004b).

O grande número de proteases endógenas, geralmente é suficiente para uma adequada utilização das proteínas (NIR et al., 1993). No entanto, as proteínas dietéticas não são utilizadas completamente pelas aves. Existe potencial para melhorar a utilização dos aminoácidos das dietas por meio da suplementação enzimática, reduzindo os custos de suplementação nas dietas (WANG et al., 2006), já que as enzimas aumentam o aproveitamento dos alimentos, possibilitando assim redução nos níveis de inclusão de certos nutrientes, como aminoácidos e minerais.

De acordo com Meneghetti et al. (2007) a utilização de proteases exógenas pode maximizar a disponibilidade de aminoácidos e direcioná-los para a manutenção e crescimento dos animais, contribuindo também com o aumento de energia metabolizável aparente das rações e, conseqüentemente, melhorando o desempenho e diminuindo o custo de alimentação.

Rodrigues et al. (2003) avaliando o efeito da adição de um complexo enzimático (protease, amilase e xilanase) sobre a digestibilidade dos nutrientes de dietas a base de

milho e farelo de soja para frangos de corte com 27 dias de idade, observaram melhoria na digestibilidade ileal da proteína bruta, amido e energia ileal digestível.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Marsman et al. (1997) quando examinando os efeitos da inclusão de enzimas como celulases e proteases em dietas formuladas com soja extrusada ou soja tostada para frangos de corte, observaram que houve um aumento da digestibilidade ileal da proteína bruta e dos polissacarídeos não amídicos (PNAs).

- **Fitase**

O fósforo e o cálcio, dentre os minerais exigidos pelas aves, são considerados os mais importantes, por serem necessários não apenas para ótima taxa de crescimento, mas também para a mineralização óssea. Uma importante fonte de fósforo são os ingredientes de origem vegetal, porém a maior parte encontra-se combinado com o inositol formando a molécula do ácido fítico ou hexafosfato inositol que formam uma ampla variedade de sais insolúveis, diminuindo assim a digestibilidade dos nutrientes (COSTA et al., 2007).

A molécula de fitato é um grande fator antinutricional, possuindo em sua estrutura grupos ortofosfatos altamente ionizáveis, os quais afetam a disponibilidade de cátions como o cálcio, zinco, cobre, magnésio e ferro no trato gastrointestinal, o que resulta na formação de complexos insolúveis (SOHAIL & ROLAND, 1999). Segundo Ravindran et al. (1995), como a habilidade da ave em utilizar o fósforo fítico é baixa, a biodisponibilidade do elemento fósforo nos ingredientes de origem vegetal também é muito baixa, necessitando da adição do fósforo inorgânico e propiciando maior custo da alimentação.

A utilização da fitase nas rações tem a finalidade de aumentar o aproveitamento do fósforo orgânico, presente na forma de fitato nos ingredientes de origem vegetal, com o intuito de reduzir o custo da adição do fósforo inorgânico na ração. Pois, de acordo com Newman (1997) a enzima fitase catalisa o desdobramento do ácido fosfórico do inositol, liberando deste modo o ortofosfato para ser absorvido. A atividade da fitase é expressa como sendo a quantidade de enzima que hidrolisa 1 micromol de fosfato inorgânico por minuto proveniente de 1,5mM de fitato em pH 5,5 e à temperatura de 37°C (YI et al., 1996).

A fitase exógena inibe a formação dos complexos binários entre proteína-fitato, possibilitando, também uma melhoria no aproveitamento dos aminoácidos (SELLE & RAVINDRAN, 2007). A adição de fitase nas dietas de aves pode facilitar a ação enzimática, a absorção de minerais e a digestibilidade de aminoácidos é aumentada (RUTHERFURD et al., 2002), com conseqüente redução de custos e de impactos ambientais, já que as concentrações de nitrogênio e fósforo nas excretas são reduzidas.

Avaliando os efeitos da adição de um complexo enzimático (caboidrases e fitase) sobre o desempenho e digestibilidade dos nutrientes para frangos de corte alimentados com dieta contendo farelo de girassol, Tarvenari et al. (2008) constataram que a adição de enzimas não alterou o desempenho nem os valores energéticos, porém, causou melhoras na retenção de Ca e P.

Laurentiz et al. (2007) avaliando o efeito da fitase (100g/T, 500 FTU/kg) em rações com redução nos níveis de P para frangos de corte na fase final de criação, observaram que a redução de 0,38% para 0,14% de fósforo disponível (Pd) proporcionou desempenho e características ósseas semelhantes à dieta controle.

No entanto, Surek et al. (2008) constataram não haver efeito da enzima sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, quando trabalhando com uma adição ou não de 550 FTU/kg de fitase. Porém, os autores encontraram um aumento do coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta e na biodisponibilidade do Ca e P.

11. Considerações finais

A utilização do farelo de algodão como ingrediente alternativo em rações destinadas para os animais é de grande importância, por possuir grande potencial na redução dos custos de produção. No entanto, faz-se necessário o conhecimento dos fatores antinutricionais presentes no farelo (teor de gossipol, fibra, fitato e ácidos ciclopropenóides), da composição química e valor nutritivo, além da estratégia de uso na alimentação animal, com a finalidade de proporcionar melhor aproveitamento deste subproduto.

A adição de enzimas exógenas às rações de aves, de maneira geral, tem resultado em melhorias na digestibilidade e desempenho. A suplementação de enzimas pode, portanto, melhorar o valor nutricional dos alimentos e permitir uma maior flexibilidade na formulação de dietas; reduzindo custos e mantendo os níveis nutricionais.

Além destes benefícios, o uso de enzimas promove mudanças significativas na formulação de rações e proporcionam possíveis economias no setor avícola, podendo também reduzir os problemas ambientais com relação às quantidades de nutrientes excretados no meio ambiente sem afetar o desempenho zootécnico dos animais.

12. Referências bibliográficas

ALBINO, L.F.T. et al. Ingredientes Promotores de Desempenho para Frangos de Corte. In: SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS – AVESUI REGIÕES, 7., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 2007. p.73-90.

ALBINO, L.F.T. et al. Análise individual versus “pool” de excretas na determinação de energia bruta em ensaios de energia metabolizável. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 467-473, 1994.

AMORIM, A.B. et al. Enzimas exógenas para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, artigo 133, v. 8, n. 2, p. 1469-1481, 2011.

ARAÚJO, A.E. et al. **Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar**. EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Algodão, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturafamiliar/subprodutos.htm>> Acessado em: 13 de Abr. 2016.

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/arquivos_internos/artigos/015v1n3p147_156_nov2004.pdf acessado em: 13 de abr. 2016.

BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition- their current value and future benefits. **Animal Feed Science Technology**, v.86, n.1, p.1- 13, 2000.

BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J. The use of enzymes in poultry diets. **World's Poultry Science Journal**, v.52, p.61-68, 1996.

BELTRÃO, N.E.M. et al. **Potencialidades de alguns subprodutos do algodoeiro. I.** Fitomassa e seu subproduto principal, a celulose. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000. 4p. (Embrapa Algodão . Comunicado Técnico, 114).

BETT, C.M. Utilização do farelo e da semente de girassol na alimentação de frangos de corte, 1999. 39p. Dissertação (Mestrado e Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá.

BRITO, M.S. et al. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos: revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.

BRITO, C.O. et al. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, p.457-461, 2006.

BRUMANO, G. 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**, v.35, n.6, p.2297- 2302, 2006.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal** – Campinas: 2002.

CALDERANO, A.A. 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. et al. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v.6, n.2, p.254-267, 2005.

CARVALHO, C.B. et al. Avaliação nutricional do farelo de algodão de alta energia no desempenho produtivo e características de carcaças de frangos de corte. **Ciência Rural**, v.40, n.5, p.1166-1172, 2010.

CARVALHO, C.B. Avaliação nutricional do farelo de algodão para frangos de corte. 2008. 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

CARVALHO, J.C.C. **Complexos enzimáticos em rações para frangos de corte.** 2006. 64f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

CHAMPE, B.C. Enzimas. In: CHAMPE, B.C.; HARVEY, R.A. **Bioquímica ilustrada.** 2. Ed. São Paulo: Artes Médicas, 1989. p. 53-66.

CHERYAN, M. Phytic acid interactions in foods systems. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v.13, n.4, p. 296-335, 1980.

CHIBA, L.I. Protein supplement. In: LEWIS, A.I.; SOUTHERN, L.L. (Ed.). **Swine nutrition.** 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 803-837.

CHOCT, M. et al. A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.92, p.53–61. 2004.

CHOCT, M. Non- starch polysaccharides: effect on nutritive value In: Poultry feedstuffs: supply, composition and nutritive value In: MAVNAB, J.M. e BOORMAN, K.N. (Eds.) **Factors influencing nutritive value.** CAB International. 2002, p. 221-235.

CHOCT M. Enzyme supplementation of poultry diets based on viscous cereals. In: Bedford, M.R. & Partridge, G.G. (ed.) **Enzymes in farm animal nutrition.** Oxford, CAB Publishing, 2001.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos,** oitavo levantamento, maio, Brasília: CONAB. 2015.

CONTE A. J. et al. Efeito da Fitase e Xilanase Sobre a Energia Metabolizável do Farelo de Arroz Integral em Frangos de Corte. **Ciência Agrotecnologia**, v.26, p.1289-1296, 2002.

COSTA, F.G.P. et al. Efeito da enzima fitase nas rações de frango de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v.31, p.865-870, 2007.

COSTA, F.G.P. et al. Utilização de um complexo multienzimático em dietas de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.5, n.2, p.63-71, 2004.

COWAN, W.D. Understanding the manufacturing distribution, application, and overall quality of enzymes in poultry feeds. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.1, n.1, p.93-99, 1993.

DIAW, M.T. et al. Effects of groundnut cake substitution by glanden 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. 573-481, 2010.

DRACKLEY, J.K. Soy in Animal Nutrition. Savoy, Illionis: **Federation of Animal Science Societies**, p.215-237, 2000.

EVANGELISTA W.S. et al. Effect of gossypol on survival and reproduction of the zoophytophagous stinkbug *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Revista Brasileira Entomologia**. v.55, p.267-271, 2011.

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.

FERREIRA, W.M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-

RUMINANTES, **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p. 85-113.

FIGUEIRÊDO, A. V. et al. Ação da fitase sobre a digestibilidade biológica do fósforo, por intermédio da técnica de diluição isotópica, em dietas com farelo de arroz integral para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.177-182, 2000.

FIREMAN, F. A. T.; FIREMAN, A. K. A. T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.1, p.173-178, 1998.

FRY, R.E. et. al. Influence of enzyme supplementation and water treatment on the nutritional value of different grains for poult. **Poultry Science**, v. 37, p. 372-375, 1958.

GAMBOA. D.A. 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, 2001b.

GAMBOA. D. A. et al. Tissue Distribution of Gossypol Enantiomers in Broilers Fed Various Cottonseed Meals. **Poultry Science**, v. 80, n. 7, p. 920-925. 2001a.

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

GARCIA, E.R.M. et al. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, fluxo de nutrientes na digesta ileal e desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1414-1426, 2000.

GENEROSO, R.A.R. 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.

GIACOMETTI, R.A. **Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes do farelo de arroz integral suplementadas com complexos enzimáticos para frangos de corte.** 2002. 54f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

GOMES, P.C. et al. Valores de aminoácidos digestíveis de alimentos para aves. **Revista Brasileira de zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1259-1265, 2010.

HAN, Z. Effect of enzyme supplementation of diets on the physiological function and performance of poultry. In: Marquardt R.R. & Han Z. (ed.) *Enzymes in Poultry and Swine Nutrition*. **International Development Research Centre**, Ottawa, ON, Canadá. 1997. p. 29-44.

HENRY, M.H. 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.

HETLAND, H. et al. Role of insoluble non starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 60, p. 415 – 422. 2004.

HOLANDA, M.A.C. **Utilização de farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em dietas de frangos caipiras.** 115p. Tese (Doutorado em zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011.

HOSAMANI, K.M.; SATTIGERI, R.M. Analysis of *Cassia marginata* and *Cassia corymbosa* seed oils: An approach of the industrial utilization. **Industrial Crops and Products**. v.17, p. 57-60, 2002.

HUANG, K.H. et al. Comparison of apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients measured with broilers, layers and roosters. **Poultry Science**, v. 85, p. 625-634, 2006.

JASSEN, W.M.M.A.; CARRÉ, B. **Influence of fiber on digestibility of poultry feeds.** In: COLE, D.J.A.; HARESIGN (Eds.) Recent developments in poultry nutrition. London: Butterworths, 1989. p. 78-93.

KERR, L. A. Gossipol toxicosis in cattle. **Compendy Continuous Education Practy. Veterinary.** v.15, n.9, p.1139-1146, 1989.

LAURENTIZ, A.C. 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**, n. 8, n.2, p. 207-216, 2007.

LEHNINGER, A. L. et al. **Princípios de Bioquímica.** São Paulo: SARVIER, 2002. 975p.

LEITE, J. L. B.; **Influência da peletização sobre a adição de enzimas e vitaminas em rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.** 2006. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

LI, D.F. et al. Growth performance of growing -finishing pigs fed diets supplemented with chinese cottonseed meal based on amino acid digestibilities. **Asian Australiam Journal Animal Science**, v. 13, n. 4, p. 521-527, 2000

LIMA JUNIOR, D.M. et al. Fatores anti-nutricionais para ruminantes. **Acta Veterinária Brasília**, v.3, n.4, p. 132-143, 2010.

LIMA, F. R. Aditivos zootécnicos: enzimas. In: PALERMO NETO, J.; SPINOSA, H. S.; GÓRNIAC, S. I. **Farmacologia aplicada à avicultura.** São Paulo: ROCA, 2005. p. 239- 248.

LIMA, A.L. **Caracterização morfológica, molecular e bioquímica de *Trichoderma spp* isolados de solo do cerrado brasileiro**. 2002. 76f. Tese (Doutorado em Fitopatologia)-Universidade de Brasília, Brasília.

LOPES, A. M. Uso de subprodutos do algodão na alimentação de ruminantes. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA – **Métodos Nutricionais e Alimentação de Ruminantes – Zoo** - Viçosa, junho de 2003.

LORDELO, M.M. et al. Met a relative toxicity of gossypol enantiomers in laying and broiler breeder hens. **Poultry Science**, v.86, n.3, p.582–590, 2007.

LUDKE, J.V. et al. **Alimentos e alimentação de galinhas poedeiras em sistema orgânico de produção**. EMBRAPA – Suínos e Aves, Circular técnica 55, Concórdia-SC, 2010.

LUDKE, M.C.M.M.; LOPEZ, J.; LUDKE, J.V. Fitase em dietas para suínos em crescimento: impacto ambiental. **Ciência Rural**, v.32, p.97-102, 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Instrução Normativa nº 13/2004. REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE ADITIVOS PARA PRODUTOS DESTINADOS À ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 2004. Disponível em:

<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=133040692>. Acesso em 03 de Agosto de 2016.

MARQUES, S.F.F. **Biotecnologia Enzimática: Produção de Complexo multienzimático de *Trichoderma harzianum* e sua aplicação na alimentação de frangos de corte**. 2007. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

MARSMAN, G. J.; et al. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibility, and chyme characteristics in broiler chicks. **Poultry Science**, v.76, n.6, p.864-872, 1997.

MARSIGLIO, B.N. **Utilização do caroço de algodão na nutrição animal x gossipol**. IEPEC, 2010. Disponível em: <http://ovinosecaprinios.iepec.com/noticia/utilizacao-de-farelo-de-algodao-na-nutricao-animal-x-gossipol> Acessado em: 19 de Abr. 2016.

MBAHINZIREKI, G. B. et al. Growth, feed utilization and body composition of tilapia (*Oreochromis sp.*) fed with cottonseed meal-based diets in a recirculating system. **Aquaculture Nutrition**, v. 7, n. 3, p. 189-200, 2001.

MELLO, T.S. et al. Inclusão do farelo de algodão e de fitase na ração de poedeiras leves. In> 47^a REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2010. **Anais...** Salvador, BA, 2010.

MENEGHETTI, C. et al. Efeitos dos níveis de suplementação de alfa-amilase no desempenho de frangos de corte na fase inicial de criação (1 a 21 dias de idade). In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007, Campinas, **Resumos...** Campinas: FACTA. 2007. p-133.

MOREIRA, I. 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).

MOREIRA, J.A. et al. Fluxo biológico do fósforo no metabolismo de suínos alimentados com dietas contendo fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.2066-2075, 2004a.

MOREIRA, I. et al. Fisiologia da digestão e absorção de proteínas em aves. In: SAKOMURA, N.K. et al. **Curso de fisiologia da digestão e metabolismo dos nutrientes em aves**. Jaboticabal: UNESP, 2004b. CD-ROM.

NAGALAKSHMI, D. et al. Cottonseed meal in diets poultry: a review. **Journal Poultry Science**, v. 44, n.2, p.119 – 134, 2007.

NCPA-National Cottonseed Products Association. **Cottonseed feed products guide**. 2003. Disponível em: <http://www.cottonseed.com/publications/feedproductsguide.asp>. Acesso em: 13 Abr. 2016.

NEWMAN, K. Phytase: The enzyme, its origin and characteristics: impact and potential for increasing phosphorus availability. In: **SHORT COURSE ON FEED TECHNOLOGY**, 7., 1997, Ansong. **Anais...** Ansong: KSANF, 1997. p. 169-177.

NIR, I. et al. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. **British Poultry Science**, London, v. 34, p. 523 – 532. 1993.

OJEWOLA, G.S. et al. Cottonseed meal as substitute for soybean meal in broiler ration. **International Journal of Poultry Science**, v.5. n.4 p.360-364, 2006.

OLIVEIRA, M. C.; MORAES, V. M. B. Mananoligossacarídeos e enzimas em dietas à base de milho e farelo de soja para aves. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.3, p.339-357, 2007.

OLIVEIRA, M.C. **Enzimas e mananoligossacarídeo em dieta de frangos de corte**. 2005. 105 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

OMOGBENIGUN, F. O. et al. The effect of supplementing microbial phytase and organic acids to a cornsoybean based diet feed to early weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 81, p.1806-1813, 2003.

PAIM, T.P. et al. Uso de subprodutos do algodão na alimentação de ruminantes. **Ciência Vet. Tróp.**, v.13, n. 1/2/3, p. 24-37, 2010.

PALHARES, L.O. **Utilização da torta de algodão com ou sem enzimas para suínos em crescimento.** 2014. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

PAIANO, D. et al. Farelos de algodão com diferentes níveis de proteína na alimentação de suínos na fase inicial: digestibilidade e desempenho. **Acta Sci. Animal Sciences.** v. 28, n. 4, p. 415-422, 2006.

PENZ JÚNIOR, A.M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu-SP,1998, p.165-178.

PERNEY, K. M. et al. The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 72, n. 11, p. 2106-2114, 1993.

PEZZATO, L. E. et al. **Nutrição de Peixes.** In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. (Ed.). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: Aquabio, 2004. v. 1, p. 75-170.

PIMENTEL, A.C.S. **Substituição do milho e do farelo de soja por sorgo e farelo de caroço de algodão extrusado em rações para frangos de corte.** 2006. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

PRAWIRODIGDO, S. et al. Nitrogen retention in pigs given diets containing cottonseed meal or soybean meal. **Animal Feed Science Technology.** v.67, p. 205-211, 1997.

RAVINDRAN, V. et al. Phytates: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. **Poultry and Avian Biology Reviews**, Northwood, v. 6, p. 125-143, 1995.

RIZZOLI, P. W. **Desempenho, incremento de energia e digestibilidade de nutrientes em rações de frangos de corte contendo enzimas exógenas**. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

RODRIGUES, P.B. et al. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.1, p.171-182, 2003.

ROSA, A.P. & UTTPATEL, R. Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte. In: VIII Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 2007, Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2007, p. 102-115.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011, 252p.

RUTHERFURD, S.M. et al. The effect of microbial phytase on ileal phosphorus and amino acid digestibility in the broiler chicken. **Brit. Poultry Sci.** n.44, p.598-606. 2002.

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

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 carcaças em frangos de corte**. 2006. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

SANTOS, M.J.B. et al. Efeito do processamento do farelo de algodão sobre a composição nutricional e valor de energia metabolizável para frangos de corte. **Anais... ZOOTEC 2005 – 24 a 27 de maio de 2005 – Campo Grande-MS.**

SOTO-SALANOVA, M.F. et al. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, Curitiba, PR, 1996. **Anais ...** Curitiba: APINCO, 1996, p.71-76.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, n.1- 2, p.1-41, 2007.

SILVA, H.O. et al. Efeito da fitase sobre a excreção e teor de minerais nos ossos de suínos na fase de crescimento. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n.1, p.54-59, 2005.

SOHAIL, S. S.; ROLAND, D. A. Influence al supplemental phytase on performance of broilers four to six of age. **Poultry Science**, London, v. 78, p. 550-555, 1999.

SONNTAG, N.O.V. **Em bailey's industrial oil and fats products**; Swern, D. 4 ed. John Wiley. New York, v.1, cap. 1, p. 40, 1982.

SOUZA, R. M. et al. Efeitos da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 584-590, 2008.

SUREK, D. et al. Uso da fitase em dietas de diferentes granulometrias para frangos de corte na fase inicial. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1725-1729, 2008.

TAVARES-SAMAY, A.M.A. **Avaliação nutricional e enrgética do farelo de algodão com ou sem suplementação enzimática para frangos de corte.** 2012, 119f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

TARVENARI, F.C. et al. Inclusion of sunflower meal, with or without enzyme supplementation in broiler diets. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 19, n. 4, p. 233-238, 2008a.

TAVERNARI, F. C. et al. Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, Artigo 68, Viçosa, v.5, n.5, p. 673-689, 2008b. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/068V5N5P673_689_SET2008_.pdf> Acessado em: 19 de Abr. 2016.

TORRES, A.P. **Alimentos e nutrição das aves domésticas**. 2.ed.; p. 324, São Paulo, 1979.

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, J.J. et al. Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broilers chickens. **J. Appl. Poult. Res.** v.15, p.544-550, 2006.

WATKINS, S.E. et al. Reducion in dietary nutrient density AIDS in utilizacion of high protein cottonseed meal in broiler diets. **Int. J. Poult. Sci.**, v.1, n.4, p. 53-58, 2002.

WILLIAMS, P. J.; TAYLOR, T. G. Comparative study of phytate hydrolysis in the gastrointestinal tract of the golden hamster (*Mesoerictetus auratus*) and the laboratory rat. **British Journal of Nutrition**, v.54, n.2, p.429-435, 1985.

WITHERS, W.A.; CARRUTH, F.E. Gossypol, The toxic substance in cottonseed. **Journal Agricultural Research**, v. 12, n. 3, p. 83-102, 1918.

WYATT, C. et al. **Mechanisms of action for supplemental NSP and phytase enzymes in poultry diets.** In: Poultr. Nutr. Conf. 35, 2008. Carolina Feed Ind. Assoc. Raileigh, NC. p.1-11, 2008.

YI, Z. et al. Improving phytase phosphorus availability in corn and soybean meal for broilers using microbial phytase and calculating of phosphorus equivalency values for phytase. **Poultry Sci.** v.75, p.240- 249, 1996.

Capítulo 2

**Digestibilidade da torta de algodão, com ou sem
suplementação enzimática, para frangos de corte.**

*Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Ciência Rural

1 Digestibilidade da torta de algodão, com ou sem suplementação enzimática, para frangos de
2 corte

3 Digestibility of cottonseed cake with or without enzyme supplementation for broilers

4 Resumo

5 Com o objetivo de determinar os valores nutritivos e energéticos da torta de algodão,
6 com ou sem suplementação enzimática, foi realizado um ensaio de digestibilidade com
7 frangos de corte. Foram utilizados 210 pintos machos Coob-500, distribuídos em gaiolas
8 metabólicas num delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram de uma
9 dieta referência à base de milho e farelo de soja e quatro dietas testes, com substituição de
10 30% da dieta referência pela torta de algodão com quatro níveis de inclusão do complexo
11 enzimático (0, 15, 30 e 45g/100kg). A suplementação enzimática melhorou os valores
12 energéticos e de metabolizabilidade da torta de algodão no nível de inclusão de 30g/100kg.
13 Houve piora na digestibilidade da proteína, quando foi adicionado o complexo enzimático.

14 Palavras-chave: enzimas exógenas, metabolismo, subproduto.

15 Abstract

16 With the objective to determine the nutritional and energy values of cottonseed cake
17 with or without enzyme supplementation, there was a digestibility assay with broilers. They
18 were used 210 male chicks Coob-500 distributed in metabolic cages in a completely
19 randomized design. The treatments consisted of a reference diet based on corn and soybean
20 meal and four tests diets with replacement of 30% of the reference diet for cottonseed cake
21 with four levels of inclusion of the enzyme complex (0, 15, 30 and 45g/100kg). Enzyme
22 supplementation improved the energy values and metabolization of cottonseed cake on
23 inclusion level 30g / 100kg. It worsened in protein digestibility when the enzyme complex
24 was added.

25 Key words: exogenous enzymes, metabolism, by-product.

26 Introdução

27 O desenvolvimento da avicultura de corte no Brasil é dependente da disponibilidade
28 de alimentos. Na cadeia de produção avícola, a alimentação representa aproximadamente 70%
29 dos custos de produção, onde o milho e o farelo de soja são as matérias-primas mais
30 utilizadas, e estão sujeitos à oscilações de mercado, devido principalmente às instabilidades
31 de preço e produção. Desta forma, o uso de fontes alternativas de alimentos, assim como o
32 uso de aditivos, assume papel de destaque na busca de soluções para esta problemática.

33 A utilização de derivados da cultura algodoeira, como os subprodutos caroço, farelo e
34 torta de algodão vem se difundindo, pois são considerados excelentes alternativas na
35 alimentação animal. Dentre os subprodutos, a torta de algodão (TA) vem ganhando destaque
36 em estudos, por apresentar boa composição nutricional e fácil modo de obtenção.

37 A torta pode ser obtida por extração mecânica do óleo presente no caroço de algodão
38 (PALHARES, 2014). Esse processo consiste da separação do línter (BERZAGHI, 1965) e
39 cozimento dos caroços, rompendo dessa forma, as células oleíferas, que ao ser prensado, dará
40 origem a torta e ao óleo bruto. No entanto, o uso deste subproduto em dietas para frangos de
41 corte está atrelado ao conhecimento de sua composição química, dos valores digestíveis, dos
42 seus fatores antinutricionais e componentes tóxicos.

43 Apesar de apresentar elevado teor proteico, sua inclusão na dieta das aves possui
44 algumas restrições, visto que a torta de algodão apresenta em sua composição elevados teores
45 de polissacarídeos não amiláceos (PNA's) (TANKSLEY Jr., 1992), com conseqüente, baixo
46 valor de energia metabolizável (PAIANO et al., 2006); limitação no uso da lisina (AZEMAN
47 & YILMAZ, 2005) e a presença do composto fenólico gossipol, na forma livre, o que pode
48 causar redução no ganho de peso, dificuldade respiratória, infertilidade e até morte do animal
49 (SAKSENA et al., 1981). No entanto, as limitações de uso da torta de algodão na alimentação
50 das aves podem ser contornadas através de diversas estratégias alimentares.

51 Dentre essas estratégias, pode-se citar o uso de enzimas exógenas ou complexos
52 enzimáticos. Estes podem atuar como uma forma de aprimoramento alimentar, visando
53 melhorar a disponibilidade de nutrientes presentes nos alimentos com a presença de fatores
54 antinutricionais, como os PNA's das células vegetais, as proteínas protegidas da atividade
55 digestiva pelos polissacarídeos da parede celular (CAMPESTRINI et al., 2005) e o fósforo
56 que se encontra complexado ao fitato ou ácido fítico (CONSUEGRO, 1999), aumentando a
57 digestibilidade dos nutrientes.

58 A torta de algodão apresenta potencialidade para uso na alimentação dos frangos de
59 corte, porém sua inclusão ainda é avaliada devido às dúvidas sobre seu valor nutricional.
60 Diante disso, objetivou-se determinar a composição química e aminoacídica, bem como os
61 valores energéticos e digestíveis da torta de algodão com ou sem suplementação enzimática
62 na alimentação dos frangos de corte.

63 Material e Métodos

64 O ensaio experimental foi conduzido no Laboratório de Pesquisa com Aves do
65 Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (DZ/UFRPE), sob
66 a licença do Comitê de Ética local número 042/2013.

67 A torta de algodão (TA) utilizada foi adquirida do município de Garanhuns/PE, obtida
68 pela prensagem mecânica, após aquecimento a vapor. Amostras da torta foram encaminhadas
69 ao Laboratório de Nutrição Animal (LNA/DZ/UFRPE) e analisadas de acordo com a
70 metodologia proposta por DETMANN et al. (2012) para os teores de matéria seca (MS),
71 proteína bruta (PB), cinzas (CZ), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em detergente
72 neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia bruta (EB). Para a determinação da
73 composição de aminoácidos totais, uma amostra da torta foi encaminhada a Empresa Evonik
74 Industries AG Feed Additives/Animal Nutrition Services, onde foi realizada a análise através
75 da espectroscopia por infravermelho próximo (NIR).

76 Posteriormente, foi realizado um ensaio de digestibilidade com pintos de corte machos
77 da linhagem Coob-500. Um lote de 300 pintos com um dia de vida foi criado em galpão,
78 seguindo as recomendações da linhagem, sendo ofertados água e ração *ad libitum* atendendo
79 as exigências dos animais de acordo Rostagno et al. (2011). Aos 14 dias de idade as aves
80 foram pesadas, então foram selecionadas 210 de acordo com o peso médio (378g), sendo
81 distribuídas ao acaso em baterias de gaiolas experimentais, dotadas de comedouro, bebedouro
82 e bandeja coletora de excretas com 1,00 x 0,50 x 0,50m de dimensões, sendo 7 aves alojadas,
83 em cada gaiola experimental.

84 O período experimental foi do 14^o ao 22^o de vida das aves, sendo 4 dias de adaptação
85 das aves as gaiolas e as dietas experimentais e 4 dias para a coleta das excretas. Neste período
86 foram aferidas e registradas a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar com auxílio do
87 termohigrômetro, como sendo as médias de 27,8° C e 60,51%, respectivamente. O programa
88 de luz adotado foi o de 24 horas de luz.

89 Os tratamentos consistiram de uma dieta referência à base de milho e farelo de soja
90 (RR), conforme apresentado na Tabela 1, e quatro dietas testes com substituição de 30% da
91 ração referência pela torta de algodão, com quatro níveis do complexo enzimático (isenta de
92 complexo, 50% do nível recomendado (15g/100kg), 100% do nível recomendado
93 (30g/100kg), 150% do nível recomendado (45g/100kg)) com seis repetições, totalizando 30
94 parcelas experimentais, em um delineamento inteiramente casualizado.

95 A dieta referência foi formulada com composição nutricional calculada a partir de
96 tabela padrão (ROSTAGNO et al., 2011). A torta de algodão antes de ser incluída nas dietas
97 testes foi tratada com sulfato de ferro, na proporção de 40g/100kg, como recomendado por
98 MOREIRA et al. (2006) visando prevenir o efeito tóxico do gossipol.

99 O complexo enzimático utilizado foi produzido a partir da fermentação de fungos,
100 possuindo em sua composição carboidrases (β - Glucanase, Xilanase e amilase), protease e

101 fitase, sendo este complexo fornecido pelo laboratório Bioglass®, com recomendação de
 102 utilização de 30g para cada 100 kg de ração.

103 **Tabela 1-** Composição percentual e valor nutricional da dieta referência

Ingredientes	Fase experimental
	Inicial (14 a 22 dias)
Milho	55,550
Farelo de soja	36,231
Óleo de Soja	4,310
Calcário	1,086
F. Bicálcico	1,539
Sal comum	0,419
DL-Metionina	0,308
L-Lisina	0,231
Treonina	0,074
Bacit. Zn 15%	0,050
Salinomicina 12%	0,050
Pré-mix Vit. cresc. ¹	0,100
Pré-mix Mineral ²	0,050
Composição nutricional (calculada)	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.100
Proteína bruta (%)	21,2
Fibra bruta (%)	2,88
Extrato etéreo (%)	6,91
Cálcio (%)	0,841
Fósforo total (%)	0,634
Fósforo disponível (%)	0,401

104 ¹ Suplemento vitamínico. (Níveis de garantia por Kg do produto). Vit A 1000000 UI, Vit D3 2000000 UI, Vit E 20000 mg, Vit K3 4000 mg,
 105 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,
 106 Selênio 250 mg, Antioxidante 100000 mg. ² Suplemento mineral. (Níveis de garantia por Kg do produto). Manganês 75000 mg, Zinco 70000
 107 mg, Ferro 60000 mg, Cobre 85000 mg, Iodo 1500 mg, Cobalto 200 mg.

108 A água e as dietas experimentais foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período
 109 experimental. O método utilizado foi o de coleta total de excretas, sendo a coleta realizada uma
 110 vez ao dia. Como marcador fecal, para determinar o início e o final das coletas foi usado o
 111 óxido férrico em pó, homogeneizado às dietas na proporção de 2%. O material coletado foi
 112 pesado, acondicionado em sacos plásticos devidamente identificados e em seguida foram
 113 congelados em freezer a temperatura de -20°C até o final do experimento, quando as amostras
 114 foram homogeneizadas por unidade experimental.

115 Para a determinação da digestibilidade ileal aparente foi acrescida as dietas
116 experimentais o indicador Celite® na proporção de 1%. Ao final do período experimental, as
117 aves foram sacrificadas por deslocamento cervical, onde o íleo foi exposto após incisão
118 abdominal, e um seguimento de aproximadamente 18 cm de comprimento, iniciando-se a 1,5
119 cm do divertículo de meckel terminando a 1,5 cm da junção íleo-ceco-cólica foi pinçado e o
120 conteúdo delicadamente retirado em seguida, armazenados em potes e congelados em freezer
121 à -20° C.

122 Amostras representativas das excretas e o conteúdo ileal foram pré-secos, moídos em
123 moinho tipo bola e juntamente com as dietas experimentais foram enviadas ao laboratório
124 (LNA/DZ/UFRPE) para realização das análises de matéria seca, proteína bruta e energia bruta
125 de acordo com a metodologia já citada anteriormente e cinza insolúvel (Celite®) de acordo
126 com o método adaptado de VAN KEULEN & YOUNG (1977).

127 Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigidos pelo
128 balanço de nitrogênio (EMAn) foram determinados pelas fórmulas propostas por
129 MATTERSON et al. (1965), assim como para os valores da digestibilidade ileal aparente da
130 matéria seca (CDIAMS), da proteína bruta (CDIAPB) e proteína digestível (PD). Os
131 coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMAMS) e energia bruta (CMAEB)
132 foram calculados pelas seguintes fórmulas: $CMAMS = MS \text{ excretada} / MS \text{ ingerida} \times 100$, e,
133 $CMAEB = EMAn / EB \times 100$.

134 Os resultados obtidos para as variáveis foram submetidas à análise de regressão e
135 variância (ANOVA) ao nível de 5% com auxílio do pacote estatístico SAS (2008).

136 Resultados e Discussão

137 Os valores de composição química, energética e aminoacídica da torta de algodão
138 utilizada para avaliação nutricional, encontram-se na Tabela 2.

139 **Tabela 2-** Composição química, energética e aminoacídica da torta de algodão (matéria
140 natural)

Itens	Torta de algodão¹
Composição química e energética	
Matéria seca (MS), %	90,15
Proteína bruta (PB), %	22,71
Fibra bruta (FB), %	30,03
Fibra em detergente neutro (FDN), %	42,67
Fibra em detergente ácido (FDA), %	32,08
Matéria mineral (MM), %	4,29
Extrato etéreo (EE), %	6,70
Fósforo total (P), %	1,02
Energia bruta (EB), Kcal/kg	4.148
Composição aminoacídica digestível (%)	
Arginina	2,586
Cistina	0,314
Fenilalanina	1,103
Histidina	0,576
Isoleucina	0,549
Leucina	1,087
Lisina	0,712
Metionina	0,249
Metionina+cistina	0,562
Treonina	0,536
Valina	0,817

141 ¹ Composição aminoacídica analisada na Evonik Industries AG Feed Additives/Animal Nutrition Services.

142 A torta de algodão em estudo apresentou valores inferiores para a matéria seca e
143 proteína bruta quando comparados aos valores citados no NRC (1998) e NCPA (2002), os
144 quais observam valores de 92% de MS e 42,4% e 45% de PB, respectivamente. No entanto,
145 resultado semelhante para a matéria seca foi encontrado por PALHARES (2014) de 90,36%,
146 como também para a proteína bruta por TAVARES-SAMAY (2012) de 24,28% e LORENA-
147 REZENDE (2010) de 24,90%.

148 O valor energético bruto observado é semelhante aos descritos por ROSTAGNO et al.
149 (2011) de 4130 Kcal/kg e superior ao encontrado por GENEROSO et al. (2008) de 4029
150 Kcal/kg. Entretanto, CARVALHO et al. (2010) em estudo com o farelo de algodão encontrou
151 um valor de 4687 Kcal/kg e TAVARES-SAMAY (2012) de 4614 Kcal/kg. As variáveis
152 obtidas para EE e FDA corroboram aos verificados por BRANDÃO et al. (2013) que

153 apresentaram valores de 7,6% para EE e 33,9% para FDA, divergindo, porém, em relação a
154 PB (40,4%) e FDN (67,3%).

155 O valor da fibra bruta (FB) da torta foi semelhante ao determinado por CARVALHO
156 et al. (2010) de 29,04%, contudo valores inferiores são descritos por PALHARES (2014) de
157 22,30%, GENEROSO et al. (2008) de 22,34%. O percentual de fósforo encontrado para a
158 torta é semelhante aos descritos por PALHARES (2014) de 1,02% e ROSTAGNO et al.
159 (2011) de 1,03%.

160 O conteúdo aminoacídico verificado na torta em estudo foi menor aos descritos por
161 PALHARES (2014), ROSTAGNO et al. (2011) e semelhantes aos verificados por
162 TAVARES-SAMAY (2012). Mesmo apresentando boa quantidade de proteína bruta, a torta
163 de algodão não possui um bom perfil de aminoácidos, sendo deficiente principalmente em
164 lisina e metionina, estes considerados os mais críticos para aves (NAGALAKSHMI et al.,
165 2007 e SUSSEL et al., 2009). Quando comparado ao farelo de soja, a torta de algodão possui
166 uma composição aminoacídica relativamente inferior. O valor de lisina e da metionina da
167 torta de algodão avaliada representa apenas 27,7% e 45,2%, respectivamente, do total do
168 farelo de soja, de acordo com SOUZA (2003) esta redução no conteúdo de lisina, pode estar
169 relacionada à formação do complexo lisina-gossipol.

170 As variações nos locais de produção e as etapas do processamento na obtenção do
171 produto, explicam a grande variabilidade nos valores encontrados na literatura. O modo como
172 ocorreu o deslintamento, moagem, cozimento dos caroços, prensagem e armazenamento
173 resultam na desuniformidade do produto e conseqüentemente em diferentes composições
174 químicas quando comparadas com a literatura.

175 Foi realizada análise de regressão para os valores médios de energia metabolizável
176 aparente, aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio e os coeficientes de
177 metabolizabilidade aparente da matéria seca e da energia bruta da torta de algodão com ou

178 sem suplementação enzimática, sendo o fator de regressão os níveis de inclusão do complexo
179 enzimático, (Tabela 3).

180 **Tabela 3-** Médias dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida
181 pelo balanço de nitrogênio (EMAn), coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria
182 seca (CMAMS) e da energia bruta (CMAEB) da torta de algodão (TA) com ou sem
183 suplementação enzimática (CE) na matéria seca.

Parâmetros	Torta de algodão (TA)+ níveis de complexo enzimático (CE)				CV*	ER*
	TA (sem CE) (0g/100kg)	TA+50%CE (15g/100kg)	TA+100%CE (30g/100kg)	TA+150%CE (45g/100kg)		
EMA (Kcal/kg)	2624	2618,7	2650,7	2326,2	6,15	Q ¹
EMAn (Kcal/kg)	1825,3	2028	2162,1	1799,5	6,89	Q ²
CMAMS (%)	43,48	46,11	46,71	39,12	15,91	Q ³
CMAEB (%)	39,67	44,07	46,99	39,11	6,89	Q ⁴

184 ¹Q= 2604,3+10,217x-0,3547x² (R² =0,85) ²Q= 1803,9+28,643x-0,6281x² (R² =0,89) ³Q= 43,172+0,4278x-0,0114x² (R² = 0,95) ⁴Q=
185 39,204+0,6223x-0,0136x² (R² = 0,90). *CV= coeficiente de variação; *ER= equação de regressão.

186 Foi observado efeito quadrático para todas as variáveis analisadas pelas equações de
187 regressão. Na derivação da equação de regressão para a energia metabolizável aparente
188 (EMA), o nível de inclusão de 14,40 g do complexo enzimático, proporcionou melhor
189 resultado da energia metabolizável aparente da torta.

190 Após correção pelo balanço de nitrogênio, os valores de energia metabolizável da torta
191 com o nível de complexo enzimático em 100% mostrou-se superior ao sem enzima, assim
192 como nos níveis de 50% e 150% do recomendado, apresentando um incremento calórico de
193 336,8 kcal, no nível de 30g/100kg. De acordo com a derivação da equação, o nível de 22,80 g
194 de inclusão do complexo resultou no maior valor estimado de energia metabolizável aparente
195 corrigida para o nitrogênio (2424,3 Kcal/kg).

196 Os valores energéticos encontrados neste estudo mostraram-se superiores aos descritos
197 por ROSTAGNO et al. (2011) de 1666 Kcal/kg para o farelo de algodão e por CARVALHO
198 et al. (2010) quando trabalhando com farelo de algodão de alta energia, para frangos de corte,
199 encontrou valor de EMA e EMAn de 1416 Kcal/kg e 1239 Kcal/kg, respectivamente.

200 Contudo, SANTOS et al. (2013) avaliando os valores nutricionais de três tipos de farelo de
201 algodão encontrou valores energéticos superiores, variando de 2944 Kcal/kg a 3131 Kcal/kg
202 para EMA e de 2795 Kca/kg a 2977 Kcal/kg para EMAn.

203 Os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca da torta de algodão não foram
204 afetados com a inclusão do complexo enzimático. O nível de 18,76g de inclusão do complexo
205 proporcionou o melhor aproveitamento da matéria seca.

206 A torta em estudo, mesmo apresentando energia bruta de 4148 Kcal/kg, apresenta alto
207 nível de fibra bruta (30,03%), podendo este fato ter levado a um menor aproveitamento
208 energético sem a adição do complexo enzimático (39,67%). No entanto, com a inclusão do
209 complexo em 100% do recomendado, foi observado aumento significativo no coeficiente de
210 metabolizabilidade da energia bruta (46,99%), sendo que, com a derivação da equação de
211 regressão chegou-se ao nível de 22,87 g de inclusão do complexo enzimático que
212 proporcionou o melhor aproveitamento energético da torta.

213 Resultados semelhantes foram encontrados por TAVARES-SAMAY (2012) para o
214 coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (45,68%) com inclusão enzimática. Porém,
215 os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta deste estudo foram inferiores quando
216 comparados aos do estudo do autor citado (60,21%). De acordo com BETT (1999) os
217 elevados conteúdos de fibra estão relacionados com a diminuição da energia metabolizável,
218 quanto à sua digestibilidade, por inibir o fluxo dos nutrientes, já que a fibra age como uma
219 barreira física na atuação das enzimas do trato gastrointestinal (MELO et al., 2010).

220 A análise de regressão dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria
221 seca, da proteína bruta e a proteína digestível da torta de algodão com ou sem suplementação
222 enzimática são apresentados na Tabela 4.

223 **Tabela 4-** Valores médios dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca
 224 (CDIAMS), da proteína bruta (CDIAPB) e proteína digestível (PD) da torta de algodão (TA)
 225 com ou sem suplementação enzimática (CE) na matéria seca.

Parâmetros	Torta de algodão (TA)+ níveis de complexo enzimático (CE)				CV*	ER*
	TA (sem CE) (0g/100kg)	TA+50%CE (15g/100kg)	TA+100%CE (30g/100kg)	TA+150%CE (45g/100kg)		
CDIAMS, %	73,92	56,23	53,01	72,12	1,92	Q ¹
CDIAPB,%	90,50	80,82	79,01	87,19	5,03	Q ²
PD, %	18,53	16,54	16,17	17,85	5,03	Q ³

226 ¹Q= 74,311-1,897x+0,040x² R= 99,11; ²Q= 90,615-0,971x+0,019x² R= 99,74; ³Q= 18,55°-0,198x+0,004x² R= 99,74; *CV= coeficiente de
 227 variação; *ER= equação de regressão;

228 Em todas as variáveis analisadas pelas equações de regressão, foi observado efeito
 229 quadrático. Os valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca,
 230 da proteína bruta e a proteína digestível foram superiores para a torta de algodão sem o uso do
 231 complexo enzimático, quando comparados aos tratamentos que receberam inclusão do
 232 complexo enzimático.

233 Derivando as equações de regressão para as variáveis avaliadas, o melhor nível de
 234 inclusão do complexo enzimático é de 23,71g para o CDIAMS; de 25,55g para o CDIAPB e
 235 de 24,75g para a PD, e, os valores estimados para a inclusão desses níveis são de 51,82%,
 236 78,21% e 16,1%, respectivamente.

237 Estudo realizado por MUSHTAQ et al. (2008) com a inclusão de farelo de algodão
 238 com suplementação de lisina sintética e adição ou não de enzimas em dietas para frangos de
 239 corte, observaram melhora na digestibilidade proteica do farelo de apenas 1% quando
 240 suplementadas com enzimas, onde a dieta isenta da suplementação enzimática apresentou
 241 89% de digestibilidade proteica do farelo.

242 O resultado do presente estudo é relativamente superior para a digestibilidade da
 243 proteína bruta e inferior a proteína digestível em comparação aos descritos por TAVARES-
 244 SAMAY (2012), onde o autor encontrou um percentual de 79,42% e 19,15% respectivamente,
 245 avaliando a inclusão de protease em dietas contendo farelo de algodão, concluindo que não

246 houve efeito positivo na presença da protease do complexo sobre a digestibilidade da
247 proteína. Resultados com nenhum efeito adicional de enzimas sobre a digestibilidade ileal
248 dos nutrientes com frangos de corte, também foram registrados por Kong & Adeola (2011)

249 Entretanto, na literatura encontram-se relatos de resultados positivos como os descritos
250 por RAVINDRAN et al. (1999), BARBOSA et al. (2008) e MENEGHETTI (2013) com a
251 melhora da digestibilidade e do aproveitamento proteico de alimentos tradicionais na dieta de
252 frangos.

253 Várias são as explicações para as incoerências dos resultados na literatura, FREITAS
254 (2010) ressalta que uma possível explicação é a fonte de obtenção das enzimas. De acordo
255 com DOURADO et al. (2014) a ação catalítica das enzimas depende de uma série de fatores,
256 tais como: concentrações dos substrato e da enzima, temperatura, variação do pH, umidade e
257 da presença de coenzimas e inibidores no local em que ocorrerá a reação, pois a concentração
258 e a atividade da enzima são dependentes da presença e/ou quantidade de substrato.

259 Conclusão

260 Os resultados obtidos para a torta de algodão com inclusão do complexo enzimático,
261 no nível recomendado de 30g/100kg, mostraram que foi possível maior aproveitamento
262 energético deste subproduto na dieta de frangos de corte, dessa forma à ação enzimática
263 exógena pode ter sido eficiente na hidrólise da fibra. Entretanto, não houve melhora na
264 digestibilidade da proteína do subproduto quando foi adicionado o complexo enzimático.

265 Referências

266 AZEMAN, M.A.; YILMAZ, M. The growth performance of broiler chicks fed with diets
267 containing cottonseed meal supplemented with lysine. **Revue de Médecine Veterinaire**, v. 2, n.
268 156, p. 104-106, 2005.

- 269 BARBOSA, N.A.A. et al. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de
270 nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.6, p. 755-762,
271 2008.
- 272 BERZAGHI, M.N. Beneficiamento do algodão. In: NEVES, O. da S. et al. **Cultura e**
273 **adubação do algodoeiro**. São Paulo, Brasil. Instituto Brasileiro de Potassa: 1965. p.541-567.
- 274 BETT, C.M. **Utilização do farelo e da semente de girassol na alimentação de frangos de**
275 **corte**, 1999. 39p. Dissertação (Mestrado e Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em
276 Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.
- 277 BRANDÃO, L. G. N.; et al. Efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade de
278 silagens de coprodutos do desfibramento do sisal. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p.
279 2991-3000, 2013.
- 280 CARVALHO, C.B.; et al. Avaliação nutricional do farelo de algodão de alta energia no
281 desempenho produtivo e características de carcaças de frangos de corte. **Revista Ciência**
282 **Rural**. v. 40, n. 5. p.1166-1172, 2010.
- 283 CAMPESTRINI, E.; et al. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica**
284 **Nutritime**, v.2, n.6, p.254-267, 2005.
- 285 CONSUEGRO, J. P. Uso da fitase microbiana em dietas para avicultura. **Indústria Avícola**,
286 v.46, n.5, p.27-28, 1999.
- 287 DETMANN, E., et al. **Métodos para Análise de Alimentos** – INCT- Ciência Animal. 1. Ed.
288 Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.
- 289 DOURADO, L.R.B. et al. Enzimas na nutrição de monogástricos. In: SAKOMURA, N.K. ET
290 AL. **Nutrição de não ruminantes**. São Paulo: Ed. Funep, 2014. Cap. 2, p. 467-484.
- 291 FREITAS, D.M. **Desempenho de frangos de corte e digestibilidade ileal de dietas**
292 **suplementadas com protease**. 2010. 111f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –
293 Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- 294 GENEROSO, R.A.R.; et al. Composição química e energética de alguns alimentos para
295 frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p. 1251-1256,
296 2008.
- 297 KONG, C.; ADEOLA, O. Protein utilization and amino acid digestibility of canola meal in
298 response to phytase in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 90, n.7, p. 1508- 1515, 2011.
- 299 LORENA-REZENDE, I.M.B. **Avaliação nutricional e energética do farelo de algodão com**
300 **adição ou não de enzimas em rações para suínos**. 2014. 82f. Dissertação (Mestrado em
301 Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de
302 Pernambuco.
- 303 MATTERSON, L.D.; et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens.
304 **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.
- 305 MELLO, T.S.; et al. Inclusão do farelo de algodão e de fitase na ração de poedeiras leves. In:
306 47ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2010. **Anais...**
307 Salvador, BA, 2010.
- 308 MENEGHETTI, C. **Associação de enzimas em rações para frangos de corte**. 2013. 93p.
309 Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras.
- 310 MOREIRA, I.; et al. Utilização do farelo de algodão, com ou sem a adição de ferro, na
311 alimentação de leitões na fase inicial (15-30 kg). **Revista Brasileira da Sociedade de**
312 **Zootecnia**,v. 35, n.3, p. 1077-1084, 2006.
- 313 MUSHTAQ, T.; et al. Influence of pre-press solvent-extracted cottonseed meal supplemented
314 with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility, carcass and
315 immunity responses of broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal**
316 **Nutrition**, v.93, n.3, p.253-262, 2008.
- 317 NAGALAKSHMI, D. et al. Cottonseed meal in diets poultry: a review. **Journal Poultry**
318 **Science**, v. 44, n.2, p.119 – 134, 2007.

- 319 NATIONAL COTTONSEED PRODUCTS ASSOCIATION - NCPA. **Cottonseed feed**
320 **products guide.** 2002. Disponível em:
321 <<http://www.cottonseed.com/publications/feedproductsguide.asp>>. Acesso em: 16 de set.
322 2015.
- 323 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition.
324 Subcommittee of Swine Nutrition. Washington, EUA. **Nutrient requirements of swine.** 9.ed.
325 Washington, National Academy of Sciences. 93p. 1998.
- 326 PAIANO, D. et al. Farelos de algodão com diferentes níveis de proteína na alimentação de
327 suínos na fase inicial: digestibilidade e desempenho. **Acta Science Animal Sciences.** v. 28, n.
328 4, p. 415-422, 2006.
- 329 PALHARES, L.O. **Utilização da torta de algodão com ou sem enzimas para suínos em**
330 **crescimento.** 2014. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação
331 em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- 332 RAVINDRAN, V.; et al. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid
333 digestibility of feedstuffs for broiler. **Poultry Science,** v.78, n.5, p.699-706, 1999.
- 334 ROSTAGNO, H.S.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:** composição dos alimentos
335 e exigências nutricionais. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011.
- 336 SAKSENA, S.K.; et al. Gossypol: its toxicological and endocrinological effects in male
337 rabbits. **Contraception.** v.24, p.203-214, 1981.
- 338 SANTOS, M. J. B.; et al. Composição química e valores de energia metabolizável de
339 ingredientes alternativos para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira,** v. 14, n. 1, p. 32-
340 40, 2013.
- 341 SAS. **Statistical Analysis Systems,** version 9, 1.ed, Cary: Institute Inc., North Carolina,
342 USA, 2008.

- 343 SOUZA, A. V. C. **Utilização de farelo de algodão para suínos e aves**. 2003. Disponível em:
344 < http://www.polinutri.com.br/conteudo_dicas_janeiro_03.htm> Acesso em 16 de mai. 2016.
- 345 SUSSEL, F.R.; et al. Avaliação da substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão em
346 dietas práticas para tilápias do nilo cultivadas em tanques-redes. **Informações econômicas**, v.
347 39, n. 10, 2009.
- 348 TANKSLEY JR., T.D. Cottonseed meal. In: THACKER, P.A.; KIRKWOOD, R.N. (Ed.).
349 **Nontraditional feed sources for use in swine production**. Washington, D.C.: 1992. p. 139-
350 151.
- 351 TAVARES-SAMAY, A.M.A. **Avaliação nutricional do farelo de algodão com ou sem**
352 **suplementação enzimática para frangos de corte**. 2012. 119 f. Tese (Doutorado em
353 Zootecnia) – Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Universidade Federal Rural de
354 Pernambuco.
- 355 VAN KEULEN, J.; YOUNG, B.A. Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in
356 ruminant digestibility studies. **Journal of Animal Science**, v.44, p. 282-287, 1977.

Capítulo 3

Efeito da inclusão enzimática em dietas contendo torta de algodão para frangos de corte

*Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Ciência Agronômica

1 Efeito da inclusão enzimática em dietas contendo torta de algodão para frangos de corte

2 Enzymatic inclusion in diets containing cottonseed meal for broiler chickens

3 **RESUMO** – Com o objetivo de avaliar o efeito da suplementação enzimática em dietas com
4 inclusão da torta de algodão sobre o desempenho, parâmetros de carcaça, desenvolvimento
5 dos órgãos e deposição de fósforo na tíbia, foi realizado um ensaio de desempenho com 336
6 frangos de corte Cobb-500, de 10 a 40 dias de idade. O delineamento utilizado foi um arranjo
7 fatorial 2x2, sendo dois níveis de inclusão de torta de algodão (12 e 17%), e dois complexos
8 enzimáticos (CE1 e CE2) com seis repetições de 14 aves por parcela. Ao final de cada fase
9 experimental foram avaliadas as variáveis de desempenho zootécnico (consumo, ganho de
10 peso e conversão alimentar). Ao final do período experimental, duas aves foram selecionadas,
11 identificadas e após jejum de seis horas foram abatidas para posterior avaliação dos
12 rendimentos de carcaça, cortes, vísceras e deposição de fósforo na tíbia. Houve efeito positivo
13 do complexo enzimático 1 no nível de inclusão de 12% de torta sobre a conversão alimentar
14 na fase final, no peso absoluto da carcaça e cortes, no desenvolvimento alométrico do
15 coração, porém este efeito proporcionou redução na deposição de fósforo da tíbia dos frangos
16 de corte.

17 **Palavras- chave:** Desempenho. Fósforo. Rendimento de carcaça.

18 **ABSTRACT** – With the objective to evaluate the effect of enzyme supplementation in diets
19 with inclusion of cottonseed cake on performance, carcass parameters, organ development
20 and phosphorus deposition in the tibia, a performance test was conducted with 336 broilers
21 Cobb-500, 10 to 40 days of age. The experimental design was a factorial arrangement 2x2, being
22 two levels of inclusion of cottonseed meal (12 and 17%), and two enzyme complexes (EC1
23 and EC2) with six replicates of 14 broilers per plot. At the end of each experimental phase
24 was evaluated the growth performance variables (consumption, weight gain and feed
25 conversion). At the end of the experiment, two birds were selected, identified and after six

26 hours fasting were slaughtered for further evaluation of the carcass, cuts, bowels and
27 phosphorus deposition in the tibia. There was a positive effect of enzyme complex 1 in the
28 inclusion of 12% cake on feed in the final stage, the absolute weight of carcass and cuts in
29 Allometric development of the heart, but this effect provided a reduction in the tibia of
30 phosphorus deposition of broilers.

31 **Key words:** Performance. Phosphor. carcass yield.

32 INTRODUÇÃO

33 A avicultura de corte no Brasil se destaca no cenário internacional pela alta
34 produtividade e qualidade de seus produtos. O êxito na produção avícola é resultado da
35 interação da nutrição, melhoramento genético, sanidade e manejo (PUCCI *et al.*, 2010). No
36 campo da nutrição, muitas pesquisas têm sido realizadas na busca de alternativas que
37 possibilitem a formulação de rações mais eficientes e econômicas, visto que a alimentação
38 constitui o item de maior custo na produção de frango de corte (STRADA *et al.*, 2005).

39 A utilização de resíduos industriais na alimentação é considerada uma boa alternativa,
40 devido estes ingredientes serem menos onerosos. Neste contexto, o farelo e a torta derivados
41 da industrialização do algodão vêm sendo utilizados na ração animal, por apresentarem boa
42 composição nutricional, disponibilidade e por conter proteína de qualidade (MARSÍGLIO,
43 2010) aumentando o interesse em estudos quanto ao conhecimento de suas qualidades
44 nutricionais e de estratégias de uso. A torta do algodão é o subproduto resultante da extração
45 do óleo contido no grão, por meio do esmagamento do caroço, podendo ser usada na forma
46 obtida ou moída e peletizada, nas rações destinadas aos animais (BUTOLO, 2002).

47 Entretanto, mesmo com esses avanços, os animais continuam apresentando limitações
48 no aproveitamento de certos nutrientes presentes nos ingredientes de origem vegetal, como é
49 o caso do ácido fítico e do fitato, e dos polissacarídeos não amídicos presentes nos vegetais
50 (LECZNIESKI, 2006). Diante disso, busca-se alternativas tecnológicas, como a utilização de

51 enzimas exógenas, tendo como benefícios a manutenção da qualidade dos alimentos, melhora
52 na digestibilidade dos nutrientes, aumento dos índices de desempenho e eliminação em parte
53 ou total dos fatores antinutricionais dos alimentos utilizados na alimentação dos frangos de
54 corte.

55 A adição de enzimas exógenas, como as carboidrases e fitases, possibilita o aumento
56 dos níveis de inclusão dos subprodutos agroindustriais, como a torta de algodão, às rações
57 avícolas, com maior flexibilidade, precisão e economia nas formulações, e consequente
58 redução nos problemas produtivos. Além de melhorar a textura das excretas, qualidade da
59 cama e redução na poluição ambiental, pela menor excreção de nutrientes não digeridos
60 (CECCANTINI E LIMA, 2008).

61 Diante da problemática, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação enzimática em
62 dietas com diferentes níveis de inclusão da torta de algodão sobre o desempenho, parâmetros
63 de carcaça, desenvolvimento dos órgãos e deposição de fósforo na tíbia em frangos de corte
64 de 10 a 40 dias de idade.

65 MATERIAL E MÉTODOS

66 O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa com Aves (LAPAVE) do
67 Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), sob a
68 licença do Comitê de ética local número 042/2013.

69 Foram utilizados 336 pintos de corte machos, da linhagem Cobb 500, oriundo de
70 incubatório idôneo e vacinados contra Marek e Gumboro. As aves foram criadas do 1º a 10º
71 dia de vida em galpão de alvenaria, de acordo com as recomendações do manual da linhagem,
72 em círculo com aquecimento. A dieta fornecida foi a base de milho e farelo de soja,
73 formulada de acordo com a fase de criação, segundo as recomendações propostas por
74 Rostagno *et al.* (2011).

75 No 10º dia, todas as aves foram pesadas individualmente, homogeneizadas de acordo
76 com o peso, transferidas para o galpão experimental, e distribuídas aleatoriamente nos boxes
77 experimentais, com dimensões de 1,15 x 1,90 m, possuindo comedouro pendular, bebedouro
78 tipo nipple e cama de maravalha. A temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram
79 registradas diariamente com auxílio de um termohigrômetro, sendo estas de 28,8º; 28,9º e
80 28,6ºC e umidades relativas de 73,7; 76,2 e 75,9% para a fase inicial, crescimento e final,
81 respectivamente.

82 O programa de luz adotado foi constante (24 horas de luz), com um programa alimentar
83 formado por três rações, correspondente às três fases experimentais (inicial, crescimento e
84 final), sendo ração inicial ofertada no período de 10 a 21 dias de idade; ração crescimento
85 fornecida no período de 22 a 35 dias de idade; e ração final distribuída no período de 36 a 40
86 dias de idade. A água e as rações foram fornecidas *ad libitum*. O delineamento experimental
87 utilizado foi um arranjo fatorial 2x2, com seis repetições, e 14 aves por repetição, totalizando
88 24 unidades experimentais.

89 Os tratamentos consistiram de quatro dietas testes, com dois níveis de inclusão da torta
90 de algodão (12 e 17%) e dois complexos enzimáticos (CE) (DSM® e Bioglass®). Sendo: T1=
91 12% TA + complexo enzimático 1 (DSM®); T2= 12% TA + complexo enzimático 2
92 (Bioglass®); T3= 17% TA + complexo enzimático 1 (DSM®); T4= 17% TA + complexo
93 enzimático 2 (Bioglass®).

94 Antes de serem formuladas as dietas, os ingredientes: milho, farelo de soja e a torta de
95 algodão (TA) foram encaminhados ao Laboratório de Nutrição Animal – LNA, para
96 determinação dos teores de proteína bruta, com base nos resultados, foram realizadas as
97 devidas correções nas concentrações de aminoácidos digestíveis, levando em consideração os
98 coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos descritos por Rostagno *et al.* (2011). A torta
99 de algodão utilizada foi obtida por prensagem mecânica, após aquecimento a vapor, adquirida

100 no município de Garanhuns/PE. Antes de sua incorporação nas dietas experimentais, a torta
 101 foi tratada com sulfato de ferro na proporção de 40g/100 kg, com o propósito de prevenir o
 102 efeito tóxico do gossipol. A composição bromatológica da torta de algodão pode ser
 103 observada na Tabela 1.

104 **Tabela 1-** Composição bromatológica, energética e aminoacídica da torta de algodão (matéria
 105 natural)

Nutrientes	Torta de algodão	Aminoácidos digestíveis, % ²
Matéria seca,%	90,15	Arginina 2,586
Proteína bruta, %	22,71	Cistina 0,314
Fibra bruta (FB), %	30,03	Fenilalanina 1,103
Fibra em detergente neutro, %	42,67	Histidina 0,576
Fibra em detergente ácido, %	32,08	Isoleucina 0,549
Matéria mineral, %	4,29	Leucina 1,087
Extrato etéreo, %	6,70	Lisina 0,712
Energia bruta, Kcal/kg	4.148	Metionina 0,249
Fósforo, %	1,02	Metionina+cistina 0,562
Energia metabolizável, Kcal/kg ¹	2.624	Treonina 0,536
		Valina 0,817

106 1- Valor determinado em experimento prévio na matéria seca 2- Composição aminoacídica analisada na Evonik Industries AG Feed
 107 Additives/Animal Nutrition Services

108
 109 As dietas experimentais foram formuladas de modo a atender as exigências mínimas
 110 nutricionais dos animais de acordo com Rostagno *et al.* (2011), sendo reduzidas na matriz
 111 nutricional em 3,0% de energia metabolizável. E, para as dietas que continham o complexo
 112 enzimático da DSM® foram reduzidas as percentagens de Fósforo disponível (0,10) e de
 113 Cálcio (0,08), visto que estes complexos poderiam reestabelecer os níveis de exigência
 114 recomendadas para as aves.

115 As composições químicas e valores energéticos das rações são apresentados nas Tabelas
 116 2, 3 e 4.

117 **Tabela 2-** Composição percentual e valores nutricionais das dietas iniciais, de 10 a 21 dias de
 118 idade

Ingredientes	Níveis de inclusão da torta de algodão (TA) + complexo enzimático (CE)			
	T 1	T 2	T 3	T 4
Milho	51,922	51,141	48,639	47,858
Farelo de soja	30,521	30,663	28,489	28,630
Óleo de soja	1,906	2,172	2,176	2,441
Fosfato Bicálcico	1,096	1,637	1,130	1,671
Calcário	0,985	0,845	0,942	0,802
Sal comum	0,450	0,450	0,450	0,450
DL- Metionina	0,319	0,320	0,324	0,324
L- Lisina	0,321	0,318	0,350	0,347
Pré-mix ¹	0,200	0,200	0,200	0,200
L- Treonina	0,118	0,118	0,134	0,133
Anticoccidiano	0,050	0,050	0,050	0,050
Bicarbonato de sódio	0,055	0,055	0,059	0,059
Torta de algodão	12,000	12,000	17,000	17,000
Complexo enzimático (DSM®)	0,055	-	0,055	-
Complexo enzimático (Bioglass)	-	0,030	-	0,030
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional (valores calculados)				
Energia Metabolizável aparente (Kcal/kg)	2958	2958	2958	2958
Proteína bruta, %	21,2	21,2	21,2	21,2
Cálcio, %	0,761	0,841	0,761	0,841
Fósforo disponível, %	0,301	0,401	0,301	0,401
Sódio, %	0,210	0,210	0,210	0,210
Cloro, %	0,302	0,302	0,300	0,299
Potássio, %	0,712	0,712	0,665	0,665
Aminoácidos digestíveis, %				
Lisina	1,217	1,217	1,217	1,217
Metionina + cistina	0,876	0,876	0,876	0,876
Treonina	0,791	0,791	0,791	0,791

119 ¹ Pré-mix Vitamínico-Mineral (níveis de garantia): Ácido fólico(150mg), ácido pantotênico (6000mg), biotina (40mg), cobre(1400mg), ferro
 120 (6000mg), iodo (915mg), manganês(17g), niacina (13g), selênio (300mg), vit. A (5.000.000UI), vit. B12 (6.500MCG), vit. 2(2000mg), vit.
 121 B6 (250mg), vit. D3 (1.600.000UI), vi. E (4000UI), vit. K3 (1000mg) e zinco (38g).

122 **Tabela 3-** Composição percentual e valores nutricionais das dietas de crescimento, de 22 a 35
 123 dias de idade.

Ingredientes	Níveis de inclusão da torta de algodão (TA) + complexo enzimático (CE)			
	T 1	T 2	T 3	T 4
Milho	55,003	54,191	51,723	53,071
Farelo de soja	26,925	27,072	24,892	23,157
Óleo de soja	2,754	3,030	3,023	2,906
Fosfato Bicálcico	0,982	1,415	1,017	1,466
Calcário	0,805	0,789	0,762	0,746
Sal comum	0,360	0,360	0,363	0,363
DL- Metionina	0,300	0,301	0,305	0,321
L- Lisina	0,321	0,318	0,351	0,405
Pré-mix ¹	0,180	0,180	0,180	0,180
L- Treonina	0,109	0,109	0,125	0,151
Anticoccidiano	0,050	0,050	0,050	0,050
Bicarbonato de sódio	0,150	0,150	0,150	0,150
Torta de algodão	12,000	12,000	17,000	17,000
Complexo enzimático (DSM®)	0,055	-	0,055	-
Complexo enzimático (Bioglass)	-	0,030	-	0,030
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional (valores calculados)				
Energia Metabolizável aparente (Kcal/kg)	3055	3055	3055	3055
Proteína bruta, %	19,8	19,8	19,8	19,8
Cálcio, %	0,678	0,758	0,678	0,758
Fósforo disponível, %	0,254	0,354	0,254	0,354
Sódio, %	0,200	0,200	0,200	0,200
Cloro, %	0,250	0,250	0,250	0,250
Potássio, %	0,654	0,655	0,608	0,580
Aminoácidos digestíveis, %				
Lisina	1,131	1,131	1,131	1,131
Metionina + cistina	0,826	0,826	0,826	0,826
Treonina	0,735	0,735	0,735	0,735

124 ¹ Pré-mix Vitamínico-Mineral (níveis de garantia): Ácido fólico(150mg), ácido pantotênico (6000mg), biotina (40mg), cobre(1400mg), ferro
 125 (6000mg), iodo (915mg), manganês(17g), niacina (13g), selênio (300mg), vit. A (5.000.000UI), vit. B12 (6.500MCG), vit. 2(2000mg), vit.
 126 B6 (250mg), vit. D3 (1.600.000UI), vi. E (4000UI), vit. K3 (1000mg) e zinco (38g).

127 **Tabela 4-** Composição percentual e valores nutricionais das dietas finais, de 36 a 40 dias de
 128 idade.

Ingredientes	Níveis de inclusão da torta de algodão (TA) + complexo enzimático (CE)			
	T 1	T 2	T 3	T 4
Milho	59,385	58,572	56,105	55,292
Farelo de soja	23,030	23,177	20,997	21,144
Óleo de soja	2,624	2,900	2,893	3,168
Fosfato Bicálcico	0,771	1,204	0,806	1,239
Calcário	0,712	0,695	0,669	0,652
Sal comum	0,449	0,450	0,452	0,452
DL- Metionina	0,279	0,280	0,284	0,284
L- Lisina	0,348	0,345	0,378	0,375
Pré-mix ¹	0,180	0,180	0,180	0,180
L- Treonina	0,113	0,113	0,128	0,128
Anticoccidiano	0,050	0,050	0,050	0,050
Torta de algodão	12,000	12,000	17,000	17,000
Complexo enzimático (DSM®)	0,055	-	0,055	-
Complexo enzimático (Bioglass)	-	0,030	-	0,030
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição energética e nutricional (valores calculados)				
Energia Metabolizável aparente (Kcal/kg)	3104	3104	3104	3104
Proteína bruta, %	18,4	18,4	18,4	18,4
Cálcio, %	0,583	0,663	0,583	0,663
Fósforo disponível, %	0,209	0,309	0,209	0,309
Sódio, %	0,195	0,195	0,195	0,195
Cloro, %	0,305	0,305	0,305	0,305
Potássio, %	0,596	0,596	0,549	0,549
Aminoácidos digestíveis, %				
Lisina	1,060	1,060	1,060	1,060
Metionina + cistina	0,774	0,774	0,774	0,774
Treonina	0,689	0,689	0,689	0,689

129 ¹ Pré-mix Vitamínico-Mineral (níveis de garantia): Ácido fólico(150mg), ácido pantotênico (6000mg), biotina (40mg), cobre(1400mg), ferro
 130 (6000mg), iodo (915mg), manganês(17g), niacina (13g), selênio (300mg), vit. A (5.000.000UI), vit. B12 (6.500MCG), vit. 2(2000mg), vit.
 131 B6 (250mg), vit. D3 (1.600.000UI), vi. E (4000UI), vit. K3 (1000mg) e zinco (38g).

132 O complexo enzimático fornecido pela empresa Bioglass® foi constituído por: celulase
 133 (15,53 U g⁻¹), endoglucanase (27,35 U g⁻¹), xilanase (77,47 U g⁻¹), pectinase (1,26x10³ U g-
 134 1), β-glucanase (5,16x10² U g⁻¹), e fitase (2,06 Ug⁻¹), onde uma unidade de atividade
 135 enzimática libera um μmol de nutriente por g por minuto (U = μmol g⁻¹). Sendo adicionado
 136 300g/t de enzimas às rações. O complexo fornecido pela DSM® foi composto por duas
 137 carboidrases (Ronozyme WX 2000 e Ronozyme VP) constituído por endo-1,4- beta-xylanase
 138 (2000 FXU/g), endo-1,3 (4)- beta- glucanase, pentosanases, hemicelulases e pectinases (50

139 FBG/g), e uma fitase (Hiphos GT com especificidade de 10.000 FYT/g) com recomendação
140 de inclusão de 550 g/t.

141 Ao final de cada fase experimental foram avaliados o peso das aves e as sobras de ração
142 para determinar as variáveis de desempenho zootécnico, representados pelo consumo de
143 ração, ganho de peso e conversão alimentar.

144 Ao final do período experimental, com 40 dias de idade, duas aves com o peso corporal
145 médio de cada parcela foram selecionadas e identificadas para avaliação dos rendimentos de
146 carcaça, cortes comerciais e vísceras comestíveis. As aves foram submetidas a um jejum de 6
147 horas, posteriormente foram pesadas e encaminhadas ao abate segundo métodos padrões de
148 atordoamento, sangria, escaldagem, depenagem e evisceração.

149 As carcaças foram pesadas sem cabeça, com pés e com gordura abdominal, para
150 cálculos de rendimento da carcaça quente, posteriormente foram embaladas em sacos
151 plásticos devidamente identificados e armazenadas em câmara fria à temperatura de 2 a 4°
152 por 24 horas. Também foram pesados os órgãos: coração, fígado, pró-ventrículo, moela vazia
153 (aberta e limpa), pâncreas, intestino delgado, intestino grosso, baço, e, foram medidos os
154 comprimentos do intestino delgado e intestino grosso, para avaliação do desenvolvimento dos
155 órgãos em peso absoluto e em percentagem em relação ao peso vivo da ave.

156 Após 24 horas, as carcaças e vísceras comestíveis foram retiradas da câmara fria para
157 pesagem individual e determinação do peso das vísceras e carcaça resfriada e dos cortes. O
158 rendimento da carcaça foi determinado em relação ao peso da carcaça eviscerada, sem pés,
159 sem cabeça e sem gordura abdominal e o peso vivo da ave após o jejum, assim como para os
160 rendimentos dos cortes (coxa, sobrecoxa, peito, dorso, asa, pescoço e pés), e da gordura
161 abdominal. As vísceras comestíveis (coração, fígado e moela) foram pesadas e seus
162 rendimentos calculados em relação à carcaça fria. Foram avaliados o peso absoluto (g) e o
163 rendimento (%) das carcaças, dos cortes e vísceras comestíveis.

164 Para a avaliação da quantidade de fósforo depositada no osso, a tíbia esquerda de uma
165 das carcaças que representava a unidade experimental, foi retirada, devidamente identificada,
166 armazenada em saco plástico e congelada em freezer. Posteriormente, as tíbias foram
167 descongeladas, descarnadas, pré-secas e desengorduradas em éter de petróleo. Em seguida,
168 foram moídas, em moinho tipo bola e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal
169 (LNA) para análise de determinação do fósforo, de acordo a metodologia proposta pelo Brasil
170 (2005).

171 Os resultados obtidos para todas as variáveis foram submetidos à análise de variância e
172 em caso de diferenças significativas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de
173 probabilidade. O pacote computacional utilizado para as análises estatísticas foi o Statistical
174 Analysis System (2008).

175 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

176 Os valores médios de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, entre os
177 níveis de inclusão da torta de algodão com os complexos enzimáticos nas dietas, nas fases
178 experimentais são apresentados na Tabela 5.

179 Os valores médios obtidos para os níveis de inclusão da torta e os complexos
180 enzimáticos, nas fases experimentais para frangos de corte, não apresentaram diferenças
181 significativas para as variáveis avaliadas, com exceção da conversão alimentar na fase final na
182 interação entre o nível de torta (12%) com o complexo 1.

183 Este efeito resultou na melhora da conversão alimentar na fase de 36 a 40 dias, sendo
184 este um aspecto positivo. De acordo com o resultado obtido, o complexo 1 possivelmente
185 proporcionou um maior sítio de ação enzimática, isto é, com baixa competição entre as
186 enzimas endógenas e exógenas, aumentando a digestão dos compostos e melhorando o
187 aproveitamento do nutrientes, refletindo numa boa conversão alimentar.

188 **Tabela 5-** Médias e valores de P de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão
 189 alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo torta de algodão (TA)
 190 suplementadas com complexos enzimáticos (CE)

Variável	CE	Níveis TA		Probabilidade (P)			CV (%)
		12%	17%	TA	CE	TA x CE	
Fase inicial (10 a 21 dias)							
GP (g/ave)	1*	746,1	736,7	0,3167	0,0705	0,7381	4,42
	2*	776,8	758,2				
CR (g/ave)	1*	948,6	957,5	0,2439	0,5161	0,8618	2,22
	2*	952,8	964,8				
CA (g/g)	1*	1,27	1,29	0,1235	0,1322	0,8083	4,83
	2*	1,22	1,27				
Fase crescimento (22 a 35 dias)							
GP (g/ave)	1*	1181,3	1160,3	0,8373	0,5158	0,4758	8,56
	2*	1125,1	1162,9				
CR (g/ave)	1*	2165,6	2186,2	0,1269	0,3329	0,2792	4,78
	2*	2160,4	2276,5				
CA (g/g)	1*	1,83	1,88	0,4149	0,1770	0,9242	6,47
	2*	1,92	1,95				
Fase final (36 a 40 dias)							
GP (g/ave)	1*	451,8	408,3	0,8270	0,2334	0,0576	10,78
	2*	436,5	471,4				
CR (g/ave)	1*	965,5	979,5	0,5472	0,7967	0,9370	6,60
	2*	970,2	988,4				
CA (g/g)	1*	2,13 a	2,39	0,2285	0,0835	0,0025	6,32
	2*	2,22 b	2,10				
Fase total (10 a 40 dias)							
GP (g/ave)	1*	2379,2	2305,4	0,8805	0,6733	0,1832	5,02
	2*	2338,4	2392,6				
CR (g/ave)	1*	4079,7	4123,3	0,0980	0,4027	0,3369	3,43
	2*	4083,4	4229,7				
CA (g/g)	1*	1,71	1,78	0,3086	0,8514	0,2573	3,11
	2*	1,74	1,76				

191 Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de tukey a 5%. 1*- complexo
 192 enzimático DSM®; 2*- complexo enzimático Bioglass; CV- coeficiente de variação.

193 Resultados contrastantes aos relatados por Tavares-Samay (2012) quando trabalhando
 194 com dietas contendo farelo de algodão com suplementação enzimática sobre o desempenho de
 195 frangos de corte, não encontrou diferenças estatísticas na conversão alimentar entre as dietas
 196 avaliadas em nenhuma das fases experimentais, assim como Gamboa *et al.* (2001) ao avaliar
 197 níveis de 7, 14 e 21% de inclusão do farelo para frangos de corte em todas as fases de criação,

198 não encontraram diferenças nos parâmetros de desempenho, apenas quando incluiu 28% do
199 farelo ocasionou uma piora na conversão alimentar.

200 Carvalho *et al.* (2010) testando o efeito da inclusão de cinco níveis de farelo de algodão
201 (0, 3, 6, 9 e 12%) constataram que não houve diferenças estatística quanto ao ganho de peso e
202 demais parâmetros de desempenho avaliados, indicando que o farelo pode ser incluído em até
203 12% nas dietas de frangos de corte.

204 Holanda (2011) trabalhando com a substituição da proteína do farelo de soja pela do
205 farelo de algodão, encontrou uma melhor conversão alimentar no nível de substituição da
206 proteína de 39,18%, correspondente a um nível de inclusão de 12,38% de farelo de algodão na
207 dieta de frangos caipiras.

208 Nas Tabelas 6 e 7 encontram-se, respectivamente, as médias de peso absoluto e
209 relativos dos órgãos e comprimento dos intestinos de frangos de corte alimentados com dietas,
210 contendo níveis de inclusão de torta de algodão com complexos enzimáticos em relação aos
211 valores de peso vivo.

212 Nas dietas experimentais, observou-se que houve efeito da interação entre o nível de
213 12% de inclusão da torta com o complexo enzimático 1 para as aviáveis de peso vivo e de
214 percentual de coração.

215 O maior valor médio obtido para a variável de peso vivo (Tabela 6) pode estar em
216 decorrência do maior aproveitamento dos nutrientes, pois o complexo enzimático foi mais
217 eficiente sobre a inclusão de 12% de torta de algodão. Já o percentual de coração (Tabela 7)
218 apresentou uma redução no valor médio em virtude do aumento do peso vivo, visto que o
219 percentual do órgão está diretamente relacionado a este parâmetro.

220 **Tabela 6** - Médias e valores de P do peso absoluto dos órgãos e comprimento de intestinos de
 221 frangos de corte alimentados com dietas contendo torta de algodão (TA) suplementadas com
 222 complexos enzimáticos (CE)

Variável	CE	Níveis TA		Probabilidade (P)			CV (%)
		12%	17%	TA	CE	TA x CE	
Peso absoluto (g)							
Peso vivo	1*	2626,5 a	2509,5	0,8575	0,5765	0,008	3,61
	2*	2495,0 b	2597,9				
Coração	1*	15,5 A	16,66 A	0,6962	0,0492	0,2486	11,77
	2*	14,83 B	14,25 B				
Fígado	1*	62,50	56,83	0,2258	0,8325	0,2524	9,53
	2*	60,25	60,08				
Pró-ventrículo	1*	10,08	9,66	0,2637	0,3422	0,7934	11,96
	2*	9,75	9,08				
Moela vazia	1*	45,08	40,25	0,4272	0,2771	0,0989	10,65
	2*	43,91	45,66				
Pâncreas	1*	6,083 B	5,383 B	0,1823	0,0276	0,1823	10,23
	2*	6,333 A	6,333 A				
Int. Delgado	1*	50,16	48,75	0,6298	0,3967	0,8818	10,75
	2*	51,75	51,00				
Int. Grosso	1*	53,58	49,91	0,5518	0,5768	0,3022	10,55
	2*	50,00	51,00				
Baço	1*	3,50	3,00	0,5033	0,8929	0,3513	23,18
	2*	3,16	3,25				
Comprimento dos intestinos							
Comp. ID (cm)	1*	93,25	91,55	0,5812	0,3900	0,8807	6,25
	2*	94,98	94,00				
Comp. IG (cm)	1*	74,46	72,68	0,9950	0,5624	0,3703	6,57
	2*	71,51	73,32				

223 Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de tukey a 5%. 1*- complexo
 224 enzimático DSM®; 2*- complexo enzimático Bioglass®; CV- coeficiente de variação.

225 No entanto, a média obtida para o peso absoluto do coração (Tabela 6) apresentou efeito
 226 apenas do complexo enzimático 1, o aumento do peso do órgão pode estar relacionado a um
 227 maior bombeamento sanguíneo durante o processo metabólico, ocorrido com a ação das
 228 enzimas deste complexo. De acordo com Macari *et al.* (2002), a maior atividade metabólica
 229 faz com que o trabalho cardíaco aumente para que o sangue passe um maior número de vezes
 230 nos pulmões para a oxigenação e isso leva a hipertrofia e conseqüentemente aumento do peso
 231 do coração.

232 **Tabela 7-** Médias e valores de P do percentual dos órgãos de frangos de corte alimentados
 233 com dietas contendo torta de algodão (TA) suplementadas com complexos enzimáticos (CE)

Variável	CE	Níveis TA		Probabilidade (P)			CV (%)
		12%	17%	TA	CE	TA x CE	
Percentagem (%)							
Coração	1*	0,5903 b	0,6653	0,6202	0,0628	0,0468	11,67
	2*	0,5946 a	0,5484				
Fígado	1*	2,37	2,26	0,2683	0,6562	0,9128	9,43
	2*	2,41	2,31				
Pró-ventrículo	1*	0,38	0,38	0,2555	0,4203	0,2232	10,85
	2*	0,39	0,34				
Moela vazia	1*	1,71	1,60	0,3892	0,1330	0,3707	9,00
	2*	1,75	1,75				
Pâncreas	1*	0,23 B	0,21 B	0,1885	0,0139	0,7541	9,26
	2*	0,25 A	0,24 A				
Int. Delgado	1*	1,91	1,94	0,6275	0,2879	0,3708	10,01
	2*	2,07	1,95				
Int. Grosso	1*	2,03	1,99	0,5674	0,6583	0,9955	9,50
	2*	2,00	1,95				
Baço	1*	0,13	0,12	0,4872	0,9060	0,6232	22,23
	2*	0,12	0,12				

234 Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de tukey a 5%. *1- complexo
 235 enzimático DSM®; *2- complexo enzimático Bioglass; CV- coeficiente de variação.

236 Foi observado efeito apenas do complexo enzimático no peso (Tabela 6) e no percentual
 237 (Tabela 7) do pâncreas. A redução do peso e percentual do pâncreas pode estar relacionada a
 238 uma maior efetividade enzimática do complexo 1, pois o pâncreas pode não ter sido
 239 demandado para produzir em quantidades normais as enzimas necessárias para o processo de
 240 digestão, visto que as enzimas exógenas incluídas na dieta foram eficazes, e por
 241 consequência o seu desenvolvimento foi menor.

242 Meneghetti (2013) não encontrou diferenças nos resultados para o desenvolvimento
 243 alométrico dos órgãos, quando avaliando a inclusão de enzimas em dietas a base de milho e
 244 farelo de soja para frangos de corte, assim como, Nunes *et al.* (2011) quando avaliando a
 245 inclusão de farinha de batata doce suplementada ou não com enzimas exógenas, concluiu que
 246 a suplementação enzimática não influenciou a alometria dos órgãos nem na biometria
 247 intestinal dos frangos de corte.

248 Nas Tabelas 8 e 9 são apresentados os valores médios, relacionados aos níveis de
 249 inclusão de torta de algodão com suplementação dos complexos enzimáticos, sobre o peso
 250 absoluto e rendimentos de carcaça, dos cortes e das vísceras comestíveis de frangos de corte.

251 **Tabela 8-** Médias e valores de P do peso absoluto da carcaça, dos cortes e dos órgãos de
 252 frangos de corte alimentados com dietas contendo torta de algodão (TA) suplementadas com
 253 complexos enzimáticos (CE)

Variável	CE	Níveis TA		Probabilidade (P)			CV (%)
		12%	17%	TA	CE	TA x CE	
Carcaça quente	1*	1988,6 a	1890,0	0,9670	0,4800	0,0042	3,79
	2*	1870,6 b	1965,9				
Carcaça fria	1*	1979,3 a	1885,6	0,9777	0,2511	0,048	3,75
	2*	1851,9 b	1944,2				
Gordura	1*	39,50	43,41	0,2128	0,5895	0,8166	21,46
	2*	40,66	46,33				
Peito	1*	679	646	0,5972	0,2533	0,0683	5,02
	2*	637	651				
Coxa	1*	261 a	250	0,2186	0,5558	0,0110	6,70
	2*	237 b	266				
Sobrecoxa	1*	331 a	307	0,6588	0,8148	0,0036	4,83
	2*	312 b	330				
Asa	1*	187 a	179	0,6588	0,4760	0,0104	3,61
	2*	178 b	184				
Dorso	1*	341 a	327	0,6780	0,2752	0,0336	5,65
	2*	315 b	336				
Pescoço	1*	138	131	0,3223	0,2087	0,4496	7,59
	2*	130	129				
Pés	1*	110	108	0,7564	0,9775	0,6323	6,50
	2*	109	110				
Moela	1*	45,58	39,41	0,3800	0,3800	0,0841	10,87
	2*	42,83	44,58				
Fígado	1*	60,33	55,83	0,3365	0,7813	0,3714	9,93
	2*	58,83	58,66				
Coração	1*	14,58 A	15,41 A	0,9480	0,0415	0,2241	10,80
	2*	14,00 B	13,25 B				

254 Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de tukey a 5%. *1- complexo
 255 enzimático DSM®; *2- complexo enzimático Bioglass®; CV- coeficiente de variação.

256 Foi observado efeito nos valores de peso absoluto na interação entre o nível de inclusão
 257 de 12% da torta com complexo 1, sobre a carcaça quente, carcaça fria, coxa, sobrecoxa, asa e

258 dorso, sendo estes valores estatisticamente superiores as demais. Esta interação proporcionou
 259 maior aproveitamento dos nutrientes, mesmo havendo redução na matriz nutricional da dieta
 260 para a energia metabolizável, cálcio e fósforo. A ação das enzimas deste complexo enzimático
 261 foi capaz de reestabelecer os níveis e proporcionar o atendimento das exigências das aves,
 262 resultando dessa forma em maior peso.

263 **Tabela 9** - Médias e valores de P do rendimento da carcaça, dos cortes e dos órgãos de
 264 frangos de corte alimentados com dietas contendo torta de algodão (TA) suplementadas com
 265 complexos enzimáticos (CE)

Variável	CE	Níveis TA		Probabilidade (P)			CV (%)
		12%	17%	TA	CE	TA x CE	
Carcaça quente	1*	75,73	75,33	0,7147	0,5605	0,1759	1,26
	2*	74,96	75,65				
Carcaça fria	1*	75,41	75,12	0,7678	0,1662	0,4087	1,72
	2*	74,21	74,81				
Gordura	1*	1,50	1,73	0,2038	0,5424	0,7851	21,39
	2*	1,63	1,78				
Peito	1*	25,88	25,72	0,5738	0,3195	0,8550	3,86
	2*	25,54	25,24				
Coxa	1*	9,96	9,99	0,1595	0,7370	0,1925	6,37
	2*	9,52	10,25				
Sobre-coxa	1*	12,61	12,25	0,6321	0,3043	0,1034	3,23
	2*	12,51	12,71				
Asa	1*	7,15	7,13	0,7434	0,8555	0,9108	2,99
	2*	7,14	7,11				
Dorso	1*	12,99	13,04	0,4482	0,3014	0,5831	4,15
	2*	12,64	12,93				
Pescoço	1*	5,29	5,24	0,2855	0,2162	0,4795	6,40
	2*	5,21	4,97				
Pés	1*	4,21	4,32	0,8526	0,6888	0,2143	5,67
	2*	4,38	4,24				
Moela	1*	2,25	2,08	0,2964	0,1226	0,3591	8,98
	2*	2,30	2,29				
Fígado	1*	3,04	2,96	0,3891	0,4732	0,8234	10,37
	2*	3,17	3,02				
Coração	1*	0,73	0,82 a	0,9110	0,0974	0,0348	11,30
	2*	0,75	0,68 b				

266 Médias seguidas de letra minúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de tukey a 5%. *1- complexo enzimático DSM®; *2-
 267 complexo enzimático Bioglass; CV- coeficiente de variação.

268 O valor médio para o peso absoluto do coração apresentou o mesmo efeito observado
269 no desenvolvimento alométrico, isto é, houve efeito do complexo enzimático 1, causando um
270 aumento no seu peso. Entretanto, no seu rendimento houve efeito da interação da dieta com
271 17% de torta e o complexo 1, podendo este fato estar relacionado ao peso da carcaça fria,
272 visto que o rendimento do órgão está co-relacionado a este parâmetro. Para as demais
273 variáveis não foram verificadas diferenças com significância estatística.

274 Os resultados observados neste trabalho diferem, quanto ao peso absoluto, aos
275 encontrados por Tavares-Samay (2012), Carvalho *et al.* (2010) e Adeyemo e Longe (2007), os
276 quais não encontraram diferenças significativas nas variáveis avaliadas. Pimentel *et al.* (2007)
277 encontraram diferença apenas para o peso da asa, quando avaliaram os parâmetros de carcaça
278 de frangos de corte alimentados com dietas com diferentes níveis de inclusão do farelo do
279 caroço de algodão.

280 Estudos conduzidos por Elangovan *et al.* (2006) avaliando dois tipos farelo de semente
281 de algodão em dietas para frangos de corte, sobre os parâmetros de carcaça, observaram que
282 os valores médios também mantiveram-se estatisticamente semelhante, exceto para a coxa.
283 Watkins *et al.* (2002) também não encontraram diferenças no rendimento de peito, sobrecoxa
284 e asas, quando trabalhando com uma inclusão de 30% de farelo de algodão em dietas para
285 frangos de corte.

286 Trabalhos realizados por Fortes *et al.* (2012), Cardoso *et al.* (2011) e Sartori *et al.*
287 (2007) com adição de complexos enzimáticos em dietas convencionais para frangos de corte,
288 também não observaram diferenças relacionadas ao rendimentos de carcaça e cortes
289 comerciais.

290 Na Tabela 10 são apresentadas as médias das percentagens de deposição de fósforo na
291 tíbia de frangos de corte alimentados com dietas contendo torta de algodão suplementada com
292 complexos enzimáticos.

293 **Tabela 10-** Percentuais médios e valores de P da deposição de fósforo (P) na tíbia de frangos
 294 de corte alimentados com dieta contendo torta de algodão (TA) suplementada com complexos
 295 enzimáticos (CE)

Variável	CE	Níveis TA		Probabilidade (P)			CV (%)
		12%	17%	TA	CE	TA x CE	
P (%)	1*	4,11 b	5,49	0,0534	0,2938	0,0225	15,09
	2*	5,19 a	5,06				

296 Letras na coluna diferem significativamente pelo teste de tukey a 5%. 1*- complexo enzimático DSM®; 2*- complexo enzimático Bioglass;
 297 CV- coeficiente de variação

298 Observa-se que houve efeito na interação apenas entre o nível de inclusão de 12% com
 299 o complexo enzimático 1, de acordo com as médias obtidas, este efeito, apresentou uma
 300 redução na deposição do fósforo. Possivelmente, a atividade da fitase contida no complexo 1
 301 da matriz nutricional com 12% de inclusão da torta, não tenha sido suficiente para uma
 302 melhor disponibilização do fósforo fítico, tendo em vista que o complexo enzimático 2 foi
 303 adicionado sem que houvesse redução dos níveis nutricionais da dieta, e por consequência,
 304 este poderia apresentar maior taxa de deposição.

305 Sebastian *et al.* (1996b), utilizando dietas habituais ou com baixo fósforo disponível,
 306 suplementadas ou não com 600 FTU/kg, encontraram efeito significativo da fitase na taxa de
 307 retenção de fósforo. A concentração de fósforo aumentou quando a dieta de baixo fósforo foi
 308 suplementada com fitase. No entanto, Vieira *et al.* (2007) avaliando a deposição de fósforo na
 309 tíbia de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz integral (3,5; 7,5;
 310 10,5 e 14%) suplementadas com fitase (750 FTU), os autores verificaram que houve uma
 311 diminuição na deposição do fósforo.

312 Ainda são escassas as produções bibliográficas com uso de complexos enzimáticos em
 313 dietas contendo torta de algodão na alimentação de frangos, apesar de existirem estudos
 314 avaliando o uso deste alimento nas dietas para monogástricos. Torna-se importante então, o
 315 incentivo a mais pesquisas com uso deste subproduto aliando a suplementação enzimática,
 316 relacionando desempenho, características de carcaça e deposição e eficiência de utilização do
 317 fósforo em dietas para frangos de corte.

318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341

CONCLUSÃO

A suplementação do complexo enzimático 1 com o nível de inclusão de 12% de torta de algodão na dieta, proporcionou melhores resultados na conversão alimentar na fase final, no peso vivo, no desenvolvimento alométrico do coração e no peso absoluto da carcaça e cortes. Entretanto, este efeito causou redução na deposição do fósforo na tíbia de frangos de corte de 10 a 40 dias. Houve efeito apenas do complexo enzimático 1 sobre o peso do coração e do pâncreas.

REFERÊNCIAS

- ADEYMO, G.O.; LONGE, O.G. Effects of graded levels of cottonseed cake on performance haematological 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.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 2005.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal** – Campinas: 2002.
- CARDOSO, D.M. et al. Efeito do uso do complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 229, p. 1-12. 2011.
- CARVALHO, C.B. et al. Avaliação nutricional do farelo de algodão de alta energia no desempenho produtivo e características de carcaça 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, 2008.

- 342 ELANGO VAN, A.V. et al. GMO (BT – Cry 1Ac gene) cottonseed meal is similar to non –
343 GMO low free gossypol cottonseed meal for growth performance of broiler chickens. **Animal**
344 **Feed Science Technology**, v. 129, n. 3-4, p. 252-263, 2006.
- 345 FORTES, B.D.A. et al. Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases
346 e fitase em rações de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 24-32, 2012.
- 347 GAMBOA. D.A. et al. Use of expander cottonseed meal in broiler diets formulated on a
348 digestible amino acid basis. **Poultry Science**, v.80, n.6, p.789-794, 2001.
- 349 HOLANDA, M.A.C. **Utilização de farelo de algodão e do farelo integral de mandioca em**
350 **dietas de frangos caipiras**. 115p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal
351 Rural de Pernambuco. 2011.
- 352 LECZNIESKI, J.L. Enzimas, visão brasileira. In: FORUM DE ENZIMAS, 2006,
353 Curitiba. **Anais...** Curitiba: DSM Nutritional Products, 2006. p.01-13.
- 354 MACARI, M., FURLAN, R.L. E GONZÁLES, E. 2002. **Fisiologia aviária aplicada a**
355 **frangos de corte**. 2ª ed. FUNEP/FAPESP. Jaboticabal. pp. 375.
- 356 MARSIGLIO, B.N. **Utilização do caroço de algodão na nutrição animal x gossipol**.
357 IEPEC, 2010. Disponível em: [http://ovinoscaprinos.iepec.com/noticia/utilizacao-de-farelo-](http://ovinoscaprinos.iepec.com/noticia/utilizacao-de-farelo-de-algodao-na-nutricao-animal-x-gossipol)
358 [de-algodao-na-nutricao-animal-x-gossipol](http://ovinoscaprinos.iepec.com/noticia/utilizacao-de-farelo-de-algodao-na-nutricao-animal-x-gossipol) Acessado em: 21 de Mai. 2016.
- 359 MENEGHETTI, C. **Associação de enzimas em rações para frangos de corte**. 2013. 93f.
360 Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras.
- 361 NUNES, J.K. et al. Desenvolvimento do sistema digestório de frangos de corte alimentados
362 com farinha de batata doce. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 1105-1114, 2011.
- 363 PIMENTEL, A.C.S. et al. Substituição parcial do milho e do farelo de soja porsorgo e farelo
364 do caroço de algodão extrusado em rações de frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal**
365 **Science**, v. 29, n. 2, p. 135-141, 2007.

- 366 PUCCI, L.E.A. et al. Efeito do processamento enzimático e nível nutricional da ração para
367 frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. **Ciência Agrotécnica**, v. 34, n. 6, p.
368 1557-1565, 2010.
- 369 ROSTAGNO, H.S.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição dos alimentos
370 e exigências nutricionais. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011.
- 371 SARTORI, J.R. et al. Enzima e simbiótico para frangos de corte criados nos sistemas
372 convencional e alternativo. **Revista Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 235-240, 2007.
- 373 SAS. **Statistical Analysis Systems**, version 9, 1.ed, Cary: Institute Inc., North Carolina,
374 USA, 2008.
- 375 SEBASTIAN, S. et al. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and
376 utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed corn-
377 soybeans diets. **Poultry Science**, v.75, n.2, p.729-736, 1996.
- 378 STRADA, E.S.O. et al. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista**
379 **Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2369-2375, 2005.
- 380 TAVARES-SAMAY, A.M.A. **Avaliação nutricional e enrgética do farelo de algodão com**
381 **ou sem suplementação enzimática para frangos de corte**. 2012, 119f. Tese (Doutorado em
382 zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- 383 VIEIRA, A.R. et al. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas
384 suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 29, n.
385 3, p. 267-275, 2007.
- 386 WATKINS, S.E. et al. Reduction in dietary nutrient alds in utilization of high protein
387 cottonseed meal in broilers diets. **International Journal of Poutry Science**, v.1, n.4, p. 53-
388 58, 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, é possível recomendar a utilização da torta de algodão, como alimento alternativo, associado à adição de complexos enzimáticos em dietas de frangos de corte, sem causar prejuízos aos parâmetros de digestibilidade, assim como no desempenho, características de carcaça e deposição de fósforo.

O uso de enzimas comerciais de acordo com o recomendado pelo fabricante proporcionou melhores valores energéticos (2650,7 Kcal/kg para EMA e 2162,1 Kcal/kg para EMAn) e de metabolizabilidade da energia bruta (46,99%).

No entanto, o aproveitamento proteico da torta foi maior quando não utilizou o complexo enzimático ou ainda, quando incluiu 50% a mais do recomendado pelo fabricante. Sendo necessários mais estudos quanto ao aproveitamento da proteína da torta de algodão com uso de desse aditivo.

O nível de 12% de inclusão de torta de algodão na dieta dos frangos de corte, suplementada com o complexo enzimático comercial 1, obteve melhores resultados quanto a conversão alimentar, peso vivo, desenvolvimento alométrico do coração e no peso absoluto da carcaça e cortes. Entretanto, este efeito ocasionou uma redução na deposição de fósforo na tíbia dos frangos.

ANEXOS
(Normas Revistas)

Normas para publicação (Ciência Rural)

1. CIÊNCIA RURAL - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.

2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via [eletrônica](#) e editados em idioma Português ou Inglês. Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. **O máximo de páginas será 15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras.** Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que **não poderão ultrapassar as margens e nem estar com apresentação paisagem.**

3. O artigo científico (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências; Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

4. A revisão bibliográfica (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

5. A nota (Modelo [.doc](#), [.pdf](#)) **deverá conter os seguintes tópicos:** Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. **Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.** Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado ([Declaração Modelo Humano](#), [Declaração Modelo Animal](#)).

6. O preenchimento do campo "cover letter" deve apresentar **obrigatoriamente** as seguintes informações:

- a) Qual o **problema** científico estudado neste manuscrito?
- b) Qual a **abordagem** empregada para resolver o problema estudado?
- c) Quais os principais **resultados/conclusões** do estudo que possam encorajar ao editor enviar o manuscrito para revisores?
- d) Qual é a **contribuição** à ciência que justifica a publicação do manuscrito como artigo na Ciência Rural?

Para maiores informações acesse o seguinte [tutorial](#).

7. Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista www.scielo.br/cr.

8. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

9. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

10. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

10.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

10.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

10.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

10.4. Artigo completo:

MEWIS, I.; ULRICHS, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008 .

10.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

10.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

10.7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

10.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

10.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico**. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Acessado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>

UFRGS. **Transgênicos**. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.zh.com.br/especial/index.htm>

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: [http://www. Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm](http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm)

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC.

11. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

12. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

14. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.

15. Lista de verificação (Checklist [.doc](#), [.pdf](#)).

16. Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

17. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

18. Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.

19. Todos os artigos encaminhados devem pagar a [taxa de tramitação](#). Artigos reencaminhados (**com decisão de Reject and Resubmit**) deverão pagar a taxa de tramitação novamente.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES (Ciência Agronômica)

Atenção: As normas da Revista Ciência Agronômica podem sofrer alterações, portanto não deixe de consultá-las antes de fazer a submissão de um artigo. Elas são válidas para todos os trabalhos submetidos neste periódico. Um modelo de artigo pode ser visto em “MODELO ARTIGO” no endereço <http://www.ccarevista.ufc.br>.

1. Política Editorial

A Revista Ciência Agronômica destina-se à publicação de **artigos científicos, artigos técnicos e notas científicas que sejam originais e que não foram publicados (as) ou submetidos (as) a outro periódico, inerentes às áreas de Ciências Agrárias e Recursos Naturais**. Os artigos poderão ser submetidos na Revista Ciência Agronômica nos idiomas português ou inglês. Para artigos submetidos em inglês, os autores deverão providenciar uma versão com qualidade (**tradução feita por um nativo ou empresa especializada**). **Todos os artigos serão publicados em inglês**. O texto em inglês, dos artigos aceitos para publicação, serão submetidos à correção e custeado pelos autores. O texto em português, dos artigos aceitos para publicação, serão traduzidos para o inglês e custeado pelos autores. e o comprovante enviado para a sede da RCA no ato da submissão através da nossa página no campo “Transferir Documentos Suplementares”. Os trabalhos submetidos à RCA serão **avaliados preliminarmente pelo Comitê Editorial** e só então serão enviados para pelo menos dois (2) revisores da área e publicados, somente, se aprovados por eles e pelo Comitê Editorial. A publicação dos artigos será baseada na originalidade, qualidade e mérito científico, **cabendo ao Comitê Editorial a decisão final do aceite**. O sigilo de identidade dos autores e revisores será mantido durante todo o processo. A administração da revista tomará o cuidado para que os revisores de cada artigo sejam, obrigatoriamente, de instituições distintas daquela de origem dos autores. **O artigo que apresentar mais de cinco autores não terá a sua submissão aceita pela Revista Ciência Agronômica, salvo algumas condições especiais (ver Autores)**. Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores *a posteriori*.

2. Custo de publicação

O custo é de **R\$ 45,00 (quarenta e cinco reais) por página editorada** no formato final. No ato da submissão é **requerido um depósito de R\$ 100,00 (cem reais) não reembolsáveis**. Se o trabalho for rejeitado na avaliação prévia do Comitê Editorial, a taxa paga não poderá ser reutilizada para outras submissões dos autores. O comprovante de depósito ou transferência deve ser enviado ao e-mail da RCA (ccarev@ufc.br). No caso do trabalho conter impressão colorida deverá ser pago um **adicional de R\$ 80,00 (oitenta reais) por página**. Os depósitos ou transferências deverão ser efetuados em nome de:

CETREDE CIENCIA AGRONOMIC

Banco do Brasil: Agência bancária: **3653-6** - Conta corrente: **46.375-2**

As opiniões emitidas nos trabalhos são de exclusiva responsabilidade de seus autores. A Revista Ciência Agronômica reserva-se o direito de adaptar os originais visando manter a uniformidade da publicação. A RCA não mais fornece separatas ou exemplares aos

autores. A distribuição na forma impressa da RCA é de responsabilidade da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Ceará sendo realizada por meio de permuta com bibliotecas brasileiras e do exterior. Na submissão online é requerido:

1. A concordância com a declaração de responsabilidade de direitos autorais;
2. Que o autor que fizer a submissão do trabalho **cadastre todos os autores no sistema**;
3. Identificação do autor de correspondência com endereço completo.

3. Formatação do Artigo

DIGITAÇÃO: no máximo 20 páginas digitadas em espaço duplo (exceto Tabelas), fonte Times New Roman, normal, tamanho 12, recuo do parágrafo por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. As linhas devem ser numeradas de forma contínua.

ESTRUTURA: o trabalho deverá obedecer à seguinte ordem: título, título em inglês, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências.

TÍTULO: deve ser escrito com apenas a inicial maiúscula, em negrito e centralizado na página com no **máximo 15 palavras**. Como chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a **natureza do trabalho** (se extraído de tese/dissertação, se pesquisa financiada,...) e referências às instituições colaboradoras. Os subtítulos: Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser escritos em caixa alta, em negrito e centralizados.

AUTORES: na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé deverão ser omitidos. Somente na versão final o artigo deverá conter o nome de todos os autores com identificação em nota de rodapé, inclusive a do título. Os nomes completos (sem abreviaturas) deverão vir abaixo do título, somente com a primeira letra maiúscula, um após outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como nota de rodapé na primeira página, deve-se indicar, de cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade, estado e país), endereço eletrônico e endereço completo do autor correspondente. O autor de correspondência deve ser identificado por um "*". **Só serão aceitos artigos com mais de cinco autores, quando, comprovadamente, a pesquisa tenha sido desenvolvida em regiões distintas (diferentes).**

RESUMO e ABSTRACT: devem começar com estas palavras, na margem esquerda, em caixa alta e em negrito, contendo no máximo **250 palavras**.

PALAVRAS-CHAVE e KEY WORDS: devem conter entre três e cinco termos para indexação. Os termos usados não devem constar no título. Cada **palavra-chave e key Word** deve iniciar com letra maiúscula e ser seguida de ponto.

INTRODUÇÃO: deve ser compacta e objetiva contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa. As citações presentes na introdução devem ser empregadas para fundamentar a discussão dos resultados, criando,

assim, uma contextualização entre o estudo da arte e a discussão dos resultados. Não deve conter mais de **550 palavras**.

CITAÇÃO DE AUTORES NO TEXTO: a NBR 10520/2002 estabelece as condições exigidas para a apresentação de citações em documentos técnico-científicos e acadêmicos.

Nas citações, quando o sobrenome do autor, a instituição responsável ou título estiver incluído na sentença, este se apresenta em letras maiúsculas/minúsculas, e quando estiverem entre parênteses, em letras maiúsculas.

Ex: Santos (2002) ou (SANTOS, 2002); com dois autores ou três autores, usar Pereira e Freitas (2002) ou (PEREIRA; FREITAS, 2002) e Cruz, Perota e Mendes (2000) ou (CRUZ; PEROTA; MENDES, 2000); com mais de três autores, usar Xavier *et al.* (1997) ou (XAVIER *et al.*, 1997).

VÁRIOS AUTORES CITADOS SIMULTANEAMENTE: havendo citações indiretas de diversos documentos de vários autores mencionados simultaneamente e que expressam a mesma idéia, separam-se os autores por ponto e vírgula, **em ordem alfabética**, independente do ano de publicação.

Ex: (FONSECA, 2007; PAIVA, 2005; SILVA, 2006).

SIGLAS: quando aparecem pela primeira vez no texto, deve-se colocar o nome por extenso, seguido da sigla entre parênteses.

Ex: De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) [...].

TABELAS: devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Usar espaço simples. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho.

FIGURAS: gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de **Figura** sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte superior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. As figuras devem apresentar 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. A Revista Ciência Agronômica reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com o papel na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. **Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.**

Obs.: As figuras devem ser também enviadas em arquivos separados e com RESOLUÇÃO de no mínimo 500 dpi através do campo “Transferir Documentos Suplementares”.

EQUAÇÕES: devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. O padrão de tamanho deverá ser:

Inteiro = 12 pt

Subscrito/sobrescrito = 8 pt

Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

Símbolo = 18 pt

Subsímbolo = 14 pt

ESTATÍSTICA:

1. Caso tenha realizado análise de variância, apresentar o "F" e a sua significância;
2. Dados quantitativos devem ser tratados pela técnica de análise de regressão;
3. Apresentar a significância dos parâmetros da equação de regressão;
4. Dependendo do estudo (ex: função de produção), analisar os sinais associados aos parâmetros.
5. É requerido, no mínimo, quatro pontos para se efetuar o ajuste das equações de regressão.
6. Os coeficientes do modelo de regressão devem apresentar o seguinte formato: $y = a + bx + cx^2 + \dots$;
7. O Grau de Liberdade do resíduo deve ser superior a 12.

CONCLUSÕES: quando escritas em mais de um parágrafo devem ser numeradas.

AGRADECIMENTOS: logo após as conclusões poderão vir os agradecimentos direcionados a pessoas ou instituições, em estilo sóbrio e claro, indicando as razões pelas quais os faz.

REFERÊNCIAS: são elaboradas conforme a ABNT NBR 6023/2002. Inicia-se com a palavra REFERÊNCIAS (escrita em caixa alta, em negrito e centralizada). Devem ser digitadas em fonte tamanho 12, espaço duplo e justificadas. **UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS. Não são contabilizadas neste percentual de 60% referências de livros, teses, anais,...** Com relação aos periódicos, é dispensada a informação do local de publicação, porém os títulos não devem ser abreviados. Recomenda-se um total de 20 a 30 referências.

Alguns exemplos:

- Livro

NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. **Beef cattle**. 7. ed. New York: John Willey, 1977. 883 p.

- Capítulo de livro

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. *In*: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. cap. 13, p. 539-593.

- Monografia/Dissertação/Tese

EDVAN, R. L. **Ação do óleo essencial de alecrim pimenta na germinação do matapasto**. 2006. 18 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

SILVA, M. N. da. **População de plantas e adubação de nitrogenada em algodoeiro herbáceo irrigado**. 2001. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

- Artigo de revista

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Resposta de *Cratylia argentea* à aplicação em um solo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p. 14-18, 1997.

ANDRADE, E. M. *et al.* Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 280- 287, 2006.

- Resumo de trabalho de congresso

SOUZA, F. X.; MEDEIROS FILHO, S.; FREITAS, J. B. S. Germinação de sementes de cajazeira (*Spondias mombin* L.) com pré-embebição em água e hipoclorito de sódio. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 11., 1999, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: ABRATES, 1999. p. 158.

- Trabalho publicado em anais de congresso

BRAYNER, A. R. A.; MEDEIROS, C. B. Incorporação do tempo em SGBD orientado a objetos. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS, 9., 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1994. p. 16-29.

- Trabalho de congresso em formatos eletrônicos

SILVA, R. N.; OLIVEIRA, R. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: UFPe, 1996. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais/educ/ce04.htm>>. Acesso em: 21 jan. 1997.

GUNCHO, M. R. A educação à distância e a biblioteca universitária. *In*: SEMINÁRIO DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 10., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Tec Treina, 1998. 1 CD-ROM.

UNIDADES e SÍMBOLOS: As unidades e símbolos do Sistema Internacional adotados pela Revista Ciência Agronômica.

Grandezas básicas	Unidades	Símbolos	Exemplos
Comprimento	metro	m	
Massa	quilograma	kg	
Tempo	segundo	s	
Corrente elétrica	amper	A	
Temperatura termodinâmica	Kelvin	K	
Quantidade de substância	mol	mol	
Unidades derivadas			
Velocidade	---	$m s^{-1}$	$343 m s^{-1}$
Aceleração	---	$m s^{-2}$	$9,8 m s^{-2}$
Volume	metro cúbico, litro	m^3 , L*	$1 m^3$, 1 000 L*
Frequência	Hertz	Hz	10 Hz
Massa específica	---	$kg m^{-3}$	$1.000 kg m^{-3}$
Força	newton	N	15 N
Pressão	pascal	Pa	$1,013 \cdot 10^5 Pa$
Energia	joule	J	4 J
Potência	watt	W	500 W
Calor específico	---	$J (kg \text{ } ^\circ C)^{-1}$	$4186 J (kg \text{ } ^\circ C)^{-1}$
Calor latente	---	$J kg^{-1}$	$2,26 \cdot 10^6 J kg^{-1}$
Carga elétrica	coulomb	C	1 C
Potencial elétrico	volt	V	25 V
Resistência elétrica	ohm	Ω	29Ω
Intensidade de energia	Watts/metros quadrado	$W m^{-2}$	$1.372 W m^{-2}$
Concentração	mol/metro cúbico	$mol m^{-3}$	$500 mol m^{-3}$
Condutância elétrica	siemens	S	300 S
Condutividade elétrica	desiemens/metro	$dS m^{-1}$	$5 dS m^{-1}$
Temperatura	grau Celsius	$^\circ C$	$25 \text{ } ^\circ C$
Ângulo	grau	$^\circ$	30°
Porcentagem	---	%	45%

Números mencionados em seqüência devem ser separados por ponto e vírgula (;).
Ex: 2,5; 4,8; 25,3.

4. Lista de verificação - Revista Ciência Agronômica

Visando a maior agilidade no processo de submissão de seu artigo, o Comitê Editorial da Revista Ciência Agronômica, elaborou uma lista de verificação para que o autor possa conferir toda a formatação do manuscrito de sua autoria, **ANTES** de submetê-lo para publicação. A lista foi elaborada de acordo com as normas da Revista Ciência Agronômica.

Respostas **NEGATIVAS** significam que seu artigo ainda deve ser adaptado às normas da revista e a submissão de tais artigos implicará na sua devolução e retardo na tramitação.

Respostas **POSITIVAS** significam que seu artigo está em concordância com as normas, implicando em maior rapidez na tramitação.

A. Referente ao trabalho

1. O trabalho é original?
2. O trabalho representa uma contribuição científica para a área de Ciências Agrárias?
3. O trabalho está sendo enviado com exclusividade para a Revista Ciência Agronômica?

B. Referente à formatação

4. O trabalho pronto para ser submetido online está omitindo os nomes dos autores na versão Word?
5. O trabalho contém no máximo 20 páginas, está no formato A4, digitado em espaço duplo, incluindo as referências; fonte Times New Roman tamanho 12, incluindo títulos e subtítulos?
6. As margens foram colocadas a 2,5 cm, a numeração de páginas foi colocada na margem superior, à direita e as linhas foram numeradas de forma contínua?
7. O recuo do parágrafo de 1 cm foi definido na formatação do parágrafo? Lembre-se que a revista não aceita recuo de parágrafo usando a tecla “TAB” ou a “barra de espaço”.
8. A estrutura do trabalho está de acordo com as normas, ou seja, segue a seguinte ordem: título, título em inglês, autores, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências?
9. O título contém no máximo 15 palavras?
10. O resumo e o abstract apresentam no máximo 250 palavras?
11. As palavras-chave (key words) contêm entre três e cinco termos, iniciam com letra maiúscula e são seguidas de ponto?
12. A introdução contém citações atuais que apresentam relação com o assunto abordado na pesquisa e apresenta no máximo 550 palavras?
13. As citações apresentadas na introdução foram empregadas para fundamentar a discussão dos resultados?
14. As citações estão de acordo com as normas da revista?
15. As tabelas e figuras estão formatadas de acordo com as normas da revista e estão inseridas logo em seguida à sua primeira citação? Lembre-se, não é permitido usar “enter” nas células que compõem a(s) tabela(s).
16. As tabelas estão no formato retrato?
17. As figuras apresentam boa qualidade visual?
18. As unidades e símbolos utilizados no seu trabalho se encontram dentro das normas do Sistema Internacional adotado pela Revista Ciência Agronômica?
19. Os números estão separados por ponto e vírgula? As unidades estão separadas do número por um espaço? Lembre-se, não existe espaço entre o número e o símbolo de %.
20. O seu trabalho apresenta entre 20 e 30 referências sendo 60% destas publicadas com menos de 10 anos em periódicos indexados?
21. Todas as referências estão citadas ao longo do texto?
22. Todas as referências citadas ao longo do texto estão corretamente descritas, conforme as normas da revista, e aparecem listadas?

C. Observações:

1. Lembre-se que **SE** as normas da revista não forem seguidas rigorosamente, seu trabalho não irá tramitar. Portanto, é melhor retardar o envio por mais alguns dias e conferir todas as normas. A consulta de um trabalho já publicado na sua área pode lhe ajudar a sanar algumas dúvidas e pode servir como um modelo (acesse aos periódicos no site <http://www.ccarevista.ufc.br/busca>).

2. Caso suas respostas sejam todas **AFIRMATIVAS** seu trabalho será enviado com maior segurança. Caso tenha ainda respostas **NEGATIVAS**, seu trabalho irá retornar retardando o processo de tramitação.

Lembre-se: A partir da segunda devolução, por irregularidade normativa, principalmente em se tratando das referências, o mesmo terá a submissão cancelada e **não haverá devolução da taxa de submissão**. Portanto é muito importante que os autores verifiquem cuidadosamente as normas requeridas pela Revista Ciência Agronômica.

3. Procure **SEMPRE** acompanhar a situação de seu trabalho pela página da revista (<http://ccarevista.ufc.br>) no sistema online de gerenciamento de artigos.

4. Esta lista de verificação não substitui a revisão técnica da revista, a qual todos os artigos enviados serão submetidos.