

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

MARINA CRUVINEL ASSUNÇÃO SILVA

DESEMPENHO E MORFOMETRIA INTESTINAL DE FRANGOS ALIMENTADOS
COM RAÇÃO À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO E MOÍDO EM DIFERENTES
FASES DE CRIAÇÃO

UBERLÂNDIA

2014

MARINA CRUVINEL ASSUNÇÃO SILVA

DESEMPENHO E MORFOMETRIA INTESTINAL DE FRANGOS ALIMENTADOS
COM RAÇÃO À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO E MOÍDO EM DIFERENTES
FASES DE CRIAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Mestrado, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências Veterinárias.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Evandro de Abreu Fernandes

UBERLÂNDIA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S586d Silva, Marina Cruvinel Assunção , 1987 -

2014 Desempenho e morfometria intestinal em frangos alimentados com ração à base de sorgo grão inteiro e moído em diferentes fases de criação / Marina Cruvinel Assunção Silva. – 2014.

59 f.

Orientador: Evandro de Abreu Fernandes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Ave doméstica – Criação - Teses. 2. Ave doméstica – Nutrição - Teses. 3. Sorgo – Teses. I. Fernandes, Evandro de Abreu, 1949- II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

1.

CDU:

619

MARINA CRUVINEL ASSUNÇÃO SILVA

DESEMPENHO E MORFOMETRIA INTESTINAL DE FRANGOS ALIMENTADOS
COM RAÇÃO À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO E MOÍDO EM DIFERENTES
FASES DE CRIAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Mestrado, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências Veterinárias.

Área de Concentração: Produção Animal

Uberlândia, 28 de Julho de 2014

Banca examinadora:

Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes
(Orientadora – UFU)

Profa. Dra. Belchiolina Beatriz Fonseca
(Examinador – UFU)

Dr. Gustavo Dias Almeida
(Examinador – Monsanto)

*Aos meus pais Valter e Carla, a minha irmã
Marília, a meu marido e colega de profissão
Guilherme, e a todos familiares e amigos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente àquele que guia meus passos, me abençoa, e me deu a graça de viver, Deus.

Agradeço aos meus pais, Valter e Carla, por todo o carinho, incentivo, dedicação, e ensinamentos. Sem eles, minhas inspirações, esta etapa não seria realizada.

Agradeço a minha irmã, Marília, simplesmente por ser minha melhor amiga, por ser guerreira, por me motivar todos os dias em seguir em frente.

Ao meu marido, Guilherme, o colega de profissão que mais admiro e confio. Agradeço todos os dias por estar ao meu lado, dividindo comigo os problemas, as tristezas, as alegrias de uma vida.

Agradeço ao idealizador desta pesquisa, meu orientador, amigo e padrinho, Evandro. Sem suas ideias, dedicação, ensinamentos e paciência nada disto seria possível.

Agradeço a todos meus familiares, amigos e colegas de profissão. Ao companheiro João Paulo, pela amizade e por tornar a pós mais divertida. A toda equipe do Aviex, Fernanda, Carolina, Márcia, Julyana, Naiara, e Andressa, pelos trabalhos tão bem executados, pela colaboração em diversas pesquisas e pela amizade que criamos.

Aos funcionários da granja experimental, Rivaldo e Gilson por todo empenho e colaboração na execução deste trabalho.

Aos componentes da banca, Bia e Gustavo, por se disporem de seu tempo, e por contribuírem com suas experiências.

Enfim a todos que participaram direta ou indiretamente de minha vida e que contribuíram de algum modo para meu crescimento.

Obrigada!

.

*“Na vida, não vale tanto o que temos, nem tanto importa o que somos.
Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo,
importa o que fazemos de nós!”*

Chico Xavier

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito das dietas à base de sorgo grão, moído e inteiro, fornecidas a frangos de corte em diferentes fases de criação, sobre o desempenho zootécnico, morfometria de órgãos e da mucosa intestinal, e contagem de células caliciformes. Foi realizado um programa alimentar composto por quatro fases, com rações formuladas a base de sorgo sem tanino e a base de milho, divididos nos tratamentos: sorgo grão moído; milho grão moído; sorgo grão inteiro a partir do alojamento (pré-inicial); sorgo grão inteiro a partir da ração inicial; sorgo grão inteiro a partir da ração engorda; sorgo grão inteiro no alojamento e sorgo grão moído a partir da ração inicial; e sorgo grão inteiro no alojamento e milho moído a partir da ração inicial. Aos 42 dias de idade dados de consumo de ração, ganho de peso vivo, conversão alimentar real e tradicional, e viabilidade foram avaliados. Cinco animais de cada tratamento foram abatidos e coletados órgãos para avaliação morfométrica e quantificação de células caliciformes. Aos 42 dias de idade a inclusão de sorgo inteiro ou moído garantiu maior peso vivo e melhor conversão alimentar que o milho moído. Observou-se no duodeno maior altura das vilosidades, menor profundidade de cripta e maior área de absorção nos animais do tratamento sorgo grão inteiro no alojamento e milho moído a partir da ração inicial, comparados ao sorgo grão inteiro a partir da ração engorda. A utilização de sorgo grão inteiro, livre de tanino, desde o alojamento dos pintinhos, ou incluído nas fases inicial ou engorda da criação de frangos, garantiu características de desempenho satisfatórias, sem afetar os parâmetros morfométricos do tubo gastrintestinal e glândulas acessórias, e a proliferação de células caliciformes do intestino.

Palavras chave: Granulometria; Nutrição; Intestinos; *Sorghum bicolor*.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of diets based on sorghum grain, whole and ground, supplied to broilers at different stages of creation, on the performance, organs and intestinal mucosa morphometry, and goblet cell count. We performed a food program composed of four phases, with the diets based on sorghum without tannin and corn, divided into treatments: ground grain sorghum; ground corn grain; whole sorghum grain from housing (pre-starter); whole sorghum grain from the initial ration; whole sorghum grain from the fattening ration; whole sorghum grain on the housing and ground sorghum grain from the starter feed; and whole grain sorghum in the housing and ground corn from the initial feed. At 42 days old data of feed intake, live weight gain, real and traditional feed conversion, and viability we evaluated. Five animals from each treatment were slaughtered, and organs collected for morphometric evaluation and goblet cells quantification. At 42 days of age the inclusion of whole or ground sorghum secured higher body weight and better feed conversion than corn ground. We observed greater duodenal villus height, smaller crypt depth and greater absorption area in animals of treatment whole grain sorghum in the housing and ground corn from the initial feed, compared to whole sorghum grain from the fattening ration. The use of sorghum grain, free of tannin, from housing, or included in the initial or fattening stages of broiler raising, assured satisfactory performance characteristics, without affecting the morphometric parameters of gastrointestinal tube, accessory glands and intestinal goblet cells proliferation.

Keywords: Particle size; Nutrition; Intestines; *Sorghum bicolor*.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2	PÁG
TABELA 1 Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de sorgo para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (22 a 35 dias) e abate (36 a 42 dias).....	27
TABELA 2 Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de milho para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (22 a 35 dias) e abate (36 a 42 dias).....	28
TABELA 3 Programa de luz adotado para frangos de corte de um a 42 dias de idade.....	30
TABELA 4 Desempenho zootécnico de frangos de corte aos sete dias de idade, fase pré- inicial, alimentados com ração à base de milho, sorgo grão inteiro e moído.....	31
TABELA 5 Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com ração à base de milho, sorgo grão inteiro e moído.....	33
TABELA 6 Desempenho zootécnico de frangos de corte alimentados com ração à base de sorgo grão inteiro e moído aos 42 dias de idade.....	34
 CAPÍTULO 3	 PÁG
TABELA 1 Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de sorgo para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (22 a 35 dias) e abate (36 a 42 dias).....	44

TABELA 2	Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de milho para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (22 a 35 dias) e abate (36 a 42 dias).....	45
TABELA 3	Altura dos vilos (μm), profundidade de criptas (μm), área de absorção e relação vilo/cripta de intestino delgado de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com rações à base de milho e sorgo.....	48
TABELA 4	Peso relativo de órgãos de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com rações à base de milho e sorgo.....	50
TABELA 5	Comprimento relativo de intestinos de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com rações à base de milho e sorgo....	50
TABELA 6	Porcentagem de células caliciformes avaliadas no intestino de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com rações à base de milho e sorgo.....	53

SUMÁRIO

RESUMO.....	06
ABSTRACT.....	07
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	11
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. SORGO	13
3. TRATO GASTRO INTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE.....	14
3.1. Histologia e morfometria intestinal das aves	15
3.2. Células caliciformes	16
4. GRANULOMETRIA DAS RAÇÕES PARA AVES	17
5. OBJETIVO	19
REFERÊNCIAS.....	20
CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO DE FRANGOS ALIMENTADOS COM RAÇÃO À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO E MOÍDO EM DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO.....	25
RESUMO.....	25
1. INTRODUÇÃO.....	26
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4. CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	36
CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA DE ÓRGÃOS E DA MUCOSA INTESTINAL DE FRANGOS ALIMENTADOS COM RAÇÃO À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO E MOÍDO EM DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO.....	41
RESUMO.....	41
1. INTODUÇÃO.....	42
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4. CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	53
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
ANEXO A.....	58

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

(Redigido de acordo com as normas da Biblioteca - UFU)

1. INTRODUÇÃO

O aumento internacional dos preços de milho e soja para alimentação animal, afetou os custos de produção de frangos de corte no Brasil, já que estas e outras matérias primas são os custos variáveis mais importantes da produção de aves (Garcia et al., 2013). A alimentação é responsável por cerca de 70% dos custos de produção de frangos de corte, sendo um fator primordial para a rentabilidade da atividade (Fernandes et al., 2013).

O custo elevado tem levado pesquisadores a estudarem alternativas de substituição do milho por outros grãos, buscando-se matérias primas de valores nutricionais conhecidos. A busca é por redução nos custos de produção, sem causar alterações na qualidade da dieta e consequente comprometimento no desempenho dos animais (Trinco, 2002).

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) é o quinto cereal mais cultivado do mundo (Garcia et al., 2013), e a produção brasileira está perto de 2.1 milhões de toneladas (CONAB, 2013). A baixa demanda de água na produção do sorgo o torna cultivável em áreas com restrições hídricas ao redor do mundo, além de estar adaptado a solos de baixa qualidade (Torres et al., 2013). Além disso o sorgo baixo tanino é uma ótima fonte de energia em dietas de aves devido à sua composição nutricional, que é semelhante à do milho (Fernandes et al., 2013).

O sorgo de baixo tanino pode substituir o milho em dietas de aves e suínos sem afetar o desempenho. Por outro lado o sorgo alto tanino afeta negativamente o desempenho de frangos de corte. Os avicultores têm sido relutantes em utilizar dietas à base de sorgo baixo tanino, especialmente durante a primeira semana de vida do frango (Torres et al., 2013).

A mucosa epitelial do intestino delgado de aves experimenta um intenso crescimento durante a primeira semana. O sorgo alto tanino pode provocar um efeito negativo sobre o desempenho de frangos de corte, como menor ganho de peso vivo e pior conversão alimentar. Taninos condensados encontrados em alguns cultivares de sorgo podem aumentar o número de células caliciformes em vilosidades intestinais, ou induzir necrose da mucosa (Torres et al., 2013).

O ciclo rápido de produção de frangos de corte é ponto de destaque na avicultura moderna, sendo que os processos adaptativos, que ocorrem no período inicial da vida do

pinto, têm recebido atenção especial há alguns anos. A formulação de dietas específicas, relacionadas ao desenvolvimento do trato gastrointestinal, é necessária para melhorar a digestão e a absorção de nutrientes pelas aves (Maiorka et al., 2000).

Apesar de diversos estudos recentes, pouco se sabe sobre o efeito da substituição do milho por sorgo baixo tanino em grãos inteiros e moídos, sobre o desempenho e o desenvolvimento intestinal de frangos de corte em diferentes fases de criação.

2. SORGO

O sorgo é avaliado globalmente como o quinto cereal mais cultivado no mundo. Aproximadamente dois terços da produção são utilizados na alimentação humana da África e Índia, e o terço restante na alimentação animal dos Estados Unidos, América do Sul e Austrália (Bryden et al., 2009).

Considerado uma planta com ótima eficiência com o uso da água, 91% da produção de sorgo granífero no Brasil é cultivado na entressafra, ou safrinha, período com condições climáticas e nutricionais do solo menos favoráveis que a safra principal (May et al., 2011).

Segundo Coelho et al. (2002) os setores da avicultura e suinocultura apresentam margem estreita de lucro devidos aos custos de produção, e podem reduzir seus gastos com o beneficiamento do sorgo, o qual possui preço 20 a 30% inferior ao milho. Porém segundo dados da Conab (2013) a produção estimada de sorgo representa ainda apenas 4,4% da produção anual do milho no Brasil.

Os cultivares de sorgo são classificados em taninosos e não taninosos. Esta classificação se dá pela constituição genética do grão, sendo que a presença de três genes recessivos faz com que a planta não sintetize o tanino (Fernandes et al., 2014). Segundo May et al. (2011) para a produção agrícola a presença de tanino nos grãos é uma característica positiva, contudo, para a alimentação de aves e suínos, é indesejável. Fialho et al. (2002) afirmam que a presença do tanino pode interferir na digestibilidade de proteínas afetando também a palatabilidade do alimento.

A digestibilidade do amido e de proteínas do sorgo pode ser comprometida por fatores como compostos fenólicos, fitato, fungos e micotoxinas (Fernandes et al., 2014). Além disso, o processamento do sorgo pode alterar o valor nutricional e as características físico-químicas de proteínas e amido do alimento (Liu et al., 2013).

Leite et al. (2011) demonstram que o valor nutricional do sorgo é de 85 a 90% em comparação ao milho, e que a substituição total do milho se torna viável. Garcia et al. (2013) demonstra que o sorgo pode ser utilizado para substituir o milho e que seu uso não altera desempenho de frangos de corte, assim como Fernandes et al. (2013) que sugere a utilização do grão, inclusive inteiro, pois não prejudica o desempenho.

3. TRATO GASTRO INTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE

O trato gastrointestinal das aves é definido como um tubo muscular longo que se estende da cavidade oral à cloaca e conectadas a ele duas glândulas anexas, o fígado e o pâncreas (Boleli et al., 2002). As estruturas tubulares que compõe o sistema digestório das aves, do sentido anterior para o posterior são: cavidade oral, esôfago, papo, proventrículo, moela, intestino delgado, cecos e colon (Macari et al., 2002).

A cavidade oral das aves consiste no bico, língua, glândulas salivares e faringe, sendo responsáveis pela apreensão, escolha e ingestão dos alimentos. O esôfago e o papo respondem pela condução do alimento ingerido da faringe até o proventrículo, e pela estocagem do mesmo. O estômago é dividido em duas partes funcionalmente distintas: proventrículo e moela. O primeiro é responsável pela secreção de enzimas e ácidos (Macari et al., 2002). A moela é um órgão muscular responsável pela moagem do alimento a qual é realizado devido a uma pressão mecânica que pode chegar à 585Kg/cm² (Singh et al., 2014). Gabriel et al. (2008) relatam que devido ao emprego comercial de dietas finamente moídas o proventrículo se mostra dilatado e a moela relativamente subdesenvolvida.

O intestino delgado é a porção mais longa do sistema digestório, e tem por função a digestão final do alimento e absorção de nutrientes. Este órgão é dividido em duodeno, jejuno e íleo. Já o intestino grosso compreende os cecos, cólon e cloaca. Os cecos são estruturas pares, de formato sacular. O cólon é curto e se estende da junção íleo-ceco-cólica até a cloaca. Esta última é uma estrutura dilatada, em formato de bolsa, onde desembocam o cólon, ureteres e ductos do sistema reprodutivo (Macari et al., 2002). O desenvolvimento do trato gastrointestinal é influenciado pela capacidade de digerir alimentos e absorver nutrientes. Deste modo a escolha dos ingredientes é de suma importância para o desenvolvimento benéfico da mucosa intestinal e

consequentemente para que o animal apresente resultados de desempenho satisfatórios (Campos et al., 2007).

O intestino delgado é o principal órgão responsável pela digestão e absorção de nutrientes. No período logo após a eclosão, ocorre um maior crescimento do proventrículo, moela e intestino delgado em comparação a outros órgãos e tecidos. Nos pintainhos, o maior crescimento alométrico destes órgãos digestivos ocorre entre 3 e 7 dias de idade (Campos et al., 2007).

3.1 Histologia e morfometria intestinal das aves

Os órgãos tubulares do sistema digestório das aves são constituídos por quatro túnicas concêntricas, com características histológicas e funcionais distintas, denominadas: mucosa, submucosa, muscular e serosa. A mucosa é composta por epitélio, que reveste internamente os órgãos por uma lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo, e pela muscular mucosa, que é uma fina camada de músculo liso. A túnica submucosa é constituída de tecido conjuntivo moderadamente denso. A muscular possui duas camadas de músculo liso e a serosa é formada de tecido conjuntivo envolto (Macari et al., 2002).

Os vilos proporcionam um aumento na superfície interna do intestino delgado, ou seja, na área de digestão e absorção intestinal. As vilosidades são revestidas por epitélio simples e são constituídas por três tipos celulares funcionalmente distintos: as células caliciformes, os enterócitos e as células enteroendócrinas. Devido a diferenças na altura dos vilos e espessura da túnica muscular, as três regiões do intestino delgado diferem quanto à espessura de suas paredes. A parede do jejuno é mais grossa que a do duodeno e, a do íleo, mais grossa que a do jejuno (Macari et al., 2002).

O desenvolvimento da mucosa intestinal é decorrente de dois eventos citológicos primários associados. O primeiro é a renovação celular que consiste na proliferação e diferenciação das células intestinais, resultante das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes localizadas na cripta e ao longo dos vilos. O outro evento é a perda de células por descamação, que ocorre naturalmente no ápice dos vilos. O equilíbrio entre esses dois processos é determinado por uma taxa de renovação constante, ou “turnover celular”, influenciando na capacidade digestiva e de absorção intestinal (Pelicano et al., 2003).

3.2 Células caliciformes

As células caliciformes são encontradas em todo o sistema digestivo, sendo menos numerosas no duodeno e aumentando em quantidade em direção ao íleo. É uma célula mucosa que apresenta muitos grânulos de secreção glicoproteica, possui núcleo achatado e deslocado para a base da célula. A síntese de glicoproteínas começa no retículo endoplasmático rugoso, e quando são liberadas ficam muito hidratadas e formam um gel viscoso denominado muco (Junqueira e Carneiro, 1999).

A célula caliciforme é responsável pela produção de muco, que é composto por mucinas, proteoglicanas e eletrólitos. O muco é uma glicoproteína insolúvel em água e que possui muitas funções, tais como: proteger a membrana intestinal contra as agressões da digesta e das secreções ácidas vindas do estômago; barreira contra microorganismos; lubrificar a superfície do epitélio e facilitar o deslocamento do conteúdo luminal através do trato gastrointestinal (Boleli et al., 2002). Devido à sua forte aderência à superfície mucosa intestinal o muco não é removido totalmente apesar das forças mecânicas da digesta. A espessura de muco é variável entre as espécies e tem valor por volta de 160 a 650 μc (Maiorka, 2013).

Dependendo da sua composição as mucinas podem ser classificadas em neutras e ácidas, sendo que as ácidas podem ser do subtipo não sulfatado (sialomucinas) e sulfatado (sulfomucinas). Quando a mucina contém monossacarídeos de manose, galactose ou galactosamina ela é classificada em mucina neutra. As sialomucinas possuem um grupo de monossacarídeos compostos por nove carbonos e as sulfomucinas são mais ácidas que as sialomucinas (Myers et al., 2008).

As mucinas ácidas aumentam o potencial do muco de resistir aos ataques de enzimas bacterianas, pois estudos sugerem que elas protegem contra a translocação bacteriana por serem menos degradáveis pelas glicosidades bacterianas e proteases. Essa tese é consistente com a observação de que as células caliciformes nas regiões intestinais que são densamente povoadas por microorganismos expressa predominantemente mucinas ácidas (Rhodes, 1989; Deplancke e Gaskins, 2001).

Fatores como a idade ou ingredientes da dieta podem alterar o número e a atividade secretória de células caliciformes e a composição e heterogeneidade das mucinas (Fontaine et al., 1996; Deplancke e Gaskins, 2001). O aumento da secreção de

muco pode ser benéfico ou maléfico dependendo da ocasião. Se a camada de muco aumentar em uma quantidade suficiente que ocasione proteção da mucosa contra a adesão bacteriana é benéfico, mas se a produção de muco aumentar e se tornar muito densa isso pode trazer consequências como alterar a mistura da digesta com enzimas digestivas (Castejon, 2011).

A análise quantitativa e qualitativa de células caliciformes é um importante meio de estudo, pois a hiperplasia de células caliciformes pode indicar uma resposta do sistema digestório e imune a alguma agressão à mucosa (Campos, 2006). Algumas circunstâncias como o jejum ou alterações da dieta provocam redução da camada protetora de muco o que facilita a ação de microorganismos e lesões na mucosa intestinal (Maiorka, 2013).

Alguns trabalhos mostram a influência de fatores antinutricionais e contaminantes em relação ao número de células caliciformes. Leal (2012) avaliou o fornecimento de altos níveis de grãos de milho infestados por fungos (fermentados/ardidos) para frangos de corte e observou-se que o número de células caliciformes aumentou quanto maior a porcentagem de grãos atacados por fungos. Schramm et al. (2012) observaram em estudo que o tratamento com inclusão de altos níveis de óleo ácido de soja apresentou maior número de células caliciformes. Oliveira et al. (2000) avaliaram a influência de fatores antinutricionais da leucena e do feijão guandu na dieta de frangos de corte e observaram que tanto na fase inicial quanto na fase de crescimento ocorreu um aumento no número de células caliciformes, causado por possíveis fatores antinutricionais que levaram à produção excessiva de muco.

4. GRANULOMETRIA DAS RAÇÕES PARA AVES

Um fator importante que interfere no custo, no consumo e digestão de alimentos é a granulometria das rações (Penz e Magro 1998). Alguns estudos mostram que a incorporação de grãos moídos na dieta para frangos de corte melhoram o desempenho, contudo têm sido apresentados resultados conflitantes neste aspecto (Singh et al., 2014).

Vários estudos reportam a influência positiva da maior granulometria sobre o desempenho e o trato digestivo das aves. Nir et al. em 1990 avaliando graus de partículas para pintainhos machos, demonstraram que animais jovens alcançam melhor desempenho consumindo partículas mais grosseiras. Segundo os autores os animais

optaram pela dieta grosseira a partir do primeiro dia de fornecimento. Em estudo similar constataram que aos 21 dias os animais obtiveram maior ganho de peso e consumo quando alimentados com partículas mais grosseiras (Nir et al., 1994).

Dahlke et al. (2001) afirmam que o maior diâmetro geométrico médio melhora o ganho de peso, o consumo e a conversão alimentar para frangos aos 42 dias de idade. Resultados semelhantes foram encontrados por Godoy (2009) que observaram maior consumo em rações com partículas grossas e sorgo inteiro. Segundo Fernandes et al. (2013), a utilização do sorgo grão inteiro na alimentação para frangos aos 42 dias de idade se mostra viável e não prejudica o desempenho, além de partículas maiores ou grãos integrais aumentarem o peso da moela e do intestino delgado.

Jacobs e Parsons (2013) avaliando dietas a base de milho e sorgo não verificaram diferenças para consumo e conversão alimentar, e afirmam que o peso da moela aumenta com partículas grosseiras de milho e o sorgo inteiro trazendo efeitos benéficos sobre a saúde intestinal. A hipótese predominante é de que a inclusão de grãos inteiros causam efeitos benéficos no desenvolvimento gastrointestinal e em particular no desenvolvimento da moela (Singh et al., 2014). Partículas finas fazem com que a moela não se desenvolva adequadamente, comprometendo a utilização dos alimentos e a saúde intestinal (Chewning et al., 2012).

Avaliando o efeito do tamanho de partículas e a forma de apresentação dos alimentos sobre o desempenho de frangos de corte, Chewning et al. (2012) constataram melhor conversão quando alimentados com rações a base de milho moído finamente. Rodgers et al. (2012) constataram o pior desempenho de frangos ao incluírem o sorgo inteiro, porém o maior peso da moela aos 21 dias de idade. Lopez e Baião (2004) mostram que frangos alimentados com as rações fareladas e granulometria grossa foram significativamente mais leves e que o consumo de ração não foi influenciado pela granulometria.

5-OBJETIVO

Objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico, a morfometria de órgãos e da mucosa intestinal, e a contagem de células caliciformes de frangos de corte alimentados com ração à base de sorgo grão inteiro e moído, em substituição ao milho, fornecidos em diferentes fases de criação.

REFERÊNCIAS

- BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura Funcional do Trato Digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed). **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 2002. p. 75-96.
- BRYDEN W.L.; SELLE, P.H.; CADOGAN, D.J.; LI, X.; MULLER, N.D.; JORDAN, D.R.; GIDLEY, M.J.; HAMILTON, W.D. A Review of the Nutritive Value of Sorghum for Broilers. **Rural Industries Research and Development Corporation**, Canberra, n.9/077, 2009, 68p.
- CAMPOS D.M.B., FARIA FILHO D.E., TORRES, K.A.A., FURLAN R.L., MACARI, M. Desenvolvimento da mucosa intestinal e a substituição do milho por sorgo na dieta de pintainhos de corte. **Ensaio e Ciência**, Valinhos, v.5, n.5, p.44-48, 2007.
- CAMPOS, D.M.B. **Efeito do sorgo sobre o desempenho zootécnico, características da carcaça e o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos**. 2006. 50f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- UNESP, Jaboticabal, 2006.
- CASTEJON, F.V. **Técnicas para Avaliação da Integridade e Funcionalidade do Intestino Utilizadas na Ciência Animal**. 2011. 23f. Seminário (Mestrado em Produção Animal)- Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- CHEWNING CG, STARK CR, BRAKE J. Effects of particle size and feed form on broiler performance. *The Journal of Applied Poultry Research*, Oxford, v.21, n.4, p.830-837, 2012.
- COELHO, A.M.; WAQUIL, J.M.; KARAM, D.; CASELA, C.R.; RIBAS, P.M. Seja o doutor do seu sorgo. **Informações agrônômicas**, Piracicaba, n.100, p.1-12, 2002.
- CONAB. Conjuntura mensal- Sorgo 2013, Brasília: CONAB, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_06_03_10_53_14_sorgomai_o2013.pdf> Acesso em Janeiro, 2014.
- DAHLKE, F.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; LIMA, A.R. Tamanho da Partícula do Milho e Forma Física da Ração e Seus Efeitos Sobre o Desempenho e Rendimento de Carcaça de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.3, p.241-248, 2001.
- DEPLANCKE, B.; GASKINS, H.R. Microbial Modulation of Innate Defense: Goblet Cells and the Intestinal Mucus Layer. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Houston, v. 73, p. 1131-1141, 2001.
- FERNANDES EA, PEREIRA WJS, HACKENHAAR L, RODRIGUES RM, TERRA R. The use of whole grain sorghum in broiler feeds. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.15, n.3, p.217-222, 2013.

FERNANDES EA, CARVALHO C.M.C.; LITZ, F.H.; MARTINS, J.M.S.; SILVEIRA, M.M.; SILVA, M.C.A.; BARBERO, L.M. Viabilidade técnica e econômica da utilização de grãos de sorgo para monogástricos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.278, p.22-32, 2014.

FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, V.; SILVA, H.O. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.1, n.1, p.105-111, 2002.

FONTAINE, N.; MESLIN, J.C.; LORY, S.; ANDRIEUX, C. Intestinal Mucin Distribution in the Germ-free Rat and in the Heteroxenic Rat Harboring a Human Bacterial Flora: Effect of Inulin in the Diet. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 75, p. 881-892, 1996.

GABRIEL, I.; MALLET, S.; LECONTE, M.; TRAVEL, A.; LALLES, J.P. Effects of whole wheat feeding on the development of the digestive tract of broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, Philadelphia, v.142, p.144–162, 2008.

GARCIA RG, MENDES AA, ALMEIDA PAZ ICL, KOMIYAMA CM, CALDARA FR, NÄÄS IA, MARIANO WS. Implications of the use of sorghum in broiler production. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.15, n.3, p. 257-262, 2013.

GODOY HBR. **Granulometria de grãos em rações para frangos Label Rouge**. 2009. 75f. Tese (Doutorado em Produção Animal)- Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

JACOBS C, PARSONS CM. The effects of coarse ground corn, whole sorghum, and a prebiotic on growth performance, nutrient digestibility, and cecal microbial populations in broilers fed diets with and without corn distillers dried grains with solubles. **Poultry Science**, Champaign, v.92, n.9, p.2347-2357, 2013.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 9^{ed}. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 427 p.

LEAL, P.C. **Qualidade de grãos de milho em dietas para frangos**. 2012. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

LEITE PRSC, LEANDRO NSM, STRINGHINI JH, CAFÉ MB, GOMES NA, FILHO RMJ. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milheto e complexo enzimático. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.3, p.280-286, 2011.

LIU S.Y., SELLE P.H., COWIESON A.J. Strategies to enhance the performance of pigs and poultry on sorghum-based diets. **Animal Feed Science and Technology**, Philadelphia, v.181, p.1-14, 2013.

LOPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C. Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de

frangos de corte. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v.56, n.2, p.214-221, 2004.

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

MAIORKA, A.; ROCHA, C.; SCHERAIBER, M. **Fisiologia básica do sistema digestório das aves**. In: Conferência FACTA, Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2013, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 2013. p.74-88.

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

MAY, A.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R.; RODRIGUES, J.A.S.; LANDAU, E.C.; PARRELA, R.A.C.; MASSAFERA, R. Cultivares de sorgo para o mercado brasileiro na safra 2011/2012. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, 2011, 28p.

MYERS, B.M.; FREDENBURGH, J.L.; GRIZZLE, W.E. Carbohydrates. In: BANCROFT, J.D.; GAMBLE, M. **Theory and practice of histological techniques**. 6.ed. Philadelphia: Elsevier, 2008. Cap.11, p.161-187.

NIR I, HILLEL R, SHEFET G, NITSAN Z. Effect of Grain Particle Size on Performance 2 Grain Texture Interactions. **Poultry Science**, Champaign, v.73, n.6, p.781-791, 1994.

NIR I, MELCION JP, PICARD M. Effect of particle size of sorghum grains on feed intake and performance of young broilers. *Poultry Science*, Champaign, v.69, n.12,, p. 2177-2184, 1990.

OLIVEIRA, P.B.; MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R.M.; MACARI, M.; SCAPINELLO, C. Influência de Fatores Antinutricionais da Leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena cunningham*) e do Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) sobre o Epitélio Intestinal e o Desempenho de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 1, p. 1759-1769, 2000.

PELICANO, E.R.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; OBA, A.; NORKUS, E.A.; KODAWARA, L.M.; LIMA, T.M.A. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v.98, n.547, p.125-134, 2003.

PENZ AM, MAGRO N. Granulometria de rações: Aspectos fisiológicos. Simpósio sobre granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves. In: Embrapa-CNPASA Concórdia, p.1-12. 1998.

RHODES, J. M. Colonic mucus and mucosal glycoproteins: the key to colitis and cancer? **Gut**, London, v.30, p.1660-1666, 1989.

RODGERS N.J., CHOCT M., HETLAND H., SUNDBY F., SVIHUS B. Extent and method of grinding of sorghum prior to inclusion in complete pelleted broiler chicken diets affects broiler gut development and performance. **Animal Feed Science and Technology**, Philadelphia, v.171, p. 60- 67, 2012.

SCHRAMM, V.G.; SANTOS, R.O.F.; PORTES, J.V.; OLIVEIRA, C.E.C.; ROCHA, C.; MAIORKA, A. Efeito da inclusão de óleo ácido de soja na dieta de frangos de corte sobre a morfologia intestinal e produção de ácido siálico. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia: A produção animal no mundo em transformação, 49ª, 2012, Brasília. **Anais...** Brasília, 2012.

SINGH, Y.; AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V. Whole grain feeding: Methodologies and effects on performance, digestive tract development and nutrient utilisation of poultry. **Animal Feed Science and Technology**, Philadelphia, v.190, p.1-18, 2014.

TORRES KAA, PIZAURO JR JM, SOARES CP, SILVA TGA, NOGUEIRA WCL, CAMPOS DMB, FURLAN RL, MACARI M. Effects of corn replacement by sorghum in broiler diets on performance and intestinal mucosa integrity. **Poultry Science**, Champaign, v.92, n.6, p.1564-1571, 2013.

TRINCO ID. **Substituição do milho por sorgo com e sem adição de enzimas em rações para frangos de corte**. 2002. 44f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) -Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

CAPÍTULO 2

(Redigido de acordo com as normas da Brazilian Journal of Poultry Science)

DESEMPENHO DE FRANGOS ALIMENTADOS COM RAÇÃO À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO E MOÍDO EM DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO

RESUMO: Objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico de frangos de corte alimentados com ração à base de sorgo grão inteiro e moído, em substituição ao milho, fornecidos em diferentes fases de criação. O experimento consistiu num programa alimentar de quatro fases com rações formuladas e elaboradas a base de sorgo (livre de tanino) e farelo de soja, e a base de milho e farelo de soja, divididos nos tratamentos: sorgo grão moído (SM), milho grão moído (MM), sorgo grão inteiro a partir do alojamento (SI-pré), sorgo grão inteiro a partir da ração inicial (SI- inicial), sorgo grão inteiro a partir da ração de engorda (SI- engorda), sorgo grão inteiro no alojamento (pré-inicial) e sorgo grão moído a partir da ração inicial (SI+SM), e sorgo grão inteiro no alojamento (pré-inicial) e milho moído a partir da ração inicial (SI+MM). Dados de consumo de ração, ganho de peso vivo, conversão alimentar real e tradicional, e viabilidade. Aos 42 dias de idade a inclusão de sorgo inteiro ou moído garantiu maior peso vivo e melhor conversão alimentar que o milho moído. A utilização do sorgo grão inteiro desde a fase pré-inicial, em substituição ao milho, garantiu características de desempenho satisfatórias, podendo ser usado nas quatro fases de um programa nutricional de frangos, ou somente em uma delas.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição; *Sorghum bicolor*; Granulometria; *Gallus gallus*.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de carne de frango se destaca por sua importância econômica e social. O Brasil registrou em 2013 uma produção de 12,3 milhões de toneladas de carne de frango, se destacando como o terceiro maior produtor do mundo e, desde 2004, a posição de maior exportador mundial (UBABEF 2014).

A procura por melhor desempenho zootécnico e o aumento constante da produção de aves, traz como consequência a busca por fontes alternativas de alimentos que supram a demanda e diminuam os custos das rações. Segundo Pimentel et al. (2007) esta expansão gera a necessidade de pesquisas principalmente relacionadas com novas fontes de alimentos energéticos e proteicos.

Dentre estes alimentos, o sorgo se destaca como importante fonte energética. Garcia et al. (2005), avaliando o desempenho e a qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo, não verificaram efeito da substituição do milho pelo sorgo sobre as características de desempenho, assim como Moraes et al. (2002), Pimentel et al. (2007) e Rocha et al. (2008), afirmam que o uso do sorgo como alternativa ao milho se mostra viável em dietas para frangos de corte.

A ração constitui numa parcela importante na formação do custo de produção do frango e desta forma fatores que interferem no custo das matérias primas, no consumo e digestibilidade dos alimentos ou forma física das rações, são objetos de constante investigação (Penz e Magro 1998). O tamanho e a forma das partículas influenciam na velocidade de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal (Macari et al., 2002), além disso dietas grosseiras ou mesmo grãos inteiros melhoram a eficiência da utilização dos alimentos (Nir et al., 1995 e Hetland et al., 2002).

A nutrição na fase inicial das aves tem forte influência sobre o peso dos animais ao abate (Campos, 2006), e desta forma, maximizar o desenvolvimento do trato gastrintestinal nesse período, é fundamental para que o frango possa expressar o seu alto potencial genético para ganho de peso (Nitsan, 1995). Desta maneira, a dieta pré-inicial é um estímulo importante sobre o trato gastro intestinal dos pintinhos nos seus primeiros dias de vida (Araújo et al, 1999).

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desempenho zootécnico de frangos de corte alimentados com ração à base de sorgo em substituição ao milho e fornecido sob a forma de grãos inteiros em diferentes fases de criação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Granja do Núcleo de Pesquisa em Avicultura (AVIEX) da Universidade Federal de Uberlândia, situada no município de Uberlândia – MG, e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA-UFU sob o protocolo de pesquisa número 077/11.

Foram utilizados 2240 frangos de corte da linhagem Hubbard Flex divididos em 56 boxes (1,90 x 1,50 m cada) num delineamento inteiramente casualizado composto de sete tratamentos (rações) e oito repetições cada um. Cada boxe alojou 40 frangos de corte de um a 42 dias de idade, sendo 20 machos e 20 fêmeas, correspondendo a uma densidade de 14 aves/m². Os boxes foram equipados com um comedouro tubular (45 aves) e um bebedouro pendular (80 aves). O galpão em sistema aberto tinha seu ambiente interno controlado por ventiladores e aspersores.

Foi realizado um programa alimentar com quatro fases: pré-inicial (300g/ave), inicial (900g/ave), engorda (2200g/ave) e abate (1000g/ave). As rações foram formuladas e elaboradas a base de sorgo (livre de tanino) e farelo de soja (Tabela 1) e a base de milho e farelo de soja (Tabela 2), com níveis energéticos e nutricionais baseados nas recomendações de Rostagno et al. (2005). Os tratamentos consistiram em sorgo grão moído (SM), milho grão moído (MM), sorgo grão inteiro a partir do alojamento (SI-pré), sorgo grão inteiro a partir da ração inicial (SI- inicial), sorgo grão inteiro a partir da ração de engorda (SI- engorda), sorgo grão inteiro no alojamento (pré-inicial) e sorgo grão moído a partir da ração inicial (SI+SM), e sorgo grão inteiro no alojamento (pré-inicial) e milho moído a partir da ração inicial (SI+MM).

Tabela 1- Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de sorgo para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (22 a 35 dias) e abate (36 a 42 dias).

Ingredientes	Quantidade (%)			
	Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate
Sorgo 8,6% PB	54,33	56,63	58,91	61,65
Soja farelo 46,5% PB	37,21	34,39	31,29	28,55
Óleo de soja	4,11	5,11	6,23	6,40
Fosfato bicálcico	1,94	1,58	1,34	1,31
Calcário	0,77	0,82	0,78	0,81

Sal comum		0,46	0,44	0,42	0,44
L-Lisina HCL		0,32	0,27	0,26	0,25
DL-Metionina		0,21	0,15	0,17	0,20
L-Treonina		0,12	0,08	0,07	0,06
PX FC - Agroceres		0,50 ¹	0,50 ¹	0,50 ²	0,30 ³
TOTAL		100	100	100	100
Composição Nutricional Calculada Unidade					
Proteína Bruta	%	22,50	21,28	20,02	19,06
Fibra Bruta	%	3,42	3,30	3,17	3,08
Gordura	%	5,90	6,91	8,05	8,49
Cálcio	%	0,92	0,84	0,75	0,66
Fósforo disponível	%	0,47	0,40	0,35	0,30
Potássio	%	0,85	0,81	0,76	0,72
Sódio	%	0,22	0,21	0,20	0,19
Cloro	%	0,28	0,27	0,25	0,25
Ácido linoléico	%	3,11	3,65	4,26	4,37
Lisina digestível	%	1,32	1,21	1,13	1,06
Metionina digestível	%	0,67	0,60	0,57	0,52
Metionina+cistina digestível	%	0,95	0,87	0,90	0,77
Treonina digestível	%	0,86	0,79	0,73	0,68
Triptofano digestível	%	0,25	0,24	0,22	0,21
Arginina digestível	%	1,40	1,31	1,22	1,14
Energia metabolizável aparente	Kcal/Kg	2960	3050	3150	3200

¹**Premix frango inicial:** Ac.Fólico 140,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, bacitracina de Zn exato 11,000g/kg, biotina 12,000mg/kg, Cu 1260,0000 mg/kg, colina 70,00g/kg, Fe 10,5g/kg, I 252,00mg/kg, Mn12,6g/kg, Met 336,600g/kg, monensina sódica exato 22,00g/kg, niacina 6000,00mg/kg, selênio 80,00mg/kg, VitA 1.600.000,00 UI/kg, VitB1 600,000 mg/kg, VitB12 2.000,00 mcg/kg, VitB2 800,00mg/kg, VitB6 400,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 3.000,00mg/kg, VitK 400mg/kg, Zn 12,600g/kg. ²**Premix frango engorda:** Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, biotina 6,000mg/kg, Cu 1200,0000 mg/kg, colina 50,00g/kg, Fe 10,0g/kg, Halquinol exato 6000,00 mg/kg, I 240,00mg/kg, Mn12,0g/kg, Met 267,300g/kg,niacina 4800,00mg/kg, salinomicina exato 13,200 g/kg, selênio 60,00mg/kg, VitA 1.280.000,00 UI/kg, VitB1 400,000 mg/kg, VitB12 1.600,00 mcg/kg, VitB2 720,00mg/kg, VitB6 320,000 mg/kg, VitD3 350.000,00 UI/kg, VitE 2.400,00mg/kg, VitK 300mg/kg, Zn 12,000g/kg. ³**Premix Frango final:** Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1333,00mg/kg, biotina 6,670mg/kg, Cu 2000,0000 mg/kg, colina 50,00g/kg, Fe 16,60g/kg,I 400,00mg/kg, Mn20,0g/kg, Met 230,000g/kg,niacina 4000,00mg/kg, virginiamicina exato 3.666,00 mg/kg, selênio 60,680mg/kg, VitA 1.300.260,00 UI/kg, VitB1 166,000 mg/kg, VitB12 1.667,00 mcg/kg, VitB2 666,800mg/kg, VitB6 200,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 2.167,10mg/kg, VitK 333,400mg/kg, Zn 20,000g/kg.

Tabela 2- Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de milho para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (22 a 35 dias) e abate (36 a 42 dias).

Ingredientes	Quantidade (%)			
	Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate
Milho grão 8,0% PB	56,42	58,74	61,59	64,95
Soja farelo 46,5% PB	37,33	34,57	31,06	28,19
Óleo de soja	2,00	2,91	3,86	3,86

Fosfato bicálcico		1,84	1,47	1,22	0,98
Calcário		0,83	0,88	0,85	0,77
Sal comum		0,44	0,42	0,40	0,39
L-Lisina HCL		0,30	0,25	0,25	0,25
DL-Metionina		0,19	0,13	0,15	0,18
L-Treonina		0,12	0,08	0,08	0,07
PX FC - Agrocere		0,50 ¹	0,50 ¹	0,50 ²	0,30 ³
TOTAL		100	100	100	100
Composição Nutricional Calculada Unidade					
Proteína Bruta	%	22,40	21,20	19,80	18,74
Fibra Bruta	%	3,30	3,18	3,04	2,94
Gordura	%	3,42	4,34	5,32	5,64
Cálcio	%	0,92	0,84	0,76	0,66
Fósforo disponível	%	0,47	0,40	0,35	0,30
Potássio	%	0,85	0,81	0,75	0,71
Sódio	%	0,22	0,21	0,20	0,19
Cloro	%	0,31	0,30	0,29	0,28
Ácido linoleico	%	1,77	2,26	2,77	2,78
Lisina digestível	%	1,32	1,21	1,13	1,06
Metionina digestível	%	0,66	0,59	0,55	0,51
Metionina+cistina digestível	%	0,95	0,87	0,82	0,77
Treonina digestível	%	0,86	0,79	0,73	0,68
Triptofano digestível	%	0,24	0,22	0,20	0,19
Arginina digestível	%	1,41	1,33	1,22	1,14
Energia metabolizável aparente	Kcal/Kg	2960	3050	3150	3200

¹**Premix frango inicial:** Ac.Fólico 140,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, bacitracina de Zn exato 11,000g/kg, biotina 12,000mg/kg, Cu 1260,0000 mg/kg, colina 70,00g/kg, Fe 10,5g/kg, I 252,00mg/kg, Mn12,6g/kg, Met 336,600g/kg, monensina sódica exato 22,00g/kg, niacina 6000,00mg/kg, selênio 80,00mg/kg, VitA 1.600.000,00 UI/kg, VitB1 600,000 mg/kg, VitB12 2.000,00 mcg/kg, VitB2 800,00mg/kg, VitB6 400,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 3.000,00mg/kg, VitK 400mg/kg, Zn 12,600g/kg. ²**Premix frango engorda:** Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, biotina 6,000mg/kg, Cu 1200,0000 mg/kg, colina 50,00g/kg, Fe 10,0g/kg, Halquinol exato 6000,00 mg/kg, I 240,00mg/kg, Mn12,0g/kg, Met 267,300g/kg, niacina 4800,00mg/kg, salinomicina exato 13,200 g/kg, selênio 60,00mg/kg, VitA 1.280.000,00 UI/kg, VitB1 400,000 mg/kg, VitB12 1.600,00 mcg/kg, VitB2 720,00mg/kg, VitB6 320,000 mg/kg, VitD3 350.000,00 UI/kg, VitE 2.400,00mg/kg, VitK 300mg/kg, Zn 12,000g/kg. ³**Premix Frango final:** Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1333,00mg/kg, biotina 6,670mg/kg, Cu 2000,0000 mg/kg, colina 50,00g/kg, Fe 16,60g/kg, I 400,00mg/kg, Mn20,0g/kg, Met 230,000g/kg, niacina 4000,00mg/kg, virginiamicina exato 3.666,00 mg/kg, selênio 60,680mg/kg, VitA 1.300.260,00 UI/kg, VitB1 166,000 mg/kg, VitB12 1.667,00 mcg/kg, VitB2 666,800mg/kg, VitB6 200,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 2.167,10mg/kg, VitK 333,400mg/kg, Zn 20,000g/kg.

As aves foram alojadas com um dia de idade, vacinadas contra Marek e Boubá Aviária no incubatório, e criadas até os 42 dias. As rações foram disponibilizadas em comedouros tubulares com altura regulada a cada dois dias, e água potável *ad libitum*. Os boxes foram aquecidos por campânulas de infravermelho a 32°C, sendo reduzido um grau a cada dois dias, até o oitavo dia, quando cessou o aquecimento artificial. O

programa de luz utilizado na granja durante o experimento variou de acordo com a idade das aves (Tabela 3).

Tabela 3- Programa de luz adotado para frangos de corte de um a 42 dias de idade.

Idade em dias	Horas de luz	Horas de escuro
1 – 7	22	2
8 – 21	20	4
22 – 42	23	1

As variáveis de desempenho foram obtidas pelas pesagens de ração e de todas as aves contidas nas unidades experimentais aos 7, 21 e 42 dias de idade.

Variáveis estudadas:

- Consumo médio de ração: no início de cada fase foi pesada uma quantidade de ração a ser consumida por ave, sendo depositada em um balde plástico junto a cada boxe. Periodicamente uma quantidade daquela ração era disponibilizada no comedouro tubular. Ao final de cada período a sobra de ração nos baldes e no comedouro foi pesada. Da diferença de peso inicial e o peso das sobras de ração, chegou-se à determinação do consumo.

- Peso Vivo Médio: ao final de cada período analisado todas as aves de cada boxe foram pesadas. O peso do lote de cada boxe dividido pelo número de aves nele constante determinou o peso médio. As aves mortas ao longo do experimento também foram pesadas e seus pesos anotados na ficha do boxe.

- Conversão alimentar real: calculada pela razão entre o consumo médio de ração e o peso vivo médio somado ao peso das aves mortas e ainda deduzido o peso dos pintinhos no alojamento.

$C.A.r = \text{cons. Médio ração} / ((\text{peso vivo médio}) + (\text{peso aves mortas}) - (\text{peso pintinhos de um dia}))$.

- Conversão alimentar tradicional: calculada pelo consumo total de ração no período dividido pelo peso total de aves vivas no boxe

- Viabilidade: percentagem de mortalidade menos 100.

Os dados das variáveis de desempenho foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e à análise de variância, sendo as médias comparadas

entre si pelo teste de Tukey com nível de significância a 5% utilizando o software SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável consumo de ração observa-se que aqueles tratamentos que iniciaram com ração com grão inteiro tiveram uma menor ingestão de ração, tratamentos SI-pré e SI+SM, em comparação ao tratamento SI-engorda, onde o grão inteiro foi introduzido somente na ração de engorda (Tabela 4). Nos demais tratamentos não houve diferença entre eles.

Tabela 4: Desempenho zootécnico de frangos de corte aos sete dias de idade, fase pré-inicial, alimentados com ração à base de milho, sorgo grão inteiro e moído.

TRATAMENTO	Consumo (Kg)	Peso Vivo (Kg)	Conversão real	Conversão tradicional	Viabilidade (%)
SM	0,183ab	0,158ab	1,56ab	1,15ab	99,69a
MM	0,172ab	0,151b	1,56ab	1,13ab	100,00a
SI- pré	0,164b	0,159ab	1,39b	1,03b	99,37ab
SI- inicial	0,185ab	0,156ab	1,61ab	1,18ab	99,37ab
SI- engorda	0,194a	0,156ab	1,70a	1,25a	99,69a
SI+SM	0,164b	0,159ab	1,38b	1,03b	98,44ab
SI+MM	0,173ab	0,161a	1,37b	1,07ab	97,19b
CV (%)	11,19	3,70	13,75	12,33	1,76
P valor	0,0083	0,0290	0,0016	0,0003	0,0123

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5% ($P < 0,05$)

Em relação ao peso vivo aos sete dias observa-se que todos os tratamentos que iniciaram com sorgo grão moído ou inteiro tiveram peso igual, enquanto a ração elaborada com milho moído desde o início apresentou um resultado inferior.

Para as variáveis conversão alimentar real e tradicional os resultados mostraram-se semelhantes, exceto no tratamento onde o sorgo grão inteiro foi introduzido somente

na ração de engorda (SI-engorda), que foi significativamente maior que os tratamentos SI-pré, SI+SM e SI+MM.

A viabilidade aos sete dias mostrou um resultado semelhante entre os tratamentos, muito embora no tratamento SI+MM mostrou-se menor do que os resultados alcançados em MM e SI-engorda.

Os resultados para consumo de ração, peso vivo e conversão alimentar mostra m que a inclusão do sorgo grão inteiro na fase pré-inicial, comparado com as mesmas fases deste grão moído ou milho moído nos demais tratamentos, não comprometeram o desempenho dos frangos de corte em sua primeira semana de vida. Todavia o tratamento SI-engorda, onde as aves nos primeiros sete dias receberam uma ração base sorgo moído, demonstrou um resultado de maior consumo de ração e uma conversão alimentar, real e tradicional, mais elevada que os demais tratamentos. Mas este resultado não se mostra influenciado pela forma física do grão, haja vista, outros tratamentos (SM e SI-inicial) terem também iniciado com a ração de sorgo moído.

Estes resultados são corroborados por aqueles encontrados por Campos (2006), em estudo com níveis de inclusão de 0, 25, 50, 75 e 100% de sorgo, baixo teor em tanino, em substituição ao milho, onde não foi verificada diferença para os dados de desempenho (ganho, conversão alimentar e consumo) de frangos de corte aos sete dias de idade, semelhantes aos encontrados por Trinco (2002). Resultado divergente foi encontrado por Rocha et al. (2008) ao estudar sorgo e óleo de abatedouro avícola em rações para frangos de corte, onde houve um decréscimo do ganho de peso e consumo de ração no tratamento em que os animais recebiam apenas sorgo.

Por outro lado, ao se comparar a forma física de apresentação do sorgo grão, inteiro ou moído, assim com sua completa substituição pelo milho nos primeiros sete dias de idade, verifica-se que os resultados deste experimento são semelhantes aos encontrados por Zang et al. (2009), que avaliaram rações fareladas e peletizadas à base de milho. Nir et al. (1994) ao comparar milho e sorgo, e tamanho de partícula aos 7 dias de idade, e Nir et al. (1990) ao avaliar tipo de moagem e tamanho de partículas, concluíram que os pintinhos optaram por rações mais grossas desde o primeiro dia de fornecimento.

Aos 21 dias de idade (Tabela 5), não foi encontrada diferença para consumo de ração e conversão alimentar tradicional entre os tratamentos. Com relação às variáveis peso vivo e conversão alimentar real, observa-se que os resultados foram semelhantes

entre si. Entretanto, a ração elaborada com milho moído, durante todo o período de criação (MM), teve um desempenho de peso vivo e conversão alimentar real inferior aos tratamentos que se iniciaram com sorgo grão inteiro, e continuaram com sorgo ou milho moídos (SI+SM e SI+MM). Este fato reforça a hipótese da influência da forma física da ração (grãos inteiros) sobre o desenvolvimento da capacidade digestiva do TGI.

A inclusão do sorgo inteiro já na ração pré-inicial, nos tratamentos SI+SM e SI+MM, proporcionou maior ganho de peso e melhor conversão alimentar para frangos de corte aos 21 dias, comparados à ração tradicional de milho moído (MM).

Tabela 5: Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com ração à base de milho, sorgo grão inteiro e moído.

TRATAMENTO	Consumo (Kg)	Peso Vivo (Kg)	Conversão real	Conversão tradicional	Viabilidade (%)
SM	1,212	0,828ab	1,53ab	1,46	99,06ab
MM	1,196	0,802b	1,57a	1,49	100,00a
SI- pré	1,212	0,835ab	1,52ab	1,45	99,06ab
SI- inicial	1,211	0,823ab	1,54ab	1,47	99,06ab
SI- engorda	1,212	0,842ab	1,51ab	1,44	99,37ab
SI+SM	1,216	0,868a	1,46b	1,40	98,14ab
SI+MM	1,239	0,856a	1,50ab	1,44	96,87b
CV (%)	1,98	4,30	4,52	4,27	1,92
P valor	0,1378	0,0034	0,0498	0,0912	0,0257

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5% ($P < 0,05$)

Jacobs e Parsons (2013) não encontraram diferença no consumo e conversão alimentar de frangos de corte aos 21 dias, quando submetidos a dietas a base de milho moído e sorgo inteiro, semelhante a Nir et al. (1994), assim como os resultados encontrados neste experimento.

Avaliando características de desempenho de gansos na fase de crescimento e de superalimentação, Arroyo et al. (2013) verificaram que dietas a base de sorgo em ambas as fases proporcionaram melhor conversão alimentar e maior ganho de peso.

Com relação à granulometria os animais deste experimento, submetidos a dietas com o grão inteiro, obtiveram desempenho semelhante àqueles que receberam grão moído, independente do tipo de alimento fornecido. Estes resultados diferiram de Gabriel et al.(2008), que estudaram frangos de corte no período de 15 a 22 dias e constataram que o consumo de ração com trigo inteiro foi menor, porém o ganho de peso foi superior à dieta base. Também diferem de Chewning et al. (2012), que verificaram melhor conversão alimentar com ração a base de milho moído finamente para frangos até aos 21 dias de idade.

Aos 42 dias de idade (Tabela 6) observam-se, para consumo de ração, resultados semelhantes a todos os tratamentos envolvendo dietas a base de sorgo moído ou inteiro, durante todo o ciclo de produção dos frangos. Destaca-se, todavia, que aves na dieta exclusiva de milho moído (MM) apresentaram um consumo significativamente menor, quando comparada com a dieta pré-inicial de sorgo inteiro seguida de milho moído (SI+MM). Esta diferença demonstrada neste último tratamento sugere um efeito do grão de sorgo inteiro sobre o desenvolvimento do TGI, numa razão maior do que quando a ração era de milho moído, influenciando assim a capacidade dos frangos de maior ingestão de ração.

Tabela 6: Desempenho zootécnico de frangos de corte alimentados com ração à base de sorgo grão inteiro e moído aos 42 dias de idade.

TRATAMENTO	Consumo (Kg)	Peso Vivo (Kg)	Conversão real	Conversão tradicional	Viabilidade (%)
SM	3,823ab	2,323a	1,65bc	1,64abc	98,12ab
MM	3,739b	2,206b	1,72a	1,69a	100,00a
SI- pré	3,811ab	2,309ab	1,67abc	1,65abc	98,44ab
SI- inicial	3,807ab	2,273ab	1,68ab	1,67ab	98,44ab
SI- engorda	3,786ab	2,326a	1,65bc	1,62bc	99,37a

SI+SM	3,822ab	2,382a	1,61c	1,60c	97,52ab
SI+MM	3,893a	2,335a	1,67abc	1,66ab	96,25b
CV (%)	2,17	3,58	2,98	2,54	2,22
P valor	0,0356	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,0127

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5% ($P < 0,05$)

O peso vivo aos 42 dias de idade também se mostrou semelhante entre os tratamentos, exceto naqueles frangos alimentados com ração base milho moído (MM), onde a variável foi significativamente menor quando comparada aos tratamentos SM, SI-engorda, SI+SM e SI+MM. Este fato reflete em um melhor resultado quando da utilização de sorgo grão moído ou inteiro, semelhante ao observado para as variáveis conversão alimentar real e tradicional, onde o tratamento MM teve a pior eficiência alimentar ao ser comparado às rações com sorgo grão moído ou inteiro.

Para a variável viabilidade os resultados mostram-se semelhantes entre os tratamentos, muito embora SI+MM apresentou a menor viabilidade entre todos os tratamentos.

Com relação à variável consumo de ração, aos 42 dias de idade, ao comparar os tratamentos envolvendo rações a base de milho, o consumo foi maior quando a ração inicial era composta de sorgo grão inteiro (SI+MM), com uma ingestão de 3,893kg de ração, enquanto aquele tratamento MM (3,739kg) foi significativamente menor. O consumo nos demais tratamentos envolvendo sorgo inteiro e moído mostrou-se igual. Para o tratamento com o menor consumo de ração o peso também seguiu esta condicionante, mostrando-se inferior aos pesos vivos alcançados nos tratamentos envolvendo sorgo. Este comportamento favorecido pelas dietas base sorgo foi também demonstrado por Garcia et al., 2013; Rocha et al., 2008; Pimentel et al., 2007; Campos, 2006; Júnior et al., 2006; Garcia et al., 2005; Moraes et al., 2002 e Trinco, 2002.

Por outro lado, esta igualdade de desempenho de consumo de ração e de peso vivo nas dietas base sorgo inteiro, ou inteiro numa fase e moído noutra, já havia sido demonstrada por Carvalho et al. (2010). Estes autores não verificaram diferença para as características de desempenho de frangos de corte aos 42 dias, ao substituírem milho por sorgo, moído ou inteiro, assim como Fernandes et al. (2013), que demonstraram que o desempenho das aves não é afetado pela forma física do sorgo.

Torres et al. (2013) afirmam que a substituição total do milho por sorgo pode causar efeitos negativos sobre o desempenho, gerando menor ganho de peso e maior conversão alimentar, resultados divergentes dos encontrados nesta pesquisa. Resultados diferentes dos encontrados neste trabalho foram também descritos por Zang et al. (2009), que afirmaram que alimentos grosseiros fazem com que frangos de corte aumentem o consumo de ração, assim como Magro et al. (1999) que apontam maior consumo e ganho de peso de frangos de corte, com idade entre 21 a 42 dias, quando alimentados com dietas contendo maiores partículas de milho.

Nas variáveis conversão alimentar real e tradicional o tratamento à base de milho (MM), seguindo o comportamento anterior mostra-se o pior resultado entre os demais tratamentos envolvendo sorgo, que por outro lado se assemelham entre si. Esta observação pode ser comparada com achados de Leite et al. (2011), que verificaram que rações elaboradas com sorgo proporcionaram melhor conversão alimentar que o milheto, e Godoy (2009), que observou melhor conversão alimentar quando utilizou sorgo moído em frangos Label Rouge aos 28 dias, ratificando assim os resultados deste trabalho.

Este resultado reforça, como estratégia alimentar, o uso do sorgo grão inteiro durante toda a fase de criação do frango, ou mesmo em alguma fase da sua criação, o que traduz numa redução de custo na produção de ração na medida em que a moagem do grão pode ser abolida.

A viabilidade foi menor apenas no tratamento SI+MM, quando comparada aos tratamentos MM e SI-engorda, enquanto os demais tratamentos mostraram resultados semelhantes entre si, muito embora não encontrasse algum comportamento relacionado às rações, em relação à composição de alimentos ou forma física, que tenham influenciado este resultado.

CONCLUSÃO

A utilização do sorgo grão inteiro desde a fase pré-inicial, em substituição ao milho, garantiu características de desempenho satisfatórias, podendo ser usado nas quatro fases de um programa nutricional de frangos, ou somente em uma delas.

REFERÊNCIAS

- Araújo CSS, Stringhini JH, Araújo LF, Arttoni SMB, Junqueira OM. Manejo nutricional de frangos de corte na fase pré-inicial. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal* 1999; 7(2): 77-84.
- Arroyo J, Auvergne A, Dubois JP, Lavigne F, Bijja M, Bannelier C, Fortun-Lamothe L. Effects of presentation and type of cereals (corn or sorghum) on performance of geese. *Poltry Science* 2012; 91(8): 2063-71.
- Arroyo J, Auvergne A, Dubois JP, Lavigne F, Bijja M, Bannelier C, Manse H, Fortun-Lamothe L. Effects of substituting yellow corn for sorghum in geese diets on *magret* and *foie gras* quality. *Poltry Science* 2013; 92(9): 2448-56.
- Campos DMB. Efeito do sorgo sobre o desempenho zootécnico, características da carcaça e o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos. [Dissertação]. Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista; 2006.
- Carvalho CMC, Fernandes EA, Carvalho AP, Caires RM. Uso do sorgo na alimentação de frangos de corte. *Pubvet* 2010; 4(30): 911.
- Chewning CG, Stark CR, Brake J. Effects of particle size and feed form on broiler performance. *The Journal of Applied Poultry Research* 2012; 21(4): 830-37.
- Fernandes EA, Pereira WJS, Hackenhaar L, Rodrigues RM, Terra R. The use of whole grain sorghum in broiler feeds. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2013; 15(3):217-22.
- Gabriel I, Mallet S, Leconte M, Travel A, Lalles JP. Effects of whole wheat feeding on the development of the digestive tract of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology* 2008; 142: 144-62.
- Garcia RG, Mendes AA, Andrade C, Almeida Paz ICL, Takahashi SE, Pelicia K, Komiyama CM, Quinteiro RR. Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo alto tanino e baixo tanino. *Ciência e Agrotecnologia* 2005; 29(6): 1248-57.
- Garcia RG, Mendes AA, Almeida Paz ICL, Komiyama CM, Caldara FR, Nääs IA, Mariano WS. Implications of the use of sorghum in broiler production. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2013; 15(3): 257-62.

Godoy HBR. Granulometria de grãos em rações para frangos Label Rouge. [Tese]. Goiânia (GO): Universidade Federal de Goiás; 2009.

Hetland H, Svihus V, Olaisen V. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. *British Poultry Science* 2002; 43(3): 416-23.

Jacobs C, Parsons CM. The effects of coarse ground corn, whole sorghum, and a prebiotic on growth performance, nutrient digestibility, and cecal microbial populations in broilers fed diets with and without corn distillers dried grains with solubles. *Poultry Science* 2013; 92(9): 2347-57.

Júnior WMD, Pimentel ACS, Ludke MCMM, Rabello CBV, Ludke JV, Freitas CRG, Bezerra PN. Substituição parcial do milho e do farelo de soja por sorgo e farelo de caroço de algodão extrusado no desempenho de frangos de corte. In *Zootec*; 2006; Recife, Pernambuco. Brasil.

Leite PRSC, Leandro NSM, Stringhini JH, Café MB, Gomes NA, Filho RMJ. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milheto e complexo enzimático. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2011; 46(3):280-86.

Macari M, Furlan RL, Gonzales E, editor. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: Funep-Unesp; 2002.

Magro N. Variação da granulometria das rações em frangos de corte machos, de 21 aos 42 dias de idade. [Dissertação]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1999.

Morais E, Franco SG, Fedalto LM. Efeitos da substituição do milho pelo sorgo, com adição de enzimas digestivas, sobre o ganho médio de peso de frangos de corte. *Archives of Veterinary Science* 2002; 7(2):109-14.

Nir I, Hillel R, Shefet G, Nitsan Z. Effect of Grain Particle Size on Performance 2 Grain Texture Interactions. *Poultry Science* 1994; 73(6):781-91.

Nir I, Hillel R, Ptichi I, Shefet G.. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. *Poultry Science* 1995; 74(5):771-83.

Nir I, Melcion JP, Picard M. Effect of particle size of sorghum grains on feed intake and performance of young broilers. *Poultry Science* 1990; 69(12): 2177-84.

Nitsan Z. The development of digestive enzyme tract in posthatched chicks. In: European Symposium on Poultry Nutrition; 1995; Altalya. Turkey. p. 21-28.

Oppong-Sekyere D, Addo A. Effect of feed particle size on growth performance of broiler chickens in Ghana. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences* 2012; 2(3): 241-47.

Penz AM, Magro N. Granulometria de rações: Aspectos fisiológicos. Simpósio sobre granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves. In: Embrapa-CNPSA;1998; Concórdia, Santa Catarina. Brasil. p.1-12.

Pimentel ACS, Júnior WMD, Ludke MCMM, Ludke JV, Rabello CBV, Freitas CRG. Substituição parcial do milho e farelo de soja por sorgo e farelo de caroço de algodão extrusado em rações de frangos de corte. *Acta Scientiarum Animal Science* 2007; 29(2): 135-41.

Rocha VRR, Júnior WMD, Rabello CB, Ramalho RP, Ludke MCMM, Silva EC. Substituição total do milho por sorgo e óleo de abatedouro avícola em dietas para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2008; 37(1): 95-102.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AL, Barreto SLT. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2 ed. Viçosa (MG): Imprensa Universitária; 2005.

SAS. SAS/STAT[®] 9.2 User's guide. Version 9.2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2008.

Trinco ID. Substituição do milho por sorgo com e sem adição de enzimas em rações para frangos de corte. [Dissertação]. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná; 2002.

Torres KAA, Pizauro Jr JM, Soares CP, Silva TGA, Nogueira WCL, Campos DMB, Furlan RL, Macari M. Effects of corn replacement by sorghum in broiler diets on performance and intestinal mucosa integrity. *Poultry Science* 2013; 92(6): 1564-71.

Ubabef, União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual 2014. Disponível em: <http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>

Zang JJ, Piao XS, Huang DS, Wang JJ, Ma X, Ma YX. Effects of feed particle size and feed form on growth performance, nutrient metabolizability and intestinal morphology in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 2009; 22(1):107-12.

CAPÍTULO 3

(Redigido de acordo com as normas da Bioscience Journal)

AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA DE ÓRGÃOS E DA MUCOSA INTESTINAL DE FRANGOS ALIMENTADOS COM RAÇÃO À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO E MOÍDO EM DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito das dietas à base de sorgo grão, moído e inteiro, fornecidas a frangos de corte em diferentes fases de criação, sobre os parâmetros: morfometria de órgãos e da mucosa intestinal, e contagem de células caliciformes. O programa alimentar foi composto por quatro fases, com rações formuladas a base de sorgo sem tanino e a base de milho, divididos nos tratamentos: sorgo grão moído (SM), milho grão moído (MM), sorgo grão inteiro a partir do alojamento (SI-pré), sorgo grão inteiro a partir da ração inicial (SI- inicial), sorgo grão inteiro a partir da ração de engorda (SI- engorda), sorgo grão inteiro no alojamento (pré-inicial) e sorgo grão moído a partir da ração inicial (SI+SM), e sorgo grão inteiro no alojamento (pré-inicial) e milho moído a partir da ração inicial (SI+MM). Aos 42 dias de idade cinco animais de cada tratamento foram abatidos e coletados órgãos para avaliação morfométrica e quantificação de células caliciformes. Observou-se no duodeno maior altura das vilosidades, menor profundidade de cripta e maior área de absorção nos animais do tratamento SI+MM, comparados ao SI-engorda. A utilização de sorgo grão inteiro, livre de tanino, desde o alojamento dos pintinhos, ou incluído nas fases inicial ou engorda da criação de frangos, não afeta os parâmetros morfométricos do tubo gastrintestinal e glândulas acessórias, e nem a proliferação de células caliciformes do intestino.

PALAVRAS CHAVE: *Sorghum bicolor*; Granulometria; Moela; Células caliciformes.

INTRODUÇÃO

A escolha da matéria prima utilizada nas rações para frangos de corte não é baseada tão somente na qualidade nutricional (CAMPOS et al., 2007), mas principalmente na sua disponibilidade e oportunidade. A disponibilidade de determinados alimentos, em algumas épocas do ano, é um fator de influência direta nos custos de produção. Por outro lado, a busca de ingredientes com maior oportunidade regional deve ser sempre avaliada, pois podem otimizar a produção e o custo.

São frequentes estudos que avaliam a utilização de fontes alternativas à utilização do milho nas rações aviárias, e dentre os alimentos mais pesquisados se destaca o sorgo. Leite et al. (2011) demonstram que o valor nutricional do sorgo é de 85 a 90% em comparação ao milho, e que a sua substituição total se torna viável. Garcia et al. (2013) demonstram que o sorgo pode ser utilizado e que seu uso não altera desempenho de frangos de corte, assim como Fernandes et al. (2013) que demonstraram a eficiência de desempenho na utilização do grão inteiro, sem moagem.

Existem ainda divergências com relação à determinação do tamanho de partículas e forma de apresentação do alimento, porém segundo Liu et al. (2013) as aves preferem partículas maiores, ou mesmo grãos inteiros, para estimulação da moela e do intestino delgado.

Os mecanismos de digestão e absorção dos nutrientes no trato gastrointestinal são essenciais para a sobrevivência dos animais após o nascimento (MACARI, 2011). Segundo Maiorka et al. (2013), o intestino delgado das aves representa o principal sítio da digestão e absorção dos nutrientes. Um dos componentes importantes nestes segmentos são as vilosidades na parede do intestino, as quais aumentam a superfície de contato com o alimento possibilitando maior absorção de nutrientes. Por outro lado a moela desempenha papel importante na digestão, sendo responsável pelo processo de trituração das partículas grossas do alimento. Este órgão tem influência direta na taxa de passagem do bolo alimentar no tubo, e consequentemente sobre a capacidade de aproveitamento do alimento (MAIORKA et al., 2013).

Na parede intestinal são encontradas células denominadas caliciforme cuja atividade está relacionada à secreção de muco, uma glicoproteína responsável pela proteção do epitélio da ação de enzimas digestivas, bem como o efeito abrasivo da digesta durante a passagem pelo lúmen intestinal (MACARI, 2011). Circunstâncias como o jejum prolongado ou alterações na composição da dieta, podem provocar

redução da camada protetora de muco, facilitando a ação de agentes microbianos e ainda lesões na mucosa intestinal (MAIORKA, 2013). De acordo com Campos (2006), a análise quantitativa e qualitativa destas células é um importante meio de estudo, pois sua hiperplasia pode indicar uma resposta do sistema imune e digestivo frente agressões à mucosa.

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito das dietas à base de sorgo grão, moído e inteiro, fornecidas a frangos de corte em diferentes fases de criação, sobre os parâmetros: morfometria de órgãos e da mucosa intestinal, e contagem de células caliciformes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 2240 frangos de corte da linhagem Hubbard Flex em um experimento de desempenho na Granja do Núcleo de Pesquisa em Avicultura (AVIEX) da Universidade Federal de Uberlândia, divididos em 56 boxes com capacidade de alojar 40 aves cada (20 machos e 20 fêmeas) do alojamento aos 42 dias de idade. A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA-UFU sob o protocolo de pesquisa número 077/11.

Realizou-se um programa alimentar de quatro fases, com rações formuladas e elaboradas a base de sorgo (livre de tanino) e farelo de soja (Tabela 1) e a base de milho e farelo de soja (Tabela 2), com níveis energéticos e nutricionais baseados nas recomendações de Rostagno et al. (2005). Empregou-se sete tratamentos, analisando o sorgo grão moído (SM), milho grão moído (MM), sorgo grão inteiro a partir do alojamento (SI-pré), sorgo grão inteiro a partir da ração inicial (SI- inicial), sorgo grão inteiro a partir da ração de engorda (SI- engorda), sorgo grão inteiro no alojamento (pré-inicial) e sorgo grão moído a partir da ração inicial (SI+SM), e sorgo grão inteiro no alojamento (pré-inicial) e milho moído a partir da ração inicial (SI+MM).

Tabela 1- Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de sorgo para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (22 a 35 dias) e abate (36 a 42 dias).

		Quantidade (%)			
Ingredientes		Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate
Sorgo 8,6% PB		54,33	56,63	58,91	61,65
Soja farelo 46,5% PB		37,21	34,39	31,29	28,55
Óleo de soja		4,11	5,11	6,23	6,40
Fosfato bicálcico		1,94	1,58	1,34	1,31
Calcário		0,77	0,82	0,78	0,81
Sal comum		0,46	0,44	0,42	0,44
L-Lisina HCL		0,32	0,27	0,26	0,25
DL-Metionina		0,21	0,15	0,17	0,20
L-Treonina		0,12	0,08	0,07	0,06
PX FC - Agrocere		0,50 ¹	0,50 ¹	0,50 ²	0,30 ³
TOTAL		100	100	100	100
Composição Nutricional Calculada		Unidade			
Proteína Bruta	%	22,50	21,28	20,02	19,06
Fibra Bruta	%	3,42	3,30	3,17	3,08
Gordura	%	5,90	6,91	8,05	8,49
Cálcio	%	0,92	0,84	0,75	0,66
Fósforo disponível	%	0,47	0,40	0,35	0,30
Potássio	%	0,85	0,81	0,76	0,72
Sódio	%	0,22	0,21	0,20	0,19
Cloro	%	0,28	0,27	0,25	0,25
Ácido linoleico	%	3,11	3,65	4,26	4,37
Lisina digestível	%	1,32	1,21	1,13	1,06
Metionina digestível	%	0,67	0,60	0,57	0,52
Metionina+cistina digestível	%	0,95	0,87	0,90	0,77
Treonina digestível	%	0,86	0,79	0,73	0,68
Triptofano digestível	%	0,25	0,24	0,22	0,21
Arginina digestível	%	1,40	1,31	1,22	1,14
Energia metabolizável aparente	Kcal/Kg	2960	3050	3150	3200

¹**Premix frango inicial:** Ac.Fólico 140,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, bacitracina de Zn exato 11,000g/kg, biotina 12,000mg/kg, Cu 1260,0000 mg/kg, colina 70,00g/kg, Fe 10,5g/kg, I 252,00mg/kg, Mn12,6g/kg, Met 336,600g/kg, monensina sódica exato 22,00g/kg, niacina 6000,00mg/kg, selênio 80,00mg/kg, VitA 1.600.000,00 UI/kg, VitB1 600,000 mg/kg, VitB12 2.000,00 mcg/kg, VitB2 800,00mg/kg, VitB6 400,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 3.000,00mg/kg, VitK 400mg/kg, Zn 12,600g/kg. ²**Premix frango engorda:** Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, biotina 6,000mg/kg, Cu 1200,0000 mg/kg, colina 50,00g/kg, Fe 10,0g/kg, Haquinol exato 6000,00 mg/kg, I 240,00mg/kg, Mn12,0g/kg, Met 267,300g/kg, niacina 4800,00mg/kg, salinomicina exato 13,200 g/kg, selênio 60,00mg/kg, VitA 1.280.000,00 UI/kg, VitB1 400,000 mg/kg, VitB12 1.600,00 mcg/kg, VitB2 720,00mg/kg, VitB6 320,000 mg/kg, VitD3 350.000,00 UI/kg, VitE 2.400,00mg/kg, VitK 300mg/kg, Zn 12,000g/kg. ³**Premix Frango final:** Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1333,00mg/kg, biotina 6,670mg/kg, Cu 2000,0000 mg/kg, colina 50,00g/kg, Fe 16,60g/kg, I 400,00mg/kg, Mn20,0g/kg, Met 230,000g/kg, niacina 4000,00mg/kg, virginiamicina exato 3.666,00 mg/kg, selênio 60,680mg/kg, VitA 1.300.260,00 UI/kg, VitB1 166,000 mg/kg, VitB12 1.667,00 mcg/kg, VitB2 666,800mg/kg, VitB6 200,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 2.167,10mg/kg, VitK 333,400mg/kg, Zn 20,000g/kg.

Tabela 2- Ingredientes, composição percentual e valores nutricionais calculados das rações a base de milho para frangos de corte nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), engorda (22 a 35 dias) e abate (36 a 42 dias).

		Quantidade (%)			
Ingredientes		Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate
Milho grão 8,0% PB		56,42	58,74	61,59	64,95
Soja farelo 46,5% PB		37,33	34,57	31,06	28,19
Óleo de soja		2,00	2,91	3,86	3,86
Fosfato bicálcico		1,84	1,47	1,22	0,98
Calcário		0,83	0,88	0,85	0,77
Sal comum		0,44	0,42	0,40	0,39
L-Lisina HCL		0,30	0,25	0,25	0,25
DL-Metionina		0,19	0,13	0,15	0,18
L-Treonina		0,12	0,08	0,08	0,07
PX FC - Agrocere		0,50 ¹	0,50 ¹	0,50 ²	0,30 ³
TOTAL		100	100	100	100
Composição Nutricional Calculada					
	Unidade				
Proteína Bruta	%	22,40	21,20	19,80	18,74
Fibra Bruta	%	3,30	3,18	3,04	2,94
Gordura	%	3,42	4,34	5,32	5,64
Cálcio	%	0,92	0,84	0,76	0,66
Fósforo disponível	%	0,47	0,40	0,35	0,30
Potássio	%	0,85	0,81	0,75	0,71
Sódio	%	0,22	0,21	0,20	0,19
Cloro	%	0,31	0,30	0,29	0,28
Ácido linoleico	%	1,77	2,26	2,77	2,78
Lisina digestível	%	1,32	1,21	1,13	1,06
Metionina digestível	%	0,66	0,59	0,55	0,51
Metionina+cistina digestível	%	0,95	0,87	0,82	0,77
Treonina digestível	%	0,86	0,79	0,73	0,68
Triptofano digestível	%	0,24	0,22	0,20	0,19
Arginina digestível	%	1,41	1,33	1,22	1,14
Energia metabolizável aparente	Kcal/Kg	2960	3050	3150	3200

¹**Premix frango inicial:** Ac.Fólico 140,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, bacitracina de Zn exato 11,000g/kg, biotina 12,000mg/kg, Cu 1260,0000 mg/kg, colina 70,00g/kg, Fe 10,5g/kg, I 252,00mg/kg, Mn12,6g/kg, Met 336,600g/kg, monensina sódica exato 22,00g/kg, niacina 6000,00mg/kg, selênio 80,00mg/kg, VitA 1.600.000,00 UI/kg, VitB1 600,000 mg/kg, VitB12 2.000,00 mcg/kg, VitB2 800,00mg/kg, VitB6 400,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 3.000,00mg/kg, VitK 400mg/kg, Zn 12,600g/kg. **Premix frango engorda:** Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1600,00mg/kg, biotina 6,000mg/kg, Cu 1200,0000 mg/kg, colina 50,00g/kg, Fe 10,0g/kg, Haquinol exato 6000,00 mg/kg, I 240,00mg/kg, Mn12,0g/kg, Met 267,300g/kg, niacina 4800,00mg/kg, salinomicina exato 13,200 g/kg, selênio 60,00mg/kg, VitA 1.280.000,00 UI/kg, VitB1 400,000 mg/kg, VitB12 1.600,00 mcg/kg, VitB2 720,00mg/kg, VitB6 320,000 mg/kg, VitD3 350.000,00 UI/kg, VitE 2.400,00mg/kg, VitK 300mg/kg, Zn 12,000g/kg. ³**Premix Frango final:** Ac.Fólico 100,0000mg/kg, ac.pantotenico 1333,00mg/kg, biotina 6,670mg/kg, Cu 2000,0000 mg/kg, colina 50,00g/kg, Fe 16,60g/kg, I 400,00mg/kg, Mn20,0g/kg, Met 230,000g/kg, niacina 4000,00mg/kg, virginiamicina exato 3.666,00 mg/kg, selênio 60,680mg/kg, VitA 1.300.260,00 UI/kg, VitB1 166,000 mg/kg, VitB12 1.667,00 mcg/kg, VitB2 666,800mg/kg, VitB6 200,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, VitE 2.167,10mg/kg, VitK 333,400mg/kg, Zn 20,000g/kg.

Aos 42 dias de idade todos os animais foram pesados para as comparações de desempenho, e posteriormente submetidos a jejum por 12 horas para envio ao abatedouro industrial. Cinco frangos machos de cada tratamento foram selecionados através de pesagem e identificados com lacres plásticos. O critério de escolha destes animais foi apresentar peso vivo igual ao peso médio ($\pm 5\%$) das aves (machos) de seu tratamento. Os animais foram abatidos conforme padrão de abate industrial seguindo as etapas de insensibilização, sangria, escaldagem, depenagem e evisceração (IN 210-MAPA,1998).

Posteriormente ao abate e depenagem o abdômen foi exposto, sendo realizada a evisceração completa. Foram retirados os remanescentes de alimentos presentes no lúmen de todo o tubo gastrointestinal, através de introdução de formol com uma seringa, e a seguir separado o proventrículo, moela, intestino delgado, pâncreas, fígado, coração, medidos e pesados, em balança semi-analítica Marte BL3200H com precisão de 0,01 gramas. Foi calculado o peso e o comprimento dos órgãos em relação ao peso vivo do animal (peso e comprimento relativo) de cada tratamento.

Cálculo das variáveis:

$$\text{- Peso relativo do órgão (g/100g)} = \frac{\text{Peso do órgão} \times 100}{\text{Peso Vivo}}$$

$$\text{- Comprimento relativo (cm/100g)} = \frac{\text{Comprimento do órgão} \times 100}{\text{Peso Vivo}}$$

Após as mensurações, da porção média do duodeno, jejuno e íleo, foram realizados cortes em forma de anel de aproximadamente quatro centímetros, e acondicionados em frascos de formol 10%, previamente identificados, sendo destinados a análise histológica.

As amostras foram processadas em aparelho histotécnico automatizado (PT 05 da marca LUPE TEC). Após fixação, os tecidos foram desidratados, incluídos em parafina, levados a microtomia para corte, corados pela técnica de hematoxilina de Harris e eosina, e em seguida montadas as lâminas. Foram confeccionadas 5 lâminas por repetição, totalizando 35 lâminas por tratamento. Capturaram-se imagens dos cortes histológicos através de uma câmera (JVC TK- 1085U), acoplada a um microscópio (Olympus Triocular BH2) e ligada a um computador PC por placa digitalizadora Data Translation 3153.

As imagens foram analisadas através do programa HL Image 97 (Western Vision Softwares), e mensuradas altura média das vilosidades e profundidade média das criptas. Foi calculado a área de absorção seguindo o método proposto por KISIELINSKI et al. (2002) e a relação vilo/cripta. Foram feitas 150 medidas de cada variável por tratamento.

Para a quantificação de células caliciformes utilizou-se os cortes fixados e incluídos em parafina relativos aos tratamentos: sorgo grão moído (SM), sorgo grão inteiro (SI) e milho moído (MM). As lâminas foram levadas a microtomia para corte, coradas pelo método de PAS (Periodic Acid Schiff), e posteriormente realizada a captura de imagens das criptas e vilos. Para captura das imagens de criptas e vilosidades foi utilizado microscópio óptico Olympus BX 40, com lente de aumento de 40X, e câmera Olympus OLY 200, conectada a um computador por placa digitalizadora Data Translation 3150. As imagens obtidas foram segmentadas pelo método do Threshold, e a contagem de células através do programa Image J (Rasband, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA). A porcentagem de células caliciformes se deu pela contagem das mesmas sobre o número total de células encontradas em cada imagem.

Foram verificadas a normalidade dos resíduos dos dados e a homogeneidade de suas variâncias, sendo os mesmos submetidos a análise de variância e teste de comparação de médias de Tukey (5%) por meio do software SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No duodeno observa-se que a altura das criptas foi semelhante em todos os tratamentos (Tabela 3), exceto naquelas aves onde a introdução do sorgo inteiro ocorreu na ração de engorda (SI-engorda), enquanto de forma inversa ocorreu com a profundidade das criptas, que foi significativamente maior neste tratamento em relação aos demais. A superfície de absorção calculada mostrou-se maior naquele tratamento onde iniciou com o sorgo grão inteiro, e a partir da ração inicial usou-se o milho moído (SI+MM), do que a superfície absorptiva daquelas aves submetidas aos tratamentos SI-pré, SI-inicial e SI-engorda.

Tabela 03: Altura dos vilos (μm), profundidade de criptas (μm), área de absorção (μm^2) e relação vilo/cripta de intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com rações à base de milho e sorgo.

TRATAMENTO	Altura Vilos (μm)	Profundidade Cripta (μm)	Área de Absorção (μm^2)	Vilo/cripta
Duodeno				
SM	1822a	263b	13,73ab	6,94a
MM	1737ab	275b	12,99ab	6,42a
SI- pré	1735ab	332ab	12,89b	4,78bc
SI- inicial	1766a	279b	13,65b	6,32a
SI- engorda	1413b	348a	12,58b	4,12c
SI+SM	1619ab	268b	14,07ab	6,07ab
SI+MM	1772a	272b	16,87a	6,54a
CV (%)	12,08	15,34	18,15	20,06
P valor	0,0160	0,0012	0,0001	<0,0001
Jejuno				
SM	1505	263ab	16,06	5,74
MM	1318	239b	15,26	5,51
SI- pré	1619	316ab	16,48	5,16
SI- inicial	1377	243ab	17,33	5,63
SI- engorda	1390	325a	15,22	4,36
SI+SM	1530	265ab	15,26	5,78
SI+MM	1452	242ab	18,44	5,96
CV (%)	18,77	18,85	14,31	16,88
P valor	0,6665	0,0092	0,2125	0,0897
Íleo				
SM	1132	231	12,25	5,02
MM	993	199	10,94	4,98
SI- pré	1157	233	12,46	4,95
SI- inicial	1159	238	13,11	4,85
SI- engorda	1092	223	10,33	4,61
SI+SM	1100	222	13,87	5,00
SI+MM	928	207	11,34	4,57
CV (%)	18,87	14,18	18,07	17,86
P valor	0,4496	0,4233	0,1151	0,9711

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5% ($P < 0,05$)

Ainda no tratamento SI-engorda observa-se que a relação vilo/cripta foi menor em relação aos demais. A introdução de uma ração com sorgo grão inteiro após 21 dias de idade (SI-engorda), leva à suposição de que a parede do duodeno não tinha o mesmo desenvolvimento daquela quando o grão inteiro fora introduzido mais precocemente, e com esta mudança de granulometria tardia afetou negativamente a

mucosa intestinal. É sabido que a presença de grão inteiro na moela induz uma produção mais prolongada de ácido clorídrico, e uma melhor atividade enzimática, o que provavelmente pode ter esta ação sobre a mucosa duodenal.

No jejuno apenas a variável cripta sofreu influência das dietas. Observa-se menor profundidade de cripta no tratamento com milho moído (MM), comparado a inclusão de sorgo inteiro a partir da fase de engorda (SI-engorda), sendo estes tratamentos semelhantes aos demais. Já no íleo não houve influência das dietas sobre as variáveis analisadas.

Ao avaliar a substituição do milho por sorgo em frangos Torres (2010) observou, no duodeno, que a inclusão total de sorgo proporcionou a menor altura das vilosidades. Já Campos (2006) notou que a altura das vilosidades não é alterada, e a profundidade de cripta no duodeno aumenta com a inclusão de sorgo. Embora neste estudo tenham sido encontrados diferentes resultados, nos trabalhos acima relacionados verifica-se que a inclusão de milho ou sorgo, não alterou as variáveis estudadas nesta pesquisa.

Neste estudo não foi encontrada influência direta da granulometria sobre a altura dos vilos, profundidade das criptas, área de absorção e relação vilo cripta, onde tratamentos com grãos inteiros e moídos apresentaram-se semelhantes nas variáveis estudadas. Lu et al. (2011) mostram que a granulometria das rações influencia de forma direta na morfometria do intestino delgado de aves. Estes pesquisadores verificaram em gansos que a altura das vilosidades no duodeno, jejuno e íleo foram maiores nas aves alimentadas com a dieta a base de milho inteiro, comparados com aqueles alimentados com dieta a base de milho moído aos 70 dias de idade. E no íleo encontram maior profundidade de cripta nos animais que receberam milho inteiro. Já Zang et al. (2009) não encontraram diferenças nos segmentos intestinais de frangos de corte para tamanho de vilosidades, profundidade de cripta e relação vilo/cripta, comparando dietas finas e grosseiras.

Com relação ao peso relativo dos órgãos (Tabela 4), verifica-se que apenas o peso relativo do jejuno, do fígado e pâncreas, sofreram influências das dietas estudadas.

O peso relativo do jejuno foi significativamente maior no tratamento em que os animais receberam milho moído (MM), durante todo o ciclo de produção. Não foi encontrada diferença nos pesos relativos dos demais segmentos intestinais. Este comportamento, todavia, não parece ter influenciado na capacidade digestiva das aves

Tabela 4: Peso relativo de órgãos de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com rações à base de milho e sorgo.

TRATAMENTO	PV (g)	Proventrículo (%)	Moela (%)	Duodeno (%)	Jejuno (%)	Íleo (%)	Ceco (%)	Fígado (%)	Pâncreas (%)	Coração (%)
SM	2596	0,327	1,523	0,715	1,235b	0,990	0,526	2,348bc	0,193abc	0,545
MM	2410	0,359	1,583	0,739	1,734a	1,243	0,489	3,021a	0,231a	0,520
SI- pré	2591	0,325	1,816	0,692	1,461ab	1,185	0,544	2,649ab	0,213ab	0,611
SI- inicial	2544	0,311	1,657	0,607	1,226b	1,151	0,573	1,996c	0,167c	0,494
SI- engorda	2537	0,344	1,840	0,736	1,411ab	1,172	0,580	2,334bc	0,186bc	0,520
SI+SM	2602	0,325	1,497	0,613	1,134b	0,963	0,568	2,066bc	0,191abc	0,508
SI+MM	2603	0,343	1,660	0,659	1,268b	1,154	0,408	2,385bc	0,224ab	0,488
CV (%)	3,84	9,72	12,72	16,33	16,84	19,20	27,60	17,64	14,68	15,15
P valor	0,0695	0,3297	0,0532	0,1166	0,0001	0,3896	0,2315	0,0002	0,0007	0,2262

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5% ($P < 0,05$).

Tabela 5: Comprimento relativo de intestinos de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com rações à base de milho e sorgo.

TRATAMENTO	Intestinos (%)	Duodeno (%)	Jejuno (%)	Íleo (%)	Ceco (%)
SM	5,591	0,997	2,070	1,841b	1,238
MM	6,208	1,113	2,292	2,255a	1,387
SI- pré	5,863	1,132	2,307	2,100a	1,286
SI- inicial	6,222	1,092	2,325	2,398ab	1,294
SI- engorda	5,861	1,142	2,183	2,258ab	1,296
SI+SM	5,826	0,928	1,899	1,989b	1,177
SI+MM	5,677	1,002	2,147	1,985ab	1,022
CV (%)	13,03	16,33	14,25	14,18	15,87
P valor	0,8399	0,4268	0,3853	0,0006	0,2012

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey 5% ($P < 0,05$).

quando comparados aos resultados do teste de desempenho. Jacobs e Parsons (2013) relatam que rações com granulometria mais grossa proporcionam efeitos benéficos sobre a saúde intestinal de frangos de corte, podendo neste estudo associar o menor peso relativo do duodeno a uma melhor capacidade de digestão, absorção e saúde intestinal, não demandando uma resposta da ave em relação ao tamanho deste segmento.

Os resultados deste estudo diferem de Fernandes et al. (2013), onde o peso do intestino delgado foi menor no tratamento em que os animais recebiam milho moído, assim como observado por Lu et al. (2011), que constataram que grãos inteiros de milho gerou maior peso do duodeno que milho moído para gansos. Também em experimento com frangos alimentados com as rações granuladas, Lopez e Baião (2004) verificaram maior peso dos intestinos com granulometria grossa, do que aqueles que receberam as rações com granulometria média.

Todavia os presentes resultados, em relação às dietas baseadas em sorgo moído e inteiro, durante todo o período de crescimento e engorda ou associado a uma ração com milho nas fases finais de criação, podem ser corroborados com resultados de Rodgers et al. (2012). Este autor não verificou diferenças nos pesos do duodeno, jejuno e íleo ao avaliarem métodos de moagem e tamanhos de partículas de sorgo, assim como Abdollahi et al. (2014), que também afirmam que a forma física de alimentação de sorgo não teve efeito sobre os pesos relativos do intestino delgado.

Nota-se que existe ainda uma grande divergência entre os autores com relação à influência da granulometria sobre o peso e desenvolvimento intestinal. Segundo Tarachai e Yamauchi (2000), em experimento para esclarecer parâmetros que ajudam na recuperação morfológica do intestino delgado, a morfologia das vilosidades não é regulada somente pela estimulação física intraluminal, nem pela alimentação parenteral, mas também pela absorção dos nutrientes entericamente. Isto sugere que, o estímulo primário para o crescimento e desenvolvimento da mucosa intestinal, são fatores químicos dos nutrientes empregados na dieta (Maiorka et al., 2002).

De acordo com Svihus (2011), o aumento no tamanho da moela é uma consequência de uma maior necessidade para a redução do tamanho das partículas, porém, não foi observada nesta pesquisa diferença do peso da moela com o fornecimento de alimento moído ou inteiro. Estes dados são corroborados por Godoy (2009), que comparou a granulometria de rações a base de sorgo e não encontrou diferença do peso do órgão.

Mas contrariando estes resultados, Fernandes et al. (2013), em estudo da morfometria gastrointestinal de frangos de corte alimentados com sorgo grão inteiro e moído, verificaram que o peso da moela foi menor quando os animais recebiam o alimento moído. Rodgers et al. (2012), em estudo semelhante, verificaram que o peso da moela aos 21 e 35 dias foi maior quando os animais receberam o grão inteiro. Avaliando dietas a base de milho e sorgo inteiro em frangos, Jacobs e Parsons (2013) constataram que o peso da moela aumenta com a utilização de alimentos grosseiros ou inteiros. Lu et al. (2011), estimaram o efeito do grão inteiro de milho para gansos, e observaram em várias idades que o peso da moela e do proventrículo foram superiores ao milho moído.

Tanto o fígado quanto o pâncreas apresentaram maior peso na dieta a base de milho moído (MM), seguindo o mesmo comportamento encontrado para o jejuno, possivelmente como uma resposta fisiológica ao aumento desta porção intermediária do intestino delgado. Este resultado mostrou-se diferente daqueles de Arroyo et al. (2013b), onde o peso do fígado de gansos alimentados com grãos de sorgo era maior que quando fornecidos grãos de milho, enfatizando o uso de grão inteiro e ainda favorecendo o grão de sorgo. Por outro lado, Thomas e Ravindran (2008) não observaram diferenças nos pesos relativos do pâncreas e fígado de frangos, ao compararem dietas a base de sorgo e milho, bem como, Rocha et al. (2008) ao avaliar a substituição do milho por sorgo em frangos, não encontraram diferença no peso de órgãos comestíveis como o fígado e coração aos 42 dias de idade.

Também Godoy (2009) não encontrou diferença para peso do fígado, contudo foi maior o peso do pâncreas quando os frangos foram submetidos a dietas com sorgo moído, embora tenha sido evidenciado nestes resultados que o aumento ocorreu no tratamento com milho moído. Abdollahi et al. (2014) relataram que a forma de alimentação não teve efeito sobre o peso relativo do pâncreas.

Com relação ao comprimento relativo do intestino, duodeno e jejuno (Tabela 5), não foi encontrada diferença entre os tratamentos, no entanto naqueles tratamentos envolvendo sorgo moído (SM) e sorgo inteiro na fase inicial, seguido de milho moído até a idade de abate, o íleo mostra um comprimento relativo menor do que os demais tratamentos. Vários autores, Fernandes et al. (2013), Torres (2010), Godoy (2009) e Thomas e Ravindran (2008) relatam não verificar influência da dieta sobre o comprimento dos intestinos

Não houve diferenças entre os tratamentos para células caliciformes, demonstrando assim que a mucosa intestinal não é afetada pelo emprego de sorgo na ração, seja moído ou inteiro (Tabela 6).

Tabela 6: Porcentagem de células caliciformes avaliadas no intestino de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com rações à base de milho e sorgo.

Tratamento	Duodeno (%)	Jejuno (%)	Íleo (%)
Sorgo Moído	3,768	4,07	4,975
Milho Moído	4,199	5,017	5,864
Sorgo Inteiro	3,390	3,800	4,681
P valor	0,2125	0,0516	0,1511

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Os resultados do presente estudo são coincidentes com estudos de Campos (2006), que ao aumentar na dieta os níveis de inclusão do sorgo baixo tanino, não constatou acréscimo do número de células caliciformes. Torres et al. (2013) também não verificaram diferenças no número destas células, ao substituírem sorgo de baixo tanino (0, 50 e 100%) por milho em frangos de corte, demonstrando que níveis crescentes de inclusão de sorgo, ou mesmo a forma física de sua inclusão, não causam agressão ao epitélio de modo que ocorra hipertrofia das células caliciformes.

CONCLUSÃO

A utilização de sorgo grão inteiro, livre de tanino, desde o alojamento dos pintinhos, ou incluído nas fases inicial ou engorda da criação de frangos, não afeta os parâmetros morfométricos do tubo gastrintestinal e glândulas acessórias, e nem a proliferação de células caliciformes do intestino.

REFERÊNCIAS

Abdollahi M.R., Ravindran V., Svihus B. Influence of feed form on growth performance, ileal nutrient digestibility, and energy utilisation in broiler starters fed a sorghum-based diet. **Livestock Science**, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.04.002i>.

Arroyo J., Auvergne A., Dubois J. P., Lavigne F., Bijja M., Fortun-Lamothe L. Influence of amount and form of sorghum in the diet on the performance of overfed geese. **Poltry Science**, v.22, n. ,p.849-854,2013.

Campos D.M.B., Faria Filho D.E., Torres, K.A.A., Furlan R.L., Macari, M. Desenvolvimento da mucosa intestinal e a substituição do milho por sorgo na dieta de pintainhos de corte. **Ensaio e Ciência**, v.5, n.5, p.44-48, 2007.

Fernandes EA, Pereira WJS, Hackenhaar L, Rodrigues RM, Terra R. The use of whole grain sorghum in broiler feeds. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.15, n.3, p.217-222, 2013.

Garcia RG, Mendes AA, Almeida Paz ICL, Komiyama CM, Caldara FR, Nääs IA, Mariano WS. Implications of the use of sorghum in broiler production. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.15, n.3, p.257-262, 2013.

Godoy HBR. Granulometria de grãos em rações para frangos Label Rouge. [Tese]. Goiânia (GO): Universidade Federal de Goiás; 2009.

Jacobs C, Parsons CM. The effects of coarse ground corn, whole sorghum, and a prebiotic on growth performance, nutrient digestibility, and cecal microbial populations in broilers fed diets with and without corn distillers dried grains with solubles. **Poltry Science**, v.92, n.9, p.2347-2357, 2013.

Kisielinski, K.; Willi, S.; Prescher, A.; Klosterhalfen, B.; Schumpelick, V. A simple new method to calculate small intestine absorptive surface in the rat. **Clinical and Experimental Medicine**, Milano, v. 2, n. 3, p.131-135, 2002.

Leite PRSC, Leandro NSM, Stringhini JH, Café MB, Gomes NA, Filho RMJ. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milheto e complexo enzimático. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.3, p.280-286, 2011.

Liu S.Y., Selle P.H., Cowieson A.J. Strategies to enhance the performance of pigs and poultry on sorghum-based diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.181, p.1-14, 2013.

Lu J1, Kong XL, Wang ZY, Yang HM, Zhang KN, Zou JM. Influence of whole corn feeding on the performance, digestive tract development, and nutrient retention of geese. **Poultry Science**, v.90, n.3, p.587-594, 2011.

Macari, M. Mecanismos fisiológicos que controlam a integridade intestinal. In: VIII Encontro Técnico de Ciência e Tecnologia Avícolas. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, 2011.

Maiorka A., Rocha C., Scheraiber, M. Fisiologia básica do sistema digestório das aves. In: Conferência FACTA, Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2013, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 2013. p.74-88.

Nir I, Hillel R, Shefet G, Nitsan Z. Effect of Grain Particle Size on Performance 2 Grain Texture Interactions. **Poultry Science**, v.73, n.6, p.781-791, 1994.

Rodgers N.J., Choct M., Hetland H., Sundby F., Svihus B. Extent and method of grinding of sorghum prior to inclusion in complete pelleted broiler chicken diets affects broiler gut development and performance. **Animal Feed Science and Technology**, v.171, p. 60– 67, 2012.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AL, Barreto SLT. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2 ed. Viçosa (MG): Imprensa Universitária; 2005.

SAS. SAS/STAT® 9.2 User's guide. Version 9.2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2008.

Svihus B. The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. **World's Poultry Science Journal**, v.67, p.207-224, 2011.

Thomas D.V., Ravindran V. Effect of cereal type on the performance, gastrointestinal tract development and intestinal morphology of the Newly Hatched Broiler Chick. **The Journal of Poultry Science**, v.45, p.46-50, 2008.

Torres AA. Avaliação do desempenho zootécnico, da função da mucosa intestinal e da microbiota ileal quando da substituição do milho pelo sorgo na ração de frangos de corte. [Tese]. Jaboticabal (SP): Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- Unesp; 2010.

Torres KAA, Pizauro Jr JM, Soares CP, Silva TGA, Nogueira WCL, Campos DMB, Furlan RL, Macari M. Effects of corn replacement by sorghum in broiler diets on performance and intestinal mucosa integrity. **Poultry Science**, v.92, n.6, p.1564-1571, 2013.

Zang JJ, Piao XS, Huang DS, Wang JJ, Ma X, Ma YX. Effects of feed particle size and feed form on growth performance, nutrient metabolizability and intestinal morphology in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.22, n.1, p.107-112, 2009.

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da avaliação do desempenho zootécnico, da morfometria de órgãos e da mucosa intestinal, e da contagem de células caliciformes de frangos aos 42 dias de idade, verifica-se que rações à base de sorgo grão inteiro ou moído, em substituição ao milho, podem ser utilizadas satisfatoriamente. Assim, o sorgo grão inteiro ou moído pode ser incluído nas quatro fases de um programa nutricional de frangos, ou somente em uma delas.

ANEXO A – PROTOCOLO REGISTRO CEUA/UFU



Universidade Federal de Uberlândia

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA)

Avenida João Naves de Ávila, nº. 2160 - Bloco A, sala 224 - Campus Santa
Mônica - Uberlândia-MG –

CEP 38400-089 - FONE/FAX (34) 3239-4131; e-mail:ceua@propp.ufu.br;

www.comissoes.propp.ufu.br

ANÁLISE FINAL Nº 156/11 DA COMISSÃO DE ÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE ANIMAIS PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEUA/UFU 077/11

Projeto Pesquisa: “Sorgo grão na alimentação de frangos de corte: 1- Uso de grão inteiro nas rações das diferentes fases de criação. 2- Fontes minerais e orgânicas de fósforo nas dietas base sorgo”.

Pesquisador Responsável: Evandro de Abreu Fernandes

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com animais nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

SITUAÇÃO: PROTOCOLO DE PESQUISA APROVADO.

OBS: O CEUA/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEUA PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

Uberlândia, 21 de setembro de 2011

Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes
Presidente da CEUA/UFU