

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**MORFOMETRIA DO TRATO GASTRINTESTINAL E
QUALIDADE DE CARÇA DE FRANGOS DE CORTE
ALIMENTADOS COM SORGO GRÃO INTEIRO**

Andrêssa Cristina Xavier Gomes Carolino

Zootecnista

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL

2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**MORFOMETRIA DO TRATO GASTRINTESTINAL E
QUALIDADE DE CARÇAÇA DE FRANGOS DE CORTE
ALIMENTADOS COM SORGO GRÃO INTEIRO**

Andrêssa Cristina Xavier Gomes Carolino

Orientador: Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina Veterinária da Universidade Federal
de Uberlândia, como parte das exigências
para obtenção do título de Mestre em
Ciências Veterinárias (Produção Animal).**

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL

Novembro de 2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

C292m Carolino, Andrêssa Cristina Xavier Gomes, 1983-
2012 Morfometria do trato gastrointestinal e qualidade de carcaça de frangos de corte alimentados com sorgo grão inteiro / Andrêssa Cristina Xavier Gomes Carolino. -- 2012.
101 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 - Criação - Teses. 3. Ave - Nutrição - Teses. 4. Ave - Carcaças - Teses. 5. Sistema gastrointestinal - Teses.
I. Fernandes, Evandro de Abreu. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 619

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

ANDRÊSSA CRISTINA XAVIER GOMES CAROLINO – nascida em 28 de abril de 1983, no município de Patos de Minas, Estado de Minas Gerais. Ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Lavras em Agosto de 2004. Foi bolsista de Iniciação Científica do projeto “Redução do impacto ambiental do cultivo de tilápias através da manipulação da dieta”, no período de Dezembro de 2006 a Outubro de 2008. Na mesma instituição foi integrante dos núcleos de estudo NAQUA, GAO e NEQUI. Em 16 de Janeiro de 2009 obteve o título de Zootecnista. Estudou na escola Edgware Academy – London – UK- de 2009 a 2010. Iniciou o curso de mestrado na Faculdade de Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Uberlândia em Março de 2011 onde foi integrante do Núcleo de Pesquisa em Nutrição de Aves AVIEX.

“Eu sou a videira, vós, os ramos. Quem permanece em mim, e eu, nele, dá muito fruto; porque sem mim nada podeis fazer”

João 15:5

Dedico a presente conquista aos meus pais, Janice e Jairo, irmãos, Gabriela, Guilherme e Romeo pelo incentivo, apoio e compreensão em mais esta etapa. Obrigada!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela conquista deste título e pelas bênçãos recebidas.

Agradeço a minha família que esteve ao meu lado e sempre me apoiou em especial minha mãe Janice por me proporcionar esta oportunidade.

Agradeço aos animais utilizados neste trabalho que deram suas vidas em troca dos meus conhecimentos.

Agradeço ao orientador Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes pelos ensinamentos e orientação.

Ao técnico Hugnei dos Santos pela grande ajuda nas análises laboratoriais.

Ao Prof. Dr. Marcelo Emílio Beletti pela sua contribuição voluntária e ensinamentos.

Aos colegas mestrandos pela colaboração na execução da pesquisa.

Ao Regis Kamimura e a todos do laboratório de Histologia da UFU pelos ensinamentos.

A Universidade Federal de Uberlândia e a Universidade Federal de Lavras.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

OBRIGADA!

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. REVISÃO DE LITERATURA	2
1.1 Sorgo.....	2
1.2 Tanino no Grão de Sorgo	3
1.3 Características Nutricionais do Grão de Sorgo	5
1.4 Granulometria	7
1.5 Granulometria da Ração Para Aves	9
1.6 Sistema Digestório das Aves e o Efeito da Granulometria	10
1.7 Carne de Frango e Efeito do Sorgo.....	16
2. OBJETIVOS.....	18
CAPÍTULO 2- SORGO GRÃO INTEIRO NA DIETA PREINICIAL DE PINTINHOS DE CORTE E OS EFEITOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO CORPORAL E DO TUBO GASTRINTESTINAL.....	19
RESUMO	19
2.1 Introdução	20
2.2 Material e Métodos.....	21
2.2.1 Localização e época de realização.....	21
2.2.2 Aves e instalações.....	21
2.2.3 Delineamento e tratamentos experimentais.....	21
2.2.4 Manejo das aves	22
2.2.5 Condução do experimento.....	22
2.2.5.1 Coleta dos órgãos.....	24
2.2.5.2 Coleta de tecidos e fixação	24
2.2.6 Análise estatística	26
2.3 Resultados e Discussão.....	27
2.4 Conclusão.....	34

CAPÍTULO 3- DIETA A BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO SOBRE O RENDIMENTO E A COMPOSIÇÃO DE CARÇA EM FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE	35
RESUMO	35
3.1 Introdução	36
3.2 Material e Métodos.....	37
3.2.1 Localização e época de realização.....	37
3.2.2 Aves e instalações.....	37
3.2.3 Delineamento e tratamentos experimentais	38
3.2.4 Manejo das aves	41
3.2.5 Condução do experimento.....	41
3.2.5.1 Mensuração de carça e cortes.....	41
3.2.5.2 Composição de carça.....	42
3.2.6 Análise estatística.....	44
3.3 Resultados e discussão	45
3.4 Conclusão	52
CAPÍTULO 4- O EFEITO DA DIETA A BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO SOBRE O TRATO GASTRINTESTINAL EM FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE	53
RESUMO	53
4.1 Introdução	54
4.2 Material e Métodos.....	55
4.2.1 Localização e época de realização.....	55
4.2.2 Aves e instalações.....	55
4.2.3 Delineamento e tratamentos experimentais	56
4.2.4 Manejo das aves	59
4.2.5 Condução do experimento.....	59
4.2.5.1 Coleta dos órgãos.....	60
4.2.5.2 Coleta de tecidos e fixação.....	61
4.2.6 Análise estatística.....	62
4.3 Resultados e discussão	63
4.4 Conclusão	71
REFERÊNCIAS	72

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2

Tabela 1- Composição das rações experimentais a base de milho grão moído (Mm), sorgo grão (Si, Sm e Smi) e a base de milho e sorgo moídos (MSm) para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade.....23

Tabela 2- Peso vivo e peso relativo da moela, duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte machos aos 7 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão e sorgo grão.....27

Tabela 3- Comprimento relativo do intestino delgado íntegro, duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte machos aos 7 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão e sorgo grão.29

Tabela 4- Altura e largura de vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do duodeno de frangos de corte machos aos 7 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão e sorgo grão.....30

Tabela 5- Altura e largura de vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do jejuno de frangos de corte machos aos 7 dias de idade alimentados com ração à base de milho e sorgo grão.....32

Tabela 6- Altura e largura de vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do íleo de frangos de corte machos aos 7 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão e sorgo grão.32

CAPÍTULO 3

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 (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias)..... Erro! Indicador não definido.9

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 (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).....40

Tabela 3- Programa de luz adotado para frangos de corte de um a 42 dias de idade.....41

Tabela 4- Peso vivo e peso da carcaça (PCARC) de frangos de corte machos e fêmeas aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.....45

Tabela 5- Rendimento de carcaça (CARC %) e rendimento de carcaça sem pés, pescoço e cabeça (CSPPC %) de frangos de corte machos e fêmeas aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.47

Tabela 6- Peso médio absoluto das vísceras e peso relativo de vísceras de frangos de corte machos e fêmeas aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.....49

Tabela 7- Médias de rendimento de asas, peito, perna e dorso de frangos de corte machos e fêmeas aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.50

Tabela 8- Teores médios percentuais de umidade, proteína bruta, gordura e conteúdo de energia bruta na matéria natural de carcaça de frangos de corte machos e fêmeas aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.51

Tabela 9- Teores médios percentuais de matéria mineral (cinzas), cálcio e fósforo na matéria natural de carcaça de frangos de corte machos e fêmeas aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.52

CAPÍTULO 4

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 (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).....57

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 (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).....58

Tabela 3- Programa de luz adotado para frangos de corte de um a 42 dias de idade.....59

Tabela 4- Peso vivo e peso absoluto da moela de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro ou sorgo grão moído.....63

Tabela 5- Peso relativo do proventrículo, fígado, pâncreas e coração de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro ou sorgo grão moído.....	65
Tabela 6- Peso relativo do duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro ou sorgo grão moído.....	65
Tabela 7- Comprimento relativo do duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.....	66
Tabela 8- Comprimento relativo do intestino delgado íntegro, ceco e cólon de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.	67
Tabela 9- Altura e largura de vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do duodeno de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.....	68
Tabela 10- Altura e largura de vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do jejuno de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.	69
Tabela 11- Altura e largura de vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do íleo de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.	70

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo 1- Análise final nº 047/11 da comissão de ética na utilização de animais para o protocolo registro CEUA/UFU 025/11.	86
Anexo 2- Análise final nº 156/11 da comissão de ética na utilização de animais para o protocolo registro CEUA/UFU 077/11.	87

MORFOMETRIA DO TRATO GASTRINTESTINAL E QUALIDADE DE CARÇA DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM SORGO GRÃO INTEIRO

RESUMO – Nos dias atuais já não se discute a eficiência da utilização do sorgo na alimentação de frangos de corte, bem como as alterações anato-fisiológicas desencadeadas pelo maior tamanho de partícula da ração. O êxito da combinação destes fatores pode gerar grande vantagem econômica na avicultura moderna. Neste sentido, foram realizados três experimentos com o objetivo de avaliar o efeito do sorgo grão inteiros em comparação ao milho e ao sorgo moído sobre o trato gastrointestinal e sobre as características de carcaça de frangos de corte aos 7 e aos 42 dias de idade. O sorgo grão inteiro: (1) Em frangos de corte aos 7 e 42 dias de idade proporciona maior peso corporal por apresentar maior digestibilidade e maior peso da moela por exercer maior trabalho mecânico devido o maior tamanho de partícula; (2) Aumenta a profundidade de cripta do duodeno aos 7 e 42 dias e do jejuno aos 42 dias de idade, sem contudo, afetar a característica das vilosidades do intestino delgado e a área de superfície de absorção da mucosa intestinal nas duas idades avaliadas; (3) Não afeta o peso e o comprimento relativo do intestino; (4) Pode substituir o milho sem prejudicar o rendimento de cortes comerciais bem como as características químicas da carcaça; (5) Aumenta a o conteúdo visceral e não é vantajoso para o rendimento de carcaça, para este fim recomenda-se a utilização do sorgo grão moído; (6) Exclui custos com moagem diminuindo o custo de produção do frango.

Palavras-chave: avicultura, alimento alternativo, carcaça, nutrição, trato gastrointestinal

MORPHOMETRY OF GASTROINTESTINAL TRACT AND QUALITY OF BROILER CARCASS FED WITH WHOLE GRAIN SORGHUM

ABSTRACT- Nowadays there are no more discussions related to the efficiency use of sorghum in feed of broilers as well as anatomo-physiological changes triggered by the larger particle size of the ration particle. The success of the combination of these factors can lead to great economic advantage in the modern poultry industry. In this sense, three experiments were carried out in order to evaluate the effect of whole grain sorghum compared to maize and milled sorghum on the gastrointestinal tract and on carcass characteristics of broilers at 7 and 42 day old. The whole sorghum grain: (1) In broilers at 7 and 42 day old it provides greater body weight, due to its higher digestibility and increased gizzard weight by exercising greater mechanical work because of the larger particle size; (2) It increases duodenal crypt depth at 7 and 42 day old and jejunum at 42 day old without, however, affecting the characteristic of the villi of the small intestine and absorption surface area of intestinal mucosa in both evaluated age, (3) It does not affect the relative weight and length of the intestine, (4) It can replace corn without harming the commercial cuts yield as well as the chemical characteristics of the carcass; (5) It increases the visceral content and it is not advantageous for the carcass yield; for this purpose it is recommended to use the milled grain sorghum; (6) It excludes costs with grinding reducing the production cost of poultry.

Keywords: alternative food, aviculture, carcass, gastrointestinal tract, nutrition

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Dentro do complexo carne, a avicultura é um dos setores mais dinâmicos da agropecuária brasileira em função dos avanços ocorridos nos diferentes segmentos que compõem esta cadeia produtiva. Os aumentos no volume de produção e na eficiência de produção por ave podem ser atribuídos ao desenvolvimento de novos conhecimentos em sanidade, ambiência, genética e nutrição (NORTH & BELL, 1990).

A avicultura está presente em todas as regiões do país e contribui de forma marcante para o desenvolvimento regional e para o abastecimento de proteína animal de alta qualidade para a população. A avicultura presenciou, nos últimos anos, um crescimento em produção e produtividade, passando dos cinco bilhões de aves abatidas. Esse crescimento é sustentado pela crescente demanda de carne de aves para o mercado interno, que ultrapassou a barreira de 40 kg/habitante/ano e pela crescente demanda externa (CARVALHO, 2010).

A partir dos anos 1990 as pesquisas foram direcionadas para o aumento do rendimento das partes nobres do frango objetivando agregar mais valor de carcaça. O resultado final das pesquisas foi a alta capacidade de transformação de cereais em carne em menos tempo de criação (conversão alimentar), a redução da mortalidade, a diminuição da idade de abate e o aumento do peso médio. A partir de então as empresas brasileiras redirecionaram suas linhas de produção para o corte de parte dos frangos (asas, coxas, sobrecoxas, dentre outras) e para a elaboração de produtos processados como, por exemplo, os empanados, pratos prontos, entre outros (ESPÍNDOLA, 2009).

O milho, como principal fonte energética na nutrição animal, participa normalmente de 60 a 70% na composição das rações, ocupando uma posição de destaque quanto ao custo final da produção e, conseqüentemente, no retorno econômico da atividade, por representar aproximadamente 40% do seu custo (REECE et al., 1986; LOTT et al., 1992; ZANOTTO et al., 1996). No entanto, com o aumento dos preços dos grãos e cereais de uso comum na alimentação humana, os nutricionistas têm sido desafiados a empregar matérias primas alternativas, haja

vista que o uso de ingredientes convencionais tem intensificado o aumento do custo de produção do agronegócio (GIANFELICI, 2009).

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Sorgo

O sorgo é um importante cereal, estando em quinto lugar no *ranking* de produção mundial, atrás apenas do trigo, do milho, do arroz e da cevada. É utilizado em todas as partes do mundo na alimentação humana e animal (GUALTIERI & RAPACCINI, 1990). De 1973 até 1994, a produção de sorgo no Brasil cresceu à taxa média de 1,3% ao ano, representando um crescimento de 32,93% em um período de 22 anos. Por outro lado, de 1995 até 2001, a taxa de crescimento média foi de 19,85% ao ano, resultando em um crescimento de 255,1% no período de sete anos. Houve um crescimento da área destinada a esta cultura em torno de 21,4% ao ano entre as safras 94/95 e 99/2000 (DUARTE, 2010).

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é de origem africana, pertencente à família *Gramineae*. É uma planta considerada rústica por ter como característica alta capacidade de suportar estresse ambiental, ou seja, se desenvolve bem em áreas de solo com baixa fertilidade, condições adversas de clima e adapta-se bem em regiões com distribuição irregular de chuvas.

A planta de sorgo tolera mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo que a maioria dos outros cereais e pode ser cultivado satisfatoriamente em solos que variam de argilosos a ligeiramente arenosos (GUALTIERI & RAPACCINI, 1990). Pertencente ao grupo de plantas C4 tem características xerófilas e mecanismos eficientes de tolerância à seca. Este grupo de plantas responde aos elevados níveis de radiação solar, com altas taxas fotossintéticas e boa produtividade, portanto, adaptou-se bem a diversos estados brasileiros (LANDAU & SANS, 2008).

A cultura do sorgo tem um alto potencial de produção de grãos, massa e matéria seca por unidade de área. Pode ser plantada após cultura de verão usando o sistema de plantio direto, é excelente na cadeia de integração lavoura – pecuária –

floresta, sendo uma oferta sustentável e de baixo custo para pecuaristas e para a indústria (SCHEUERMANN, 1998).

Os sistemas radiculares encontrados no sorgo são secundários e adventícios, variando de um a 1,3 metros de profundidade, sendo que 80% das raízes se encontram nos 30 primeiros centímetros do solo. Graças a estas características, a cultura de sorgo proporciona proteção ao solo contra erosão, melhora a capacidade de retenção de água no solo, e pode ser cultivado em solos rasos e pobres (MAGALHÃES et al., 2009).

O grão de sorgo é conhecido por não apresentar uma proteção física para as sementes, como por exemplo, a palha ou glumas como é o caso de outros cereais. Originalmente sua proteção contra pássaros, insetos e outros competidores são os vários compostos fenólicos os quais servem como uma defesa química. Por estas características, apesar de ser potencialmente viável para o agronegócio, a cultura do sorgo só alcançou maior volume de produção no Brasil, a partir da década de 90. Segundo CAMPOS (2006) e DUARTE (2010), o sorgo atualmente comercializado em território nacional não possui altas concentrações do composto fenólico antinutricional conhecido como tanino. Apesar desta evidência ainda nos dias atuais, há resistência por parte de produtores em cultivá-lo e utilizá-lo como matéria prima na alimentação animal.

Contudo, entre as diferentes alternativas de composição das rações animais, o sorgo grão destaca-se como um recurso capaz de promover uma significativa redução de custo, em especial no período do ano onde o custo final do frango produzido com rações a base de milho é o mais elevado. A utilização do sorgo na alimentação de aves deve ser revisto devido ao surgimento de novas cultivares, destacando-se as cultivares de sorgo livre tanino melhoradas geneticamente e linhagens novas de frangos de corte (GARCIA, 2005 a).

1.2 Tanino no Grão de Sorgo

A seleção genética dos grãos visa uma melhora na produtividade e este avanço pode se estender ao valor nutricional dos grãos. Assim, o objetivo pode se

prender na geração de grãos com conteúdo nutricional mais próximo possível das exigências nutricionais dos animais (VIEIRA et al., 1997).

Todo grão de sorgo contém compostos fenólicos que podem influenciar na cor, aparência e qualidade nutritiva do mesmo. Estes compostos se dividem em três grupos: ácidos fenólicos, flavonoides e taninos. Os taninos são polímeros fenólicos solúveis em água, de peso molecular variando de 500 a 3.000 (JANSMAN, 1993), apresentam sabor amargo e adstringente, possuem capacidade de inibir enzimas, formam complexos com carboidratos e proteínas e tem atividade antimicrobiana.

Vários estudos relatam redução significativa no consumo de ração em frangos alimentados com dietas contendo sorgo com tanino (IBRAHIM et al., 1991), entretanto, como as aves não apresentam paladar desenvolvido, é improvável que o sabor seja a causa da diminuição no consumo de ração (GARCIA et al., 2005 b).

Quanto à concentração de taninos, os cultivares de sorgo eram divididos em três categorias, dependendo de seu fenótipo. Tipo 1, testa sem pigmentação e livres de tanino. Tipo 2, camada pigmentada na testa onde se encontra tanino condensado e o Tipo 3 (a prova de pássaros), contém tanino condensado tanto na testa e pericarpo. Todavia, existe uma tendência de considerar o sorgo com ou sem tanino (KEMM & BRAND, 1996), pois se sabe que a presença do tanino no grão de sorgo depende da constituição genética. Caso existam na planta os genes dominantes B1 e B2 (complementares), haverá síntese de tanino na testa da semente e o gene S (segregador) que junto com os genes complementares sintetizam tanino no pericarpo. Cultivares com os três genes em recessividade não sintetiza tanino e classifica-se como sorgo livre de tanino.

O tanino também é classificado em hidrolisável e em condensado. Os taninos hidrolisáveis, como o ácido tânico, decompõem-se em açúcares e ácidos fenólicos (ácido gálico ou elágico) quando tratados com ácidos, bases, ou alguma enzima hidrolítica. No sorgo encontra-se predominantemente taninos condensados (DIAS, 2004). Esses últimos reduzem as digestibilidades de aminoácidos e do amido quando presentes na dieta (ROSTAGNO et al., 1986). Taninos condensados são polímeros de unidades de flavan-3-diol, resistentes a hidrólise (ELKIN & ROGLER, 1991) e podem formar complexos com proteínas, com íons metálicos divalentes, carboidratos, e outras macromoléculas. Este tipo de tanino tem ação antinutricional

para os animais monogástricos, em especial para as aves, além de diminuir a palatabilidade e digestibilidade do alimento. Não são absorvidos no trato intestinal dos animais, onde atuam diminuindo a absorção de nutrientes e provocando distúrbios na digestão desses animais (MAGALHÃES et al., 1997; RODRIGUES et al., 1998).

Os métodos tradicionais, sensíveis e econômicos para a determinação de tanino em laboratórios de bromatologia, são procedimentos colorimétricos e se dividem em dois tipos de protocolos. Os mais usados são aqueles que envolvem reação com grupos fenólicos, como o método Folin Dennis e o método Azul da Prússia, mas, todavia, não são específicos para tanino (YU & DAHLGREN, 2000). Resultados percentuais com valores abaixo de 0,70% são considerados apenas fenóis totais e não tanino condensado e, portanto, não é prejudicial à dieta alimentar dos animais (MAGALHÃES et al., 1997).

Os métodos específicos para isolamento quantitativo de tanino condensado são conhecidos como o método Butanol-HCl e o método Vanilina-HCl. Estes procedimentos são processos laboriosos e de custo elevado, além de apresentarem a dificuldade para se obter padrão tanino. Por esta mesma razão não são rotineiramente produzidos nos laboratórios de bromatologia (SCHOFIELD et al., 2001).

Atualmente, segundo a APPS - Associação Paulista de Produtores de Sementes e Mudanças, a maioria das sementes de sorgo comercializadas no Brasil é geneticamente selecionada sem tanino. A quantidade de semente de sorgo com tanino produzida e comercializada nacionalmente equivale a cerca de um por cento do total de sementes sem tanino.

1.3 Características Nutricionais do Grão de Sorgo

O conhecimento da composição bromatológica do grão de sorgo é fundamental para viabilizar a substituição do milho nas rações para animais (ANTUNES et al., 2007). Suas características nutricionais são consideradas semelhantes à do milho (VALADARES FILHO et al., 2002), porém varia de acordo

com o genótipo (GUALTIERI & RAPACCINI, 1990), com o ambiente e com a fertilidade do solo (SCHEUERMANN, 1998).

Em geral, as variedades de sorgo apresentam maior conteúdo de proteína bruta que o milho (10 a 20%) embora ela seja menos digestível. Contém um perfil uniforme de aminoácidos essenciais, apesar de ser deficiente em lisina, metionina e treonina. SCHEUERMANN (1998), explica que o aumento da proteína bruta não é vantajoso uma vez que os principais aminoácidos têm seus teores e disponibilidade reduzidos quando expressos em termos de percentagem da proteína. A proteína e amido presentes no endosperma do grão de sorgo estão ligadas às prolaminas (kafirinas), o que explica a menor digestibilidade relativa dos nutrientes nesse cereal, que possui 5,6% de polissacarídeos não amídicos (PNA), sendo 4,6 e 1,0% de arabinoxilanos e β glucanos, respectivamente (RODRIGUES et al., 2002).

Em média, os cultivares de sorgo apresentam 10 a 20% a menos de extrato etéreo e seu valor em energia metabolizável é apenas 5% menor que o encontrado em grãos de milho. Ambos apresentam valores semelhantes de fibra em detergente neutro, de fibra bruta, de cálcio e de fósforo. Como desvantagem, o sorgo dispõe de níveis muito baixos de pigmentos e de ácido linoleico (ROSTAGNO et al., 1986; NRC, 1994; ROSTAGNO et al., 2000; VALADARES FILHO et al. 2002).

ANTUNES et al. (2007) estudando 33 genótipos de sorgo encontraram uma composição de proteína bruta variando de 9,85% a 18,28%. Os teores de amido variaram entre 62,07% a 78,74%, enquanto o extrato etéreo variou entre 1,76% a 3,68%. A fibra bruta encontrada foi de 0,35% a 6,60% e cinzas 1,03 a 2,24%. Para fenóis totais também foram encontradas variações, entretanto apenas três genótipos apresentaram valores acima de 0,75%, o que os caracteriza como sorgos com tanino (PRICE & BUTLER, 1977).

A média de peso de 1000 grãos encontrado por ANTUNES et al. (2007) foi de 17,63g e a densidade variou de 1,40g/cm³ a 1,50g/cm³. ROSTAGNO et al. (2005), determinaram para o sorgo de baixo tanino um valor de 3.628 kcal de energia metabolizável para aves na matéria seca (3.192 kcal/kg MS).

Nos grãos de milho e sorgo, os grânulos de amido são semelhantes em tamanho, formato e composição. A maior diferença está no tipo e distribuição da proteína em volta do amido no endosperma.

A proporção entre amilose e amilopectina presente nos grãos influencia a digestibilidade, sendo diretamente proporcional ao conteúdo de amilopectina (JOBIM & REIS, 2001). Os grânulos de amido do sorgo variam de dois a 30 µm de diâmetro e se dividem em áreas organizadas compostas de amilopectina com aspecto cristalino; e ainda áreas relativamente não organizadas ricas em amilose aparentemente amorfas (ROONEY & PFLUGFELDER 1986). Desde os anos 60, várias gerações de novos híbridos com endosperma amarelo, adaptados a regiões tropicais e outras propriedades agrônômicas foram intensificadas na cultura do sorgo bem como as linhas parentais de endosperma vítreo (waxy) que aumentam o valor de digestibilidade do amido e proteína passaram a ser introduzidas em homozigose e heterozigose (BLACK, 2001).

A média dos escores de vitreosidade encontrados por ANTUNES et al., (2007), variou de 1,10 a 4,20 segundo metodologia de MAXSON et al. (1971) que toma o genótipo SC 283 como padrão de dureza. A maioria dos genótipos estudados (27) apresentou endospermas de textura média a médio-macia.

O sorgo possui baixo teor de xantofila e caroteno, responsáveis pela pigmentação amarelo-alaranjada na pele dos frangos e na gema do ovo, característica importante na preferência do consumidor, embora sem valor nutritivo (ROCHA et al., 2008).

1.4 Granulometria

A granulometria é o estudo da distribuição do tamanho das partículas de um alimento apresentado na forma farinácea (MELCION, 2000). Na prática, o termo granulometria é usado para caracterizar o tamanho dos grânulos de um produto moído, dado pelo Diâmetro Geométrico Médio (DGM), em milímetros (ZANOTTO et al., 1999).

A avaliação da granulometria dos ingredientes ocupa uma posição importante quanto ao custo final da produção e no retorno econômico da atividade avícola, uma vez que, independente da fase de criação o processo de fabricação das rações implica na moagem dos ingredientes. O tamanho e a forma das partículas irão influenciar na homogeneização (DAHLKE, 2000) e dispersibilidade dos nutrientes,

na densidade da mistura e a fluidez das rações nos sistemas automatizados, no transporte e a oferta de alimento nos comedouros (COSTA, 1998; RIBEIRO 2002).

Os moinhos utilizados na trituração de ingredientes destinados à nutrição animal são o moinho de martelo e de rolo (WALDROUP, 1997). A granulometria pode variar de muito fina a muito grossa de acordo com o diâmetro dos furos da peneira do moinho, onde são processadas (FLEMMING et al., 2002; LENTLE et al. 2006). Outros autores afirmaram que o tamanho de partículas resultante de uma moagem é influenciado também pelo tipo de grão (NIR et al., 1995), distância entre martelos, potência do moinho utilizado, da dureza dos grãos (DOBRASZCZYK et al., 2002; CARRE, 2004), umidade e teor de óleo do produto, capacidade dos equipamentos das fábricas de rações, entre outros fatores.

Os moinhos ocupam o segundo lugar no consumo de energia nas fábricas, ficando atrás apenas da peletizadora (BIAGI, 1998). A literatura mostra que é possível reduzir os custos de produção através da adequação da moagem dos ingredientes, avaliando fatores simples como os produtos que serão moídos, a faixa de variação do tamanho das partículas requerido, a capacidade de produção e a estrutura da fábrica de rações (FAVERO et al., 2009).

Segundo REECE et al. (1986), a escolha da moagem grossa em moinho de martelo pode gerar economia com energia de até 56%, e ZANOTTO et al. (1994) observaram um aumento no rendimento de moagem de 60,88% quando aumentaram a granulometria média do milho. BELLAVAR et al. (1998) mostraram que a moagem grosseira do milho reduz o consumo de energia elétrica de 61% e aumento do rendimento de 143% sem afetar a digestibilidade e desempenho em frangos de corte.

Para caracterizar a granulometria da dieta, é importante também avaliar a amplitude de dispersão do tamanho das partículas representada pelo Desvio Padrão Geométrico (DPG). Segundo NIR et al. (1995), a consideração do DPG nas avaliações de granulometria é recomendada e quanto menor o valor do DPG, melhor o desempenho dos frangos.

1.5 Granulometria da Ração para Aves

Tradicionalmente, rações preparadas para frangos têm seus ingredientes moídos e são fornecidas na forma farelada, no entanto têm surgido inúmeras pesquisas a cerca do tema granulometria na avicultura e alguns conceitos sofreram mudanças. O conhecimento dos efeitos físicos da dieta sobre as alterações anatomo-fisiológicas e do comportamento alimentar em aves auxilia na escolha do melhor tamanho de partícula e forma física da ração (FAVERO et al., 2009).

PENZ & MAGRO (1998) concluíram que o tamanho das partículas pode influenciar o consumo de alimento e a digestão dos ingredientes no trato gastrointestinal pela alteração da anatomia do aparelho digestivo e das secreções digestivas.

Nas aves os sentidos de paladar e de olfato são menos desenvolvidos que nos mamíferos (LINDENMAIKER & KARE, 1959). Segundo HILL (1971), as aves têm no bico 12 papilas gustativas rudimentares, número muito pequeno quando comparado aos mamíferos que possuem milhares na boca. No entanto GOTTSCHALDT & LAUSMANN (1974) afirmaram que a falta de habilidade destes sentidos é compensada por receptores mecânicos localizados nas mandíbulas superior e inferior e são inervados pelos troncos sensoriais do nervo trigeminal (MORAN, 1982). Estas estruturas respondem ao estímulo de contato com o alimento de forma similar aos estímulos motivados pelo paladar e olfato dos mamíferos (RIBEIRO, 2002).

Os mecano-receptores que controlam a apreensão e deglutição do alimento parecem ser os responsáveis pela capacidade de seleção e preferência destes animais e contribuem para o controle do consumo de alimento (FAVERO et al., 2009). Frangos de corte ainda jovens são capazes de identificar pequenas diferenças de tamanho entre as partículas e preferem partículas maiores (PORTELLA et al., 1988). Porém, têm dificuldade para consumir partículas que sejam de tamanhos extremos em relação às dimensões anatômicas do seu bico (MORAN, 1982).

A ração fornecida na forma farelada tem a vantagem de prevenir a seletividade (FAVERO et al., 2009), e um desequilíbrio nutricional causado pela

capacidade de seleção das aves, pois é geralmente na porção fina da ração que se encontra a maior concentração dos macro e micro-minerais (NIR et al., 1995). Porém, os frangos podem apresentar problemas de consumo pela maior presença de pó, podendo causar-lhes problemas respiratórios e incrustações do alimento no bico, aumentando o consumo de água e a perda de alimento nos bebedouros, além de possibilitar o umedecimento da cama (BRUM et al., 1998).

A moagem em ração de aves se justifica, portanto, para adequar o tamanho da partícula ao tamanho da cavidade bucal, haja vista que elas possuem um eficiente órgão triturador, a moela.

1.6 Sistema Digestório das Aves e o Efeito da Granulometria

Um melhor conhecimento da anatomia e dos fenômenos fisiológicos das aves fornece a base racional para obtenção de melhores desempenhos produtivos (FURLAN, 2000).

O desenvolvimento do trato gastrointestinal em frangos de corte inicia-se após as 18 horas de incubação enquanto os mecanismos fisiológicos de absorção só ocorrem após o 18^o dia. Apresenta-se anatomicamente completo na eclosão, mas sua capacidade de digestão e absorção ainda está imatura (MAIORKA, 2002).

As funções digestivas das aves e os órgãos que compõem o sistema digestório sofrem um processo de maturação com o decorrer da idade, à semelhança do que ocorre com o sistema termorregulador e o imunológico (PELICARPO et al., 2003), tanto no que diz respeito à produção enzimática quanto ao processo de absorção de nutrientes (LIMA et al., 2003). Isto inclui um período de adaptação entre a fase de dependência do saco vitelínico durante o período embrionário até a utilização de alimentação exógena (NOY & SKLAN, 1998). As duas primeiras semanas de vida da ave representa nada menos que 30% do tempo de vida do frango. O correto 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).

O sistema digestório consiste de bico, orofaringe, língua, esôfago, inglúvio, proventrículo, moela, duodeno, jejuno, íleo, cecos pares e cólon e reto, este último

termina na cloaca, que também serve ao sistema urogenital. As aves não possuem palato mole nem uma constrição nítida separando a boca da faringe. Portanto, orofaringe indica a cavidade combinada que se estende do bico ao esôfago (DYCE, 1997).

O aparelho digestivo apresenta características estruturais que possibilitam a apreensão, deglutição, passagem e alterações físicoquímicas do alimento, absorção dos produtos oriundos da digesta (obtenção adequada de energia e nutrientes como a água, sais minerais, lipídios, carboidratos, vitaminas e proteínas) e a excreção (expulsão de resíduos metabólicos) (BOARO, 2009).

Nos primeiros dias de vida, o peso do proventrículo, moela e intestino delgado aumentam mais rapidamente em relação ao peso dos demais órgãos essenciais como coração e pulmão e outros tecidos (NITSAN et al., 1991); e sofre mudanças à medida que o pintinho cresce. Em frangos, o tamanho máximo relativo dos órgãos digestivos ocorre de 3 a 7 dias de idade (DROR et al., 1977; NILIPOUR, 1994).

A língua é uma estrutura triangular formada por músculos estriados, revestida por epitélio estratificado pavimentoso, o qual é contínuo com a mucosa que reveste a cavidade bucal (BOARO, 2009). O esôfago está localizado entre a traquéia e os músculos cervicais, possui glândulas mucosas que têm a função de lubrificar o alimento e apresenta grande capacidade de distensão. Tem por função conduzir o bolo alimentar da orofaringe para o ingluvío ou papo (PENZ & MAGRO, 1998).

O papo tem função de armazenagem e amolecimento do bolo alimentar, nele ocorre crescimento microbiano considerável, principalmente *Lactobacillus spp*, que pode contribuir para a digestão dos alimentos (CHAMP et al, 1983) além de produzir um efeito bacteriostático ou bactericida (MEAD, 1997). Quando o papo está cheio, ocorre um processo inibitório de consumo de alimento, que faz com que as aves parem de alimentar (PENZ E MAGRO, 1998). O proventrículo (ou estômago glandular) é formado por glândulas tubulares simples secretoras de muco e glândulas multilobulares constituídas de células oxintopepticas, secretoras de pepsinogênio (precursor ativo de pepsina) e ácido clorídrico (ITO, 1997).

A moela (estômago muscular ou ventrículo) apresenta dois pares de músculos circulares altamente desenvolvidos, que em frangos são denominados músculos intermediários e laterais. Com o aumento da atividade mecânica, esses

músculos sofrem hipertrofia e aumento da massa muscular, cujas contrações rítmicas e fortes são responsáveis pela trituração do alimento ingerido (RIBEIRO et al., 2002; BUENO, 2006). Outra função da moela é misturar o alimento ao suco gástrico e é onde ocorre parte da digestão ácida. É um órgão muito innervado e possui uma camada interna com submucosa firme. Tem um revestimento resistente e abrasivo (koilin), que tem a função de proteger a mucosa contra eventuais danos provocados pela pressão dos grãos e alimentos, quando da contração, e contra o efeito corrosivo das enzimas e dos ácidos (PENZ & MAGRO, 1998).

Por ser um órgão muscular sua tonicidade e conformação pode ser alterada pelo exercício, e influenciada pelo tamanho das partículas da dieta. Segundo PENZ & MAGRO (1998) quando um alimento finamente moído é oferecido às aves que não têm acesso a pedriscos, a moela torna-se flácida e pouco ativa no processo de moagem e mistura do alimento com o suco digestivo.

NIR et al. (1994 c) observaram que o peso da moela de frangos alimentados com grãos finamente moídos foi menor em relação aos alimentados com partículas maiores, e que este fenômeno influenciou no desempenho das aves. Esses autores também atribuíram à diminuição da digestibilidade dos nutrientes quando foram empregadas partículas finas, por causar atrofia da moela e discreta hipertrofia do intestino, eventualmente causada por fermentação bacteriana. DAHLKE et al. (2003) verificaram que o peso da moela aumenta linearmente com o aumento do tamanho de partículas, tanto em dietas trituradas quanto em dietas peletizadas.

TURK (1982) relatou que o tamanho da partícula é o regulador da passagem da digesta pela região pilórica, ou seja, o bolo alimentar permanecerá na moela até ser suficientemente reduzido a um tamanho entre 15 a 40 μm . ZANOTTO & BELLAVAR (1996) sugeriram que a velocidade de passagem de partículas grandes pela moela é mais lenta que a de partículas pequenas. Estes autores verificaram que frangos entre um e 21 dias de idade, recebendo dietas a base de milho com diâmetros geométricos médios de 0,716 mm e de 1,196 mm, tiveram pior desempenho consumindo a dieta de maior granulometria. Eles consideraram que isso pode ter ocorrido pelo fato das partículas grandes proporcionarem velocidade de passagem da moela para o intestino tão lenta que chegou a comprometer o desempenho dos animais.

O fígado e o pâncreas constituem glândulas anexas ao aparelho digestório e suas secreções são conduzidas para o duodeno (GOMES et al., 2001). O fígado tem várias funções, como: estocagem de carboidratos, gorduras e vitaminas. No embrião e feto, ele produz células sanguíneas. No adulto, ele remove da corrente sanguínea as células vermelhas “velhas”, libera substâncias necessárias à coagulação do sangue e pode remover substâncias tóxicas do sangue. Sua função relacionada à digestão, entretanto, é a secreção de bile (TAVERNARI & MENDES, 2009). O fígado produz sais biliares (ou suco biliar) que emulsificam gorduras fazendo com que as mesmas possam sofrer ação de enzimas. Contudo, as principais funções do fígado se caracterizam pelo metabolismo dos lipídios. Consiste em degradar os ácidos graxos para serem utilizados como fonte de energia; sintetizar triacilgliceróis a partir dos carboidratos e proteínas além de sintetizar outros lipídios a partir dos ácidos graxos, particularmente colesterol e fosfolipídios (DIAS, 2004).

O pâncreas é responsável por grande parte da função digestiva, ele produz as enzimas tripsina, quimiotripsina, amilase e lipase que desembocam no intestino delgado (BOARO, 2009).

Os intestinos ocupam a porção caudal da cavidade corporal e é a porção mais longa do sistema digestório responsável pela digestão final do alimento e absorção dos nutrientes. O intestino delgado é constituído por três porções: duodeno, jejuno e íleo, que possuem estruturas histológicas características (PIRLOT, 1976). É responsável pelo processo de digestão e absorção dos nutrientes contidos nos alimentos, portanto a integridade das células que compõem a mucosa intestinal é de fundamental importância para a nutrição do animal (CASTRO, 2005).

O duodeno consiste numa alça intestinal localizada logo após o proventrículo, é constituído de uma porção proximal, em forma de “U” e uma distal ascendente, e entre essas duas porções encontra-se o pâncreas. As secreções provenientes do fígado e do pâncreas chegam à parte proximal do duodeno por antiperistalse (MORAN, 1982). O jejuno é a porção mais longa do intestino delgado e encontra-se disposto em várias alças. O íleo localiza-se continuamente ao jejuno, sendo delimitado posteriormente, pelo ponto de ligação cecos-cólico ao intestino (BOLELI et al., 2002). É importante lembrar ainda que a luz intestinal tem função como barreira contra agentes patógenos, o que previne contra enfermidades entéricas.

O intestino grosso é relativamente curto sua principal função é estocar material para ser excretado e reabsorver água. Na espécie *Gallus domesticus*, existem dois cecos que tem como função permitir a digestão de carboidratos estruturais, através da fermentação microbiana (BOARO, 2009). O cólon/reto que é um tubo curto e estreito que se estende da junção íleo-ceco-cólica até a cloaca. A cloaca é um segmento comum aos sistemas digestivo, urinário e reprodutivo (MORAN, 1982).

A parede do lúmen intestinal é revestida de uma densa camada de vilos composta de enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas. Os enterócitos são células responsáveis pela absorção dos nutrientes. As células caliciformes produzem a mucina, que associada ao glicocalix das microvilosidades criam uma camada viscoelástica na parede intestinal restringindo a difusão de compostos de peso molecular elevado. O objetivo principal desta mucina é aproximar os nutrientes da superfície de absorção e proteger as enzimas associadas a mucosa da degradação pelas enzimas pancreáticas do lúmen (BOARO, 2009).

Por muito tempo acreditou-se que proliferação, diferenciação e maturação celular no intestino de aves seguiam os mesmos padrões encontrados nos mamíferos, ou seja, a proliferação celular encontrava-se restrita a zona da cripta (ALVARENGA et al., 2004). Entretanto, o desenvolvimento da mucosa intestinal em aves é decorrente de dois eventos citológicos primários associados: renovação celular (proliferação e diferenciação), resultante das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes localizadas na cripta e ao longo dos vilos; e a perda de células por descamação (extrusão), que ocorre naturalmente no ápice dos vilos. O equilíbrio entre esses dois processos é determinado por uma taxa de renovação constante denominado "turnover" (UNI et al., 1998; UNI et al., 2000).

Em frango de corte, a mucosa do trato gastrointestinal apresenta uma característica única, é a que tem a mais alta taxa de renovação de todos os tecidos do corpo (PIRES, 2008). As divisões mitóticas nas criptas respondem por 55% da proliferação celular no intestino, a região média das vilosidades por 32% e a região apical por 8% (APPLEGATE et al., 1999).

O número de vilos é reduzido por volta dos 10 dias de idade, independente da linhagem. O fato não implica em menor capacidade absorptiva, e sim em maior

desenvolvimento do vilão. Assim, o número de vilos/área é reduzido em função da idade, sendo observada uma redução maior no frango de corte em relação à poedeira (YAMAUCHI & ISHIKI, 1991).

De acordo com MACARI (1999), o número e tamanho das vilosidades, em cada segmento do intestino delgado, conferem a eles características próprias. Na presença de nutrientes a capacidade absorptiva do segmento (área de superfície disponível para a absorção) será diretamente proporcional ao número de vilosidades ali presentes e ao tamanho dos vilos. Outro fator muito relevante para a absorção dos nutrientes na membrana luminal é a quantidade de microvilos existentes nos vilos. O número de microvilos atua como um amplificador de área para a absorção dos nutrientes (BOARO, 2009).

Em contrapartida, ROBERT (1996) afirmou que o tipo de alimentação determina variações na morfologia intestinal. KLASING (1998) também relatou que as características físicas e químicas das dietas modificam a integridade das células epiteliais da mucosa do trato digestório.

Segundo NABUURS (1995), a relação desejável entre vilosidades e criptas intestinais é quando as vilosidades se apresentam altas e as criptas rasas. Aves que possuem vilosidades mais altas apresentarão melhor absorção de nutrientes (CUNNINGHAM, 2004). DAHLKE et al. (2003) observaram que dietas peletizadas aumentam o número de vilosidades do duodeno e que o aumento no tamanho da partícula promove aumento na profundidade das criptas e altura dos vilos.

É comum associar que quanto mais moída for uma ração, melhor será o aproveitamento dos nutrientes devido a maior superfície de contato com os sucos digestivos, favorecendo a digestão e a absorção. No entanto, os estudos sobre granulometria para aves têm mostrado que ocorre o contrário. MACARI et al. (2002) observaram que o tamanho das partículas do alimento e sua forma influenciam a velocidade de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal. O emprego de dietas grosseiras (NIR et al., 1995) e/ou a inclusão de grãos inteiros (HETLAND et al., 2002) pode estar relacionada com a melhora na eficiência da utilização dos nutrientes e aumento dos movimentos peristálticos.

Com estas premissas, pode-se inferir que a utilização de grãos inteiros e partículas grosseiras na ração podem melhorar as taxas da ingestão, digestão e

absorção e diminuir a excreção de nutrientes diminuindo o impacto ambiental. Igualmente, pode refletir no desempenho animal e na estrutura morfológica e fisiologia do aparelho digestivo (NIR, 1998).

1.7 Carne de Frango e Efeito do Sorgo

A carne de frango é considerada como alimento saudável, contém proteínas de alto valor biológico, rica em aminoácidos indispensáveis, baixa taxa de colesterol quando consumida sem pele, rica em ferro hemínico que é a forma do ferro mais bem assimilada pelo organismo e é considerada fonte importante de vitaminas do grupo B, principalmente, B2 e B12 (VENTURINI, 2007). Um aspecto de destaque na carne de frango é a sua baixa quantidade de gordura entre as fibras musculares. Entretanto, outras partes da carcaça ainda apresentam considerável adiposidade, principalmente nos tecidos adiposos subcutâneo, abdominal e visceral (DIAS, 2004).

A porcentagem de gordura abdominal é bom estimador da porcentagem de gordura na carcaça devido á alta correlação existente entre elas ($r = 0,75$). A gordura abdominal representa cerca de 22% da gordura total em machos e fêmeas, sendo que as fêmeas apresentam maiores porcentagens de gordura que os machos (BECKER et al, 1981).

O rendimento de carcaça é a relação entre as partes comestíveis e as não-comestíveis e as perdas (RIBEIRO, 1992). Entre estas perdas destaca-se a gordura abdominal que demanda um grande gasto de energia para deposição na carcaça e quanto mais presente no frango de corte maior será o desperdício energético.

Outro ponto importante a se considerar é que a fração gordurosa da carne de frango apresenta teor elevado de ácidos graxos saturados e baixa quantidade de ácidos graxos poli-insaturados, o que é constantemente associado ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Fat..., 1997). Por estes e outros motivos, nos últimos anos uma nova tendência tem sido observada na área de melhoramento genético na avicultura. Os melhoristas têm se dedicado no desenvolvimento de técnicas para produzir aves com menos tecido adiposo e maior rendimento muscular ao invés de boa conversão alimentar e maior peso aos 42 dias (TESSERAUD et al. 1996 citado por DIAS, 2004). No entanto discute-se que sem a

presença de gordura a carne poderia perder suas características que conferem o sabor característico, uma vez que são os ácidos graxos os grandes responsáveis em atribuir sabor às carnes.

A gordura tem papel significativo na suculência da carne, que devido à distribuição uniforme de lipídios no músculo não somente favorece a palatabilidade da carne, como também funciona como uma barreira contra a perda de suco muscular durante o cozimento, apresentando-se a carne nessas condições mais suculenta e com menor quebra de peso (ROÇA, 2000).

Muitos trabalhos avaliaram o efeito da substituição total ou parcial do milho pelo sorgo em dietas de frangos de corte sobre os índices produtivos, porém pouco se sabe sobre sua relação com a qualidade da carne. Segundo ROSTAGNO (1977) os frangos de corte atingem uma menor eficiência de utilização da energia metabolizável quando ingerem ração formulada com níveis de sorgo acima de 50% e como consequência, dietas com níveis de sorgo acima deste valor são responsáveis pela produção de carcaças com menor teor de gordura. GARCIA et al. (2005 b) ao estudarem o efeito da substituição de milho por sorgo baixo tanino sobre a qualidade e a coloração da carne, observaram que a completa substituição não alterou a qualidade e a aceitação da mesma.

A coloração da carne é variável de linhagem para linhagem e também está relacionada com a atividade física do animal. O componente que confere cor a carne é a mioglobina. Quanto maior a atividade muscular do animal, maior o teor de mioglobina e mais escura é a carne. Outros fatores que interferem na coloração da carne são a idade, sexo, habitat do animal e alimentação (VENTURINI, 2007).

De acordo com BRESSAN (1998) os fatores mais preocupantes ao substituir o milho pelo sorgo, são a variação na maciez após o cozimento e a variação na cor da carne crua. No entanto, este efeito pode ser minimizado com a inclusão de pigmentantes naturais e/ou sintéticos na dieta.

2. OBJETIVOS

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar os efeitos do sorgo grão inteiro livre de tanino sobre a biometria dos órgãos, histomorfometria intestinal e área de absorção da mucosa intestinal em frangos de corte aos sete e aos 42 dias de idade e sobre o rendimento de cortes, rendimento de carcaça e composição de carcaça aos 42 dias de idade.

CAPÍTULO 2 - SORGO GRÃO INTEIRO NA RAÇÃO PREINICIAL DE PINTINHOS DE CORTE E OS EFEITOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO CORPORAL E DO TUBO GASTRINTESTINAL

RESUMO - Objetivou-se avaliar o desenvolvimento corporal e do trato gastrointestinal em pintinhos de corte aos sete dias alimentados com dietas a base de sorgo grão inteiro em substituição ao milho. Foi realizado um experimento em delineamento inteiramente casualizado com 50 pintinhos de um dia, machos da linhagem Cobb Avian 48. As aves foram divididas em cinco tratamentos: 100% milho moído (Mm); 50% milho moído e 50% sorgo moído (MSm); 100% sorgo inteiro (Si); 100% sorgo moído (Sm); 50% sorgo moído e 50% sorgo inteiro (Smi). Quatro aves de cada tratamento foram submetidas à eutanásia e tiveram o peso vivo, peso relativo da moela, peso e comprimento relativos do duodeno, jejuno e íleo determinados. Características das vilosidades e a área de superfície de absorção da mucosa intestinal foram avaliadas. O peso vivo e relativo da moela foi maior com a utilização do sorgo grão inteiro enquanto o peso do duodeno foi maior com o tratamento sorgo moído e inteiro. O peso relativo do jejuno e íleo não foram influenciados assim como o comprimento relativo do intestino delgado e seus segmentos. As diferentes rações não influenciaram na mucosa intestinal e área de absorção, com exceção do duodeno que teve uma distância entre vilos menor com o sorgo inteiro e profundidade de cripta maior com o tratamento sorgo moído e inteiro (Smi). O sorgo grão inteiro na ração de pintinhos de corte até os sete dias de idade proporciona maior peso vivo, peso da moela e duodeno o que permite indicar este grão sem moer nas rações pré-iniciais de frangos de corte.

Palavras-chave: alimento alternativo, frango de corte, granulometria, nutrição, vilosidade intestinal

2.1 INTRODUÇÃO

O sistema digestório das aves está anatomicamente completo no momento da eclosão, mas sua capacidade de digestão e absorção ainda está imatura. Nesta fase, o organismo das aves sofre uma transição metabólica e fisiológica em função da troca da utilização dos nutrientes do saco vitelínico, onde utilizam suas limitadas reservas corporais e, do início da alimentação exógena, quando finalmente desenvolve a capacidade de digerir alimentos e absorver nutrientes da dieta. Esta maturação do trato gastrintestinal se dá com o aumento no comprimento do intestino, na altura e densidade dos vilos e, principalmente no aumento do proventrículo e da moela (MAIORKA, 2002; UNI & FERKET, 2004). Em se tratando do frango de corte moderno, os sete primeiros dias correspondem a 20% do ciclo de vida do lote, e é neste período que ocorre a maior taxa de crescimento do trato gastrintestinal.

A nutrição na fase inicial dos pintinhos tem forte correlação entre o peso dos animais ao abate (CAMPOS et al., 2006). Neste sentido, busca-se uma combinação de alimentos que forneçam os nutrientes necessários, uma forma física da ração que contribua para estimular o rápido desenvolvimento do tubo gastrintestinal e a maximização da capacidade de digestibilidade dos alimentos.

Nas condições brasileiras, o sorgo grão é considerado como boa alternativa na alimentação animal em razão do aumento da disponibilidade do grão no mercado nacional, ao menor custo e à composição nutricional semelhante a do milho grão. Em termos de economia, o custo de produção do sorgo é, em média, 20% menor do que o do milho, e o seu valor biológico alcança pelo menos 95% do desse grão (GARCIA et al., 2005 b).

O uso de grãos de sorgo inteiro nas rações de frangos de corte pode gerar grande economia nas fábricas de rações visto que a moagem dos grãos representa parte do custo de produção. Neste sentido, objetivou-se investigar os efeitos do sorgo grão inteiro sem tanino sobre o desenvolvimento do intestino, moela e peso vivo de pintinhos até sete dias de idade.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Localização e época de realização

A criação das aves foi realizada na Fazenda Experimental do Glória da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia – MG. Foi conduzido no primeiro semestre de 2011 de acordo com as normas éticas e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA-UFU sob protocolo de pesquisa número 025/11 (anexo 1).

2.2.2 Aves e instalações

O galpão experimental utilizado foi devidamente equipado com telas de proteção e cortina em todo o perímetro externo, além de ventiladores, aspersores e aquecedores a gás tipo campânula para evitar o estresse térmico das aves. Ao longo do corredor central, foram montadas cinco gaiolas suspensas de arame galvanizado, medindo 50x50x50cm, equipadas com bebedouro e comedouro internos tipo calha e forradas com cama de casca de arroz.

Foram alojados 50 pintinhos de um dia, machos com peso médio inicial de 43 gramas, da linhagem Cobb *Avian* 48. Cada gaiola constituiu de um tratamento e alojou dez pintinhos de um a sete dias de idade. No sétimo dia, quatro aves de cada gaiola foram tomadas aleatoriamente para posterior avaliação dos órgãos.

2.2.3 Delineamento e tratamentos experimentais

O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições onde cada animal foi considerado uma repetição, o que resultou num total de 20 aves utilizadas para análises. Os tratamentos durante a criação dos pintinhos foram assim distribuídos: 100% milho grão moído (Mm); 50% milho grão moído e 50% sorgo grão moído (MSm); 100% sorgo grão inteiro (Si); 100% sorgo grão moído (Sm) e; 50% sorgo grão moído e 50% sorgo grão inteiro (Smi).

As rações foram formuladas e elaboradas a base de milho e/ou sorgo sem tanino, farelo de soja, óleo, fosfato bicálcico, calcário, sal comum, complexo vitamínico e microminerais e aditivos. Os níveis nutricionais utilizados e o nível energético médio foram baseados nas recomendações de ROSTAGNO et al. (2005). As rações eram isoenergéticas e isonutrientes calculadas de acordo com os níveis nutricionais dos alimentos, obtidos por análises bromatológicas realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária da UFU – LANRA - (Tabela 1).

2.2.4 Manejo das aves

As aves receberam ração e água potável *ad libitum* durante todo o período de criação. Diariamente a água dos bebedouros foi trocada e os mesmos higienizados e os comedouros foram limpos mediante a retirada de resíduos de cama e de outras sujidades. As aves foram aquecidas por campânulas de infravermelho a 32°C nos dois primeiros dias sendo reduzido um grau a cada dois dias, de forma que no sétimo as campânulas não foram mais utilizadas. O programa de luz adotado na granja foi correspondente a 22 horas de luz e 2 horas de escuro.

2.2.5 Condução do experimento

Aos sete dias de idade as aves foram submetidas à restrição alimentar (sem restrição hídrica). Foram retiradas aleatoriamente quatro aves de cada gaiola, colocadas em caixas especiais para transporte e levadas até o laboratório LANRA – UFU - para serem submetidas à eutanásia por deslocamento cervical e posterior coleta dos órgãos. Os demais pintinhos continuaram sendo criados na estação experimental até a idade de abate comercial.

Tabela 1- Composição das rações experimentais a base de milho grão moído (Mm), sorgo grão (Si, Sm e Smi) e a base de milho e sorgo moídos (MSm) para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade.

Ingredientes	Quantidade (Kg)			
	Si*, Sm*, Smi*	Mm*	MSm*	
Sorgo 8,8% PB	56,648	0,000	28,324	
Milho grão 8,25% PB	0,000	58,775	29,387	
Soja farelo 46,5% PB	35,107	35,592	35,345	
Óleo de soja	3,724	1,282	2,503	
Fosfato bicálcico	1,963	1,849	1,906	
Calcário	0,855	0,914	0,889	
Sal comum	0,464	0,449	0,456	
L-Lisina HCL	0,441	0,397	0,419	
DL-Metionina	0,418	0,376	0,397	
L-Treonina	0,182	0,167	0,175	
PX INI FC SAA – MC**	0,200	0,200	0,200	
TOTAL	100	100	100	
Composição nutricional calculada	Unidade			
Proteína Bruta	%	22,110	22,110	22,110
Cálcio	%	0,950	0,950	0,950
Fósforo disponível	%	0,471	0,471	0,471
Potássio	%	0,827	0,831	0,829
Sódio	%	0,220	0,220	0,220
Cloro	%	0,286	0,315	0,300
Ácido linoleico	%	2,915	1,393	2,154
Lisina digestível	%	1,363	1,363	1,363
Metionina digestível	%	0,699	0,676	0,688
Metionina+cistina digestível	%	0,968	0,968	0,968
Treonina digestível	%	0,886	0,886	0,886
Triptofano digestível	%	0,248	0,241	0,244
Arginina digestível	%	1,343	1,379	1,361
Energia metabolizável aparente	Mcal/Kg	2,9500	2,9500	2,9500

*Tratamentos experimentais: 100% milho moído (Mm); 50% milho moído e 50% sorgo moído (MSm); 100% sorgo inteiro (Si); 100% sorgo moído (Sm); 50% sorgo moído e 50% sorgo inteiro (Smi).

**MC-Mix Frango Inicial SAA 2Kg (@M-Cassab Comércio e Indústria Ltda) – Composição por quilo de ração – Vit-A 11.000UI; D3 2.000UI; E 16 mg; Ácido Fólico 400 µg; Pantotenato de cálcio 10 mg; Biotina 60 µg; Niacina 35 mg; Piridoxina 2 mg; Riboflavina 4,5 mg; Tiamina 1,2 mg; B12 16 µg; K 1,5 mg; Se 250 µg; Colina 249 mg; Metionina 1,6 g; Cu 9 mg; Zn 60 mg; I 1 mg; Fe 30 mg; Mn 60 mg; Promotor 384 mg; Coccidiostático 375 mg; Antioxidante 120 mg

2.2.5.1 Coleta dos órgãos

As 20 aves submetidas à eutanásia foram pesadas em balança semi-analítica Marte BL3200H com precisão de 0,01 gramas. Com tesoura cirúrgica foi feito em cada ave uma abertura por incisão longitudinal no osso esterno, e posterior exposição dos órgãos, sendo retirado todo o tubo gástrico intestinal.

O peso da moela foi registrado na mesma balança após ser aberta por incisão longitudinal e retirada do conteúdo alimentar. O comprimento do intestino delgado íntegro foi determinado por fita métrica com escala de 0,1cm considerando o início do duodeno até a junção íleo-cecal. No intestino delgado foi feita a separação entre as regiões duodeno, jejuno e íleo conforme mudança visual do órgão, que o caracteriza. Os três segmentos foram pesados e medidos seguindo o mesmo protocolo para o intestino completo.

Foram estudadas as seguintes variáveis: peso vivo; peso relativo da moela; comprimento e peso relativo do duodeno, jejuno, íleo e; comprimento relativo do intestino delgado íntegro.

Os resultados dos parâmetros mensurados foram expressos em: gramas para o peso vivo; gramas por 100 gramas de peso vivo (g/100g) para peso relativo dos órgãos; e centímetros por 100 gramas de peso vivo (cm/100g) para comprimento relativo do intestino.

Cálculo das variáveis:

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

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

2.2.5.2 Coleta de tecidos e fixação

De cada ave, foi coletado na porção mediana do duodeno, jejuno e íleo, um fragmento de aproximadamente três centímetros de comprimento. Cada fragmento foi colocado em um pote (50ml) com tampa rosqueada devidamente identificado contendo solução aquosa a 10% de formol para fixação. A fixação evita a autólise celular, impede a proliferação de microrganismos e endurece o tecido para resistir aos processos posteriores.

Após 72 horas, os potes foram enviados para o Laboratório de Histologia da UFU, onde deu-se início ao preparo do material para os estudos histológicos. De cada fragmento, foram coletados três anéis semi-seriados de 0,5 centímetros de comprimento e colocados em um só cassete histológico devidamente identificado e acondicionado em solução de álcool etílico a 70% em água destilada.

Para o processo de desidratação dos tecidos, nos cassetes histológicos contendo o conjunto de três anéis, seguiu-se uma sequência de imersões intervaladas de 30 minutos cada, em álcool etílico a concentrações crescentes de 85 e 95%, e três baterias de álcool etílico PA (100%). Procedeu-se à clarificação em três passagens de xilol PA (100%) sendo 30 minutos por etapa. Logo após os cassetes foram imersos em três cubas de parafina histológica fundida entre 56 a 58°C, por 30 minutos por seção. Na inclusão em parafina, cada conjunto de três fragmentos dos cassetes foi colocado em uma mesma fôrma metálica a temperatura ambiente, resultando em blocos de parafina contendo três anéis do mesmo tecido. O objetivo foi obter tecidos não sequenciais e uma maior área exposta para análise.

Os blocos de parafina foram processados no micrótomo, onde foram feitos cortes com espessura aproximada de cinco micrômetros (5 μ m) e em seguida foram montadas duas lâminas de cada bloco. Em cada lâmina foi colocado três fitas de parafina, o que resultou em 18 fragmentos de tecido de cada amostra. As lâminas foram coradas em hematoxilina de Harris e eosina.

As imagens dos cortes histológicos foram captadas em aumento de duas vezes para o duodeno, jejuno e íleo em microscópio Olympus Triocular BH2 acoplado a câmera JVC TK- 1085U, ligada a um computador PC através de placa digitalizadora Data Translation 3153. Para a mensuração da altura das vilosidades foi utilizado o programa HL Image 97 (Western Vision Softwares).

Foram mensuradas aleatoriamente de cada amostra 30 medidas obtendo-se as seguintes variáveis:

- Altura média de vilos;
- Distância média entre a base dos vilos;
- Largura média de vilos (largura da base, meio e ápice dos vilos sendo calculada a largura média);
- Profundidade média de cripta e;

- A área de absorção determinada pela quantidade de vezes em que a superfície da mucosa intestinal é aumentada, foi calculada seguindo o método proposto por KISIELINSKI et al. (2002):

$$\text{- Área de absorção} = \frac{(\text{largura} \times \text{altura}) + \frac{(\text{largura} + \text{distância})^2}{2} - \frac{(\text{largura})^2}{2}}{\frac{(\text{largura} + \text{distância})^2}{2}}$$

2.2.6 Análise estatística

Os dados das variáveis estudadas 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-se o procedimento GLM do programa SAS (Statistical Analysis System), versão 9.2. (SAS, 2008).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de peso vivo e peso relativo da moela, duodeno, jejuno e íleo estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2- Peso vivo e peso relativo da moela, duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte machos aos 7 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão e sorgo grão.

Tratamento*	Peso Vivo (g)	Moela (g/100g)	Duodeno (g/100g)	Jejuno (g/100g)	Íleo (g/100g)
Mm	148,031 b	4,830 ab	1,580 ab	2,560	1,745
Msm	165,135 ab	4,485 b	1,448 b	2,473	1,723
Si	168,883 a	5,267 a	1,858 ab	2,825	1,975
Sm	150,937 ab	4,595 b	1,698 ab	2,620	1,810
Smi	151,604 ab	5,302 a	1,908 a	2,445	1,870
CV (%)	5,26	4,72	11,66	13,88	12,38
P valor	0,0079	0,0005	0,0269	0,596	0,534

*Tratamentos experimentais: 100% milho moído (Mm); 50% milho moído e 50% sorgo moído (Msm); 100% sorgo inteiro (Si); 100% sorgo moído (Sm); 50% sorgo moído e 50% sorgo inteiro (Smi). Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância ($P < 0,05$).

O peso vivo dos pintinhos alimentados com dieta à base de sorgo inteiro (Si) foi maior ($P < 0,05$) em relação aos que foram alimentados com milho grão moído (Mm) (Tabela 2). Por outro lado, aqueles que receberam os demais tratamentos Msm, Sm ou Smi, não apresentaram diferenças estatísticas quanto ao peso vivo quando comparados com os tratamentos milho moído (Mm) ou sorgo inteiro (Si).

Este resultado favorável ao sorgo grão inteiro, estão alinhados com SCHIFFMAN (1968) que concluiu que os frangos de corte têm preferência por partículas de maior tamanho e por PORTELLA et al. (1988) que observaram que esta preferência é independente da idade. Também corroboram com este achado os trabalhos de NIR et al. (1994 c) que concluíram que dietas com partículas mais grosseiras apresentam uma taxa de passagem mais lenta pelo tubo gastrintestinal, aumentando o tempo de exposição às enzimas digestivas; proporcionam um menor gasto energético para a apreensão e deglutição da ração e ainda; melhoram a utilização de energia e digestibilidade dos nutrientes. Com isso, há uma maior retenção de energia metabolizável aparente mobilizando assim, o menor gasto energético de manutenção para a produção (MAIORKA, 1998).

CARRE (2004) observou que independente da melhor taxa de crescimento, o consumo de ração se mostra o mesmo entre as rações grosseiras e aquelas finamente moídas. Todavia, NIR et al. (1994 a) comparando dietas de granulometria fina e grossa não observaram no período de 1 a 7 dias diferenças no desempenho mas, houve diferenças no período de 7 a 21 dias.

O peso relativo da moela apresentou maior valor ($P < 0,05$) nas aves que receberam ração com grão de sorgo inteiro (tratamentos Si e Smi), em relação aos que receberam grãos de sorgo moídos (MSm e Sm). No entanto, os animais que receberam na ração o milho moído apresentaram resultados estatísticos semelhantes aos demais.

Estes resultados reforçam a teoria de que partículas maiores levam a um aumento na musculatura da moela, devido ao maior trabalho para reduzir o tamanho das partículas. NIR et al. (1994 c) e MAI (2007) mostraram que as partículas grosseiras, assim como o grão de sorgo inteiro, podem diminuir a taxa de passagem pela moela, recebendo assim maior quantidade de ácido clorídrico ocasionando uma maior taxa de digestão dos nutrientes. O baixo pH da moela pode aumentar a atividade de pepsina e melhorar a digestão de proteína (GABRIEL et al., 2003).

Da mesma forma, CUMMING (1994) concluiu que dietas com partículas finamente moídas podem inibir as contrações do trato gastrointestinal e os animais apresentarem moelas atrofiadas e menos desenvolvidas. Os resultados do presente estudo podem ainda ser confirmados por NIR et al. (1994 b) e NIR et al. (1995) ao constatarem um aumento de 26 e 41% no peso da moela em pintinhos aos sete dias de idade alimentados com dietas contendo partículas médias e grosseiras respectivamente.

O peso relativo do duodeno foi maior ($P < 0,05$) para as aves que receberam ração com metade sorgo grão moído e metade inteiro (Smi), e pesos relativos menores ($P < 0,05$) para as aves que receberam ração com milho e sorgo moídos (MSm). Os tratamentos milho moído (Mm), sorgo inteiro (Si) e sorgo moído (Sm) apresentaram resultados de médias estatisticamente iguais ($P > 0,05$) aos demais tratamentos. As variáveis peso relativo dos seguimentos jejuno e íleo não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos tratamentos.

SANTOS et al. (2006) avaliando três níveis de inclusão de sorgo (0, 50 e 100%) em rações para frangos de corte não encontraram diferenças para os pesos médios de duodeno, jejuno, íleo e ceco aos 21 dias de idade. Estes autores sugerem ainda que o peso intestinal pode estar correlacionado com o número e altura de vilosidades. Porém, NIR et al. (1994 b) verificaram que aos 7 e 21 dias de idade dietas com partículas mais finas de milho aumentaram o peso e o conteúdo do duodeno, porém não foi observado diferença no jejuno + íleo.

Os resultados do comprimento relativo do intestino delgado íntegro e comprimentos relativos dos diferentes segmentos do intestino delgado estão na Tabela 3. Não houve diferença estatística entre as dietas a base de sorgo moído, sorgo inteiro, milho moído ou a combinação destes ($p < 0,05$) para o intestino delgado ou seus segmentos em frangos de corte aos sete dias de idade.

Tabela 3- Comprimento relativo do intestino delgado íntegro, duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte machos aos sete dias de idade alimentados com ração à base de milho grão e sorgo grão.

Tratamento*	Intestino Delgado (cm/100g)	Duodeno (cm/100g)	Jejuno (cm/100g)	Íleo (cm/100g)
Mm	44,914	9,604	20,383	14,868
Msm	40,044	9,336	18,088	13,160
Si	41,232	9,612	18,419	14,033
Sm	45,599	9,753	18,612	16,420
Smi	45,718	10,299	21,672	14,765
CV (%)	12,49	11,40	13,72	18,98
P valor	0,4562	0,7955	0,3053	0,5736

*Tratamentos experimentais: 100% milho moído (Mm); 50% milho moído e 50% sorgo moído (Msm); 100% sorgo inteiro (Si); 100% sorgo moído (Sm); 50% sorgo moído e 50% sorgo inteiro (Smi).
Teste de Tukey a 5% de significância ($P < 0,05$).

Estes resultados coincidem com FERNANDES et al. (2008) ao avaliarem o desenvolvimento do tubo gástrico intestinal em frangos de corte com os tratamentos milho moído; milho quebrado; sorgo moído; sorgo moído (50%) sorgo inteiro (50%) e; sorgo inteiro; embora estes autores tenham observado que o intestino delgado foi mais pesado no tratamento com sorgo inteiro. Da mesma forma, GARCIA et al. (2005 a) que avaliaram dietas com milho, sorgo com alto tanino e baixo para frangos com diferentes idades não observaram efeito sobre o comprimento do duodeno, jejuno, íleo, ceco e comprimento total em nenhum período avaliado.

Os resultados das variáveis altura e largura das vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de absorção do duodeno de frangos de corte aos sete dias de idade estão apresentadas na Tabela 4. Os tipos de ração dos diferentes tratamentos não influenciaram ($P>0,05$) nas características altura e largura das vilosidades e nem na área de absorção no duodeno.

Tabela 4- Altura e largura de vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do duodeno de frangos de corte machos aos sete dias de idade alimentados com ração à base de milho grão e sorgo grão.

Tratamento*	Altura (μm)	Largura (μm)	Distância (μm)	Cripta (μm)	Área de absorção
Mm	998,691	144,658	77,038 ab	76,474 b	12,338
Msm	944,030	117,137	69,075 ab	89,158 b	13,424
Si	1102,874	126,322	66,689 b	87,773 b	15,558
Sm	1014,603	152,318	82,929 a	87,244 b	11,890
Smi	940,769	139,146	72,479 ab	107,094 a	12,399
CV (%)	10,50	15,44	9,56	6,13	14,13
P valor	0,2340	0,1880	0,0401	0,0002	0,0934

*Tratamentos experimentais: 100% milho moído (Mm); 50% milho moído e 50% sorgo moído (Msm); 100% sorgo inteiro (Si); 100% sorgo moído (Sm); 50% sorgo moído e 50% sorgo inteiro (Smi). Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância ($P<0,05$).

A distância entre a base das vilosidades dos animais que se alimentaram de sorgo grão moído (Sm) apresentaram maior distância entre vilos ($P<0,05$); os que se alimentaram de sorgo grão inteiro (Si) apresentaram menor distância e; os que se alimentaram de milho moído (Mm) ou milho e sorgo moídos (Msm) ou sorgo moído e inteiro (Smi) não diferiram estatisticamente dos demais tratamentos.

O número de vilosidades da mucosa intestinal é inversamente proporcional à distância entre a base dos vilos e correlaciona-se também com a largura média dos vilos. No duodeno, não houve diferença ($P>0,05$) na largura média dos vilos, porém no tratamento sorgo grão inteiro (Si) as aves apresentaram menor distância ($P<0,05$) entre a base das vilosidades. Neste sentido, é possível deduzir que neste tratamento as aves tinham maior número de vilosidades.

Embora não significativa a diferença, em valor absoluto, a área de superfície do tratamento sorgo grão moído (Sm), apesar de resultar em vilosidades mais distantes não prejudicou, contudo a área de absorção do segmento.

As aves que se alimentaram de sorgo moído e inteiro (Smi) apresentaram criptas mais profundas ($P < 0,05$); as que se alimentaram de milho moído (Mm), milho e sorgo moídos (MSm), sorgo inteiro (Si) ou sorgo moído (Sm) apresentaram criptas mais rasas (Tabela 4).

Segundo MACARI (1995), se há perda celular e redução do tamanho do vilosidade, ocorrerá um aumento na produção de células da cripta e, geralmente, esse fenômeno é acompanhado do aumento da profundidade. OLIVEIRA et al. (2000) e CAMPOS (2006) relataram que o duodeno e o jejuno são as porções do intestino delgado que respondem a agressões e a estímulos da mucosa de maneira mais acentuada.

BOLELI et al. (2002) citado por CAMPOS (2006), ressaltaram que a cripta é responsável por 55% da capacidade de proliferação celular do intestino e uma cripta maior indica um maior potencial de proliferação celular. Portanto, no duodeno onde encontra-se criptas com tamanhos diferentes e vilosidades com alturas semelhantes infere-se que ocorreu uma maior proliferação e extrusão nos tratamentos com maiores criptas, ou seja, ocorreu um maior “turnover” e um maior gasto energético para manutenção deste epitélio. DAHLKE et al. (2003) observaram que dietas peletizadas aumentam o número de vilosidades do duodeno e que o aumento no tamanho da partícula promove aumento na profundidade das criptas e altura dos vilosidades.

Os resultados das variáveis altura e largura das vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de absorção do jejuno de frangos de corte aos sete dias de idade estão apresentadas na Tabela 5.

Entre os diferentes tratamentos não foi observada diferença estatística ($P > 0,05$) para as características altura e largura das vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de absorção do jejuno e íleo (Tabelas 5 e 6). Esses resultados eram fisiologicamente esperados, visto que a área de absorção está correlacionada com as características de altura e largura dos vilosidades e distância entre eles. Se não houve diferença entre os tratamentos nestes parâmetros, também não era de se esperar diferença na área de absorção.

Tabela 5- Altura e largura de vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do jejuno de frangos de corte machos aos sete dias de idade alimentados com ração à base de milho e sorgo grão.

Tratamento*	Altura (µm)	Largura (µm)	Distância (µm)	Cripta (µm)	Área de absorção
Mm	655,364	121,280	47,660	115,840	11,683
Msm	698,623	122,349	48,410	104,467	12,256
Si	759,914	118,407	48,332	113,931	14,003
Sm	700,862	118,521	51,478	122,919	12,033
Smi	619,848	103,059	46,587	121,021	11,985
CV (%)	11,72	14,91	10,48	8,85	11,36
P valor	0,1976	0,5381	0,7265	0,1460	0,1979

*Tratamentos experimentais: 100% milho moído (Mm); 50% milho moído e 50% sorgo moído (Msm); 100% sorgo inteiro (Si); 100% sorgo moído (Sm); 50% sorgo moído e 50% sorgo inteiro (Smi).
 Teste de Tukey a 5% de significância (P<0,05).

Os resultados das variáveis altura e largura das vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de absorção do íleo de frangos de corte aos sete dias de idade estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6- Altura e largura de vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do íleo de frangos de corte machos aos sete dias de idade alimentados com ração à base de milho grão e sorgo grão.

Tratamento*	Altura (µm)	Largura (µm)	Distância (µm)	Cripta (µm)	Área de absorção
Mm	472,365	98,681	43,621	99,188	9,694
Msm	475,338	112,200	42,859	95,981	9,411
Si	522,334	118,632	46,512	108,148	9,834
Sm	481,530	117,388	44,408	98,302	9,148
Smi	495,438	97,354	46,678	110,851	9,867
CV (%)	14,37	14,42	12,50	14,24	17,64
P valor	0,8481	0,2056	0,8231	0,5377	0,9687

*Tratamentos experimentais: 100% milho moído (Mm); 50% milho moído e 50% sorgo moído (Msm); 100% sorgo inteiro (Si); 100% sorgo moído (Sm); 50% sorgo moído e 50% sorgo inteiro (Smi).
 Teste de Tukey a 5% de significância (P<0,05).

Segundo MAIORKA et al. (2000), o desenvolvimento da mucosa intestinal não é afetado somente por hormônios metabólicos como insulina, tiroxina, glicocorticóides e hormônio do crescimento, mas também pelas características químicas, físicas e nutricionais do alimento e a flora intestinal. KLASING (1998) afirmou que as dietas modificam a integridade das células epiteliais da mucosa do

trato digestório e em contrapartida, a integridade intestinal é fundamental para um bom aproveitamento de nutrientes, melhora o desempenho zootécnico e conseqüentemente diminuição dos custos de produção.

Com este pressuposto pode-se inferir que as dietas a base de milho grão moído ou de sorgo grão moído e/ou inteiro deste experimento não foram capazes de gerar diferença entre tratamentos no jejuno e no íleo. Se reportar as outras variáveis estudadas, foi constatado os efeitos da presença do sorgo grão parcial e integralmente inteiro sobre o peso vivo e pesos relativos da moela e duodeno e ainda sobre a distância entre criptas, o que, dentro destes resultados, relaciona-se todos os achados a NIR et al. (1994 c), MAIORKA (1998) e CARRE (2004): dietas com maior granulometria retardam a taxa de passagem pelo tubo gastrintestinal, aumentando o tempo de exposição às enzimas digestivas, têm um menor gasto energético no processo de digestão, maior retenção de energia metabolizável aparente destinado assim, a uma maior taxa de crescimento, caracterizando uma melhor digestibilidade do alimento.

DAHLKE et al. (2003) avaliando o tamanho de partículas de milho, observaram que o desenvolvimento de moela foi acompanhado de forma linear pelo aumento da altura de vilosidades e profundidade de cripta na mucosa do duodeno em função do aumento do tamanho das partículas de milho. Resultados semelhantes foram encontrados por STURKIE (2000) e reforça o presente resultado.

O comportamento da mucosa intestinal, do duodeno ao íleo, encontrado neste experimento, independentemente do tipo de grão usado, milho e sorgo, assim como de sua forma física, moído, parcialmente moído e inteiro, podem ainda ser referendados por THOMAS & RAVINDRAN (2008). Estes autores, avaliando dietas isoenergéticas contendo trigo, milho e sorgo não observaram alterações no tamanho das criptas e vilos do duodeno proximal, da curvatura do duodeno, transição duodeno/jejuno e transição jejuno/íleo de aves com 14 dias de idade.

CAMPOS (2006) ao comparar dietas à base de milho e a substituição por sorgo com baixo e alto teor de tanino, concluíram que não houve comprometimento da altura dos vilos e o número de células caliciformes do duodeno, jejuno e íleo.

2.4 CONCLUSÃO

- A utilização do sorgo grão inteiro em comparação ao milho moído na ração de pintinhos de corte até os sete dias de idade proporciona melhoria na capacidade digestiva e no peso vivo da ave, além de reduzir gastos com moagem do grão e redução dos custos. É indicado o uso do sorgo grão inteiro sem tanino na ração para frangos de corte na primeira semana de vida.

CAPÍTULO 3 – RAÇÃO A BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO SOBRE O RENDIMENTO E A COMPOSIÇÃO DE CARÇAÇA EM FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito do sorgo inteiro em comparação ao milho sobre o rendimento de carcaça, rendimento de cortes comerciais e a composição química da carcaça de frangos machos e fêmeas aos 42 dias de idade. Foram utilizados 960 frangos da linhagem Hubbard Flex. O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 3 x 2, sendo 3 rações - milho grão moído (Mm), sorgo grão inteiro (Si) e sorgo grão moído (Sm) - e 2 sexos. No 42º dia 12 frangos de cada tratamento, metade de cada sexo, foram abatidos e o rendimento e a composição de carcaça foram determinados. Não houve interação entre os fatores estudados. As fêmeas apresentaram maior percentagem de vísceras, rendimento de asa e peito e carcaças mais calóricas. Os machos apresentaram melhor peso vivo e peso de carcaça. O sorgo independente da forma física na qual foi utilizado melhorou parâmetros da carcaça, sem interferir no rendimento de cortes e na composição química da carcaça. Conclui-se que o sorgo inteiro pode substituir o milho sem prejudicar o rendimento de cortes comerciais bem como as características químicas da carcaça.

Palavras-chave: alimento alternativo, avicultura, nutrição, peso vivo, qualidade de carcaça

3.1 INTRODUÇÃO

A área da nutrição animal tem considerável responsabilidade pelo sucesso zootécnico e financeiro da indústria avícola e busca constantemente melhorar parâmetros zootécnicos como rendimento de carcaça, em especial a carne de peito assim como sua qualidade nutricional.

A necessidade de tornar a avicultura uma atividade competitiva no mercado de carnes tem incentivado pesquisadores a ampliar o emprego de alimentos em relação àqueles tradicionalmente utilizados na ração de frangos. Estes alimentos devem apresentar baixo custo e permitir que as rações tenham o mesmo padrão alimentar disponibilizando às aves os nutrientes para que expressem o seu máximo potencial genético.

Uma opção como ingrediente energético é o grão de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por suas características nutricionais e boa disponibilidade no mercado de grãos. A planta de sorgo tem um alto potencial de produção de grãos por unidade de área e seu uso se torna economicamente vantajoso em especial no período do ano onde o custo final do frango produzido com rações a base de milho é o mais elevado.

A carcaça de frango ideal deve ser magra, com leve quantidade de gorduras, firme e musculosa (LANA, 2000). O grão de sorgo utilizado na alimentação de aves atende a estas expectativas, visto que dietas com níveis de sorgo acima de 50% resultam na produção de carcaças com menor teor de gordura (ROSTAGNO, 1977).

O sorgo grão representa um importante ingrediente para o abastecimento do mercado de grãos na avicultura. Neste sentido, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito do sorgo inteiro livre de tanino em substituição ao milho sobre a composição e o rendimento de carcaça e de cortes comerciais em frangos de corte aos 42 dias.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Localização e época de realização

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Glória - Granja de Pesquisa de Aves da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia – MG. A época de realização foi no segundo semestre de 2011 de acordo com as normas éticas e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA-UFU sob protocolo de pesquisa número 077/11 (anexo 2).

3.2.2 Aves e instalações

As aves foram criadas num galpão equipado para experimentação com dimensões de 60x10 metros, cobertura em estrutura metálica e telhas de fibrocimento, piso concretado, laterais com mureta de alvenaria e tela de arame com malha de quatro centímetros quadrados. O galpão era internamente equipado com 80 boxes, cada um medindo 1,90 x 1,50 metros, ventiladores e aspersores de água para controle da temperatura, cortinas aviárias internas e externas. Cada boxe era composto de um comedouro do tipo tubular de 20 kg e um bebedouro pendular, sendo que para cada quatro boxes havia uma campânula tipo infravermelho. O material da cama utilizado foi a casca de arroz.

As aves foram alojadas com um dia de idade e eram da linhagem Hubbard Flex, provenientes de uma empresa multiplicadora da região de Uberlândia-MG, vacinadas contra doença de Marek e Gumboro no incubatório.

Foram utilizados 24 boxes e três tratamentos o que resultou em oito boxes para cada tratamento distribuídos por sorteio. Cada boxe alojou 40 frangos de corte sexados de um a 42 dias de idade, sendo 20 machos e 20 fêmeas resultando num total de 960 aves (480 machos e 480 fêmeas) utilizadas durante a cria e engorda. A densidade de aves dentro dos boxes correspondeu a 14 aves/m².

3.2.3 Delineamento e tratamentos experimentais

Ao final da criação dos frangos foram retiradas 12 aves de cada tratamento (seis machos e seis fêmeas). O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (2 x 3) ou seja, 2 sexos, 3 tratamentos e 6 repetições, sendo que cada ave foi considerada uma repetição, o que resultou num total de 36 aves utilizadas para análises.

Os tratamentos realizados durante a cria e engorda dos frangos consistiram num programa alimentar com rações formuladas a base milho e farelo de soja ou sorgo e farelo de soja, assim distribuídos: Milho grão moído; Sorgo grão inteiro e; Sorgo grão moído.

Foi utilizado um programa de alimentação 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 ou a base de milho e farelo de soja com níveis energéticos e nutricionais formulados com base nas recomendações de ROSTAGNO et al. (2005). Foram calculadas a partir das análises bromatológicas realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária da UFU – LANRA - (Tabelas 1 e 2). As quantidades de rações de cada fase foram calculadas, pesadas e armazenadas em baldes plásticos tampados. Os comedouros tubulares foram regulados na altura, em relação ao piso, a cada dois dias e rodados duas a três vezes ao dia para estímulo de consumo das aves. Os animais receberam ração e água potável *ad libitum*.

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 (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).

Ingredientes	Quantidade (Kg)				
	Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate	
Sorgo 8,6% PB	54,330	56,630	58,914	61,657	
Soja farelo 46,5% PB	37,217	34,394	31,298	28,557	
Óleo de soja	4,119	5,112	6,232	6,400	
Fosfato bicálcico	1,947	1,582	1,342	1,312	
Calcário	0,772	0,823	0,785	0,810	
Sal comum	0,461	0,440	0,420	0,443	
L-Lisina HCL	0,323	0,275	0,263	0,253	
DL-Metionina	0,210	0,158	0,172	0,206	
L-Treonina	0,121	0,088	0,074	0,061	
PX FC - Agroceres	0,500 ¹	0,500 ¹	0,500 ²	0,300 ³	
TOTAL	100	100	100	100	
Composição Nutricional Calculada	Unidade				
Proteína Bruta	%	22,500	21,283	20,027	19,066
Cálcio	%	0,920	0,841	0,758	0,663
Fósforo disponível	%	0,470	0,401	0,354	0,309
Potássio	%	0,859	0,814	0,764	0,726
Sódio	%	0,220	0,210	0,200	0,195
Cloro	%	0,284	0,271	0,259	0,253
Ácido linoléico	%	3,117	3,659	4,268	4,378
Lisina digestível	%	1,324	1,217	1,131	1,060
Metionina digestível	%	0,672	0,607	0,571	0,529
Metionina+cistina digestível	%	0,953	0,876	0,906	0,774
Treonina digestível	%	0,861	0,791	0,735	0,689
Triptofano digestível	%	0,256	0,242	0,226	0,213
Arginina digestível	%	1,400	1,315	1,221	1,145
Energia metabolizável aparente	Mcal/Kg	2,9600	3,0500	3,1500	3,2000

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 (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).

Ingredientes	Quantidade (Kg)				
	Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate	
Milho grão 8,0%PB	56,423	58,740	61,598	64,959	
Soja farelo 46,5% PB	37,334	34,579	31,062	28,195	
Óleo de soja	2,002	2,918	3,864	3,869	
Fosfato bicálcico	1,841	1,471	1,228	0,986	
Calcário	0,830	0,883	0,850	0,779	
Sal comum	0,447	0,425	0,404	0,394	
L-Lisina HCL	0,308	0,258	0,259	0,256	
DL-Metionina	0,191	0,137	0,153	0,189	
L-Treonina	0,124	0,089	0,082	0,073	
PX FC - Agroceres	0,500 ¹	0,500 ¹	0,500 ²	0,300 ³	
TOTAL	100	100	100	100	
Composição Nutricional Calculada	Unidade				
Proteína Bruta	%	22,400	21,200	19,800	18,749
Cálcio	%	0,920	0,841	0,760	0,663
Fósforo disponível	%	0,470	0,401	0,354	0,309
Potássio	%	0,856	0,812	0,756	0,714
Sódio	%	0,220	0,210	0,200	0,195
Cloro	%	0,318	0,301	0,290	0,287
Ácido linoléico	%	1,776	2,268	2,776	2,784
Lisina digestível	%	1,324	1,217	1,131	1,060
Metionina digestível	%	0,660	0,595	0,559	0,517
Metionina+cistina digestível	%	0,953	0,876	0,826	0,774
Treonina digestível	%	0,861	0,791	0,735	0,689
Triptofano digestível	%	0,243	0,228	0,209	0,194
Arginina digestível	%	1,416	1,333	1,228	1,145
Energia metabolizável aparente	Mcal/Kg	2,9600	3,0500	3,1500	3,200

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.

3.2.4 Manejo das aves

Os 960 pintinhos da linhagem Hubbard Flex foram alojados com um dia de idade e criados até os 42 dias. O piso foi forrado com uma lâmina de papel Kraft (1,50 x 0,60)m e sobre o mesmo distribuída a ração durante os três primeiros dias, quando retirou-se a lâmina de papel. No comedouro tubular foi também disponibilizada a ração. Os boxes foram aquecidos por campânulas de infravermelho a 32°C nos dois primeiros dias sendo reduzidos um grau a cada dois dias, de forma que entre o sétimo e oitavo dias as campânulas não foram mais utilizadas. O programa de luz utilizado 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

3.2.5 Condução do Experimento

No 41º dia todas as aves foram pesadas e seus pesos anotados. No 42º dia foram retiradas 12 aves de cada tratamento (seis machos e seis fêmeas), que apresentavam peso vivo igual ao peso médio ($\pm 5\%$) das aves pertencentes ao seu respectivo tratamento. As aves foram identificadas por lacres plásticos numerados e então submetidas a um jejum de 12 horas.

No abatedouro as aves foram novamente pesadas em balança semi-analítica Marte BL3200H com precisão de 0,01 gramas e em seguida, submetidas ao procedimento de sacrifício por deslocamento cervical.

3.2.5.1 Mensuração de carcaça e cortes.

Após a depenagem foi determinado o peso das aves sem penas (PSPENA). Para a exposição e retirada das vísceras, as aves foram abertas no abdômen e tórax com uma tesoura cirúrgica. Foram consideradas vísceras todo o tubo gástrico intestinal, demais órgãos e gordura abdominal. O peso das vísceras (PVísceras) foi

calculado pela diferença entre peso das aves sem penas e peso da carcaça eviscerada:

$$PVísceras = PSPENA - PCARC.$$

Com a carcaça eviscerada foi determinado o peso sem vísceras e penas, que foi chamado de peso da carcaça com pés, cabeça e pescoço (PCARC). Em seguida foram separados da carcaça os pés, pescoço e cabeça (CSPPC) e foi feita a pesagem. Em seguida procederam-se os cortes tradicionalmente encontrados no mercado e sua pesagem: asas, peito, coxa-sobrecoxa (PERNA%), e dorso. Todas as pesagens foram realizadas em balança da marca “Toledo” modelo 9094 com precisão de 0,01 gramas e sempre com pele e osso.

O rendimento de carcaça (CARC%) foi calculado em relação ao peso vivo antes do abate:

$$CARC (\%) = \frac{\text{Peso Carcaça} \times 100}{\text{Peso Vivo}}$$

Da mesma forma procedeu-se em relação à percentagem de carcaça sem pé, pescoço e cabeça (CSPPC%). O rendimento dos cortes (RC) e a percentagem de vísceras foram calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada (PCARC):

$$RC (\%) = \frac{\text{Peso Corte} \times 100}{\text{Peso Carcaça}}$$

3.2.5.2 Composição da carcaça

Imediatamente após a pesagem da carcaça e dos cortes, cada amostra foi processada com pele e osso em moedor de carne elétrico Modelo PCP-22L conforme a seguinte ordem de moagem: pés, cabeça e pescoço, asas, dorso, coxa-sobrecoxa e peito. Toda a massa moída foi depositada em bandeja e foi homogeneizada. De cada ave foi coletada uma amostra de aproximadamente 500 gramas em sacos plásticos identificados e foi congelada a -20°C até início das análises laboratoriais. Para a pré-secagem as amostras foram descongeladas e novamente homogeneizadas. Foram pesados aproximadamente 300 gramas de amostra em bandejas de alumínio e posteriormente colocadas em estufa com ventilação forçada a 60°C, por 96 horas.

A amostra seca sofreu pré-desengorduramento e foi determinado o teor de gordura da carcaça (EE). Para se determinar o extrato etéreo utilizou-se o método do Extrator Soxhlet. O método baseia-se no aquecimento e volatilização do éter que ao sofrer condensação, passa pela amostra e arrasta as frações nele solúveis. O processo é repetido sucessivas vezes até não restarem mais frações extraíveis na amostra. O éter é então destilado e coletado em outro recipiente, ao passo que a gordura extraída é calculada por diferença de pesagem do balão coletor.

As amostras pré-secas, pré-desengorduradas foram processadas em moinho de martelo para obtenção de material finamente moído e realização das análises posteriores. Os teores de proteína das amostras foram obtidos pelo método de Kjeldahl que consiste na digestão da amostra com ácido sulfúrico concentrado em presença de catalisador. O método é dividido em três etapas: digestão, destilação e titulação. A digestão ácida transforma o nitrogênio presente na fração proteica da amostra em sulfato de amônio e nitrogênio amoniacal por destilação em meio alcalino. Em seguida, o nitrogênio é quantificado por titulação em ácido padronizado.

Parte da amostra foi utilizada para determinação do percentual de matéria mineral. O método utilizado baseia-se na queima da amostra a temperatura de 550°C a 600°C, que resulta em um resíduo inorgânico (cinzas). Após resfriamento em dessecador foi calculado a quantidade de minerais totais contidos na amostra por diferença dos pesos inicial e final.

Para determinação do percentual de cálcio utilizou-se o método de oxidimetria, onde o cálcio contido nas cinzas é precipitado sob a forma de oxalato em pH 4,0 e o precipitado lavado é posteriormente dissolvido em ácido sulfúrico diluído. O ácido oxálico gerado na reação é titulado com solução padrão de permanganato de potássio. O percentual de fósforo contido nas carcaças foi determinado pelo método colorimétrico. A cinza sofre ataque químico fortemente ácido a quente que objetiva extrair todo conteúdo de fósforo. Ocorre formação de um complexo colorido entre o fosfato e os reagentes vanadato e molibdato de amônio, de cor amarela e a absorvância foi medida na faixa de 400 a 430 nanômetros. Todas as análises bromatológicas descritas acima foram realizadas de acordo com as metodologias do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2009).

A determinação da energia bruta foi obtida por bomba calorimétrica, de acordo com PARR INSTRUMENTS CO. (1984) e calculadas utilizando-se a fórmula descrita por MATTERSON et al. (1965). Todos os dados de composição de carcaça foram calculados e expressos em relação à matéria natural da carcaça, sendo que os teores de cálcio e fósforo foram calculados dentro da matéria mineral (cinzas).

3.2.6 Análise estatística

Os dados das variáveis estudadas 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-se o procedimento GLM do programa SAS (Statistical Analysis System), versão 9.2. (SAS, 2008).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de peso vivo e do peso da carcaça sem vísceras e penas (PCARC) são apresentadas na Tabela 4. Não houve interação entre os fatores estudados, portanto, sexo e tratamento foram analisados separadamente.

O peso vivo e o peso da carcaça eviscerada (Tabela 4) foram influenciados pelos dois fatores estudados ($P < 0,05$). Dentro do fator sexo, como esperado, os machos foram mais pesados que as fêmeas ($P < 0,05$) em concordância com SILVA FILHA et al. (2004). Segundo estes autores os machos das aves galináceas tem maior peso vivo, caracterizado por maior ganho de peso, consumo de ração e melhor conversão alimentar.

Tabela 4- Peso vivo e peso da carcaça (PCARC) de frangos de corte machos e fêmeas aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.

	2 x 3	Peso vivo (g)	PCARC (g)
Sexo	Macho	2510,88 a	2111,67 a
	Fêmea	2147,17 b	1799,00 b
Tratamento	Milho moído	2214,09 b	1863,33 b
	Sorgo inteiro	2360,00 a	1967,25 a
	Sorgo moído	2388,55 a	2035,42 a
CV (%)	-	3,60	3,61
P valor	Sexo	<0,0001	0,0001
	Tratamento	<0,0001	0,0001
	Interação	0,2103	0,1831

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

STRINGHINI et al. (2003) também observaram que os machos apresentam maiores pesos de carcaça com pés, pescoço e cabeça que as fêmeas em virtude do seu maior peso vivo. Para estes autores as fêmeas dos frangos de corte acumulam maior quantidade de gordura corporal, o que compromete seu ganho de peso e conversão alimentar. MOREIRA et al. (2001) e BARBOSA (2003) afirmaram serem os machos superiores às fêmeas nas variáveis peso vivo e peso de carcaça.

MENDES et al. (1993) demonstraram que os machos de frango de corte apresentam maiores percentagens de ossos de pernas, pescoço + cabeça e maiores patas e este pode ser o motivo pelo qual os machos apresentam maior peso vivo

que as fêmeas. GARCIA et al. (2005 b) comparando a substituição do milho pelo sorgo em ração de aves machos e fêmeas aos 42 dias de idade da linhagem Ross 308, observaram que os machos tiveram maior peso vivo e peso de carcaça quando comparados com as fêmeas.

Para o fator composição de grão da ração (Tabela 4) observa-se que os animais alimentados com ração à base de sorgo grão moído ou inteiro, tiveram maior ($P < 0,05$) peso vivo e carcaças evisceradas (PCARC) mais pesadas em relação aos que foram alimentados com ração a base de milho grão moído aos 42 dias de idade. Este resultado caracteriza um melhor aproveitamento nutricional daquelas rações elaboradas a base de sorgo, inteiro ou moído.

A substituição do milho pelo grão de sorgo independente da forma física utilizada foi capaz de melhorar o peso vivo em frangos de corte e o peso das carcaças, ou seja, houve maior quantidade de tecidos cárneos destas aves motivado pelo uso do sorgo na dieta. O fato do peso da carcaça ser proporcional ao peso vivo pode ser explicado por SILVA et al. (2003), que mostraram que o peso vivo do frango apresenta alta correlação com o peso de carcaça e dos cortes nobres.

Resultados semelhantes foram encontrados por MURTA et al. (2004), avaliando tamanho de partícula (1,20mm; 4,763mm; 6,350mm e 9,525mm), em que verificaram que em frangos aos 45 dias de idade não houve diferenças entre os tratamentos, demonstrando que a granulometria do sorgo não comprometeu o peso das aves.

Comparando a utilização de sorgo em substituição ao milho, os resultados do presente estudo diferem de FERNANDES et al. (2008) e MORAIS et al. (2002) que concluíram que a utilização do sorgo grão para aves não influenciam nas características de peso vivo e peso de carcaça independente do nível de substituição. FERNANDES et al. (2008) utilizando 1200 aves de cada sexo, num experimento comparando milho moído, milho quebrado, sorgo moído, sorgo inteiro e, sorgo moído (50%) : inteiro (50%), observaram que em frangos aos 21 e 42 dias de idade não houve diferenças no peso vivo dentro de cada sexo, entre diferentes granulometrias ou entre diferentes grãos. MORAIS et al. (2002), estudando a adição de níveis crescentes (zero, 15, 30 e 45%) de sorgo na ração de frangos, concluíram que até o nível de 45% o sorgo não interferiu no ganho de peso das aves.

GARCIA et al. (2005 b), comparando os níveis de sorgo: zero, 25, 50, 75 e 100% nas rações de associação com o milho na alimentação de frangos até 42 dias de idade, observaram efeito do sexo, no entanto, não observaram diferença entre os grãos sorgo e milho sobre peso vivo e peso da carcaça. GUALTIERI & RAPACCINI (1990) ao avaliarem três níveis de substituição do milho pelo sorgo (zero, 50 e 100%) em dietas de frangos de corte, não encontraram diferenças para o peso vivo e peso de carcaça.

As médias de rendimento de carcaça (CARC %) e rendimento de carcaça sem pés, pescoço e cabeça (CSPPC %) são apresentadas na Tabela 5. Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os fatores sexo e tratamento, portanto, foram analisados e discutidos separadamente.

Dentro do fator sexo, não houve diferença estatística ($P>0,05$) para rendimento de carcaça e rendimento de carcaça sem pés, pescoço e cabeça (Tabela 5). Estes resultados são corroborados com aqueles encontrados por STRINGHINI et al. (2003) que observaram que o rendimento de carcaça, expresso em termos de percentagem de carcaça eviscerada/ peso vivo e carcaça eviscerada sem pés, pescoço e cabeça/ peso vivo, não apresentam diferenças entre sexo. GARCIA et al. (2005 b) em estudos com frangos machos e fêmeas da linhagem Ross, também não encontraram diferença para valores de rendimento de carcaça entre sexos. Estes resultados também foram verificados por BARBOSA et al. (2007).

Tabela 5- Rendimento de carcaça (CARC %) e rendimento de carcaça sem pés, pescoço e cabeça (CSPPC %) de frangos de corte machos e fêmeas aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.

	2 x 3	CARC (%)	CSPPC (%)
Sexo	Macho	84,55	72,23
	Fêmea	84,36	72,24
Tratamento	Milho moído	84,39 ab	72,03 ab
	Sorgo inteiro	83,37 b	71,02 b
	Sorgo moído	85,72 a	73,78 a
CV (%)	-	2,01	2,65
P valor	Sexo	0,8453	0,9184
	Tratamento	0,0101	0,0064
	Interação	0,8741	0,6259

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

As aves que foram alimentadas com milho grão moído tiveram rendimentos de carcaça semelhante ($P < 0,05$) às aves que foram alimentadas com sorgo moído ou inteiro (Tabela 5). Entretanto, dentro das rações a base sorgo observou-se que as aves submetidas a ração com o grão inteiro apresentaram rendimento (CARC %) (CSPPC %) significativamente menor em relação as que receberam grão de sorgo moído. Este comportamento dentro das rações a base sorgo para rendimento de carcaça, mostra-se antagônico aos resultados encontrados para peso vivo e peso da carcaça (Tabela 4), o que leva a creditar que os efeitos da presença do grão inteiro sobre o tamanho e peso do tubo gástrico intestinal possa ter aumentado o peso da ave ainda com vísceras reduzindo assim seu rendimento da carcaça.

GARCIA et al. (2005 a) ao estudar o efeito da substituição do milho pelo sorgo, utilizando dietas a base de milho, sorgo com alto tanino e sorgo com baixo tanino, observaram que entre os diferentes grãos não houve efeito significativo para o rendimento de carcaça. Resultados semelhantes foram encontrados por GUALTIERI & RAPACCINI (1990) ao avaliarem três níveis de substituição do milho pelo sorgo (zero, 50 e 100%) em dietas de frangos de corte, que também não encontraram diferenças para o rendimento da carcaça justificado pela proximidade dos valores nutricionais do milho e do sorgo ao comporem as rações. CAMPOS (2006), utilizando níveis crescentes de sorgo com baixo tanino em substituição ao milho em dietas para frangos da linhagem Cobb, observou que a completa substituição manteve o rendimento de carcaça e de cortes comerciais.

As aves que receberam ração a base de sorgo grão inteiro apresentaram maiores médias ($P < 0,05$) para peso e percentagem de vísceras em relação às que foram criadas com sorgo grão moído (Tabela 6). Não contradizendo os resultados encontrados anteriormente para milho moído, observou-se que os pesos absoluto e relativo das vísceras não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) entre os tratamentos com milho e com sorgo.

Observou-se dentro do fator sexo (Tabela 6) que as fêmeas apresentaram maior percentagem de vísceras que os machos ($P < 0,05$), porém não apresentaram diferença ($P > 0,05$) entre sexo para a variável peso absoluto de vísceras. A superioridade das fêmeas em relação aos machos para a variável percentagem de vísceras ficou evidente, pois as fêmeas apresentaram menores pesos vivos, mas

rendimentos de carcaça semelhante ao dos machos. Resultados semelhantes foram encontrados por BARBOSA et al. (2007) ao estudar características de carcaça e vísceras entre machos e fêmeas.

Tabela 6- Peso médio absoluto das vísceras e peso relativo de vísceras de frangos de corte machos e fêmeas aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.

	2 x 3	Peso Vísceras (g)	Vísceras (%)
Sexo	Macho	264,88	10,66 b
	Fêmea	252,66	11,76 a
Tratamento	Milho moído	250,41 ab	11,41 ab
	Sorgo inteiro	284,00 a	12,06 a
	Sorgo moído	241,91 b	10,16 b
CV %	-	12,99	11,8
P valor	Sexo	0,2840	0,0179
	Tratamento	0,0110	0,0050
	Interação	0,4100	0,8134

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

Os dados referentes às médias de rendimento de asas, peito, coxa e sobrecoxa (PERNA %) e dorso estão apresentados na Tabela 7. Não houve interação entre os fatores sexo e tratamento ($P > 0,05$), portanto foram avaliados separadamente.

As fêmeas apresentaram maiores médias em relação aos machos, para rendimento de asas e peito (Tabela 7), no entanto, não foi observada diferença entre tratamentos para estas variáveis. O rendimento de coxa-sobrecoxa (PERNA %) e a percentagem de dorso não apresentaram diferença estatística para os fatores sexo e tratamentos (Tabela 7), sugerindo assim que independente do tipo de grão utilizado na alimentação de frangos, o rendimento dos cortes é semelhante.

Segundo ALMEIDA et al. (2009), os dados de rendimento de cortes apresentam muita variação entre diferentes estudos na literatura o que pode ser atribuído, entre vários fatores, ao padrão de cortes empregado.

GARCIA et al. (2005 a) observaram que os machos apresentaram maior rendimento de pernas e carne de pernas que as fêmeas, enquanto que as fêmeas apresentaram maior porcentagem de carne de peito que os machos. Mas ao

compararem a substituição do milho pelo sorgo não foi observado efeito significativo para o rendimento de nenhuma das partes.

Tabela 7- Médias de rendimento de asas, peito, perna e dorso de frangos de corte machos e fêmeas aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.

	2 x 3	ASA (%)	PEITO (%)	PERNA (%)	DORSO (%)
Sexo	Macho	10,40 b	27,02 b	26,54	21,53
	Fêmea	10,89 a	28,42 a	26,05	20,94
Tratamento	Milho moído	10,54	27,22	26,60	21,50
	Sorgo inteiro	10,55	27,20	26,09	21,40
	Sorgo moído	10,84	28,63	26,20	20,76
CV (%)	-	5,05	6,42	3,70	6,58
P valor	Sexo	0,0105	0,0308	0,1437	0,2447
	Tratamento	0,3392	0,0993	0,4100	0,4289
	Interação	0,6966	0,4227	0,3342	0,2859

Teste de Tukey a 5% de significância ($P < 0,05$).

Resultados semelhantes foram encontrados por GUALTIERI & RAPACCINI (1990) que, ao avaliarem três níveis de substituição do milho pelo sorgo (0, 50 e 100%) em dietas de frangos de corte, não encontraram diferenças significativas para rendimento dos cortes. Da mesma forma que CAMPOS (2006) ao substituir milho por sorgo com baixo tanino. DINIZ et al. (2002), não observaram diferença nos cortes de peito, asas e dorso em frangos Cobb abatidos aos 49 dias que receberam dieta a base de milho, milho-sorgo (50:50) ou a base de sorgo. Para as pernas observaram nos machos um aumento do rendimento com a participação do sorgo enquanto para as fêmeas observou-se uma relação inversa, ou seja, redução do rendimento com a inclusão do sorgo.

Os resultados da composição bromatológica de carcaça de frangos de corte aos 42 dias de idade estão apresentados nas Tabelas 8 e 9. Não foi observada interação entre os fatores sexo e tratamento ($P > 0,05$) para nenhuma variável.

Os teores médios percentuais de umidade, proteína bruta, gordura (Tabela 8) e os percentuais de cinzas, cálcio e fósforo (Tabela 9) das carcaças não apresentaram diferença estatística ($P > 0,05$) dentro do fator sexo, tendo os machos e as fêmeas composições químicas semelhantes. Em primeira hipótese carcaças de

fêmeas deveriam ter maior quantidade de gordura pelo fato de apresentarem maior deposição de tecido adiposo na carcaça que os machos. Uma relação contrária também era esperada para teor de proteína bruta, pois teoricamente os machos tem maior desenvolvimento de tecidos cárneos que as fêmeas. Estas diferenças não foram observadas estatisticamente ($P>0,05$), no entanto, observou-se que as fêmeas apresentaram maior conteúdo de energia bruta na carcaça em relação aos machos.

Tabela 8- Teores médios percentuais de umidade, proteína bruta, gordura e conteúdo de energia bruta na matéria natural de carcaça de frangos de corte machos e fêmeas aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.

	2 x 3	Umidade (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Energia (Kcal/Kg)
Sexo	Macho	67,121	15,166	13,703	6939,8 b
	Fêmea	66,527	14,854	14,440	7059,3 a
Tratamento	Milho moído	67,914	14,813	13,364	6990,6
	Sorgo inteiro	66,052	15,013	14,670	7001,5
	Sorgo moído	66,506	15,204	14,181	7006,1
CV (%)	-	2,91	7,67	9,04	2,24
P valor	Sexo	0,3748	0,4313	0,0977	0,0347
	Tratamento	0,0670	0,7218	0,0541	0,9700
	Interação	0,2679	0,4588	0,3621	0,8670

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

Este achado por sua vez parece reforçar a hipótese da maior concentração de gordura na carcaça das fêmeas, além disto, em valor absoluto esta maior taxa de gordura foi efetivamente constatada. Como um grama de gordura libera duas vezes a energia bruta da proteína em equivalente peso, este achado permite sugerir a confirmação desta hipótese.

Dentro dos tratamentos observou-se que não houve diferença estatística ($P>0,05$) para a composição química da carcaça com a utilização de milho ou sorgo em grãos moídos ou inteiros. Nem mesmo a forma física do grão de sorgo foi capaz de gerar diferença sobre a composição química da carcaça de frangos aos 42 dias de idade.

Tabela 9- Teores médios percentuais de matéria mineral (cinzas), cálcio e fósforo na matéria natural de carcaça de frangos de corte machos e fêmeas aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.

	2 x 3	Cinzas (%)	Cálcio (%)	Fósforo (%)
SEXO	Macho	2,356	0,758	0,372
	Fêmea	2,197	0,769	0,398
Tratamento	Milho moído	2,222	0,756	0,368
	Sorgo inteiro	2,206	0,782	0,411
	Sorgo moído	2,403	0,753	0,377
CV %	-	11,77	9,81	15,67
P valor	Sexo	0,0907	0,6835	0,2130
	Tratamento	0,1712	0,5999	0,2011
	Interação	0,0522	0,1077	0,3610

Tukey a 5% de significância ($P < 0,05$).

Resultados do presente estudo concordam com BRESSAN (1998) e GARCIA et al. (2005 b) que afirmaram que o sorgo pode ser recomendado para substituição do milho em dietas de frangos de corte, pois não promove alterações na qualidade da carne. No entanto, na substituição pode ocorrer diminuição da coloração da carne, o que pode ser resolvido com o uso de pigmentantes naturais ou sintéticos adicionados às dietas.

3.4 CONCLUSÃO

- O sorgo grão moído ou inteiro nas rações pode substituir o milho sem prejudicar o rendimento de cortes comerciais (asa, peito, coxa-sobrecoxa e dorso) bem como as características químicas da carcaça (umidade, proteína bruta, gordura, matéria mineral, cálcio, fósforo e energia bruta).

CAPÍTULO 4 – O EFEITO DA RAÇÃO A BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO SOBRE O TRATO GASTRINTestinal EM FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito do sorgo inteiro em comparação ao milho sobre a biometria dos órgãos e a histomorfometria intestinal em frangos de corte aos 42 dias de idade. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 480 frangos machos da linhagem Hubbard Flex. As aves foram divididas em três tratamentos: milho grão moído; sorgo grão inteiro e; sorgo grão moído. No 42º dia, cinco aves de cada tratamento foram abatidas e tiveram o peso vivo, peso relativo do proventrículo, moela, fígado e pâncreas, peso e comprimento relativos do duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon determinados. Características das vilosidades e a área de superfície de absorção da mucosa intestinal foram avaliadas. O peso vivo foi maior com a utilização de grãos de sorgo independente da forma física, porém o peso relativo do fígado foi maior com o milho. O comprimento relativo do íleo foi maior com os tratamentos milho moído e sorgo inteiro. Não houve diferença de peso e comprimento relativos para os demais órgãos. Criptas mais profundas foram encontradas no duodeno e jejuno com o uso de sorgo moído, porém nas características das vilosidades e área de absorção não foi observada diferença estatística. A utilização do sorgo grão inteiro pode substituir o milho nas rações de frangos de corte de um a 42 dias de idade.

Palavras-chave: alimento alternativo, avicultura, intestino, nutrição, órgãos

4.1 INTRODUÇÃO

O trato digestório do frango de corte, ainda imaturo no início da vida pós-eclosão, sofre um processo de maturação muito rápido em decorrência do curto ciclo de vida destas aves até o momento de abate, o que torna fundamental aos técnicos ligados ao manejo e nutrição o correto entendimento dos processos de desenvolvimento morfofuncional deste sistema de forma a maximizar a eficiência alimentar e o ganho de peso em tão pouco tempo.

O epitélio intestinal tem como papel primordial os processos de digestão e absorção dos nutrientes além de exercer uma função de barreira protegendo o organismo contra patógenos veiculados com os alimentos ingeridos.

Os ingredientes utilizados para compor uma ração possuem características físicas e químicas particulares que influenciam na estrutura anatômica e histológica dos órgãos das aves e conseqüentemente afetam o processo de absorção dos nutrientes. Desta forma, a integridade da estrutura histológica intestinal é um indicativo da qualidade funcional e nutricional do alimento, ou dos efeitos negativos sobre a parede intestinal promovido por fatores anti-nutricionais e contaminações de microrganismos associados à alimentação. Por estes motivos o estudo da mucosa intestinal tem sido foco de diversas pesquisas na nutrição de frangos de corte (YAMAMOTO & KIYONO, 1999; CAMPOS, 2006).

O desenvolvimento da mucosa intestinal pode ser mensurado pelo aumento da altura e quantidade dos vilos, o que corresponde a um aumento em número de enterócitos, as células responsáveis pela absorção de nutrientes (MAIORKA et al. 2002). Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito do sorgo grão livre de tanino, em comparação ao milho sobre o peso dos órgãos e a histomorfometria do intestino delgado em frangos de corte aos 42 dias de idade.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Localização e época de realização

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Glória - Granja de Pesquisa de Aves da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia – MG. Foi conduzido no segundo semestre de 2011 de acordo com as normas éticas e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA-UFU sob protocolo de pesquisa número 077/11 (anexo 2).

4.2.2 Aves e instalações

As aves foram criadas num galpão equipado para experimentação com dimensões de 60x10 metros, cobertura em estrutura metálica e telhas de fibrocimento, piso concretado, laterais com mureta de alvenaria e tela de arame com malha de quatro centímetro quadrado. O galpão era internamente equipado com 80 boxes, cada um medindo 1,90 x 1,50 metros, ventiladores e aspersores de água para controle da temperatura, cortinas aviárias internas e externas. Cada boxe era composto de um comedouro do tipo tubular de 20 kg e um bebedouro pendular, sendo que para cada quatro boxes havia uma campânula tipo infravermelho. O material da cama utilizado foi casca de arroz.

As aves foram alojadas com um dia de idade e eram da linhagem Hubbard Flex, provenientes de uma empresa multiplicadora da região de Uberlândia-MG, vacinadas contra doença de Marek e Gumboro no incubatório.

Foram utilizados 24 boxes e três tratamentos o que resultou em oito boxes para cada tratamento distribuídos por sorteio. Cada boxe alojou 40 frangos de corte sexados de um a 42 dias de idade, sendo 20 machos e 20 fêmeas resultando num total de 960 aves (480 machos e 480 fêmeas) utilizadas durante a cria e engorda. A densidade de aves dentro dos boxes correspondeu a 14 aves/m².

4.2.3 Delineamento e tratamentos experimentais

Ao final da criação dos frangos deu-se início ao presente experimento, sendo retiradas 5 frangos machos de cada tratamento. O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 5 repetições, sendo que cada ave foi considerada uma repetição, o que resultou num total de 15 aves utilizadas para análises.

Os tratamentos realizados durante a cria e engorda dos frangos consistiram num programa alimentar com rações formuladas a base milho e farelo de soja ou sorgo e farelo de soja, assim distribuídos: Milho grão moído; Sorgo grão inteiro e; Sorgo grão moído.

Foi utilizado um programa de alimentação 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 ou a base milho e farelo de soja com níveis energéticos e nutricionais formulados com base nas recomendações de ROSTAGNO et al. (2005). Calculados a partir das análises bromatológicas realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária da UFU – LANRA - (Tabelas 1 e 2).

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 (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).

Ingredientes	Quantidade (Kg)				
	Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate	
Sorgo 8,6% PB	54,330	56,630	58,914	61,657	
Soja farelo 46,5% PB	37,217	34,394	31,298	28,557	
Óleo de soja	4,119	5,112	6,232	6,400	
Fosfato bicálcico	1,947	1,582	1,342	1,312	
Calcário	0,772	0,823	0,785	0,810	
Sal comum	0,461	0,440	0,420	0,443	
L-Lisina HCL	0,323	0,275	0,263	0,253	
DL-Metionina	0,210	0,158	0,172	0,206	
L-Treonina	0,121	0,088	0,074	0,061	
PX FC -Agroceres	0,500 ¹	0,500 ¹	0,500 ²	0,300 ³	
TOTAL	100	100	100	100	
Composição Nutricional Calculada	Unidade				
Proteína Bruta	%	22,500	21,283	20,027	19,066
Cálcio	%	0,920	0,841	0,758	0,663
Fósforo disponível	%	0,470	0,401	0,354	0,309
Potássio	%	0,858	0,814	0,764	0,726
Sódio	%	0,220	0,210	0,200	0,195
Cloro	%	0,284	0,271	0,259	0,253
Ácido linoléico	%	3,117	3,659	4,268	4,378
Lisina digestível	%	1,324	1,217	1,131	1,060
Metionina digestível	%	0,672	0,607	0,571	0,529
Metionina+cistina digestível	%	0,953	0,876	0,906	0,774
Treonina digestível	%	0,861	0,791	0,735	0,689
Triptofano digestível	%	0,256	0,242	0,226	0,213
Arginina digestível	%	1,400	1,315	1,221	1,145
Energia metabolizável aparente	Mcal/Kg	2,9600	3,0500	3,1500	3,2000

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 (21 a 35 dias) e abate (35 a 42 dias).

Ingredientes	Quantidade (Kg)				
	Pré-Inicial	Inicial	Engorda	Abate	
Milho grão 8,0%PB	56,423	58,740	61,598	64,959	
Soja farelo 46,5% PB	37,334	34,579	31,062	28,195	
Óleo de soja	2,002	2,918	3,864	3,869	
Fosfato bicálcico	1,841	1,471	1,228	0,986	
Calcário	0,830	0,883	0,850	0,779	
Sal comum	0,447	0,425	0,404	0,394	
L-Lisina HCL	0,308	0,258	0,259	0,256	
DL-Metionina	0,191	0,137	0,153	0,189	
L-Treonina	0,124	0,089	0,082	0,073	
PX FC - Agroceres	0,500 ¹	0,500 ¹	0,500 ²	0,300 ³	
TOTAL	100	100	100	100	
Composição Nutricional Calculada	Unidade				
Proteína Bruta	%	22,400	21,200	19,800	18,749
Cálcio	%	0,920	0,841	0,760	0,663
Fósforo disponível	%	0,470	0,401	0,354	0,309
Potássio	%	0,856	0,812	0,756	0,714
Sódio	%	0,220	0,210	0,200	0,195
Cloro	%	0,318	0,301	0,290	0,287
Ácido linoléico	%	1,776	2,268	2,776	2,784
Lisina digestível	%	1,324	1,217	1,131	1,060
Metionina digestível	%	0,660	0,595	0,559	0,517
Metionina+cistina digestível	%	0,953	0,876	0,826	0,774
Treonina digestível	%	0,861	0,791	0,735	0,689
Triptofano digestível	%	0,243	0,228	0,209	0,194
Arginina digestível	%	1,416	1,333	1,228	1,145
Energia metabolizável aparente	Mcal/Kg	2,9600	3,0500	3,1500	3,200

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.

4.2.4 Manejo das aves

Os 960 pintinhos da linhagem Hubbard Flex foram alojados com um dia de idade e criados até os 42 dias. O piso foi forrado com uma lâmina de papel Kraft (1,50 x 0,60)m e sobre o mesmo distribuída a ração durante os três primeiros dias, quando retirou-se a lâmina de papel. No comedouro tubular foi também disponibilizada a ração. As quantidades de rações de cada fase foram calculadas, pesadas e disponibilizadas em cada boxe em baldes plásticos tampados. Os comedouros tubulares foram regulados na altura, em relação ao piso, a cada dois dias e rodados duas a três vezes ao dia para estímulo de consumo das aves. Os animais receberam ração e água potável *ad libitum*.

Os boxes foram aquecidos por campânulas de infravermelho a 32°C nos dois primeiros dias sendo reduzido um grau a cada dois dias, de forma que entre o sétimo e oitavo dias as campânulas não foram mais utilizadas. O programa de luz utilizado na granja durante o experimento variou de acordo com a idade das a (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

4.2.5 Condução do Experimento

No 41^o todas as aves foram pesadas e seus pesos anotados. Os machos que apresentavam peso vivo igual ao peso médio ($\pm 5\%$) das aves pertencentes ao seu respectivo tratamento foram identificados por lacres plásticos numerados.

As aves foram submetidas a um jejum de 12 horas e então foram retirados cinco machos de cada tratamento. No abatedouro foram novamente pesadas em balança semi-analítica Marte BL3200H com precisão de 0,01 gramas e em seguida, submetidas aos procedimentos de sacrifício por deslocamento cervical.

4.2.5.1 Coleta dos órgãos

Após o abate as aves foram abertas no abdômen e tórax com uma tesoura cirúrgica para exposição dos órgãos e todo o tubo gástrico intestinal. O proventrículo, moela, pâncreas, fígado, coração e intestinos foram imediatamente removidos após exposição e foram separados com auxílio de tesoura cirúrgica. Os órgãos foram pesados separadamente em balança semi-analítica com precisão de 0,01 gramas.

O proventrículo e a moela foram abertos longitudinalmente com auxílio de tesoura cirúrgica para a retirada de possíveis resíduos de alimentos e em seguida pesados. O intestino delgado íntegro foi pesado e o comprimento foi determinado com auxílio de uma fita métrica com escala de 0,1cm considerando do início do duodeno até a junção íleo-cecal.

Em seguida, foi feita a separação entre as regiões duodeno, jejuno e íleo tomando como referência a mudança visual do tecido que o caracteriza, sendo realizadas pesagens e medidas de comprimento por segmento. Os cecos foram separados do intestino delgado e mensurados. Os fragmentos foram coletados sob os mesmos critérios e mensurados pelos mesmos equipamentos.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: peso vivo, peso da moela, peso relativo do proventrículo, fígado, pâncreas e coração; comprimento do intestino delgado íntegro e; comprimento e peso relativo do duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon.

Os resultados dos parâmetros mensurados foram expressos em: gramas para peso vivo e peso da moela; gramas por 100 gramas de peso vivo (g/100g) para peso relativo dos órgãos exceto moela; e centímetros por 100 gramas de peso vivo (cm/100g) para comprimento relativo do intestino.

Foram calculadas as seguintes variáveis:

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

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

4.2.5.2 Coleta de tecidos e fixação

De cada ave, foi coletado na porção mediana do duodeno, jejuno e íleo, um fragmento de aproximadamente três centímetros de comprimento. Cada fragmento foi colocado em um pote (50ml) com tampa rosqueada devidamente identificado contendo solução aquosa a 10% de formol para fixação. A fixação evita a autólise celular, impede a proliferação de microrganismos e endurece o tecido para resistir os processos posteriores.

Após 72 horas, os potes foram enviados para o Laboratório de Histologia da UFU, onde deu início ao preparo do material para os estudos histológicos. De cada fragmento, foram coletados três anéis semi-seriados de 0,5 centímetros de comprimento e colocados em um só cassete histológico devidamente identificados e acondicionado em solução de álcool etílico a 70% em água destilada.

Para o processo de desidratação dos tecidos, nos cassetes histológicos contendo o conjunto de três anéis, seguiu-se uma sequência de imersões intervaladas de 30 minutos cada, em álcool etílico a concentrações crescentes de 85 e 95%, e três baterias de álcool etílico PA (100%). Procedeu-se à clarificação em três passagens de xilol PA (100%) sendo 30 minutos por etapa. Logo após os cassetes foram imersos em três cubas de parafina histológica fundida entre 56 a 58°C, por 30 minutos por seção. Na inclusão em parafina, cada conjunto de três fragmentos dos cassetes, foi colocado em uma mesma fôrma metálica a temperatura ambiente, resultando em blocos de parafina contendo três anéis do mesmo tecido. O objetivo foi obter tecidos não sequenciais e uma maior área exposta para análise.

Os blocos de parafina foram processados no micrótomo, onde foram feitos cortes com espessura aproximada de cinco micrômetros (5 μ m) e em seguida foram montadas duas lâminas de cada bloco. Em cada lâmina foi colocado três fitas de parafina, o que resultou em 18 fragmentos de tecido de cada amostra. As lâminas foram coradas em hematoxilina de Harris e eosina.

As imagens dos cortes histológicos foram captadas em aumento de duas vezes para o duodeno, jejuno e íleo em microscópio Olympus Triocular BH2 acoplado a câmera JVC TK- 1085U, ligada a um computador PC por placa

digitalizadora Data Translation 3153. Para a mensuração da altura das vilosidades foi utilizado o programa HL Image 97 (Western Vision Softwares).

Foram mensuradas aleatoriamente de cada amostra 30 medidas obtendo-se as seguintes variáveis:

- Altura média de vilos,
- Distância média entre a base dos vilos,
- Largura média de vilos (largura da base, meio e ápice dos vilos sendo calculada a largura média)
- Profundidade média de cripta.
- A área de absorção determinada pela quantidade de vezes em que a superfície da mucosa intestinal é aumentada, foi calculada seguindo o método proposto por KISIELINSKI et al. (2002):

$$\text{- Área de absorção} = \frac{(\text{largura} \times \text{altura}) + \frac{(\text{largura} + \text{distância})^2}{2} - \frac{(\text{largura})^2}{2}}{\frac{(\text{largura} + \text{distância})^2}{2}}$$

4.2.6 Análise estatística

Os dados das variáveis estudadas 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-se o procedimento GLM do programa SAS (Statistical Analysis System), versão 9.2. (SAS, 2008).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis peso vivo e peso absoluto da moela de frangos de corte aos 42 dias de idade estão apresentados na Tabela 4.

As aves que receberam rações à base de sorgo grão inteiro ou sorgo grão moído apresentaram maior peso vivo em relação as que receberam milho moído. Isto mostrou que a inclusão de sorgo na dieta, independente da forma física utilizada, melhorou o peso vivo de frangos de corte ao abate. Apesar das rações experimentais serem isonutrientes, o sorgo grão possui maior teor de proteína bruta que o milho, assim no processo de digestão, as aves que receberam ração a base de sorgo, pode ter ocorrido maior digestibilidade da fração proteica o que pode explicar seu maior peso vivo.

Tabela 4- Peso vivo e peso absoluto da moela de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro ou sorgo grão moído.

Tratamentos	Peso Vivo (g)	Moela (g)
Milho moído	2338 b	36,770 b
Sorgo inteiro	2591 a	47,064 a
Sorgo moído	2596 a	39,504 ab
CV (%)	6,67	12,52
P valor	0,0035	0,0217

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

Os resultados do presente estudo diferem dos achados de GUALTIERI & RAPACCINI (1990) os quais não encontraram diferenças significativas para o peso vivo ao avaliarem três níveis de substituição do milho pelo sorgo (zero, 50 e 100%) em dietas de frangos de corte. Da mesma forma DINIZ et al. (2002), comparando o desempenho zootécnico de frangos de corte da linhagem Cobb, verificaram que aos 42 dias de idade não houve diferença para peso vivo médio entre as aves submetidas à dieta a base de milho, milho-sorgo (50:50) ou a base de sorgo, entretanto o consumo de ração foi significativamente menor para as aves que ingeriram ração a base de milho sem, contudo influenciar a eficiência alimentar.

Rações envolvendo milho e sorgo, com diferentes granulometrias (1,20mm; 4,763mm; 6,350mm e 9,525mm), foram testadas por MURTA et al. (2004) e FERNANDES et al. (2008) que compararam milho moído, milho quebrado, sorgo moído, sorgo moído e inteiro (50:50) e sorgo inteiro na alimentação de frangos de corte. Estes autores não observaram diferenças entre as médias de peso vivo para frangos em ambos os sexos.

O peso absoluto da moela foi maior ($P < 0,05$) no tratamento sorgo grão inteiro e menor no tratamento milho moído, enquanto o sorgo moído não foi diferente dos demais tratamentos (Tabela 4). Estes resultados concordam com a hipótese de que alimentos grosseiros levam a um aumento na musculatura da moela, devido ao maior trabalho para reduzir as partículas, como afirmam diferentes estudos encontrados na literatura. Como por exemplo, RIBEIRO et al. (2002) avaliando a granulometria da ração em frangos observaram que o peso da moela também respondeu positivamente a maiores granulometrias. De acordo com estes autores, o tamanho da moela está relacionado com o desenvolvimento da musculatura lisa longitudinal, devido ao maior trabalho mecânico para macerar o alimento.

É importante ressaltar que, quanto maior o tamanho da partícula, mais tempo o alimento permanecerá na moela para ser reduzido (TURK, 1982), possibilitando uma maior exposição do bolo alimentar ao ácido clorídrico e outras enzimas digestivas. Assim, ocorrerá maior digestibilidade do alimento, fato que também pode explicar o maior peso vivo das aves do tratamento sorgo inteiro do presente estudo.

Os resultados das variáveis peso relativo do proventrículo, moela, fígado, pâncreas e coração de frangos de corte aos 42 dias de idade estão apresentadas na Tabela 5. As médias de peso relativo do fígado foram maiores ($P < 0,05$) para as aves que se alimentaram de ração a base de milho moído e, menores ($P < 0,05$) para as aves que se alimentaram de sorgo grão moído, enquanto o tratamento sorgo inteiro não diferiu dos demais.

Entretanto, GARCIA et al. (2005 a) avaliando frangos aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade não encontraram diferença no peso relativo do proventrículo, moela, pâncreas e fígado usando milho, sorgo de alto ou baixo tanino em nenhuma das idades avaliadas. DIAS (2004) ao estudar os pesos do fígado e do pâncreas de frangos aos 42 dias alimentados com sorgo de alto e baixo tanino concluiu que estes

não foram afetados pelos tratamentos. Porém, o autor ao avaliar a morfometria das células destes órgãos observou aumento significativo no número de células por área quando se utilizou o sorgo na ração, independentemente do teor em taninos.

Tabela 5- Peso relativo do proventrículo, fígado, pâncreas e coração de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro ou sorgo grão moído.

Tratamentos	Proventrículo (g/100g)	Fígado (g/100g)	Pâncreas (g/100g)	Coração (g/100g)
Milho moído	0,357	3,020 a	0,231	0,5205
Sorgo inteiro	0,325	2,650 ab	0,213	0,6114
Sorgo moído	0,328	2,348 b	0,193	0,5446
CV (%)	8,34	16,38	13,45	16,18
P valor	0,0659	0,0202	0,0589	0,2067

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

Os resultados das variáveis estudadas, peso relativo do duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon de frangos de corte aos 42 dias de idade estão apresentados na Tabela 6.

Não foi observada diferença estatística ($P > 0,05$) entre os tratamentos para as variáveis de peso relativo do duodeno, íleo, ceco e cólon (Tabela 6). No entanto, foi observado que o peso relativo do jejuno foi maior ($P < 0,05$) para as aves que receberam ração a base de milho moído em relação as que receberam sorgo moído, porém não diferiu do sorgo inteiro.

Tabela 6- Peso relativo do duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro ou sorgo grão moído.

Tratamentos	Duodeno (g/100g)	Jejuno (g/100g)	Íleo (g/100g)	Ceco (g/100g)	Cólon (g/100g)
Milho moído	0,739	1,599 a	1,280	0,490	0,159
Sorgo inteiro	0,696	1,461 ab	1,186	0,493	0,177
Sorgo moído	0,715	1,235 b	0,990	0,490	0,132
CV (%)	16,67	18,24	24,88	5,47	25,99
P valor	0,8129	0,0441	0,2131	0,9729	0,1625

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

Observou-se que os três segmentos do intestino delgado apresentaram resultados diferentes daqueles observados por FERNANDES et al. (2008), que observaram aumento no peso relativo do intestino delgado em frangos aos 42 dias de idade, que receberam a inclusão de 50% ou 100% de grão de sorgo inteiro. Os mesmos autores observaram que o ceco não foi influenciado pela forma física da ração. Também DAHLKE et al. (2003) e NIR et al. (1995) demonstraram o efeito da granulometria da dieta sobre o peso e tamanho do intestino. Entretanto, GARCIA et al. (2005 a), avaliando frangos aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade encontraram que o peso relativo dos intestinos não foi influenciado pela substituição do milho pelo sorgo de alto ou baixo tanino em nenhuma das idades avaliadas, o que parece reforçar os presentes achados quando comparou-se as rações na base milho e na base sorgo.

Os resultados das variáveis comprimento relativo do duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte aos 42 dias de idade estão apresentadas na Tabela 7.

Não foi observada diferença estatística ($P > 0,05$) entre os tratamentos para o comprimento relativo do duodeno e jejuno. Porém, as aves que receberam milho moído ou sorgo inteiro apresentaram maior ($P < 0,05$) comprimento relativo do íleo quando comparadas às aves do tratamento sorgo moído.

Tabela 7- Comprimento relativo do duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.

Tratamentos	Duodeno (cm/100g)	Jejuno (cm/100g)	Íleo (cm/100g)
Milho moído	1,113	2,292	2,311 a
Sorgo inteiro	1,132	2,307	2,100 a
Sorgo moído	0,998	2,070	1,840 b
CV (%)	14,91	12,58	11,13
P valor	0,3132	0,2752	0,0006

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

Estes achados guardam uma relação com os anteriores, já que o peso e comprimento estão correlacionados e mais uma vez eles diferem de FERNANDES et al. (2008), DAHLKE et al. (2003) e NIR et al. (1995), sendo esperado um efeito da dieta de sorgo inteiro sobre a morfometria deste segmento.

Os resultados das variáveis comprimento relativo do intestino delgado íntegro, ceco e cólon de frangos de corte aos 42 dias de idade estão apresentadas na Tabela 8.

Não foi observada diferença estatística ($P>0,05$) entre os tratamentos para o comprimento relativo do intestino delgado íntegro, ceco ou cólon. Estes resultados para o intestino delgado foram também encontrados por FERNANDES et al. (2008) ao comparar rações a base de milho moído, sorgo moído, sorgo moído e inteiro (50:50) e sorgo inteiro para frangos aos 42 dias de idade os quais não observaram diferença para o comprimento do intestino delgado apesar de terem observado que o ceco apresentou maior tamanho nas aves do tratamento sorgo inteiro e menor nas aves do tratamento milho moído. Situação diferente foi demonstrada por GARCIA et al. (2005 a) avaliando dietas a base de milho, sorgo alto tanino e baixo tanino para frangos em diferentes idades, onde não houve efeito sobre o comprimento do intestino delgado e do ceco.

Tabela 8- Comprimento relativo do intestino delgado íntegro, ceco e cólon de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.

Tratamentos	Intestino (cm/100g)	Ceco (cm/100g)	Cólon (cm/100g)
Milho moído	6,208	1,387	0,286
Sorgo inteiro	5,863	1,286	0,255
Sorgo moído	5,596	1,239	0,256
CV (%)	11,99	11,69	18,03
P valor	0,3380	0,2385	0,5353

Teste de Tukey a 5% de significância ($P<0,05$).

Os resultados das variáveis altura e largura das vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do duodeno de frangos de corte aos 42 dias de idade estão apresentadas na Tabela 9.

Não foi observada diferença estatística ($P>0,05$) entre os tratamentos milho moído, sorgo inteiro ou sorgo moído para as variáveis altura e largura das vilosidades e distância entre vilosidades no duodeno. Porém, os frangos que receberam sorgo moído apresentaram menores médias ($P>0,05$) de criptas, ou seja, mais rasas em relação ao tratamento sorgo inteiro (criptas mais profundas), e o

tratamento milho moído não diferiu dos demais tratamentos. Este resultado pode sugerir que os animais que se alimentaram de sorgo inteiro tiveram maiores danos na mucosa intestinal, visto que a profundidade de criptas aumenta de acordo com a necessidade de renovação do epitélio (MACARI, 1995; BOLELI et al., 2002). Apesar das perdas energéticas com a renovação celular, esta pode ser uma resposta satisfatória do intestino, haja vista, ter sido o tratamento onde as aves apresentaram o maior peso vivo aos 42 dias de idade.

Tabela 9- Altura e largura de vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do duodeno de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.

Tratamentos	Altura (μm)	Largura (μm)	Distância (μm)	Cripta (μm)	Área de absorção
Milho moído	1736,648	204,110	134,594	274,823 ab	12,986
Sorgo inteiro	1596,992	218,259	117,297	332,305 a	12,896
Sorgo moído	1821,906	217,068	133,633	263,152 b	13,727
CV (%)	14,73	11,01	25,59	12,97	24,05
P valor	0,3947	0,6331	0,6559	0,0288	0,9027

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

Por outro lado, observou-se que os resultados da área de superfície de absorção da mucosa no duodeno não apresentaram diferença estatística ($P > 0,05$) entre as diferentes dietas (Tabela 9). A maior profundidade de criptas que corresponde a maior taxa de proliferação celular do epitélio intestinal é uma resposta do organismo para manter as características das vilosidades (turnover) e, provavelmente ocorre para não afetar a área de superfície de absorção (UNI et al., 1998; UNI et al., 2000).

Os resultados das variáveis altura e largura das vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do jejuno de frangos de corte aos 42 dias de idade estão apresentadas na Tabela 10.

Não foi observada diferença estatística ($P > 0,05$) entre os tratamentos milho moído, sorgo inteiro ou sorgo moído para altura e largura das vilosidades e distância entre vilosidades no jejuno. Porém, o tratamento milho moído apresentou menores médias ($P < 0,05$) de profundidade de criptas do jejuno e o tratamento sorgo inteiro

apresentou criptas mais profundas. Provavelmente o sorgo inteiro causou maior agressão a este epitélio, levando a uma maior produção de células da cripta e conseqüentemente ocorreu maior profundidade de criptas (MACARI, 1995; BOLELI et al., 2002). No entanto, os resultados de área de superfície de absorção da mucosa no jejuno não diferiram estatisticamente ($P>0,05$) com as diferentes dietas, deduzindo-se que não houve interferência dos tratamentos nos mecanismos de absorção deste epitélio da mesma forma como foi observado no duodeno.

Tabela 10- Altura e largura de vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do jejuno de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.

Tratamentos	Altura (μm)	Largura (μm)	Distância (μm)	Cripta (μm)	Área de absorção
Milho moído	1318,410	148,818	82,231	239,261 b	15,263
Sorgo inteiro	1618,780	166,941	94,705	315,722 a	16,482
Sorgo moído	1505,330	169,524	86,758	263,323 ab	16,173
CV (%)	18,08	20,35	22,26	15,21	9,37
P valor	0,1500	0,5709	0,6070	0,0361*	0,4338

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

Os resultados das variáveis altura e largura das vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do íleo de frangos de corte aos 42 dias de idade estão apresentadas na Tabela 11.

Não foi observada diferença estatística ($P>0,05$) entre os tratamentos milho moído, sorgo inteiro ou sorgo moído para altura e largura das vilosidades, distância entre vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção da mucosa no íleo. Estes resultados inferem que o bolo alimentar, independente do tratamento utilizado, ao chegar neste segmento do intestino delgado já sofreu uma máxima atividade enzimática e taxa de absorção nos segmentos anteriores. Com um pH mais estável e menos nutrientes para absorver apresenta menos agressividade contra a mucosa intestinal, não sendo capaz de interferir na estrutura do epitélio nem mesmo na área de superfície de absorção.

Tabela 11- Altura e largura de vilosidades, distância entre a base das vilosidades, profundidade de cripta e área de superfície de absorção do íleo de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com ração à base de milho grão moído, sorgo grão inteiro e sorgo grão moído.

Tratamentos	Altura (µm)	Largura (µm)	Distância (µm)	Cripta (µm)	Área de absorção
Milho moído	993,308	181,132	83,054	199,394	10,946
Sorgo inteiro	1157,130	182,774	77,277	233,119	12,460
Sorgo moído	1131,632	180,078	83,427	231,519	11,328
CV (%)	18,25	9,66	8,03	11,57	19,29
P valor	0,4052	0,9704	0,3406	0,1033	0,5539

Teste de Tukey a 5% de significância (P<0,05).

CAMPOS (2006), ao avaliar o efeito do tanino utilizando substituições do milho por sorgo com baixo tanino no desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos de corte de um a 42 dias de idade, verificou que a altura dos vilos nos diferentes segmentos intestinais não foi afetada pelos níveis crescentes de sorgo. Porém, observou um crescimento contínuo da altura das vilosidades com o aumento da idade das aves. O autor observou também que a profundidade das criptas do duodeno foi maior para os tratamentos com maiores níveis de sorgo aos 42 dias de idade. Este autor explicou que as alterações nas criptas do duodeno na fase final de criação pode ser uma resposta adaptativa da mucosa intestinal a um efeito acumulativo da presença de proantocianidinas do sorgo.

De acordo com o mesmo autor, qualquer tipo de perturbação no intestino delgado leva a alterações morfológicas no duodeno e jejuno, assim a alteração das criptas do duodeno e jejuno na fase final de criação é um fato esperado.

Confirmando os presentes resultados, UNI et al., (1998); OLIVEIRA et al., (2000) e; GEYRA et al., (2001) relataram que o duodeno e o jejuno são as porções do intestino delgado que apresentam maiores taxas de proliferação e migração celular, maiores vilos e criptas e respondem a agressões e a estímulos da mucosa de maneira mais acentuada.

RIBEIRO et al., (2002), ao avaliar os efeitos do crescente aumento da granulometria do milho das rações sobre a morfologia do duodeno (número e altura de vilosidades do duodeno) de frangos de corte machos, de 21 aos 42 dias de idade, observaram que a altura e o número das vilosidades intestinais não foram

influenciadas pela granulometria das dietas, mas observaram aumento com a idade das aves.

4.4 CONCLUSÃO

- Em frangos de corte de 1 a 42 dias de idade é vantajoso o uso do sorgo na alimentação, independente da forma física. Todavia, o sorgo inteiro é vantajoso por excluir gastos com moagem do grão.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.P.S.; PINTO, M.F.; POLONI, L.B.; PONSANO, E.H.G.; GARCIA NETO, M. Efeito do consumo de óleo de linhaça e de vitamina E no desempenho e nas características de carcaça de frango de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61. n. 3, p. 698-705, 2009.
- ALVARENGA, B.O.; BELETTI, M.E.; FERNANDES, E.A.; SILVA, M.M.; CAMPOS, L.F.B.; RAMOS, S.P. Efeitos de fontes alternativas de fósforo nas rações de engorda e abate sobre a morfologia intestinal de frangos de corte. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, p. 55-59, sep., 2004.
- ANTUNES, R.C.; RODRIGUES, N.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C.; SALIBA, E.O.S. Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 5, p. 1351-1354, Oct., 2007.
- APPLEGATE, T.J.; DIBNER, J.J.; KITCHELL, M.L.; UNI, Z.; LILBURN, M.S. Effect of turkey (*Meleagris gallopavo*) breeder hen age and egg size on poultry development. 2. Intestinal villus growth, enterocyte migration and proliferation of turkey poult. **Comparative Biochemistry Physiology B**, Vancouver, v. 124, n. 4, p. 381-389, Dec., 1999.
- BARBOSA, F.J.V.; SILVA, R.S.A.; ARAÚJO NETO, R.B.; RIBEIRO, V.Q.; CARVALHO, G.M.C.; SOBREIRA, R.S.; ABREU, J.G. Características de carcaça e composição corporal de frangos caipiras submetidos a sistema alternativo de criação. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v. 9, n. 2, p. 95-101, jul./dez. 2007.
- BARBOSA, F.J.Y. **Desempenho, metabolismo e avaliação de carcaça de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de energia metabolizável**. Teresina, PI. Teresina: UFPI, 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), 2003.
- BECKER, W.A.; SPENCER, J.V.; MIROSH, L.W.; VERSTRATE, J.A. Abdominal and carcass fat in five broiler strains. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, p. 693-697, 1981.
- BELLAVER, C.; ZANOTTO, D.L.; BRUM, P.A.R. Tamanho das partículas de milho moído para rações e como medi-las facilmente através do granulômetro In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA

SUINO E AVES, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia, SC: EMBRAPA/ CNPSA, P. 71-74, 1998.

BIAGI, J.D. Implicações da granulometria de ingredientes na qualidade de peletes e na economia da produção de rações. In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES. 1998, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia, SC: EMBRAPA, CNPSA, 1998.

BLACK, J.L. Variation in the nutritional value of cereal grains across livestock species. **Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium**. v. 13, p. 22–29, 2001.

BOARO, M. Morfofisiologia do trato intestinal. In: CONFERENCIA FACTA DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FACTA, p. 262-274, 2009.

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, 2002. p. 75-95.

BRESSAN, C. **Efeito dos fatores pré-abate sobre a qualidade do peito de frango**. 1998. 179f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas, SP, 1998.

BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L. Granulometria do milho em rações fareladas e trituradas para frangos de corte: instrução técnica para o avicultor. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 1998. 2 p.

BUENO, F.L. **Efeito da forma física, granulometria (DGM) e adição de óleo em dietas iniciais de frango**. 2006. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

CAMPOS, D.M.B. **Efeito do sorgo sobre o desempenho zootécnico, características da carcaça e o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

CARRE, B. Causes for variation in digestibility of starch among feedstuffs. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 60, p. 76-89, 2004.

CARVALHO, J.C.C. **Energia metabolizável e digestibilidade de nutrientes do milho e sorgo com uso de enzimas, determinados com galos e frangos de**

corte. 2010. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

CASTRO, A.G.M. de. Patologias gastrointestinais: importância do controle. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE AVICULTURA, 1., 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Editora Animal World, v. 2005.

CHAMP, M., SZYLIT, O., RAIBAUD, P., AIT-ABDELKADER, N. Amylase production by three Lactobacillus strains isolated from chicken crop. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 55, p. 487-93, 1983.

COSTA, P.T.C. Granulometria de microcomponentes para rações de suínos e aves. In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1998. p. 74. (EMBRAPA/CNPISA. Documentos, 52).

CUMMING, R.B. Opportunities for whole grain feeding. IN: 9th European Poultry Conference, World Poultry Science Association, **Anais...** Glasgow, v.2, p.219-222, 1994.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

DAHLKE, F. **Tamanho da partícula do milho e forma física da ração para frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho, dinâmica intestinal e rendimento de carcaça**. 2000. 98f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

DAHLKE, F.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; LIMA, A.R.; MAIORKA, A. Effects of corn particle size and physical form of the diet on the gastrointestinal structures of broiler chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 61-67, Apr. 2003.

DIAS, L.T.S. **Efeito do tanino e do ácido tânico sobre os lipídios plasmáticos e morfometria do fígado e do pâncreas de frango de corte**. 2004. 46p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. Júlio de Mesquita Filho – UNESP, 2004.

DINIZ, F.V.; FERNANDES, E.A.; MUNDIN, S.A.P.; ALVES, M.B.R.; AQUINO, C.A.M.; CHIARELI, D., Desempenho de frangos de corte submetidos a dietas formuladas a base de milho e sorgo. **Prêmio Lamas 2002**. FACTA. 60.

DOBRSZCZYK, B.J.; WHITWORTH, M.B.; VINCENT, J.F.V.; KHAN, A.A. Single kernel wheat hardness and fracture properties in relation to density and the modelling of fracture in wheat endosperm. **Journal of Cereal Science**, Maryland Heights, v. 35, p. 245-263, 2002.

DROR, Y.; NIR, I.; NITSAN, Z. The relative growth of internal organs in light and heavy breeds. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 18, p. 493-496, 1977.

DUARTE, J.O. **Mercado e comercialização: a produção do sorgo granífero no Brasil**. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2).

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 663p., 1997.

ELKIN, R.G.; ROGLER, J.C. Nutritional value of sorghum grain as a feedstuff for poultry. **Novus. Proceeding of the 1991**. Technical Symposia, St. Louis, 127-154p, 1991.

ESPÍNDOLA, C.J. **A cadeia produtiva de frango de corte na América do Sul: considerações preliminares**. 2009. (Apresentação de Trabalho/ Comunicação).

FAT and cholesterol. In: _____ American Institute for Cancer Research. **Food nutrition and the prevention of cancer: a global perspective**. Washington: World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, 1997. cap.5.3, p.384-393.

FAVERO, A.; MAIORKA, A.; DAHLKE, F. et al. Influence of feed form and corn particle size on the live performance and digestive tract development of turkeys. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 18, p. 772-779, 2009.

FERNANDES, E.A.; RODRIGUES, R.M.; HACKENHAAR, L.; KLINK, U.P.; FAGUNDES, N.S.; CAIRES, C.M. Uso de grão de sorgo integral na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, sup.10, p. 87, 2008.

FLEMMING, J.S.; MONTANHINI NETO, R.; ARRUDA, J.S.; FRANCO, S.G.; FLEMMING, R.; SOUZA, G.A.; FLEMMING, D.F. Ração farelada com diferentes granulometrias em frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 7, p. 1-9, 2002.

FURLAN, R. Anatomia e Fisiologia. In: **Doença das Aves**. Editores: Berchieri Jr. A., Macari, M. Facta, Campinas. p. 15-28, 2000.

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

GARCIA, R.G.; MENDES, A.A.; ANDRADE, C.; PAZ, I.C.L.A.; TAKAHASHI, S. E.; PELICIA, K.; KOMIYAMA, C.M.; QUINTEIRO, R.R. 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**, Lavras, v. 29, n. 6, dez. 2005 a.

GARCIA, R.G.; MENDES, A.A.; COSTA, C.; PAZ, I.C.L.A.; PELÍCIA, K.P.; KOMIYAMA, C.M.; QUINTEIRO, R.R. Desempenho da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.57, p.634-643, out. 2005 b.

GEYRA, A.; UNI, Z.; SKLAN, D. The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 86, p. 53-61, 2001.

GIANFELICI, M.F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte**. 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

GOMES, A.S.; MESTRE, G.L.C.; VIANA, C.C.; SILVA, E.C.; CARMO, E.S.; CAMPOS, R.B. **Anatomo fisiologia do aparelho digestório das aves domésticas da espécie *Gallus gallus***. UNIVAG? Centro Universitário, 2001.

GOTTSCHALDT, K.M.; LAUSMANN, S. Feed intake by poultry: a review. **Cell & Tissue Research**, v. 153, p. 477-496, 1974.

GUALTIERI, M.; RAPACCINI, S. Sorghum grain in poultry feeding. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 46, p. 246-254, 1990.

HETLAND, H.; SVIHUS, B.; OLAISEN, V. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 2, p. 416-423, 2002.

HILL, K.J. In: BELL, D.J.; FREEMAN, B.M. **Physiology and Biochemistry of Domestic Fowl**, London, v. 1, p. 1-23, 1971.

IBRAHIM, S.; MOHAMMED, K.S.; SOLIMAN, H.; et al. Recommended levels of available phosphorus for broilers fed starting diets containing Sudanese sorghum. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Oxfordshire, v. 61, p. 61, 1991.

ITO, N.M.K. Fisiologia do Sistema Gastroentérico. In: **Patologia do Sistema Gastroentérico**. Editado por Elanco Saúde Animal. p. 9-52, 1997.

JANSMAN, A.J.M. Tannins in feedstuffs for simplestomached animals. **Nutrition Research Reviews**, London, v. 6, p. 209-236, 1993.

JOBIM, C. C.; REIS, R.A. Produção e utilização de silagens de grãos úmidos de milho. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** Piracicaba. FEALQ, 2001. p. 912- 927.

KEMM, E.H.; BRAND, T.S. Grain sorghum as energy source for growing pigs. **Pig News and Information**, London, v. 17, p. 87-89, 1996.

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.

KLASING, K.C. Nutricional modulation of resistance to infectious disease. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n.8, p. 1119-1125, 1998.

LANA, G. R. Q. **Avicultura**. Ed. Rural. Recife: UFRPE, 2000. 237p.

LANDAU, E.C.; SANS, L.M.A. Clima. 4. ed. In: RODRIGUES, J.A.S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

LENTLE, R.G.; RAVINDRAN, V.; RAVINDRAN, G.; THOMAS, D.V. Influence of feed particle size on the efficiency of broiler chickens fed wheat based diets. **Journal of Poultry Science**, Tokyo, v. 43, p. 135-142, 2006.

LIMA, A.C.F.; PIZAURO JR., J.M.; MACARI, M.; MALHEIROS, E.B. Efeito do uso de probiótico sobre o desempenho e atividade de enzimas digestivas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasilia, v. 32, n. 1, p. 200-207, 2003.

LINDENMAIKER, P.; KARE, M.R. Effect of particle size of grains in performance of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 38, p. 545-550, 1959.

LOTT, B.D.; DAY, E.J.; DEATON, J.W.; MAY, D. The effect of temperature, energy level and corn particle size on broiler performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 618-624, 1992.

MACARI, M. **Fisiologia do Sistema Digestivo das Aves (I)**. Aves e Ovos, 08/09, p. 2-20, 1999.

MACARI, M. Mecanismos de proliferação e reparação da mucosa gastrintestinal em aves. 1o Simpósio de Coccidiose e Enterite, **Anais...** Campinas, 1995.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2ed., 296p., 2002.

MAGALHAES, P. C.; DURAES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

MAGALHÃES, P. C.; RODRIGUES, W. A.; DURÃES, F. O. M. **Tanino no grão de sorgo: bases fisiológicas e métodos de determinação**. Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS, 1997. 26p. (EMBRAPA - CNPMS. Circular Técnica, 27).

MAI, A. K. **Wet and coarse diets in broiler nutrition: Development of the GI tract and performance**. PhD Thesis, Institute of Animal Sciences, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, The Netherlands, 2007.

MAIORKA, A. **Efeito da forma física, níveis de energia em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis no desempenho e composição de carcaças de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade**, 1998. 115p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

MAIORKA, A., BOLELI, I.C., MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). **Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 113-123, 2002.

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; SILVA, A.V.F.; 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, p. 141-148, 2000.

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

MAXSON, E.D.; FRYAR, W.B., ROONEY, L.W.; KRISHNAPRASAD, M.N. Milling properties of sorghum grain with different proportions of corneous to floury endosperm. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 48, p. 478-490, 1971.

MEAD, G.C. Bacteria in the gastrointestinal tract of birds. In: Mackie I., White B.A., Isaacson R.E. (eds), **Gastrintestinal microbiology**, vol.2. Champman & Hall, New York, N.Y. p. 216-240. 1997.

MELCION, J.P. La granulométrie de l'aliment: principe, mesure et obtention. **INRA Productions Animales**, Saint-Genès-Champanelle, v. 13, n. 2, p. 81-97, 2000.

MENDES, A.A.; GARCIA, E.A.; GONZALES, E.; VAROLLI, J.C. Efeito da linhagem e idade de abate sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 466-472, 1993.

MORAIS, E; FRANCO S.G.; FEDALTO, L.M . 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**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 109-114, 2002.

MORAN Jr., E.T. Comparative nutrition of the fowl and swine. In: **The Gastrointestinal Systems**, University of Guelph, Guelph, Ontário, Canada, 1982.

MOREIRA, J.; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A. Rendimento e qualidade de carne de peito de frango de corte criados com diferentes níveis de energia em dietas suplementadas com probiótico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ-SBZ, 2001. CD-ROM.

MURTA, G.P.O.; FERNANDES, E.A.; OLEGÁRIO, M.M.M.; SILVA, C.B.; PEREIRA, P.C. Efeito da moagem do sorgo grão sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, Supl. 6, p. 32, 2004.

NABUURS, M.J.A. Microbiological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning. **Pig News and Information**, Oxfordshire, v. 16, n. 3, p. 93-97, 1995.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1994. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th rev. ed. National Academy Press. Washington, DC.

NILIPOUR, A. Produciendo pellets de calidad. **Industria Avícola**. Mount Morris, p. 28-30, 1994.

NIR, I. Resposta de frangos de corte à estrutura alimentar: ingestão de alimentos e trato gastrointestinal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p. 49-68.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I.; SHEFET, G. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, p. 771-783, 1995.

NIR, I.; HILLEL, R.; SHEFET, G.; NITSAN, Z. Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 781-791, 1994b.

NIR, I.; SHEFET, G.; ARONI, Y. Effect of particle size on performance. 1. Corn. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.45-49, 1994a.

NIR, I.; TWINA, Y.; GROSSMAN, E.; NITSAN, Z. Quantitative effects of pelleting on performance gastrointestinal tract and behavior of meat-type chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 35, p. 589-602, 1994c.

NITSAN, Z. The development of digestive enzyme tract in posthatched chicks. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 1995, Antalya. **Proceedings...** Antalya: WPSA, 1995. p. 21-28.

NITSAN, Z.I.; BEM-AURAHAM, G.; ZOREF, Z.; NIR, I. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 32, n. 3, p. 515-523, 1991.

NORTH, M.O.; BELL, D.D. **Commercial Chicken Production Manual**. 4.ed. New York: International Thomson Publishing, 1990. 913p.

NOY, Y.; SKLAN, D. Metabolic Responses to Early Nutrition. **Journal Applied Poultry Research**, Champaign v. 7, p. 437-451, 1998.

OLIVEIRA, P.B.; MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R.M.; MACARI, M.; SCAPINELLO, C. Influência de fatores antinutricionais da leucena (*Leucaena leucocephala* e

Leucaena eunningan) e do Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) sobre o epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, Dec. 2000.

PARR INSTRUMENTS CO. **Instructions for the 1241 and 1242 adiabatic calorimeters**. Moline, 1984. 29p. (Parr Manual,153).

PELICANO, E. R. L; et. al. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, p. 124-134, 2003.

PENZ, A.M.; MAGRO, N. Granulometria de rações: Aspectos fisiológicos. Simpósio sobre granulometria de ingredientes e rações para suínos e aves. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1998. p.1-12.

PIRES, D.L. **Efeito da inoculação via esofágica de microbiota intestinal sobre a hematologia, desenvolvimento e integridade intestinal de pintos de corte**. 2008. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

PIRLOT, P. **Morfologia evolutiva de los cordados**. Barcelona: Omega, 1976. p.481- 484.

PORTELLA, F.J.; CASTON, L.J.; LEESON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 68, n. 3, p.923-930, 1988.

PRICE, M.L.; BUTLER, L.G. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v. 25, p. 1268-1273, 1977.

REECE, F.N.; LOTT, B.D.; DEATON, J.W. The effects of hammer mill screen size on ground corn particle, pellet durability and broiler performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 65, p. 1257-1261, 1986.

RIBEIRO, A.M.L; MAGRO, N; PENZ JR, A.M Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 1, Jan., 2002.

RIBEIRO, D.F. Influência do manejo do pré-abate e das operações de abate na qualidade e rendimento das carcaças. In: BERAQUET, N. J. **Industrialização da carne de frango**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1992. p. 22-31.

ROBERT, A.A. Digestão e absorção dos carboidratos, gorduras e proteínas. In: DUKES, H.H. **Fisiologia dos animais domésticos**, 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, p.856.

ROÇA, R.O. **Propriedades da Carne**. Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2000. 10p.

ROCHA, V.R.R.A.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; RABELLO, C.B.V.; RAMALHO, R.P.; LUDKE, M.C.M.M.; SILVA, E.C. Substituição total do milho por sorgo e óleo de abatedouro avícola em dietas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n.1, p.95-102, 2008.

RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. de; FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; GONÇALVES, T.M. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações á base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v. 1, n. 2, p. 91-100, 2002.

RODRIGUES, W.A.; MAGALHÃES, P.C.; SANTOS, F.G.; BETERCHINE, A.G.; TOSELLO, G.A. Métodos para determinar tanino em sorgo, avaliando-se o desempenho de aves e a digestibilidade in vitro da matéria seca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 4, p. 540- 550, 1998.

ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factor affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, Ottawa v.63, n.5, p.1607-1623, 1986.

ROSTAGNO, H.S. Energia metabolizável do milho e do sorgo com diferentes conteúdos de tanino para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.6, p.304-318, 1977.

ROSTAGNO, H.S. Utilização do sorgo nas rações de aves e suínos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 144, p.18-27, 1986.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG, Imprensa Universitária, 2000, 141p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.L.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e**

suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2ed., Viçosa, MG. Imprensa Universitária, 2005. 186p.

SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; CARVALHO, L.E. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, June. 2006.

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

SCHEUERMANN, N.G. **Utilização do sorgo em rações para frangos de corte**, Concordia: EMBRAPA-CNPISA, 1998. 3p. EMBRAPA/CNPISA COMUNICADO TÉCNICO.

SCHIFFMAN, H.R. Texture preference in the domestic chick. **Journal of Comparative and Physiological Psychology**, Sunnyvale, v. 66, p. 540, 1968.

SCHOFIELD, P.; PELL, A.N.; MBUGUA, D.M. **Animal Feed Science and Technology**. 2001, 91, 21.

SILVA FILHA, O.L.; BARBOZA, W.A.; FARIAS FILHO, R.V.; RABELO, C.B.V.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; OLIVEIRA, R.J.F. Efeito do nível energético da ração sobre o desempenho de frangos de corte no período de um a 21 dias de idade. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária, Agronomia**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 7-20, 2004.

SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO, A.H. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína na ração e peso da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 344-352, 2003.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL (Brasil). **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. São Paulo, Sindirações, 2009. (paginação descontínua).

STRINGHINI, J.H.; LABOISSIÈRE, M.; MURAMATSU, K.; LEANDRO, N.S.M.; CAFÉ, M.B. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criados em Goiás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, p. 183-190, 2003.

STURKIE, P.D. **Avian Physiology**, 5.ed. Academic Press, San Diego, p.317-318, 2000.

TAVERNARI, F.C.; MENDES, A.M.P. Desenvolvimento, crescimento e características do sistema digestório de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n. 6, p.1103-1115, 2009. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br>. Acesso em: 18/07/2012.

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**, Ibaraki, v. 45, n. 1, p. 46-50, 2008.

TURK, D.E. The anatomy of the avian digestive tract as related to feed utilization. **Poultry Science Journal**, Cambridge, v.60, n.1, p. 101-111, 2004.

UNI, Z., FERKET, R. P. Methods for early nutrition and their potential. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, p. 101-111, 2004.

UNI, Z., Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chickens small intestine. **British Poultry Science**, Edinburgh, n. 41, p. 410 - 415. 2000.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Cell proliferation in chickens intestinal epithelium occurs both in the cript and along the villus. **Journal Comparative Physiology B**, Vancouver, v.168, n. 4, p. 241-24, 1998.

VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV, 2002. 297p.

VENTURINI, K.S.; SARCINELLI, M.F.; SILVA, L.C. **Características da Carne de Frango**. Boletim Técnico – PIE-UFES: 01307. 2007. Disponível em: <http://w.agais.com/telomc/b01307_caracteristicas_carnefrango.pdf>. Acesso em 03 out. 2012.

VIEIRA, S.L., A. M. PENZ, A. M. KESSLER, J. V. LUDKE. J. Broiler Utilization of Diets Formulated with High Oil Corn and Energy from Fat. **Applied Poultry Research**, Champaign, v. 6, n. 4, Winter, 1997.

WALDROUP, P.W. Particle size reduction of cereal grains and its significance in poultry nutrition. Technical Bulletin PO34. **American Soybean Association**, Singapore, p. 14, 1997.

YAMAMOTO, M.; KIYONO, H. Immunoregulatory functions of mucosal and T cells, **Microbes infective**, Amsterdam, v. 1 p. 241-246. 1999.

YAMAUCHI, K.E.; ISHIKI, Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. **British Poultry Science**, Edinburgh, n. 32, p. 67-78, 1991.

Yu, Z.; Dahlgren, R.A. Evaluation of methods for measuring polyphenols in copper foliage. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 26, p. 2119-2140, 2000.

ZANOTTO, D.L.; ALBINO, L.F.T.; BRUM, P. Efeito do grau de moagem no valor energético do milho para frangos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994; 57p.

ZANOTTO, D.L.; BRUM, P.A.R.; GUIDONI, A.L. Granulometria do milho da dieta e desempenho de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais...** Campinas: FACTA, 1996. p. 19.

ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; BRUM, P.A.R. de. Granulometria do milho em rações fareladas para frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. 1 CD-ROM.

Anexo 1- Análise final no 047/11 da comissão de ética na utilização de animais para o protocolo registro CEUA/UFU 025/11



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 - Campus Santa Mônica -
Uberlândia-MG -
CEP 38400-089 - FONE/FAX (34) 3239-4131; e-mail: ceuafu@yahoo.com.br;
www.comissoes.propp.ufu.br

ANÁLISE FINAL Nº 047/11 DA COMISSÃO DE ÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE ANIMAIS PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEUA/UFU 025/11

Projeto Pesquisa: "Influência do sorgo inteiro sobre a morfometria intestinal e a composição de carcaças de frangos de corte".

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, 17 de maio de 2011

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

Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Evandro de Abreu Fernandes
Presidente do CEUA-Comissão de Ética na Utilização de
Animais-Portaria R Nº 1220/2009

Anexo 2- Análise final no 047/11 da comissão de ética na utilização de animais para o protocolo registro CEUA/UFU 077/11



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
Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Evandro de Abreu Fernandes
Presidente do CEUA-Comissão de Ética na Utilização de Animais-Portaria R Nº 1220/2009