

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

**ESTUDO DE PROGRAMAS NUTRICIONAIS
ALTERNATIVOS NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE
COM O USO DO GRÃO INTEIRO DE SORGO**

Márcia Marques Silveira
Médica Veterinária

UBERLÂNDIA - MINAS GERAIS - BRASIL
2014

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

**ESTUDO DE PROGRAMAS NUTRICIONAIS
ALTERNATIVOS NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE
COM O USO DO GRÃO INTEIRO DE SORGO**

Márcia Marques Silveira

Orientador: Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes

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

UBERLÂNDIA - MINAS GERAIS - BRASIL

Abril de 2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S587e
2014 Silveira, Márcia Marques, 1982 -
 Estudos de programas nutricionais alternativos na dieta de frangos de corte com
 o uso do grão inteiro de sorgo / Márcia Marques Silveira. – 2014.
 89 f. : il.

 Orientador: Evandro de Abreu Fernandes.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-
Graduação em Ciências Veterinárias.
 Inclui bibliografia.

 1. Veterinária - Teses. 2. Frango de corte - Nutrição - Teses. 2. Frango de corte -
Alimentação e rações - Teses. I. Fernandes, Evandro de Abreu, 1949- II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências
Veterinárias. III. Título.

CDU: 619

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

MÁRCIA MARQUES SILVEIRA - Nascida em 15 de setembro de 1982, na cidade de Catalão - GO. Em 2004, obteve o título de Médica Veterinária na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Uberlândia-MG. De 2005 a 2012, trabalhou na empresa Granja Planalto, em Uberlândia, no manejo e sanidade de matrizes pesadas, semi-pesadas e leves. Em 2012, iniciou o Curso de Mestrado em Ciências Veterinárias, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, com ênfase em Produção Animal. Desde 2013, ministra aulas na Faculdade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC), em Uberlândia-MG.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conduzir pelo caminho do bem e do progresso através das provações da vida; a minha família por me apoiar nesse novo caminho; ao meu marido Luiz Augusto pela compreensão dos momentos de ausência; a meu orientador, mestre e amigo professor Evandro por ter me confiado essa pesquisa; aos meus amigos e companheiros de pesquisa da família AVIEX que sempre estiveram ao meu lado para me amparar nos momentos difíceis; ao Rivaldo e Jean que cuidaram com tanta dedicação das aves; ao professor Beletti e Igor pelo apoio e orientação na condução da histologia. Sem vocês não seria possível realizar esse meu grande sonho. Obrigada!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	8
1 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
1.1 Sorgo.....	9
1.2 Grãos inteiros na alimentação de aves	12
1.3 Grãos inteiros e o trato digestório	16
1.4 Programas de alimentação em frangos de corte.....	19
CAPÍTULO 2 - EFEITO DE UM PROGRAMA NUTRICIONAL DIÁRIO E DE TRÊS DIAS À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO EM FRANGOS DE CORTE.....	32
CAPÍTULO 3 - EFEITO DE UM PROGRAMA NUTRICIONAL DIÁRIO E DE TRÊS DIAS À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO SOBRE O TRATO GASTROINTESTINAL EM FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE	50
CAPÍTULO 4 - EFEITO DE UM PROGRAMA NUTRICIONAL DIÁRIO À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO SOBRE O CONSUMO ENERGÉTICO E PROTÉICO EM FRANGOS DE CORTE	71
ANEXOS	89

ESTUDO DE PROGRAMAS NUTRICIONAIS ALTERNATIVOS NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE COM O USO DO GRÃO INTEIRO DE SORGO

RESUMO - Objetivou-se comparar três programas nutricionais, desenvolvidos com rações à base de sorgo grão inteiro sem tanino, avaliando o desempenho zootécnico, o rendimento da carcaça e cortes, o desenvolvimento gastrointestinal e a superfície de absorção do intestino delgado de frangos de corte. No total, 1360 pintinhos de frangos de corte, mistos (50:50), com um dia de idade, da linhagem Hubbard Flex foram distribuídos de acordo com um delineamento inteiramente casualizado composto de quatro tratamentos e dez repetições cada, assim distribuídos: três programas com ração à base de sorgo grão inteiro (programa nutricional com ajustes diários, programa nutricional com ajuste a cada três dias e de quatro fases) e um programa com ração à base de sorgo grão moído (quatro fases). As variáveis analisadas foram o consumo de ração; ganho de peso; conversão alimentar; viabilidade; rendimento da carcaça eviscerada e cortes (peito- completo e desossado, coxas/sobrecoxas e asas); composição química do músculo peitoral; peso relativo do intestino delgado (ID) e moela; comprimento, histomorfometria e área de absorção do ID. As variáveis de desempenho foram submetidas à ANOVA. As variáveis de rendimento, composição, peso relativo da moela e ID e comprimento do ID foram submetidas à ANOVA em esquema fatorial (4x2). Na variável histomorfometria do ID dos machos aplicou-se a ANOVA. A verificação da força e direção da relação linear entre o peso da moela e o peso do intestino foi feita por meio do coeficiente de correlação de Pearson. Os programas nutricionais com ajustes diários e a cada três dias apresentaram melhor conversão alimentar, não comprometeram o rendimento de carcaça e de cortes comerciais, promoveram um aumento de tamanho da moela, que acarretou em maior desenvolvimento do intestino delgado. Conclui-se que os programas diários de arraçoamento poderiam ser viabilizados na indústria avícola com a mistura de grãos de sorgo e concentrados diretamente nas granjas concorrendo para melhor logística e custo de transporte de ração.

Palavras-Chave: nutrição, aves, regimes alimentares, arraçoamento.

STUDY OF ALTERNATIVE NUTRITIONAL PROGRAMS IN THE DIET OF BROILERS WITH THE USE OF WHOLE GRAIN SORGHUM

ABSTRACT - The present study aimed to compare three nutritional programs, developed with rations based on whole grain sorghum without tannin, evaluating the growth performance, carcass yield and cuts, gastrointestinal development and the absorption surface of the small intestine of broilers. In total, 1360 broiler chicks, mixed (50:50), with a day-old lineage Hubbard Flex were distributed according to a completely randomized design composed of four treatments and ten replications each, as follows: three programs with whole sorghum grain-based ration (nutrition program with daily adjustment, nutritional program with adjustment every three days and four phases) and a program with ground sorghum grain-based ration (four phases). The variables analyzed were the feed intake; weight gain; feed conversion; viability; eviscerated carcass yield and cuts (chest (full and boned), thighs/drumsticks and wings); chemical composition of the pectoral muscle; relative weight of the small intestine (ID) and gizzard; length, histomorphometry and absorption area ID. Performance variables were submitted to ANOVA. The variables of yield, composition, relative weight of gizzard and ID and ID length were submitted to ANOVA in factorial scheme (4x2). In the variable ID histomorphometry of males applied the ANOVA. Verification of the strength and direction of a linear relationship between the weight of gizzard and intestine weight was made through the Pearson correlation coefficient. Nutrition program with adjustment daily and every three days showed better feed conversion, didn't affect carcass yield and commercial cuts, promoted an increase in size of the gizzard, which result in further development of the small intestine. It is concluded that the daily feeding programs could be made possible in the poultry industry with the mixture of sorghum grains and concentrates directly on farms running for better logistics and shipping cost of feed.

Key words: nutrition, birds, diets, feeding strategies.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A alimentação é um dos aspectos mais importantes na avicultura, por causa de seu papel principal nos processos metabólicos e seu impacto econômico. No Brasil, o custo de alimentação representa cerca de 75% do custo total da produção de frangos de corte, e inserido neste o milho, que é a principal fonte energética na nutrição de aves, 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.*, 1995).

No entanto, o aumento do uso do milho para produção de etanol nos Estados Unidos (GARCIA *et al.*, 2013), problemas climáticos no Brasil com queda de produtividade e qualidade, perda de espaço de plantio para a soja no Brasil assim como nos Estados Unidos, a crise na Ucrânia, que um dos grandes players no mercado mundial deste cereal (MIRANDA *et al.*, 2014), oscilam os preços do milho no mercado internacional, afetando diretamente a produção avícola global.

Isto tem estimulado interesse na pesquisa por ingredientes alimentares alternativos e técnicas de redução de custos sem que afetem o desempenho das aves. O estudo apresentado nesta dissertação foi realizado com o objetivo geral de investigar as possibilidades do uso direto do grão inteiro de sorgo na dieta de frangos de corte. O objetivo específico focado na avaliação dos programas nutricionais que envolvem a utilização de sorgo grão inteiro no desempenho dos frangos de corte. Como também o entendimento do impacto do grão inteiro de sorgo sobre o sistema de absorção intestinal dos nutrientes para obter uma melhor compreensão dos resultados obtidos.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Sorgo

Globalmente, o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é o quinto grão mais produzido, atrás do trigo, arroz, milho e cevada. Aproximadamente dois terços do grão produzido no mundo são usados para consumo humano na África e na Índia, mas em outras regiões do planeta o grão produzido é geralmente usado nos sistemas de produção animal intensiva, como frangos de corte, gado em confinamento, gado leiteiro, suínos e mais recentemente, para a produção de biocombustíveis (BRYDEN, 2009).

O sorgo originou-se na África e é geralmente cultivado em regiões tropicais, subtropicais e áridas (WANISKA; ROONEY, 2000). Em geral, o cultivo de sorgo é robusto sob más condições ambientais, tais como, solo estéril e seco. Portanto, o interesse no sorgo como fonte de alimento está aumentando em muitos países (DICKO et al., 2006).

O sorgo é cultivado em dois grandes grupos de países. No primeiro grupo (principalmente na Ásia e África), a produção é tradicional, subsistência e em pequena escala, e o sorgo é usado principalmente para a alimentação humana, os rendimentos são geralmente baixos e podem variar consideravelmente de ano para ano. No segundo grupo (países industrializados e em desenvolvimento), a produção é moderna, mecanizada, intensiva e de larga escala, o sorgo é usado principalmente para a alimentação animal e os rendimentos são mais elevados (CGIAR, 2014).

Os cinco maiores produtores mundiais de sorgo são os Estados Unidos, México, Nigéria, Índia e Argentina. O Brasil ocupa a nona posição com produção do grão em 2013 de 2.100.00 toneladas (INDEX MUNDI, 2013).

O sorgo apresenta na sua estrutura um conjunto de compostos fenólicos, que podem influenciar na cor, aparência e a qualidade nutritiva do grão e se dividem em três grupos: ácidos fenólicos, flavonóides e taninos condensados. No entanto, somente os taninos podem afetar a qualidade nutricional da dieta. Os taninos estão ligados à coagulação e precipitação de enzimas e de alguns minerais. Eles podem formar complexos com os carboidratos da dieta e inibir a atividade de algumas enzimas digestivas, como a tripsina e α -amilase (CAMPOS, 2006).

Os taninos quando ingeridos em certas quantidades, causam redução no ganho de peso e uma pior conversão alimentar de frangos de corte, uma vez que diminui o aproveitamento energético e protéico da dieta levando a maior excreção de nitrogênio nas fezes, como resultado da interação taninos-proteína, formada por múltiplas pontes de hidrogênio (CHANG; FULLER, 1964; ROSTAGNO et al., 1973). Nyamambi et al. (2007) observaram que altura das vilosidades e a profundidade de cripta do duodeno foram reduzidas com aumento dos níveis de tanino do sorgo na dieta.

Porém, o mercado interno de grãos de sorgo, representado na sua totalidade pelas indústrias de rações, demanda grãos sem tanino. Por isso, a comercialização de sorgo com tanino no Brasil é bastante restrita, sendo que somente 4% do sorgo granífero semeado é do tipo com tanino (TSUNECHIRO et al., 2010).

Os setores da avicultura apresentam margem de lucro muito estreita em decorrência dos altos custos de produção e baixos preços obtidos na comercialização dos seus produtos, mas poderão reduzir significativamente seus gastos, beneficiando-se da menor cotação do sorgo estimada entre 20 e 30% inferior à do milho (COELHO et al., 2002).

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tem potencial para substituir o milho como uma alternativa alimentar na avicultura. Seu valor nutritivo é semelhante ao milho (DOUGLAS et al., 1990) e dada a sua demanda baixa de água pode ser produzido em áreas semiáridas ao redor do mundo (GUALTIERI; RAPACCINI, 1990) e é adaptado para solos de baixa qualidade. Além disso, o sorgo sem tanino tem sido utilizado para substituir o milho na alimentação de frangos de corte sem afetar seu desempenho (FERNANDES et al. 2002; GARCIA et al., 2005; BOZUTTI, 2009). Rostagno et al. (2011) determinaram para o sorgo um valor de 3.189 kcal/kg de energia metabolizável para aves, além de uma composição de 8,97% de proteína bruta, 2,96% de extrato etéreo, 63,24% de amido, 2,30% de fibra bruta e 1,41% de cinzas.

O sorgo pode ser utilizado inteiro, sem a necessidade de moagem, na alimentação de frangos de corte desde o primeiro dia de vida (CAROLINO, 2012). Este fato deve-se ao tamanho do grão de sorgo ser compatível a dimensão anatômica do bico das aves e, portanto estas são capazes de ingerir os grãos inteiros, o que promove uma maior demanda de utilização da moela, com aumento na frequência de contração e consequentemente um maior peso deste órgão (HILL,

1971). As figuras 1 e 2 foram fotos tomadas na necropsia dos pintinhos na primeira semana de alojamento desta pesquisa, demonstrando a ingestão do sorgo grão inteiro. Os pintinhos foram escolhidos aleatoriamente e submetidos à eutanásia por deslocamento cervical e após a confirmação da morte iniciou-se a necropsia.



Figura 1- Sequência da necropsia do ingluvie de pintinhos de frangos de corte na primeira semana de alojamento alimentados com ração à base de sorgo grão inteiro. Fonte: Arquivo pessoal



Figura 2- Sequência da necropsia da moela de pintinhos de frangos de corte na primeira semana de alojamento alimentados com ração à base de sorgo grão inteiro. Fonte: Arquivo pessoal

1.2 Grãos inteiros na alimentação de aves

A alimentação com o grão inteiro é parte de uma estratégia nutricional alternativa. Possui várias vantagens potenciais: fornece uma forma de enriquecimento ambiental para as aves (PICARD et al., 2002), incentiva o desenvolvimento muscular da moela e aumenta a digestão enzimática (MACLEOD, 2013).

As aves têm preferência por partículas de maior tamanho (SCHIFFMAN, 1968), independente da idade (PORTELLA et al., 1988) e, à medida que a idade das aves aumenta, o tamanho de partículas preferido aumenta gradativamente (NIR et al., 1994a) ou seja, existe uma correlação direta entre o tamanho do bico e o tamanho de partícula desejada.

Moran (1982) sugere que as aves têm dificuldade para consumir partículas que sejam de tamanhos extremos em relação às dimensões anatômicas do seu bico. Além disso, estudos evidenciam que o tamanho de partícula e forma física do alimento pode influenciar positivamente nos processos de ingestão, fisiologia do trato gastrointestinal (TGI) e no desempenho produtivo das aves (DAHLKE et al., 2003; PARSONS et al., 2006; LÓPEZ et al., 2007).

Imediatamente após a eclosão, o peso de proventrículo, moela e intestino delgado crescem rapidamente em relação ao peso dos demais órgãos e tecidos. Em frangos, o tamanho máximo relativo dos órgãos digestivos ocorre de 3 a 7 dias de idade (DROR et al., 1977). Um bom desenvolvimento do TGI pode ser obtido por estratégias na alimentação destas aves como a escolha do alimento (ERENER et al., 2003), sequência de alimentação (ROSE et al., 1995), dietas grosseiras (NIR et al., 1995) e/ou a inclusão de grãos inteiros (HETLAND et al., 2002).

O sistema de alimentação comumente utilizado na produção de frangos de corte é a distribuição de uma única dieta completa e homogênea, formulada para fornecer a ave os nutrientes mínimos diários exigidos. Neste tipo de sistema os cereais geralmente são moídos e misturados com concentrados de proteínas e minerais.

A moagem dos ingredientes da ração tem a vantagem da uniformidade da dieta (BLAIR, 1973), e melhoria no desempenho produtivo, pelo aumento da área de superfície de partícula, permitindo assim maior acesso a enzimas digestivas e

aumento da eficiência digestiva (GOODBAND et al., 2002). No entanto, aumenta os custos devido à necessidade de energia na moagem e o transporte desta ração, de acordo com Dozier (2002), o custo de moagem dos cereais representa 25% a 30% do custo de fabricação da ração.

Além disso, o problema de segregação da alimentação pode surgir, especialmente quando dietas fareladas são utilizadas (TANG et al., 2006). As partículas grandes podem segregar das partículas pequenas durante o transporte e armazenamento. As aves preferem partículas maiores (SCHIFFMAN, 1968), em todas as idades (PORTELLA et al., 1988), esta segregação pode promover a seleção do ingrediente, assim influenciar a capacidade das aves em atender suas necessidades diárias (TANG et al., 2006).

Em alguns países europeus, para frangos de corte são utilizados grãos inteiros de cereais principalmente o trigo, distribuídos com um concentrado protéico. Este tipo de distribuição é eficaz na redução do custo de alimentação, porque não exige a moagem e permite o uso direto dos cereais cultivados nas explorações agrícolas (UMAR FARUK, 2010).

Os aspectos de bem-estar animal podem ser considerados com o uso de grãos inteiros de cereais, tais como redução da ascite (acúmulo de líquido na cavidade peritoneal) e da fraqueza nas pernas no crescimento de frangos de corte (BIZERAY et al., 2002), bem como o aumento da resistência a coccidiose devido à maior capacidade de moagem da moela que tritura os oócitos presentes (CUMMING, 1994), fornece uma forma de enriquecimento ambiental para as aves (PICARD et al., 2002), já que as aves têm preferência por partículas de maior tamanho (SCHIFFMAN, 1968).

Os cereais inteiros podem ser fornecidos de quatro formas principais: alimentação convencional, que foi a utilizada nesta dissertação; alimentação de livre escolha; mistura alimentar de livre escolha e alimentação sequencial (Figura 3).

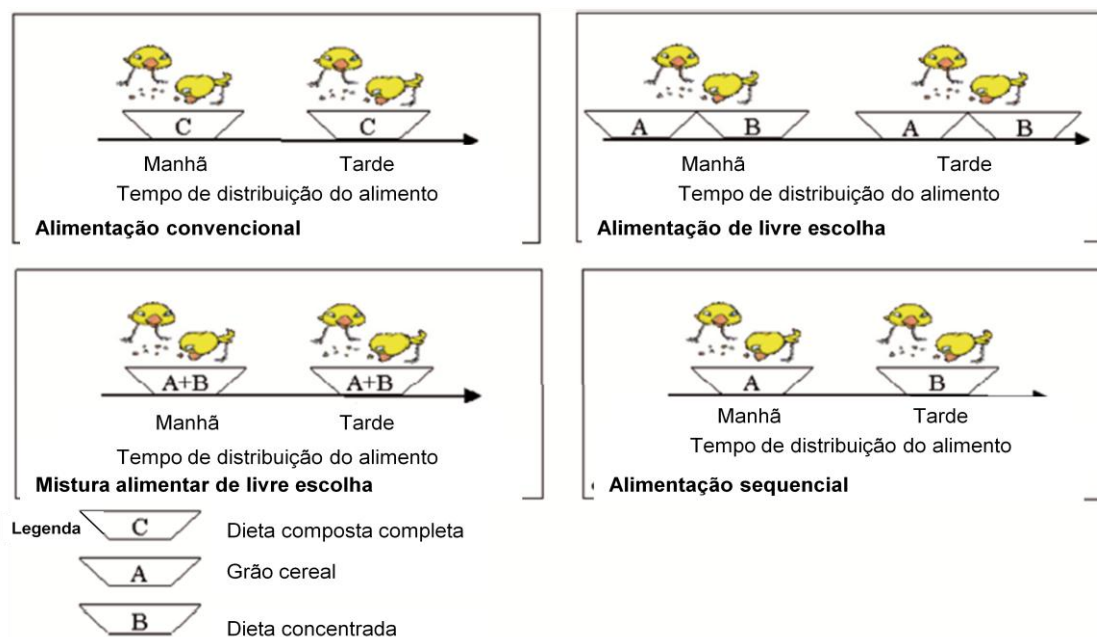


Figura 3. Representação esquemática dos métodos de alimentação na produção de aves (alimentação convencional; alimentação de livre escolha; mistura alimentar de livre escolha; alimentação sequencial). C é uma dieta composta completa contendo todos os ingredientes da ração misturados para fornecer o requisito mínimo de nutrientes diários para um determinado objetivo de produção. A é uma dieta rica em energia (os cereais são ricos em energia) enquanto B é uma dieta rica em proteínas, minerais e vitaminas. O princípio básico é que aves tenham acesso a duas diferentes dietas e consumirá a proporção certa de cada uma para ter uma ingestão de nutrientes semelhante como C. Figura adaptada de Umar Faruk (2010).

O sistema de alimentação convencional é o método de alimentação mais utilizado na produção de aves. Uma única dieta é fornecida as aves ao longo do dia, e é uma dieta composta, completa contendo todos os ingredientes da ração misturados para fornecer o requisito mínimo de nutrientes diários para um determinado objetivo de produção (UMAR FARUK, 2010).

Entre os sistemas de alimentação que utilizam os cereais inteiros, o método de alimentação de livre escolha (choice-feeding) é o mais estudado. Como o nome sugere, consiste em uma escolha *ad libitum* de grãos inteiros e uma ração concentrada complementar em comedouros separados (UMAR FARUK, 2010). O trigo grão inteiro e um concentrado protéico foram fornecidos em comedouros separados, com resultados indicando que as aves eram capazes de escolher de forma diferenciada os grãos e o concentrado, equilibrando e satisfazendo suas exigências nutricionais e energéticas (FORBES; COVASA, 1995). O princípio básico deste método é que as aves, de forma individual, criadas em lote, são capazes de selecionar vários ingredientes nos alimentos oferecidos. Portanto, a hipótese é que as aves são capazes de compor sua própria dieta para satisfazer as suas necessidades (EMMANS, 1977; ROBINSON, 1985).

A mistura alimentar de livre escolha (loose-mix feeding) refere-se a uma mistura do grão inteiro e um concentrado protéico (ou seja, o que resta quando o cereal é retirado da formulação da ração completa), fornecidos no mesmo comedouro (FORBES; COVASA, 1995). É também conhecido como "alimentação de livre escolha no mesmo comedouro". Neste método, presume-se que as aves individualmente vão comer quantidades corretas de cada parte (grão inteiro e concentrado protéico) fazendo elas mesmas uma dieta equilibrada. Tem sido muito utilizado em frangos de corte produzidos no norte de países europeus, com a inclusão do trigo grão inteiro nas rações (NOIROT et al., 1998).

Alternar dietas diferentes durante o dia foi denominado alimentação sequencial (sequential-feeding) por Gous e Du Preez (1975). Este método foi largamente estudado e aplicado com sucesso em frangos de corte, quando, por exemplo, o trigo grão inteiro é alternado com um concentrado protéico, no período da manhã é fornecido o trigo inteiro e a tarde o concentrado protéico (NOIROT et al., 1998). Bouvarel et al. (2008) demonstraram que a alimentação sequencial em frangos de corte usando dietas de diferentes níveis de energia e proteína ao longo de um ciclo de 48 horas obtiveram um consumo em quantidade similar de ração em comparação com a alimentação convencional. Com esse método verificou-se a redução na mortalidade sob desafio de calor agudo e redução da claudicação e aumento da atividade de frangos de corte na fase de cria (DE BASILIO et al., 2001).

1.3 Grãos inteiros e o trato digestório

Os grãos inteiros dos cereais na alimentação das aves são responsáveis pelo maior desenvolvimento do sistema digestório. O grão inteiro é capaz induzir modificações tanto na parte superior (proventrículo, moela e pâncreas) bem como na parte inferior (intestino) do trato digestivo (NIR et al., 1990).

A principal função da moela é a trituração mecânica do alimento (HETLAND et al., 2004), a qual esvazia seu conteúdo quando o tamanho de partículas for reduzido em 15-40µm (TURK, 1982; HETLAND; SVIHUS, 2001).

Foi demonstrado que dietas com partículas finamente moídas podem inibir as contrações do trato gastrointestinal. Na necropsia de frangos que tenham consumido rações com os ingredientes finamente moídos mostrou moelas atrofiadas e menos desenvolvidas, comparadas às que receberam dietas com partículas grosseiras. Isto mostra que em dietas finamente moídas, a moela irá funcionar muito mais como um órgão de trânsito, ao invés de um órgão de moagem (CUMMING, 1994).

O maior peso da moela com o uso de grãos inteiros foi atribuído ao aumento na frequência de contração deste órgão (HILL, 1971), para reduzir os grãos inteiros em partículas mais finas e permitir a passagem para o intestino delgado. O efeito mecânico devido ao desenvolvimento da moela reduz as grandes partículas de alimentos em partículas menores, aumentando assim sua área de superfície que, conseqüentemente, melhora seu contato com as enzimas digestivas e aumenta a digestão de todos os nutrientes da dieta (UMAR FARUK, 2010).

A moela é a "máquina do ritmo" da motilidade do intestino normal. Um aumento do tamanho da moela não irá somente aumentar a ação da moagem, mas também aumentar a incidência de reflexos gástricos que servem para re-expor a digesta para pepsina no proventrículo, promover uma maior mistura da digesta com enzimas, melhorar a digestão e também reduzir a proliferação microbiana que pode causar doenças ou competir por nutrientes (FERKET, 2000; GABRIEL et al., 2003).

A capacidade de digestão e absorção de nutrientes é dependente do tempo que o alimento permanece no intestino. Um longo tempo no intestino oportuniza a digesta um maior contato com as enzimas digestivas e sais biliares. O tempo disponível para contato entre partículas digeridas e as superfícies absorptivas pode

influenciar a hidrólise e, portanto, a absorção de nutrientes e consequente captação da energia pelas aves (MAI, 2007).

A absorção de nutrientes e o desempenho das aves são influenciados pela taxa de passagem da digesta (UNI et al., 1995; HETLAND; SVIHUS, 2001). Mai (2007) concluiu que o tempo de permanência do alimento nos diversos segmentos do trato gastrointestinal é dependente da estrutura do alimento ingerido, ou seja, do tamanho de partículas dos ingredientes. Partículas grosseiras podem diminuir a taxa de passagem pela moela (NIR et al., 1994b), aumentando assim o tempo de permanência do alimento e consequentemente o tempo de exposição às enzimas digestivas, podendo assim melhorar a utilização de energia e digestibilidade dos nutrientes (CARRÉ, 2004).

Nir et al. (1994b) afirmaram que a passagem mais lenta do alimento resultante da ingestão de dietas com partículas maiores foi acompanhada por um consumo semelhante à dieta de partículas menores, porém com melhor taxa de crescimento. A presença de partículas grosseiras no intestino delgado proximal aumenta o antiperistaltismo e melhora a utilização dos alimentos (NIR et al., 1995).

Ferrando et al. (1987), trabalhando com casca de arroz e farelo de trigo como indicadores (íons metálicos ligados à fibra), concluíram que além do tamanho, a resistência da partícula a quebra na moela, afeta a taxa de passagem em frangos.

O pH é um dos fatores mais importantes que influenciam na atividade enzimática (MCDERMID et al., 1988). Segundo Mai (2007), um menor pH no conteúdo do ingluvío e proventrículo-moela ocasionados por dietas com tamanho de partículas maiores podem estar relacionados com um maior tempo de permanência do bolo alimentar na porção superior do TGI, sendo assim, ter a oportunidade de receber e absorver maior quantidade de ácido clorídrico (HCL) excretado a partir do proventrículo.

O baixo pH no conteúdo da moela pode reduzir os riscos de coccidiose (CUMMING, 1994), além de reduzir a proliferação de microorganismos indesejáveis ao longo do TGI, assegurando boa saúde intestinal (ENGBER et al., 2002). Mai (2007) verificou diferenças no pH do proventrículo-moela de frangos de corte em função do tamanho de partícula dos ingredientes, sendo o menor pH (2,3) para ingredientes moídos de forma grosseira e maior pH (2,71) para os finamente moídos.

Gabriel et al. (2003) e Engberg et al. (2004) relataram que a inclusão do trigo grão em dietas de aves leva a um pH mais baixo no conteúdo da moela e isso pode

levar a um aumento da atividade da pepsina (enzima que quebra as proteínas em peptídeos). O pH mais baixo e a atividade da pepsina potencialmente maior podem aumentar a desnaturação e hidrólise das proteínas, melhorando a digestão protéica.

A quantidade e atividade das enzimas digestivas em aves mudam com a dieta e com a idade (PUBOLS, 1991). Em estudo realizado por Mai (2007), foi demonstrado que a atividade de proteases no proventrículo de frangos de corte foi influenciada pela granulometria da dieta na fase inicial e não houve diferenças durante a fase de crescimento. A atividade da protease na fase inicial foi mais elevada nas aves alimentadas com dietas contendo partículas grosseiras.

Ferket (2000), demonstrou que partículas grosseiras melhoram o desenvolvimento de moela, aumentando assim a motilidade intestinal, como consequência os níveis de colecistoquinina liberados são maiores (SVIHUS et al., 2004), o que estimula a secreção de enzimas pancreáticas e o refluxo gastro-duodenal (DUKE, 1992; LI; OWYANG, 1993). Com uma moderada inclusão de grãos inteiros entre 200 e 400g/kg, o peso relativo do pâncreas aumenta (ENGBERG et al., 2004; WU; RAVINDRAN, 2004).

Com uma alimentação a base de trigo grão foi relatada um aumento na atividade da amilase no conteúdo do jejuno, que pode contribuir para uma maior digestibilidade ileal do amido (SVIHUS; HETLAND, 2001) e energia metabolizável aparente (MCINTOSH et al., 1962; PRESTON et al., 2000). Svihus et al. (2004) relataram uma maior concentração de sais biliares no conteúdo jejunal em frangos de corte alimentados com trigo grão. O aumento da atividade secretora da amilase e sais biliares pode ser devido a uma maior atividade da moela (HETLAND et al., 2003).

Avaliando a morfometria gastrointestinal de machos e fêmeas de frangos de corte alimentados com dietas à base de sorgo grão inteiro e moído, Fernandes et al. (2013) observaram que a moela e o intestino delgado apresentaram maior peso com a inclusão de sorgo grão inteiro na dieta e concluíram que o uso do sorgo grão inteiro nas rações é possível acima de nove dias de idade de frangos de corte. Porém, Carolino (2012) afirma que, o sorgo grão inteiro pode substituir o milho nas rações de frangos de corte desde o primeiro dia de idade.

1.4 Programas de alimentação em frangos de corte

Entende-se por programas de alimentação a utilização de diferentes práticas de manejo de arraçãoamento na alimentação de frangos de corte, em diferentes fases ou períodos de seu desenvolvimento (MENDES, 1990).

Os programas de alimentação usualmente utilizados na produção de frangos de corte no Brasil seguem as recomendações de Rostagno et al. (2011) em que são recomendados quatro diferentes rações por fase (pré-inicial, inicial, crescimento e final) até os 42 dias de idade.

As exigências nutricionais dos frangos têm sido tradicionalmente estabelecidas via experimentos, nos quais há a adição de um nutriente limitante na dieta mantendo os demais em níveis adequados. O nível do nutriente que maximiza o ganho de peso e/ou a eficiência alimentar é considerado a exigência para a fase estudada (BUTERI, 2003).

Estes níveis estabelecidos representam o valor médio da exigência para a fase avaliada, isto significa que no princípio da fase as aves recebem dieta com nível sub-ótimo do nutriente e no final o recebem em excesso. A solução apresentada para este impasse nutricional tem sido a recomendação da adoção de um maior número de dietas durante o ciclo de vida das aves conhecido como programa de alimentação múltiplo ("phase-feeding"), onde as diferenças entre o exigido e o fornecido tornar-se-iam menores (TAVERNARI et al., 2009).

O programa de alimentação múltiplo ("phase feeding") é um regime alimentar desenvolvido por Emmert; Baker (1997) para atender às necessidades de definição das exigências nutricionais das aves aplicadas aos vários programas de alimentação. O uso do programa de alimentação múltiplo tem como vantagens, eliminar o excesso de aminoácidos das dietas, e assim reduzir, os custos de alimentação (POPE et al., 2002).

As equações de regressão, que são à base do programa de alimentação múltiplo, fundamentam-se no conceito de proteína ideal (Illinois Ideal Chick Protein - IICP; BAKER; HAN, 1994; BAKER, 1997). Estas equações podem ser usadas para formular dietas para os diversos períodos de crescimento (BREWER et al., 2012). O programa de alimentação múltiplo reduziu os custos de produção sem prejudicar o crescimento, eficiência alimentar e o rendimento de carcaça, muitas vezes

melhorando a uniformidade quando comparado com um regime de NRC, que consiste em três períodos fixos de requerimentos, de acordo com a semana de idade do frango de corte: inicial (0 a 3), crescimento (3 a 6) e final (6 a 8) (NRC, 1994; WARREN; EMMERT, 2000; POPE; EMMERT, 2001; POPE; EMMERT, 2002; BREWER et al., 2006). Foi demonstrado também redução da excreção de nitrogênio e melhora do desempenho de frangos de corte durante períodos de estresse de calor (POPE; EMMERT, 2001).

Segundo Tavernari et al. (2009), na formulação das dietas para os programas de alimentação múltiplos, os pesquisadores têm adotado modelos matemáticos desenvolvidos a partir das exigências estabelecidas via experimentos (EMMERT; BAKER, 1997; ROSTAGNO et al., 2005) ou da curva de crescimento e deposição de proteína das aves (IVEY, 1999). E dentre os modelos matemáticos disponíveis a equação de Gompertz é a que melhor descreve o crescimento dos frangos, bem como dos diversos tecidos (TAVERNARI, 2009).

Porém, para garantir uma maior rentabilidade tem sido recomendada a utilização de programas diários de arrazoamento, o que ao nível da indústria avícola, ainda é inviável, mas no futuro novas tecnologias poderão ser criadas e os programas de alimentação múltiplos ("phasefeeding") se tornariam realidade (TAVERNARI et al., 2009).

REFERÊNCIAS

BAKER, D. H.; HAN Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, n.9, p.1441-1447, 1994.

BAKER, D. H. Ideal amino acid profiles for swine and poultry and their applications in feed formulation. **Biokyowa Technical Review**, v.9, p.1–24, 1997.

BIZERAY, D.; LETERRIER C.; CONSTANTIN, P.; PICARD, M.; FAURE, J. M. Sequential feeding can increase activity and improve gait score in Meat-type chickens. **Poultry Science**, v.81, n.12, p.1798-1806, 2002.

BLAIR, R.; DOWNIE, J. N; DEWAR, W. A. Egg production responses of hens given a complete mash or unground grain together with concentrate pellets. **British Poultry Science**, v.14, n. 4, p. 373-377, 1973.

BOUVAREL, I.; CHAGNEAU, A. M.; LESCOAT, P.; TESSERAUD, S.; LETERRIER, C. Forty-Eight-Hour cycle sequential feeding with diets varying in protein and energy contents: adaptation in broilers at different ages. **Poultry Science**, v.87, n.1, p.196-203, 2008.

BOZUTTI, S. R. A. **Avaliação de ingredientes alternativos na alimentação de frangos de corte com a adição de enzimas**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2009, 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, 2009.

BREWER, V. B.; PILLAI P. B.; O'CONNOR-DENNIE T.; EMMERT J. L. Phase-feeding during the grower and finisher phases: Impact on growth, uniformity, and production cost. **Poultry Science**, v.85, p.205-206, 2006.

BREWER, V.B.; OWENS, C.M.; EMMERT, J.L. Phase feeding in a small-bird production scenario: Effect on growth performance, yield, and fillet dimension. **Poultry Science**, v. 91, n. 5, p. 1262-1268, 2012.

BRYDEN, W.L.; SELLE, P.H.; CADOGAN, D.J.; LI, X.; MULLER, N.D.; JORDAN, D.R.; GIDLEY, M.J.; HAMILTON, W.D. A review of the nutritive value of sorghum for broilers. **RIRDC Publication**, v.9, p.077, 2009.

BUTERI, C.B. **Efeitos de diferentes planos nutricionais sobre a composição e o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003, 151p. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, 2003.

CAMPOS, D.M.B. **Efeito do sorgo sobre o desempenho zootécnico, características da carcaça e o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2006, 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2006.

CAROLINO, A.C.X.G. **Morfometria do trato gastrointestinal e qualidade de carcaça de frangos de corte alimentados com sorgo grão inteiro**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, 2012, 87p. Dissertação: (Mestrado em Ciências Veterinárias)- Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

CARRÉ, B. Causes for variation in digestibility of starch among feedstuffs. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n.01, p.76-89, 2004.

CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research). **Sorghum**. Disponível em: <<http://www.cgiar.org/our-research/crop-factsheets/sorghum>>. Acesso em: 22/02/2014.

CHANG, S. I.; FULLER, H. L. Effect of tannin content of grain sorghums on their feeding value for growing chicks. **Poultry Science**, v. 43, n.1, p. 30-36, 1964.

COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.; CASELA, C. R.; RIBAS, P. M. Seja o doutor do seu sorgo. **Informações Agrônomicas**, v. 100, p. 1-12, 2002.

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

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**, v.5, n.1, p.61-67, 2003.

DE BASILIO, V.; VILARINÕ, M.; YAHAV, M.; PICARD, M. Early age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. **Poultry Science**, v.80, n.1, p.29-36, 2001.

DICKO, M. H.; GRUPPEN, H.; TRAORE, A. S.; VORAGEN, A. G. J.; VAN BERKEL, W. J. H. Review: Sorghum grain as human food in Africa: Relevance of starch content and amylase activities. **African Journal of Biotechnology**, v.5, p.384–395, 2006.

DOUGLAS, J. H.; SULLIVAN, T. W.; BOND P. L.; STRUWE F. J. Nutrient composition and metabolizable energy values of selected grain sorghum varieties and yellow corn. **Poultry Science**, v.69, n.7, p.1147– 1155, 1990.

DOZIER, III.W.A. Reducing utility cost in the feed mill. **Watt Poultry USA**, v.53, p.40-44, 2002.

DROR, Y.; NIR, I.; NITSAN, Z. The relative growth of internal organs in light and heavy breeds. **British Poultry Science**, v.18, n.4, p.493-496, 1977.

DUKE, G.E. Recent studies on regulation of gastric motility in turkeys. **Poultry Science**, v.71, n.1, p.1-8, 1992.

EMMANS, G. C. The nutrient intake of laying hens given a choice of diets in relation to their production requirements. **British Poultry Science**, v.18, n.3, p.227-236, 1977.

EMMERT J.L.; BAKER D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.6, n.4, p.462-470, 1997.

ENGBERG, R.M.; HEDEMANN, M.S.; JENSEN, B.B. The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.43, p.569-579, 2002.

ENGBERG, R. M.; HEDEMANN, M. S.; STEENFELDT, S.; JENSEN, B. B. Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. **Poultry Science**, v.83, n.6, p.925-938, 2004.

ERENER, G.; OCAK, N.; OZTURK, E.; OZDAS, A. Effect of different choice feeding methods based on whole wheat on performance of male broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, n.1, p.131-138, 2003.

FERKET, P. Feeding whole grains to poultry improves gut health. **Feedstuffs**, v.72, n.38, p. 12-16, 2000.

FERNANDES, E.A.; PEREIRA, W.J.S; HACKENHAAR L.; RODRIGUES R.M.; TERRA, R. The use of whole grain sorghum in broiler feeds. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.15, n.3, p. 217-222, 2013.

FERNANDES, E.A.; MARCACINE, B.A.; TESINI, J.R.M. Substituição do milho por sorgo com e sem adição de enzimas em rações para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2002, Campinas-SP. **Anais...** Campinas: FACTA, p.34.

FERRANDO, C.; VERGARA, P; JIMÉNEZ, M. Study of the rate of passage of food with chromium-mordanted plant cells in chickens (gallus gallus). **Experimental Physiology**, v.72, n.3, p.251-259, 1987.

FORBES, J.M.; COVASA, M. Application of diet selection by poultry with particular reference to whole cereals. **World's Poultry Science Journal**, v.51, n.02, p.149-165, 1995.

GABRIEL, I.; MALLET, S.; LECONTE, M. Differences in the digestive tract characteristics of broiler chickens fed on complete pelleted diet or on whole wheat added to pelleted protein concentrate. **British Poultry Science**, v.44, n.2, p.283-290, 2003.

GARCIA, R.G.; MENDES A.A.; COSTA, C.; PAZ, I.C.L.A.; TAKAHASHI, S.E.; PELÍCIA, K.P.; KOMIYAMA, C. M.; QUINTEIRO, R.R. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.634-643, 2005.

GARCIA, R.G.; MENDES, A.A.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; KOMIYAMA, C.M.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; Mariano, W.S. Implications of the use of sorghum in broiler production. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.15, n.3, p.257-262, 2013.

GOODBAND R. D.; TOKACH, M.D.; NELSEN, J.M. **The Effects of Diet Particle Size on Animal Performance**. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, 2002.

GOUS, R. M.; DU PREEZ, J. J. The sequential feeding of growing chickens. **British Journal of Nutrition**, v.34, n.01, p.113 -118, 1975.

GUALTIERI, M.; RAPACCINI, S. Sorghum grain in poultry feeding. **World's Poultry Science Journal**, v.46, n.03, p.246–253, 1990.

HETLAND, H.; SVIHUS, B. Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.42, n.3, p.354-361, 2001.

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**, v.43, n.3, p.416-423, 2002.

HETLAND, H.; SVIHUS, B.; KROGDAHL, A. Effects of oats hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole wheat. **British Poultry Science**, v.44, n.2, p.275-282, 2003.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n.04, p.415-422, 2004.

HILL, K. J. **The physiology of digestion**. In: Physiology and biochemistry of the domestic fowl (BELL, D.J.; FREEMAN, B.M., ed.), London: Academic Press, 1971, p. 25-49.

INDEX MUNDI. **Sorghum Production Statistic - USDA 2013**. Disponível em: <<http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=sorghum&graph=production>>. Acesso em: 22/02/2014.

IVEY, F.J. Desenvolvimento e aplicação de modelos de crescimento para frangos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV-EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Concórdia, SC. **Anais...** Campinas: [s.n]. 1999. p.22-35.

LI, Y.; OWYANG. C. Vagal afferent pathway mediates physiological action of cholecystokinin on pancreatic enzyme secretion. **Journal of Clinical Investigation**, v.92, n.1, p.418, 1993.

LÓPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C.; RODRIGUEZ, N.M.; CANÇADO, S.V. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.

LOTT, B.D.; DAY, E.J.; DEATON, J.W.; MAY, D. The effect of temperature, dietary energy level, and corn particle size on broiler performance. **Poultry Science**, v. 71, n.4, p. 618-624, 1992.

MAI, A.K. **Wet and coarse diets in broiler nutrition: Development of the GI tract and performance**. Wageningen, the Netherlands: Institute of Animal Sciences, Wageningen University and Research Centre, 2007, 141p., PhD Thesis- Wageningen University and Research Centre, 2007.

MCDERMID, A.S.; MCKEE, A.S.; MARSH, P.D. Effect of environmental pH on enzyme activity and growth of *Bacteroides gingivalis* W50. **Infection and Immunity**, v.56, n.5, p.1096-1100, 1988.

MCINTOSH, J. I.; SLINGER, S. J.; SIBBALD, I. R.; ASHTON, G. C. Factors affecting the metabolisable energy content of poultry feeds 7. The effects of grinding, pelleting and grit feeding on the availability of the energy of wheat, corn, oats and barley. **Poultry Science**, v.41, n.2, p.445-456, 1962.

MCLEOD, M. Nutrition-related opportunities and challenges of alternative poultry production systems. **Lohmann Information**, v.48, n.2, p.21, 2013.

MENDES, A.A. **Prova didática: programa de alimentação para frangos de corte. Concurso de livre docência na disciplina de avicultura**. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual de São Paulo, 19p, 1990.

MIRANDA, R. A.; GARCIA, J. C. **Entendendo a alta dos preços do milho em 2014**. Boletim informativo do Centro de Inteligência do Milho. Ano 6, ed. 68, 2014. Disponível em: <<http://www.abramilho.org.br/noticias.php>>. Acesso em: 05/04/ 2014.

MORAN, E.T. Comparative Nutrition of Fowl & Swine: The Gastrointestinal Systems. University of Guelph. **Office for educational practice**, p.185-198, 1982.

NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). In: NUTRIENT REQUIREMENT OF POULTRY. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy, 155 p., 1994.

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

NIR, I.; HILLEL, R.; SHEFET, G.; NITSAN, Z. Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. **Poultry Science**, v.73, n.6, p.781-791, 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**, v.35, n.4, p.589-602, 1994b.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I.; SHEFET, G. Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science**, v.74, n.5, p.771-783, 1995.

NOIROT, V.; BOUVAREL, I.; BARRIER-GUILLOT, B.; CASTAING, J.; ZWICK, J. L.; PICARD, M. Céréales entières pour les poulets de chair : le retour ? **Productions Animales**, v.11, n. 5, p. 349-357, 1998.

NYAMAMBI, B.; NDLOVU L. R.; NAIK Y. S.; KOCK N. D. Intestinal growth and function of broiler chicks fed sorghum based diets differing in condensed tannin levels. **South African Journal of Animal Science**, v. 37, n. 3, p. 202–214, 2007.

PARSONS, A.S.; BUCHANAN, N.P.; BLEMININGS, K.P.; WILSON, M.E.; MORTIZ, J.S. Effect of corn particle size and pellet texture on broiler performance in the growing phase. **Journal Applied of Poultry Research**, v.15, n.2, p.245-255, 2006.

PICARD, M.; MELCION, J.P.; BERTRAND, D.; FAURE, J.M. Visual and tactile cues perceived by chickens. **Poultry feedstuffs: supply, composition and nutritive value**, p. 279-300, 2002.

POPE, T.; EMMERT J.L. Phase-feeding supports maximum growth performance of broiler chicks from forty-three to seventy one days of age. **Poultry Science**, v. 80, n.3, p. 345-352, 2001.

POPE T.; EMMERT J.L. Impact of phase-feeding on the growth performance of broilers subjected to high environmental temperatures. **Poultry Science**, v.81, n. 4, p.504-511, 2002.

POPE, T.; LOUPE, L.N.; TOWNSEND, J.A.; EMMERT, J.L. Growth performance of broilers using a phase-feeding approach with diets switched every other day from forty-two to sixty-three days of age. **Poultry Science**, v.81, n.4, p.466-471, 2002.

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

PRESTON, C.M.; MCCRACKEN, K.J.; MCALLISTER, A. Effect of diet form and enzyme supplementation on growth, efficiency and energy utilization of wheat-based diets for broilers. **British Poultry Science**, v.41, n.3, p.324-331, 2000.

PUBOLS, M.H. Ratio of digestive enzymes in the chick pancreas. **Poultry Science**, v.70, n.2, p.337-342, 1991.

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**, v. 65, n.7, p. 1257-1261, 1986.

ROBINSON, D. Performance of laying hens as affected by split time and split composition dietary regimens using ground and unground cereals. **British Poultry Science**, v.26, n.3, p.299-399, 1985.

ROSE, S.P; FIELDEN, M.; FOOTE, W.R.; GARDIN, P. Sequential feeding of whole wheat to growing broiler chickens. **British Poultry Science**, v.36, n.1, p.97-111, 1995.

ROSTAGNO, H.S.; FEATHERSTON, W.R.; ROGLER, J. C. Studies on the nutritional value of sorghum grains with varying tannin contents for chicks 1. Growth studies. **Poultry Science**, v.52, n.2, p.765-772, 1973.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. In: ROSTAGNO, H.S., editor. 2ª ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. In: ROSTAGNO, H.S., editor. 3ª ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.

SCHIFFMAN, H.R. Texture preference in the domestic chick. **Journal of Comparative and Physiological Psychology**, v.66, n.2, p.540, 1968.

SVIHUS, B.; HETLAND, H. Ileal starch digestibility in growing broiler chickens fed a wheat based diet is improved by mash feeding, dilution with cellulose or whole wheat inclusion. **British Poultry Science**, v.42, n.5, p.633–637, 2001.

SVIHUS, B.; JUVIK, E.; HETLAND, H.; KROGDAHL, A. Causes for improvement in nutritive value for broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. **British Poultry Science**, v.45, n.1, p.55-60, 2004.

TANG, P.; PATTERSON, P.H.; PURI, V.M. Effect of feed segregation on the commercial hen and egg quality. **Journal of Applied Poultry Resources**, v.15, n.4, p.564-573, 2006.

TAVERNARI, C.F.; BUTERI, C.B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Exigência de lisina, planos nutricionais e modelos matemáticos na determinação de exigências de frangos de corte. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.3, n.2, p.48-61, 2009.

TSUNECHIRO, A.; MARIANO, R; MARTINS, V.A. Produção e preços de sorgo no Estado de São Paulo, 1991-2001. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.15-24, 2010.

TURK, D.E. Symposium: The avian gastrointestinal tract and digestion. **Poultry Science**, v.61, n.7-12, p.1225-1244, 1982

UMAR FARUK, M. **L'évaluation de l'alimentation mélangée et séquentielle à base de matières premières localement disponibles sur les performances des poules pondeuses en France et au Nigeria**. Tours: Université François, Unité de Recherches Avicoles – INRA Centre de Tours, 2010. 199p. Tese de doutorado - Université François, 2010.

UNI, Z.; NOY, Y; SKLAN, D. Post hatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy-and light-strain chicks. **Poultry Science**, v.74, n.10, p.1622–1629, 1995.

WANISKA, R.D.; ROONEY, L.W. Structure and chemistry of the sorghum caryopsis. In: SMITH, C.W.; FREDERIKSEN, R.A. (eds.), **Sorghum: Origin, history, technology, and production**. New York: John Wiley and Sons, Inc. p. 649–687, 2000.

WARREN, W. A.; EMMERT, J. L. Efficacy of phase-feeding in supporting growth performance of broiler chicks during the starter and finisher phases. **Poultry science**, v. 79, n. 5, p. 764-770, 2000.

WU, Y.B.; RAVINDRAN, V. Influence of whole wheat inclusion and xylanase supplementation on the performance, digestive tract measurements and carcass characteristics of broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 116, n. 1, p. 129-139, 2004.

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, 1995, Curitiba-PR. **Anais...** Campinas:FACTA, v.96, p.19.

CAPÍTULO 2 - EFEITO DE UM PROGRAMA NUTRICIONAL DIÁRIO E DE TRÊS DIAS À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO SOBRE O DESEMPENHO, RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO EM FRANGOS DE CORTE

RESUMO

Objetivou-se comparar três programas nutricionais, desenvolvidos com rações à base de sorgo grão inteiro sem tanino, avaliando o desempenho de frangos de corte, o rendimento da carcaça e de cortes e a composição bromatológica do músculo peitoral. Foram alojados 1360 pintinhos de frangos de corte, mistos (50:50), com um dia de idade, da linhagem Hubbard Flex, em um delineamento inteiramente casualizado composto de quatro tratamentos e dez repetições cada, assim distribuídos: três programas com ração à base de sorgo grão inteiro (programa nutricional com ajuste diário, programa nutricional com ajuste a cada três dias e de quatro fases) e um programa com ração à base de sorgo grão moído (quatro fases). O consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade, o rendimento carcaça eviscerada, peito (completo e desossado), coxas/sobrecoxas e asas e a composição bromatológica do músculo peitoral foram avaliados. As variáveis de desempenho foram submetidas à ANOVA. As variáveis de rendimento foram submetidas à ANOVA em esquema fatorial (4x2). Todas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Os programas de formulação de ração envolvendo ajustes nutricionais diários e a cada três dias apresentaram melhor conversão alimentar, não comprometeram o rendimento de carcaça e de cortes comerciais e possuem boa qualidade da carne de peito. Conclui-se que os programas diários de arraçamento poderiam ser viabilizados na indústria avícola com a mistura de grãos de sorgo e concentrados diretamente nas granjas concorrendo para melhor logística e custo de transporte de ração.

Palavras-chave: Nutrição; Aves; Regimes alimentares; Arraçamento.

INTRODUÇÃO

A alimentação é um dos aspectos mais importantes na avicultura, por causa de seu papel principal nos processos metabólicos e seu impacto econômico. No Brasil, o custo de alimentação representa cerca de 75% do custo total da produção de frangos de corte. O milho é a principal fonte energética na nutrição de aves, 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.*, 1995).

No entanto, o aumento do uso do milho para produção de etanol nos Estados Unidos (Garcia *et al.*, 2013), problemas climáticos no Brasil com queda de produtividade e qualidade, perda de espaço de plantio para a soja no Brasil assim como nos Estados Unidos (Miranda *et al.*, 2014), oscilam os preços do milho no mercado internacional, afetando diretamente a produção avícola global. Isto tem estimulado interesse na pesquisa por ingredientes alimentares alternativos e técnicas de redução de custos sem que afetem o desempenho das aves.

O sorgo sem tanino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tem potencial para substituir o milho como uma alternativa alimentar na avicultura. Seu valor nutritivo é semelhante ao do milho (Douglas *et al.*, 1990) e dada a sua demanda baixa de água pode ser produzido em áreas semiáridas ao redor do mundo (Gualtieri & Rapaccini, 1990) e é adaptado para solos de baixa qualidade. Além disso, o sorgo baixo tanino tem sido utilizado para substituir o milho na alimentação de frangos de corte sem afetar o desempenho (Fernandes *et al.* 2002; Garcia *et al.*, 2005; Bozutti, 2009).

Uma possibilidade com o uso do sorgo é fornecê-lo na forma de grão inteiro sem a necessidade de moagem (Carolino, 2012; Fernandes *et al.*, 2013), o que acarreta em redução

de custos na produção de frangos de corte, pois de acordo com Dozier (2002), o custo de moagem dos cereais representa 25% a 30% do custo de fabricação da ração. Além desta importante vantagem econômica, a alimentação com o grão inteiro é parte de uma estratégia nutricional alternativa. Possui várias vantagens potenciais: fornece uma forma de enriquecimento ambiental para as aves (Picard *et al.*, 2002) já que estas têm preferência por partículas de maior tamanho (Schiffman, 1968), incentiva o desenvolvimento muscular da moela e aumenta a digestão enzimática (Macleod, 2013).

Programas de alimentação correspondem à utilização de diferentes práticas de manejo de arraçamento na alimentação de frangos de corte, em diferentes fases ou períodos de seu desenvolvimento (Mendes, 1990). Os programas de alimentação usualmente utilizados na produção de frangos de corte no Brasil seguem as recomendações de Rostagno *et al.* (2011) em que são recomendados quatro diferentes rações por fase (pré-inicial, inicial, crescimento e final) até os 42 dias de idade.

As exigências nutricionais dos frangos têm sido tradicionalmente estabelecidas via experimentos, nos quais há a adição de um nutriente limitante na dieta mantendo os demais em níveis adequados. O nível do nutriente que maximiza o ganho de peso e/ou a eficiência alimentar é considerado a exigência para a fase estudada (Buteri, 2003). Estes níveis estabelecidos representam o valor médio da exigência para a fase avaliada, isto significa que no princípio da fase as aves recebem dieta com nível sub-ótimo do nutriente e no final o recebem em excesso.

A solução apresentada para este impasse nutricional tem sido a recomendação da adoção de um maior número de dietas durante o ciclo de vida das aves conhecido como programa de alimentação múltiplo (“phase-feeding”), onde as diferenças entre o exigido e o fornecido tornar-se-iam menores (Tavernari *et al.*, 2009).

Portanto, para garantir uma maior rentabilidade tem sido recomendada a utilização de programas diários de arraçãoamento, o que ao nível da indústria avícola, ainda é inviável, mas no futuro novas tecnologias poderão ser criadas (Tavernari *et al.*, 2009). Objetivou-se comparar três programas nutricionais, desenvolvidos com rações à base de sorgo grão inteiro sem tanino, avaliando o desempenho de frangos de corte, o rendimento da carcaça e cortes e a composição bromatológica do músculo peitoral.

MATERIAL E MÉTODOS

Aves e dietas

O estudo foi realizado em um galpão experimental, localizado na Fazenda do Glória pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no município de Uberlândia, Estado de Minas Gerais, de março a abril de 2013, de acordo com as normas éticas e aprovadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA-UFU sob protocolo de pesquisa nº 030/13 (Anexo).

Foram alojados 1360 pintinhos de frangos de corte, misto (50:50), com um dia de idade, da linhagem Hubbard Flex provenientes de uma empresa avícola do município de Uberlândia, Estado de Minas Gerais, e estes foram vacinados contra as doenças de Marek e Gumboro no incubatório.

O experimento teve o delineamento inteiramente casualizado composto por quatro tratamentos: 1- Programa de ajustes nutricionais diários através da mistura de rações com sorgo grão inteiro (Diário SI); 2- Programa de ajustes nutricionais a cada três dias através da mistura de rações com sorgo grão inteiro (3 dias SI); 3 - Programa nutricional de quatro fases com sorgo grão inteiro (4 fases SI); 4 - Programa nutricional de quatro fases com sorgo grão

moído (4 fases SM). Cada tratamento com 10 repetições (boxes) e 34 aves mistas (machos e fêmeas) por repetição, totalizando 40 unidades experimentais.

As rações foram formuladas para atender as exigências nutricionais dos frangos de corte, baseadas em Rostagno *et al.*(2011), de acordo com cada programa nutricional. Os alimentos que compuseram as rações foram submetidos a análises bromatológicas no Laboratório de Análise de Matéria Prima e Ração da Faculdade de Medicina Veterinária da UFU – LAMRA e as rações tiveram seus níveis calculados.

Os níveis nutricionais e energéticos, bem como a composição de alimentos das rações envolvidas em todos os tratamentos basearam no tratamento de quatro fases (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição de ingredientes das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Final
	1 a 8	9 a 21	22 a 35	36 a 42
Sorgo 8,8% PB	53,43	55,27	57,67	60,55
Farelo de soja 46,5% PB	37,18	34,57	31,38	28,67
Óleo de soja	5,09	6,31	7,44	7,67
Fosfato bicálcico	1,85	1,5	1,28	1,05
Calcário	0,92	0,94	0,89	0,79
Sal comum	0,46	0,47	0,44	0,45
DL-Metionina	0,22	0,17	0,16	0,19
L-Lisina	0,33	0,28	0,26	0,26
L-Treonina	0,13	0,09	0,08	0,07
Premix inicial ¹	0,40	0,40	0,00	0,00
Premix crescimento ²	0,00	0,00	0,40	0,00
Premix abate ³	0,00	0,00	0,00	0,30
Total	100	100	100	100

¹ 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 16mg; Ácido Fólico 400mcg; Pantotenato cálcio 10mg; Biotina 60mcg; Niacina 35mg; Piridoxina 2mg; Riboflavina 4,5mg; Tiamina 1,2mg; B12 16mcg; K 1,5mg; Se 250mcg; Colina 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Promotor de crescimento 384mg; Coccidicida 375mg; Antioxidante 120mg. ² MC-Mix Frango engorda SAA 2kg (@M-Cassab Comércio e Indústria Ltda)– Composição por quilo de ração - Vit-A 9000UI; D3 1600UI; E 14mg; Ácido Fólico 300mcg; Pantotenato cálcio 9mg; Biotina 50mcg; Niacina 30mg; Piridoxina 1,8mg; Riboflavina 4mg; Tiamina 1mg; B12 12mcg; K3 1,5mg; Se 250mcg; Colina 219mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Promotor de crescimento 385mg; Coccidicida 550mg; Antioxidante 120mg. ³ MC-Mix Frango Abate 3kg (@M-Cassab Comércio e Indústria Ltda) – Composição por quilo de ração - Vit-A 2.700UI; D3 450UI; E 4,5mg; Pantotenato cálcio 3,6mg; Biotina 13,5mg; Niacina 4,5mg; Piridoxina 360mcg; Riboflavina 900mcg; Tiamina 270mcg; B12 2,7mcg; K3 450mcg; Se 180mcg; Colina 130mg; Metionina 906mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Antioxidante 120mg.

Tabela 2. Composição nutricional das dietas experimentais.

Nutrientes	Unidade	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Final
		1 a 8	9 a 21	22 a 35	36 a 42
Energia metabolizável	kcal/kg	3.000	3.100	3.200	3.250
Proteína bruta	%	22,56	21,36	20,08	19,01
Cálcio	%	0,92	0,84	0,76	0,66
Fósforo disponível	%	0,47	0,40	0,35	0,31
Sódio	%	0,22	0,22	0,21	0,21
Metionina digestível (dig.)	%	0,67	0,61	0,57	0,42
Metionina+ Cistina dig.	%	0,95	0,88	0,83	0,77
Lisina dig.	%	1,32	1,22	1,13	1,06
Treonina dig.	%	0,86	0,79	0,74	0,69
Arginina dig.	%	1,40	1,32	1,22	1,15
Triptofano dig.	%	0,23	0,24	0,20	0,19
Valina dig.	%	0,94	0,90	0,85	0,81
Cloro	%	0,28	0,29	0,27	0,28
Potássio	%	0,86	0,81	0,76	0,72

No tratamento 1, programa de níveis nutricionais diários, as rações foram preparadas seguindo o seguinte protocolo: *Níveis Nutricionais* – No período de 1 a 8 dias de idade, a ração do 1º dia foi formulada com os níveis da ração pré-inicial e nos dias seguintes os níveis de energia metabolizável foram aumentados no mesmo valor a cada dia até atingir o nível de energia da ração inicial no 9º dia. Já, os níveis de todos os nutrientes foram reduzidos diariamente até alcançar no 9º dia aqueles níveis projetados para a ração inicial. No período de 9 a 21 dias de idade, a ração do 9º dia foi formulada com os níveis da ração inicial e nos dias seguintes os níveis de energia metabolizável foram aumentados no mesmo valor a cada dia até atingir o nível de energia da ração crescimento no 22º dia. Já, os níveis de todos os nutrientes foram reduzidos diariamente até alcançar no 22º dia aqueles níveis projetados para a ração crescimento. E assim por diante até o 42º dia.

Composição da Ração: Para alcançar os níveis energéticos e nutricionais foi produzido volume suficiente de rações de cada uma das quatro fases, de acordo com cada dia de vida e dentro de cada nível nutricional previsto (Gráfico1). Misturaram-se, com auxílio de um misturador de ração horizontal, volumes diferentes de ração pré-inicial e inicial para os

oito primeiros dias. Misturaram-se volumes diferentes de ração inicial e crescimento para os 12 dias seguintes e assim por diante até o último dia.

No tratamento 2, programa de níveis nutricionais a cada três dias, seguiu-se o mesmo procedimento do tratamento 1, só que os níveis energéticos e nutricionais assim como a composição da ração coincidiam com os mesmos valores e inclusões de cada três dias de idade das aves do tratamento diário.

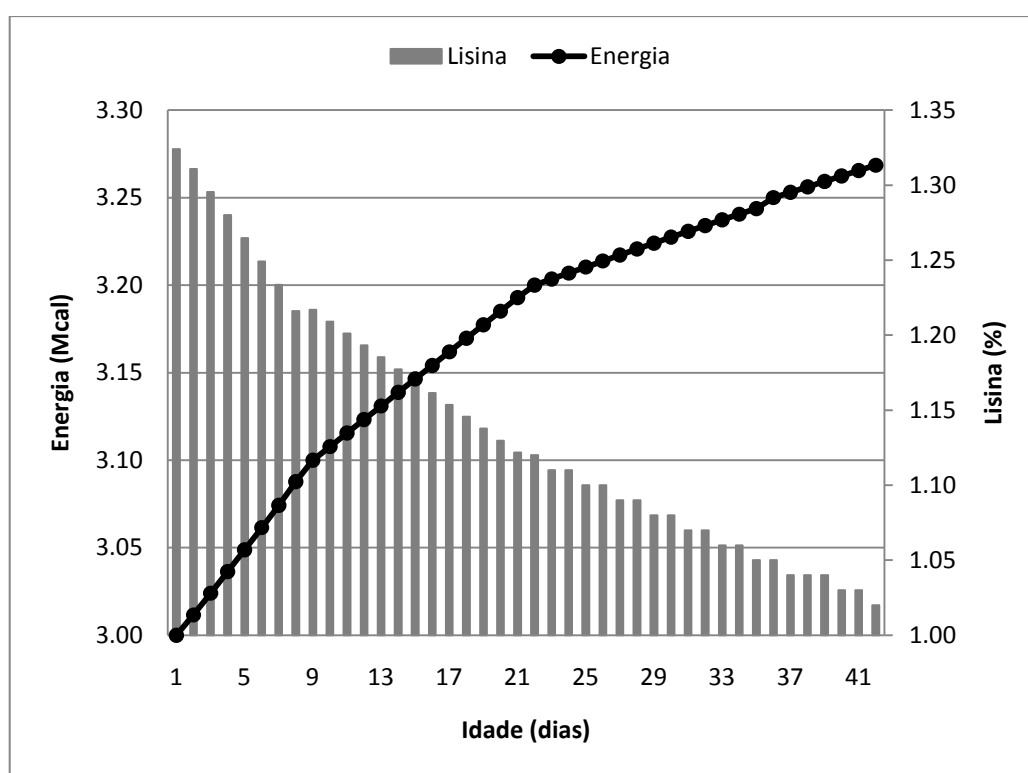


Gráfico 1- Níveis de energia metabolizável (Mcal) e lisina digestível (%) no programa nutricional diário de acordo com os dias de idade do frango de corte.

O galpão em sistema aberto teve seu ambiente controlado, com o auxílio de ventiladores e nebulizadores. Os boxes eram equipados com um comedouro tubular e um bebedouro pendular. O programa de luz fornecido foi de 24 horas por dia, e as aves receberam ração e água potável *ad libitum* durante todo o período de 42 dias de experimento.

Desempenho e Rendimento de carcaça

O peso vivo, o consumo de ração e o número de aves por boxe foram mensurados nos dias 7, 14, 21, 28, 35 e 42. As aves ocasionalmente encontradas mortas nos boxes eram pesadas em balança Kern modelo CH15K20 (precisão de 20 gramas) e sua baixa registrada em ficha do boxe na data de sua identificação. A partir destes dados foram calculados: consumo de ração, ganho de peso, viabilidade e conversão alimentar real. Para o cálculo da conversão alimentar real, usou-se a razão entre o consumo de ração e o ganho de peso no período, sendo acrescido o peso das aves mortas e deduzido o peso inicial dos pintinhos.

Aos 42 dias todas as aves de cada tratamento, dentro das repetições, foram pesadas em balança Ramuza modelo DP300 (precisão de 50 gramas) em grupo separadamente por sexo, sendo determinado o peso corporal médio. Em seguida uma nova pesagem foi realizada individualmente para a identificação dos machos e fêmeas que apresentavam peso vivo igual ao peso médio ($\pm 5\%$) em seus respectivos tratamentos. Foram assim identificados por anilha afixada na perna, separados em boxes, e anotados em fichas para a identificação do número do lacre e peso vivo.

Estas aves foram submetidas a um jejum de 12 horas e no 43º dia foram removidos para o abate 10 aves (5 machos:5 fêmeas) por tratamento, um total de 40 aves utilizadas para as análises de rendimento de carcaça. No abatedouro as aves foram atordoadas e submetidas à eutanásia por atordoamento elétrico e exsanguinação pelo corte da veia jugular, respectivamente. Foram depenadas, evisceradas e realizados os cortes, os quais foram pesados em balança Balmak M25 (precisão de 5 gramas) para determinar o rendimento de carcaça e cortes: carcaça eviscerada (sem pés, cabeça e pescoço); peito (completo- com pele e com osso e peito desossado- sem pele e sem osso); coxas/sobrecoxas e asas. O rendimento da carcaça foi expresso como percentual do peso vivo e os rendimentos dos cortes foram expressos como percentual do peso da carcaça eviscerada sem pés, cabeça e pescoço.

Composição química do músculo peitoral

Após a pesagem para cálculo de rendimento, os cortes de peito, foram acondicionados em sacos plásticos identificados, enviados para o LAMRA onde foram armazenados em temperatura de -20°C para posterior avaliação da composição centesimal. No laboratório, as amostras foram moídas, em moedor de carne elétrico modelo PCP-22L, homogeneizadas e retiradas uma porção de 200g colocadas em bandejas de alumínio e posteriormente pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 96 horas.

Foram realizadas análises de matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta. A matéria seca foi determinada pelo método gravimétrico, com emprego de calor, baseando-se na perda de peso do material submetido ao aquecimento a 105°C, até peso constante. Para o extrato etéreo (lipídio), foi utilizado o método de “Soxhlet” (gravimétrico), baseando-se na quantidade do material solubilizado por solvente. A fração de proteína foi determinada pelo método de “Kjeldahl”, que consiste na digestão, destilação e posterior titulação, para determinação da porcentagem total de nitrogênio, multiplicado pelo fator de correção médio de 6,25. As metodologias conforme descritas por Silva & Queiroz (2002). Todas as análises foram realizadas em duplicata.

Análise Estatística

As variáveis de desempenho zootécnico após verificação da homogeneidade das variâncias e a normalidade dos resíduos dos dados, foram submetidas à análise de variância (ANOVA), sendo quatro tratamentos, dez repetições e 34 aves por repetição e na comparação de médias foi utilizado o teste de Tukey ($P < 0,05$), por meio do programa estatístico SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2008).

As variáveis rendimentos de carcaça e de cortes e composição bromatológica do músculo peitoral após a verificação da homogeneidade das variâncias e a normalidade dos

resíduos dos dados, foram submetidas à ANOVA em esquema fatorial (4x2), sendo quatro tratamentos e dois sexos (macho e fêmea), com cinco repetições por sexo e na comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey ($P < 0,05$), utilizando a ferramenta Action (R Development Core Team, 2008) e o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No 7º dia os menores consumos foram obtidos pelos programas nutricionais diário e a cada 3 dias (Tabela 3). No 21º dia o menor consumo de ração verificou-se no programa nutricional diário. No 42º o maior consumo de ração foi constatado no programa nutricional 4 fases sorgo inteiro e os consumos nos programas nutricionais diário, cada 3 dias e 4 fases sorgo moído mostraram-se estatisticamente iguais.

Tabela 3. Desempenho zootécnico de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex aos 7, 21 e 42 dias de idade submetidos a diferentes programas nutricionais.

Parâmetros	Tratamentos				P-valor	CV(%)
	Diário SI	3 dias SI	4 fases SI	4 fases SM		
<i>Consumo ração (g)</i>						
7	0,123 b	0,132 b	0,144 a	0,144 a	< 0,0001	8,37
21	1,163 c	1,185 b	1,232 a	1,224 ab	0,0003	3,69
42	4,524 b	4,510 b	4,800 a	4,574 b	0,0006	4,04
<i>Ganho peso (g)</i>						
7	0,158 b	0,162 ab	0,165 a	0,161 ab	0,0120	3,06
21	0,933 b	0,959 b	0,959 b	0,997 a	< 0,0001	3,30
42	2,880	2,876	2,885	2,860	0,8255	2,03
<i>Conversão alimentar real(g/g)</i>						
7	1,078 c	1,109 b	1,174ab	1,199 a	0,0002	6,37
21	1,307	1,294	1,341	1,285	0,0995	3,95
42	1,564 c	1,564 c	1,656 a	1,605 b	<0,0001	2,91
<i>Viabilidade (%)</i>						
7	99,41	99,71	98,37	99,67	0,1529	1,45
21	99,12	99,12	97,06	99,67	0,0779	2,36
42	95,88	96,18	93,79	97,71	0,1380	3,74

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey 5% ($P < 0,05$). SI (sorgo inteiro); SM (sorgo moído).

Os programas nutricionais diário e a cada 3 dias apresentaram os menores consumos de ração, que pode ser explicado pelo melhor atendimento aos níveis de exigências de energia

e nutrientes dos frangos de corte. Esses resultados divergem de Fernandes *et al.* (2013), que ao avaliarem o desempenho de frangos de corte com dietas baseadas em sorgo inteiro e moído e com programa nutricional de três fases verificaram que o consumo de ração aos 42 dias não foi afetado pela granulometria do sorgo.

No 7º dia o maior ganho de peso foi observado no programa nutricional 4 fases sorgo inteiro (Tabela 3). Já no 21º dia o maior ganho de peso foi verificado no programa nutricional 4 fases sorgo moído. Esses resultados diferem de Fernandes *et al.* (2013), que concluíram que o ganho de peso aos 21 dias não foi afetado pela granulometria do sorgo. No 42º dia não verificou diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Corroborando com esses resultados, Carolino (2012) avaliando o efeito do sorgo inteiro livre de tanino em substituição ao milho sobre o desempenho em frangos de corte e com programa nutricional de quatro fases, concluiu que o peso aos 42 dias entre tratamentos com sorgo inteiro e sorgo moído não apresentaram diferenças. Portanto, os programas nutricionais diário e cada 3 dias obtiveram o menor consumo de ração e o mesmo peso vivo final do frango de corte, demonstrando que os níveis nutricionais ajustados diariamente levaram a um melhor desempenho.

No 7º dia a menor conversão alimentar real foi verificada no programa nutricional diário (Tabela 3). No 21º dia os tratamentos apresentaram a mesma conversão. No 42º dia as menores conversões foram obtidas nos programas nutricionais diário e a cada 3 dias. Já se esperava esses resultados, pois esses programas apresentaram os menores consumos de ração. O programa nutricional 4 fases com sorgo grão moído aos 42 dias apresentou menor conversão alimentar em relação ao programa 4 fases com sorgo grão inteiro. Esses resultados divergem de Fernandes *et al.* (2013), que observaram que a conversão alimentar aos 42 dias não foi afetada pela granulometria do sorgo.

Os tratamentos apresentaram a mesma viabilidade aos 7, 21 e 42 dias de vida do frango de corte. Corroborando com esses resultados, Fernandes *et al.* (2013) verificaram que a viabilidade aos 42 dias não foi afetado pela granulometria do sorgo.

Não houve interação entre os fatores sexo e tratamento em nenhuma variável de rendimento, portanto foram todas analisadas separadamente. Machos e fêmeas apresentaram o mesmo rendimento de carcaça (Tabela 4). Esses resultados corroboram com Stringhini *et al.* (2003) e Garcia *et al.* (2005) que observaram que o rendimento de carcaça não apresenta diferenças entre sexos.

Tabela 4. Rendimento de carcaça eviscerada (sem pés, cabeça e pescoço) de frangos de corte machos e fêmeas da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade submetidos a diferentes programas nutricionais.

	4x2	Rendimento carcaça (%)
Tratamentos	Diário SI	72,34
	3 dias SI	72,14
	4 fases SI	73,33
	4 fases SM	73,36
Sexo	Macho	72,86
	Fêmea	72,73
CV(%)		1,53
P-valor	Tratamento	0,0319
	Sexo	0,7049
	Interação	0,4652

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). SI (sorgo inteiro); SM (sorgo moído).

Os programas nutricionais diário e a cada 3 dias não comprometem o rendimento de carcaça dos frangos de corte (Tabela 4). Não houve diferenças de rendimento de carcaça entre as rações com sorgo grão inteiro e moído, esses resultados diferem de Carolino (2012), a qual observou que dentro das rações a base sorgo as aves submetidas à ração com o grão inteiro apresentaram rendimento menor em relação as que receberam grão de sorgo moído.

O rendimento de peito completo (com pele e com osso) e desossado (sem pele e sem osso) não diferiu entre os sexos (Tabela 5). Esses resultados diferem de Carolino (2012) que verificou que as fêmeas apresentaram maior rendimento de peito em comparação aos machos.

Tabela 5. Rendimento do músculo do peito completo e desossado em frangos de corte machos e fêmeas da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade submetidos a diferentes programas nutricionais.

		Rendimento de peito (%)	
		Completo	Desossado
Tratamentos	4x2		
	Diário SI	29,32 b	22,05 b
	3 dias SI	29,25 b	22,72 ab
	4 fases SI	30,56 ab	23,18 ab
	4 fases SM	31,68 a	24,16 a
Sexo	Macho	29,85	22,91
	Fêmea	30,55	23,14
CV(%)		4,77	5,98
P-valor	Tratamento	0,0016	0,0136
	Sexo	0,1360	0,5970
	Interação	0,4227	0,5610

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). SI (sorgo inteiro); SM (sorgo moído).

Avaliando os programas nutricionais com sorgo grão inteiros no rendimento de peito completo e desossado, foram estatisticamente iguais, portanto os programas nutricionais diário e a cada três dias não comprometem o rendimento de peito (Tabela 5). O programa nutricional quatro fases com sorgo moído apresentou o melhor rendimento de peito, porém no rendimento de peito completo o programa nutricional quatro fases com sorgo grão inteiro foi estatisticamente igual a este. No rendimento de peito desossado os programas nutricionais a cada três dias e quatro fases com sorgo grão inteiro, foram também estatisticamente iguais ao programa nutricional quatro fases com sorgo moído (Tabela 5).

No rendimento de coxas/sobrecoxas e asas não houve diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 6). Evidenciando que os programas nutricionais diário e a cada 3 dias não afetam o rendimento desses cortes comerciais. As fêmeas apresentaram o maior rendimento de asas em relação aos machos (Tabela 6). Corroborando com esses resultados, Carolino (2012) observou que as fêmeas apresentaram maior rendimento das asas.

Tabela 6. Rendimento de coxas/sobrecoxas e asas de frangos de corte machos e fêmeas da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade submetidos a diferentes programas nutricionais.

4x2		Rendimentos de cortes (%)	
		Coxas/Sobrecoxas	Asas
Tratamentos	Diário SI	26,61	9,59
	3 dias SI	25,97	9,71
	4 fases SI	26,24	9,55
	4 fases SM	25,97	9,45
Sexo	Macho	26,36	9,23 b
	Fêmea	26,03	9,92 a
CV(%)		3,51	7,06
Pvalor	Tratamento	0,3766	0,8589
	Sexo	0,2615	0,0031
	Interação	0,2408	0,2657

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). SI (sorgo inteiro); SM (sorgo moído).

As fêmeas apresentaram os menores teores de matéria seca e proteína bruta e maior teor de lipídios no músculo peitoral em relação aos machos (Tabela 7). Normalmente, uma diminuição de proteínas musculares é acompanhada por um aumento em lipídios (Le Bihan-Duval *et al.*, 1998). Segundo Stringhini *et al.* (2003), as fêmeas de frangos de corte geralmente acumulam uma maior quantidade de gordura corporal.

Tabela 7. Composição bromatológica do músculo peitoral de frangos de corte machos e fêmeas da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade submetidos a diferentes programas nutricionais.

4x2		Composição bromatológica do músculo peitoral (%)		
		Matéria Seca	Extrato Etéreo	Proteína Bruta
Tratamentos	Diário SI	27,51 b	2,60	23,66
	3 dias SI	27,85 a	2,67	23,60
	4 fases SI	27,91 a	2,68	23,47
	4 fases SM	27,96 a	2,68	23,39
Sexo	Macho	28,31 a	2,56 b	23,97 a
	Fêmea	27,26 b	2,72 a	23,08 b
CV(%)		1,78	3,78	1,55
Pvalor	Tratamento	0,0002	0,0583	0,3635
	Sexo	0,0000	0,0001	0,0000
	Interação	0,1112	0,9874	0,0865

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). SI (sorgo inteiro); SM (sorgo moído).

No fator tratamento (Tabela 7), o programa nutricional diário demonstrou o menor teor de matéria seca, os demais tratamentos foram estatisticamente iguais em todos os parâmetros de composição analisados. As quantidades de proteínas e lipídios dos músculos do

peito são influenciadas por fatores genéticos e não-genéticos (Bogosavljevi-Bošković *et al.*, 2010). A nutrição é o fator externo com maior influência sobre a composição química da carne de frangos de corte (Marcu *et al.*, 2013).

A composição bromatológica do músculo peitoral é um elemento importante de qualidade para este tipo de carne (Bogosavljevi-Bošković *et al.*, 2010). Para os componentes químicos do músculo do peito, alguns autores relataram valores acima de 22,50% para proteínas totais e inferior de 3% para conteúdo lipídico (Marcu *et al.*, 2009; Suchy *et al.*, 2002). Portanto, os resultados de todos os tratamentos (Tabela 7) estão dentro dessa faixa esperada, já que o menor teor de proteína bruta foi de 23,39% e o maior teor de lipídio foi de 2,68%.

CONCLUSÃO

Conclui-se que ao usar o sorgo grão inteiro em rações de frangos de corte, os programas de formulação de ração envolvendo ajustes nutricionais diários e a cada três dias apresentaram melhor conversão alimentar e os mesmos resultados de desempenho, de rendimento de carcaça e de cortes comerciais em relação ao programa nutricional quatro fases. Desta forma os programas diários de arraçamento na indústria avícola poderiam ser viabilizados com o desenvolvimento de novas tecnologias de mistura de grãos de sorgo e concentrados diretamente nas granjas concorrendo para melhor logística e custo de transporte de ração.

REFERÊNCIAS

- Bogosavljevi-Bošković S, Pavlovskić Z, Petrović MD, Dosković V, Rakonjac S. Broiler meat quality: Proteins and lipids of muscle tissue-review. *African Journal of Biotechnology* 2010; 9(54): 9177-9182.
- Bozutti SRA. Avaliação de ingredientes alternativos na alimentação de frangos de corte com a adição de enzimas. [Dissertation]. Pirassununga (SP): Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/Universidade de São Paulo; 2009.
- Buteri CB. Efeitos de diferentes planos nutricionais sobre a composição e o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte. [PhD Thesis]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2003. 151p.
- Carolino ACXG. Morfometria do trato gastrointestinal e qualidade de carcaça de frangos de corte alimentados com sorgo grão inteiro. [Dissertation]. Uberlândia (MG): Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias; 2012.
- Douglas JH, Sullivan TW, Bond PL, Struwe FJ. Nutrient composition and metabolizable energy values of selected grain sorghum varieties and yellow corn. *Poultry Science* 1990; 69(7):1147– 1155.
- Dozier WA. Reducing utility cost in the feed mill. *Watt Poultry USA* 2002; 53:40-44.
- Fernandes EA, Marcacine BA, Tesini JRM. Substituição do milho por sorgo com e sem adição de enzimas em rações para frangos de corte. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas; 2002; Campinas: FACTA. Brasil. p. 34.
- Fernandes EA, Pereira WJS, Hackenhaar L, Rodrigues RM, Terra R. The use of whole grain sorghum in broiler feeds. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2013; 15(3): 217-222.
- Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Lavras: Ciência e Agrotecnologia-UFLA*; 2011; 35 (6):1039-1042.
- Garcia RG, Mendes AA, Costa C, Paz ICLA, Takahashi SE, Pelícia KP, Komiyama CM, Quinteiro RR. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia* 2005; 57(5):634-643.
- Garcia RG, Mendes AA, Paz ICLA, Komiyama CM, Caldara FR, Nääs IA, Mariano WS. Implications of the use of sorghum in broiler production. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2013; 15(3): 257-262.
- Gualtieri M, Rapaccini S. Sorghum grain in poultry feeding. *World's Poult. Sci. J.* 1990; 46:246–253.

Le Bihan-Duval EL, Mignon-Grasteau S, Millet N, Beaumont C. Genetic analysis of a selection experiment on increased body weight and breast muscle weight as well as on limited abdominal fat weight. *British Journal of Nutrition* 1998; 39(3):346-353.

Lott BD, Day EJ, Deaton JW, May D. The effect of temperature, energy level and corn particle size on broiler performance. *Poultry Science* 1992; 71(4):618-624.

MacLeod M. Nutrition-related opportunities and challenges of alternative poultry production systems. *Lohmann information* 2013; 48(2): 23-28.

Marcu A, Vacaru-Opriş I, Marcu A. The influence of feed protein and energy level on meat chemical composition from different anatomical regions at “Cobb 500” hybrid. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnology Timisoara* 2009; 42(1):147-150.

Marcu A, Vacaru-Opris I, Dumitrescu G, Marcu A, Ciochină LP, Nicula M, Dronca D, Kelcio B. Effect of diets with different energy and protein levels on breast muscle characteristics of broiler chickens. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies* 2013; 46(1):333-340.

Mendes AA. Prova didática: programa de alimentação para frangos de corte. Concurso de livre docência na disciplina de avicultura. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP; 1990. 19 p.

Miranda RA, Garcia JC. Entendendo a alta dos preços do milho em 2014. *Boletim informativo do Centro de Inteligência do Milho*. Ano 6, ed. 68, 2014. Disponível em: <<http://www.abramilho.org.br/noticias.php>>. Acesso em: 05/04/ 2014.

Picard M, Melcion JP, Bertrand D, Faure JM. Visual and tactile cues perceived by chickens. In: McNab JM & Boorman KN, editors. *Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value*. Wallingford: Poultry Science Symposium 26; 2002. p. 279-300.

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing; 2008; Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

Reece FN, Lott BD, Deaton JW. The effects of hammer mill screen size on ground corn particle, pellet durability and broiler performance. *Poultry Science* 1986; 65:1257-1261.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, Euclides RF. Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais. In: Rostagno HS, editor. 3 ed. Viçosa, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia; 2011. 252p.

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

Schiffman HR. Texture preference in the domestic chick. *Journal of Comparative and Physiological Psychology* 1968; 66:540.

Silva DJ, Queiroz AC. *Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3.ed., Viçosa: UFV; 2002. 235 p.

Stringhini JH, Laboissière M, Muramatsu K, Leandro NSM, Café MB. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criados em Goiás. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2003; 32:183-190.

Suchy P, Jelínek P, Straková E, Hucl J. Chemical composition of muscles of hybrid-broiler chickens during prolonged feeding. *Czech Journal of Animal Science* 2002; 47 (12): 511-518.

Tavernari FC, Buteri CB, Rostagno HS, Albino LFT. Exigência de lisina, planos nutricionais e modelos matemáticos na determinação de exigências de frangos de corte. *Acta Veterinária Brasília* 2009; 3(2):48-61.

Zanotto DL, Brum PAR, Guidoni AL. Granulometria do milho da dieta e desempenho de frangos. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas; 1995; Campinas: FACTA. Brasil. p. 19.

CAPÍTULO 3 - EFEITO DE UM PROGRAMA NUTRICIONAL DIÁRIO E DE TRÊS DIAS À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO SOBRE O TRATO GASTROINTESTINAL EM FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE

RESUMO

Objetivou-se comparar três programas nutricionais, desenvolvidos com rações à base de sorgo grão inteiro sem tanino, avaliando o desenvolvimento gastrointestinal e a superfície de absorção do intestino delgado de frangos de corte. Foram alojados 1360 pintinhos de frangos de corte, mistos (50:50), com um dia de idade, da linhagem Hubbard Flex, em um delineamento inteiramente casualizado composto de quatro tratamentos e dez repetições cada, assim distribuídos: três programas com ração à base de sorgo grão inteiro (programa nutricional com ajustes diários, programa nutricional com ajustes a cada três dias e de quatro fases) e um programa com ração à base de sorgo grão moído (quatro fases). As variáveis analisadas foram peso relativo do intestino delgado (ID) e moela, comprimento, histomorfometria e área de absorção do ID. Nas variáveis peso relativo da moela e ID e comprimento do ID aplicou-se a ANOVA em esquema fatorial (4x2). Na variável histomorfometria das regiões do ID dos machos aplicou-se a ANOVA. Na comparação das médias foi utilizado o teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). A verificação da força e direção da relação linear entre o peso da moela e o peso do intestino foi feita por meio do coeficiente de correlação de Pearson. As rações com grão inteiro de sorgo apresentaram maior peso da moela e o programa nutricional diário demonstrou a maior área de absorção no íleo. Concluiu-se que os programas nutricionais diário e a cada 3 dias promovem um aumento de tamanho da moela, que acarreta em maior desenvolvimento do intestino delgado com consequente melhora na capacidade de absorção de nutrientes.

Palavras-chave: Nutrição; Aves; Absorção; Arraçoamento.

INTRODUÇÃO

Os grãos inteiros dos cereais na alimentação das aves são responsáveis pelo maior desenvolvimento do sistema digestório. O grão inteiro é capaz induzir modificações tanto na parte superior (proventrículo, moela e pâncreas) bem como na parte inferior (intestino) do trato digestivo (Nir *et al.*, 1990). A alimentação com o grão inteiro é parte de uma estratégia nutricional alternativa. Possui várias vantagens potenciais: fornece uma forma de enriquecimento ambiental para as aves (Picard *et al.*, 2002), aumenta a digestão enzimática e incentiva o desenvolvimento muscular da moela (Macleod, 2013).

A moela é a "máquina do ritmo" da motilidade do intestino normal. Um aumento do tamanho da moela não irá somente aumentar a ação da moagem, mas também aumentar a incidência de reflexos gástricos que servem para re-expor a digesta para pepsina no proventrículo, promover uma maior mistura da digesta com enzimas, melhorar a digestão e também reduzir a proliferação microbiana que pode causar doenças ou competir por nutrientes (Ferket, 2000; Gabriel *et al.*, 2003).

As aves têm preferência por partículas de maior tamanho (Schiffman, 1968), independente da idade (Portella *et al.*, 1988), porém Moran (1982) sugere que as aves têm dificuldade para consumir partículas que sejam de tamanhos extremos em relação às dimensões anatômicas do seu bico.

O sorgo grão pode ser utilizado inteiro, sem a necessidade de moagem, na alimentação de frangos de corte desde o primeiro dia de vida dos pintinhos (Carolino, 2012). Este fato deve-se ao tamanho do grão de sorgo ser compatível a dimensão anatômica do bico das aves e, portanto estas são capazes de ingerir os grãos inteiros, o que promove uma maior demanda de utilização da moela, com aumento na frequência de contração e consequentemente um maior peso deste órgão (Hill, 1971).

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é tido como um dos principais substitutos ao milho em rações de aves e suínos. Este cereal contém vários compostos fenólicos, mas somente os taninos podem afetar a qualidade nutricional da dieta. Os taninos estão ligados à coagulação e precipitação de enzimas e alguns minerais, formação de complexos com os carboidratos da dieta, inibição da atividade de algumas enzimas digestivas, como a tripsina e α -amilase. Os taninos condensados também causam necroses e distorções nos vilos da mucosa intestinal e aumento no número de células caliciformes (Mitjavila *et al.*, 1977; Chang *et al.*, 1994; Ortiz *et al.*, 1994).

Porém, o mercado interno de grãos de sorgo, representado na sua totalidade pelas indústrias de rações, demanda grãos sem tanino. Por isso, a comercialização de sorgo com tanino, no Brasil, é bastante restrita, sendo que somente 4% do sorgo granífero semeado é do tipo com tanino (Tsunechiro *et al.*, 2010). Mas, Douglas & Sullivan (1991) afirmam que mesmo quando o sorgo possui níveis baixos de tanino ou sem tanino, existe uma resistência de se utilizar este cereal em dietas na fase pré-inicial de frangos de corte.

Programas de alimentação correspondem à utilização de diferentes práticas de manejo de arraçamento na alimentação de frangos de corte, em diferentes fases ou períodos de seu desenvolvimento (Mendes, 1990). Os programas de alimentação usualmente utilizados na produção de frangos de corte no Brasil seguem as recomendações de Rostagno *et al.* (2011) em que são recomendados quatro diferentes rações por fase (pré-inicial, inicial, crescimento e final) até os 42 dias de idade.

As exigências nutricionais dos frangos têm sido tradicionalmente estabelecidas via experimentos, nos quais há a adição de um nutriente limitante na dieta mantendo os demais em níveis adequados. O nível do nutriente que maximiza o ganho de peso e/ou a eficiência alimentar é considerado a exigência para a fase estudada (Buteri, 2003). Estes níveis estabelecidos representam o valor médio da exigência para a fase avaliada, isto significa que

no princípio da fase as aves recebem dieta com nível sub-ótimo do nutriente e no final o recebem em excesso.

A solução apresentada para este impasse nutricional tem sido a recomendação da adoção de um maior número de dietas durante o ciclo de vida das aves conhecido como programa de alimentação múltiplo (“phase-feeding”), onde as diferenças entre o exigido e o fornecido tornar-se-iam menores (Tavernari *et al.*, 2009).

Porém, para garantir uma maior rentabilidade tem sido recomendada a utilização de programas diários de arraçãoamento, o que ao nível da indústria avícola, ainda é inviável, mas no futuro novas tecnologias poderão ser criadas (Tavernari *et al.*, 2009). Objetivou-se comparar três programas nutricionais, desenvolvidos com rações à base de sorgo grão inteiro sem tanino, avaliando o desenvolvimento gastrointestinal e a superfície de absorção do intestino delgado de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

Aves e Dietas

O estudo foi realizado em um galpão experimental, localizado na Fazenda do Glória pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no município de Uberlândia, Estado de Minas Gerais, de março a abril de 2013, de acordo com as normas éticas e aprovadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA-UFU sob protocolo de pesquisa n° 030/13 (Anexo).

Foram alojados 1360 pintinhos de frangos de corte, misto (50:50), com um dia de idade, da linhagem Hubbard Flex provenientes de uma empresa de genética avícola do município de Uberlândia, Estado de Minas Gerais, e estes foram vacinados contra Marek e Gumboro no incubatório.

O experimento teve o delineamento inteiramente casualizado composto por quatro tratamentos: 1- Programa de níveis nutricionais com ajustes diários com sorgo grão inteiro (Diário SI); 2- Programa de níveis nutricionais com ajustes a cada três dias com sorgo grão inteiro (3 dias SI); 3 - Programa de níveis nutricionais de quatro fases com sorgo grão inteiro (4 fases SI); 4 - Programa de níveis nutricionais de quatro fases com sorgo grão moído (4 fases SM). Cada tratamento com 10 repetições (boxes) e 34 aves mistas (machos e fêmeas) por repetição, totalizando 40 unidades experimentais.

As rações foram formuladas para atender as exigências nutricionais dos frangos de corte, baseadas em Rostagno *et al.* (2011), de acordo com cada programa nutricional. Os alimentos que compuseram as rações foram submetidos a análises bromatológicas no Laboratório de Análise de Matéria Prima e Ração da Faculdade de Medicina Veterinária da UFU – LAMRA e as rações tiveram seus níveis calculados.

Os níveis nutricionais e energéticos, bem como a composição de alimentos das rações envolvidas em todos os tratamentos basearam no tratamento de quatro fases conforme demonstrados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição de ingredientes das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Final
	1 a 8	9 a 21	22 a 35	36 a 42
Sorgo 8,8% PB	53,43	55,27	57,67	60,55
Farelo de soja 46,5% PB	37,18	34,57	31,38	28,67
Óleo de soja	5,09	6,31	7,44	7,67
Fosfato bicálcico	1,85	1,5	1,28	1,05
Calcário	0,92	0,94	0,89	0,79
Sal comum	0,46	0,47	0,44	0,45
DL-Metionina	0,22	0,17	0,16	0,19
L-Lisina	0,33	0,28	0,26	0,26
L-Treonina	0,13	0,09	0,08	0,07
Premix inicial ¹	0,40	0,40	0,00	0,00
Premix crescimento ²	0,00	0,00	0,40	0,00
Premix abate ³	0,00	0,00	0,00	0,30
Total	100	100	100	100

¹ 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 16mg; Ácido Fólico 400mcg; Pantotenato cálcio 10mg; Biotina 60mcg; Niacina 35mg; Piridoxina 2mg; Riboflavina 4,5mg; Tiamina 1,2mg; B12 16mcg; K 1,5mg; Se 250mcg; Colina 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Promotor de crescimento 384mg; Coccidicida 375mg; Antioxidante 120mg. ² MC-Mix Frango engorda SAA 2kg (@M-Cassab Comércio e Indústria Ltda)– Composição por quilo de ração - Vit-A 9000UI; D3 1600UI; E 14mg; Ácido Fólico 300mcg; Pantotenato cálcio 9mg; Biotina 50mcg; Niacina 30mg; Piridoxina 1,8mg; Riboflavina 4mg; Tiamina 1mg; B12 12mcg; K3 1,5mg; Se 250mcg; Colina 219mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Promotor de crescimento 385mg; Coccidicida 550mg; Antioxidante 120mg. ³ MC-Mix Frango Abate 3kg (@M-Cassab Comércio e Indústria Ltda) – Composição por quilo de ração - Vit-A 2.700UI; D3 450UI; E 4,5mg; Pantotenato cálcio 3,6mg; Biotina 13,5mg; Niacina 4,5mg; Piridoxina 360mcg; Riboflavina 900mcg; Tiamina 270mcg; B12 2,7mcg; K3 450mcg; Se 180mcg; Colina 130mg; Metionina 906mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Antioxidante 120mg.

Tabela 2. Composição nutricional das dietas experimentais.

Nutrientes	Unidade	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Final
		1 a 8	9 a 21	22 a 35	36 a 42
Energia metabolizável	kcal/kg	3.000	3.100	3.200	3.250
Proteína bruta	%	22,56	21,36	20,08	19,01
Cálcio	%	0,92	0,84	0,76	0,66
Fósforo disponível	%	0,47	0,40	0,35	0,31
Sódio	%	0,22	0,22	0,21	0,21
Metionina digestível (dig.)	%	0,67	0,61	0,57	0,42
Metionina+ Cistina dig.	%	0,95	0,88	0,83	0,77
Lisina dig.	%	1,32	1,22	1,13	1,06
Treonina dig.	%	0,86	0,79	0,74	0,69
Arginina dig.	%	1,40	1,32	1,22	1,15
Triptofano dig.	%	0,23	0,24	0,20	0,19
Valina dig.	%	0,94	0,90	0,85	0,81
Cloro	%	0,28	0,29	0,27	0,28
Potássio	%	0,86	0,81	0,76	0,72

No tratamento 1, programa de níveis nutricionais diários, as rações foram preparadas seguindo o seguinte protocolo: *Níveis Nutricionais* – No período de 1 a 8 dias de idade, a ração do 1º dia foi formulada com os níveis da ração pré-inicial e nos dias seguintes os níveis de energia metabolizável foram aumentados no mesmo valor a cada dia até atingir o nível de

energia da ração inicial no 9º dia. Já, os níveis de todos os nutrientes foram reduzidos diariamente até alcançar no 9º dia aqueles níveis projetados para a ração inicial. No período de 9 a 21 dias de idade, a ração do 9º dia foi formulada com os níveis da ração inicial e nos dias seguintes os níveis de energia metabolizável foram aumentados no mesmo valor a cada dia até atingir o nível de energia da ração crescimento no 22º dia. Já, os níveis de todos os nutrientes foram reduzidos diariamente até alcançar no 22º dia aqueles níveis projetados para a ração crescimento. E assim por diante até o 42º dia.

Composição da Ração: Para alcançar os níveis energéticos e nutricionais foi produzido volume suficiente de rações de cada uma das quatro fases, de acordo com cada dia de vida e dentro de cada nível nutricional previsto (Gráfico1). Misturaram-se, com auxílio de um misturador de ração horizontal, volumes diferentes de ração pré-inicial e inicial para os oito primeiros dias, misturou volumes diferentes de ração inicial e crescimento para os 12 dias seguintes e assim por diante.

No tratamento 2, programa de níveis nutricionais a cada três dias, seguiu-se o mesmo procedimento do tratamento 1, só que os níveis energéticos e nutricionais assim como a composição da ração coincidiam com os mesmos valores e inclusões de cada três dias de idade das aves do tratamento diário.

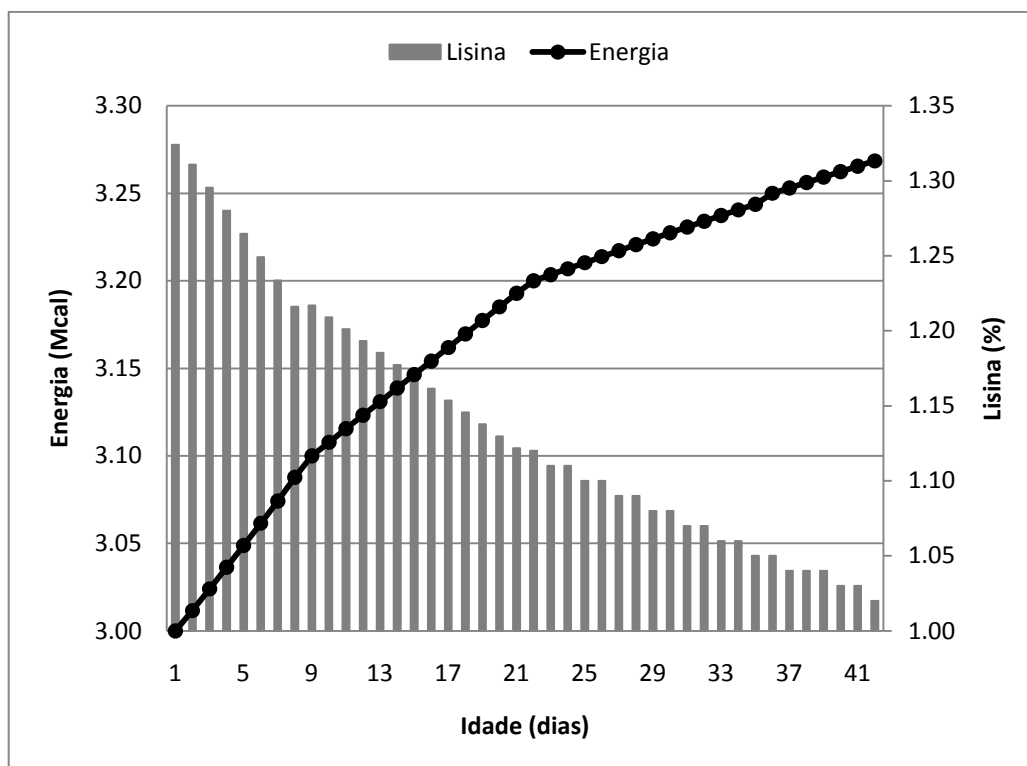


Gráfico 1- Níveis de energia metabolizável (Mcal) e lisina digestível (%) no programa nutricional diário de acordo com os dias de idade do frango de corte.

O galpão em sistema aberto teve seu ambiente controlado, com o auxílio de ventiladores e aspersores. Os boxes eram equipados com um comedouro tubular (45 aves) e um bebedouro pendular (80 aves). O programa de luz fornecido foi de 24 horas por dia, e as aves receberam ração e água potável *ad libitum* durante todo o período de 42 dias de experimento.

Morfometria Gastrointestinal

Aos 42 dias todas as aves de cada tratamento, dentro das repetições, foram pesadas em balança Ramuza modelo DP300 (precisão de 50 gramas) em grupo separadamente por sexo, sendo determinado o peso corporal médio. Em seguida uma nova pesagem foi realizada individualmente para a identificação dos machos e fêmeas que apresentavam peso vivo igual ao peso médio ($\pm 5\%$) em seus respectivos tratamentos. Foram assim identificados por lacre

plástico afixado na perna, separados em boxes, e anotados em fichas para a identificação do número do lacre e peso vivo.

Estas aves foram submetidas a um jejum de 12 horas e no 43º dia foram removidos para o abate 10 aves (5 machos:5 fêmeas) por tratamento, um total de 40 aves utilizadas para as análises. No abatedouro as aves foram atordoadas e submetidas à eutanásia por atordoamento elétrico e exsanguinação através do corte da veia jugular, respectivamente. Foram depenadas e evisceradas. As moelas, depois da retirada de resíduos de alimento, foram pesadas em balança Western BC-03 (precisão de 1 grama). O peso relativo da moela foi determinado em relação ao peso vivo.

O comprimento do intestino delgado íntegro foi considerado do início do duodeno até o ponto de ligação cecos-cólico. A mensuração foi determinada com auxílio de uma fita métrica com escala de 0,1cm. Em seguida, foi feita a separação entre as regiões duodeno, jejuno e íleo, e realizadas as pesagens por segmento, em balança Western BC-03. Os pesos relativos das regiões do intestino delgado foram determinados em relação ao peso vivo.

Fragmentos do intestino dos machos, medindo 3 cm de comprimento, foram retirados do duodeno (região distal da alça duodenal), jejuno (região imediatamente anterior ao divertículo de Meckel) e o íleo (região imediatamente anterior à junção cecal) e fixados em solução de formol a 10% por 48 h.

No Laboratório de Histopatologia da Faculdade de Medicina Veterinária da UFU, os fragmentos foram desidratados, diafanizados, e incorporados em parafina. Em seguida, foram feitos cortes no bloco parafinado com espessura aproximada de cinco micrômetros (5µm) e foi montada uma lâmina com três cortes histológicos de cada amostra, totalizando 60 lâminas. As lâminas foram coradas em hematoxilina de Harris e eosina.

No Centro de Microscopia Eletrônica do Instituto de Ciências Biomédicas da UFU (ICBIM-UFU), foram realizadas as mensurações microscópicas das estruturas em um

Microscópio Óptico Leica DM500, com Câmera Leica ICC50 associada e software Analisador de Imagens HL Image 97 (Western Vision Softwares). Em cada lâmina foram mensuradas seis estruturas da parede do intestino: a altura das vilosidades, a distância entre a base dos vilos, a largura da base, meio e ápice dos vilos e a profundidade de cripta. De cada estrutura foram mensuradas aleatoriamente 20 medidas, totalizando 7200 medições, sendo determinadas as médias de cada uma. A área de absorção foi calculada seguindo o método proposto por Kisielinski *et al.* (2002):

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

Análise Estatística

As variáveis: peso relativo da moela, comprimento e peso relativo do intestino delgado, após a verificação da normalidade dos resíduos de Anderson-Darling e a homogeneidade de variâncias de Levene, aplicou-se a análise de variância (ANOVA) em esquema fatorial (4x2) sendo 4 tratamentos e 2 sexos (macho e fêmea), com 5 repetições por sexo e na comparação das médias foi utilizado o teste de Scott-Knott a significância de 5%.

A variável histomorfometria das regiões do intestino delgado dos machos após a verificação da normalidade dos resíduos e a homogeneidade de variâncias, aplicou-se a ANOVA sendo 4 tratamentos e 5 repetições e na comparação das médias foi utilizado o teste de Scott-Knott a significância de 5%.

A verificação da força e direção da relação linear entre o peso da moela e o peso do intestino foi feita por meio do coeficiente de correlação de Pearson e, como ocorreu correlação significativa, foi determinada a equação de regressão linear considerando o peso do intestino como variável dependente (Y) e o peso da moela como variável independente (X). Os procedimentos de análises estatísticas foram feitos na ferramenta Action (R Development Core Team, 2008) e no programa SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os fatores sexo e tratamento em nenhuma variável de comprimento e peso da moela e intestino delgado, portanto foram todas analisadas separadamente. Os machos apresentaram menor peso relativo da moela em comparação as fêmeas (Tabela 3). No fator tratamento, os programas nutricionais diário e a cada 3 dias obtiveram o maior peso relativo da moela. Já era esperado que os programas nutricionais com o grão inteiro de sorgo alcançassem maior peso da moela, pois esse acréscimo de peso é atribuído ao aumento na frequência de contração desse órgão, para reduzir os grãos inteiros em partículas mais finas e permitir a passagem para o intestino delgado (Hill, 1971).

Tabela 3. Peso relativo da moela de frangos de corte machos e fêmeas da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade submetidos a diferentes programas nutricionais.

4x2		Peso relativo moela (g)
Tratamentos	Diário SI	1,79 a
	3 dias SI	1,85 a
	4 fases SI	1,64 b
	4 fases SM	1,44 c
Sexo	Macho	1,62 b
	Fêmea	1,74 a
CV(%)		9,48
Pvalor	Tratamento	0,000
	Sexo	0,0204
	Interação	0,3500

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0.05$). SI (sorgo inteiro); SM (sorgo moído).

Corroborando com esses resultados, Carolino (2012) observou maior peso absoluto da moela em dietas a base sorgo grão inteiro, comparado com dieta a base milho moído. Fernandes *et al.* (2013) verificaram que a inclusão na dieta de 50% ou 100% de sorgo grão inteiro aumentou o tamanho da moela. Da mesma forma, Dahlke *et al.* (2003), trabalhando com diferentes tamanhos de partículas (0,336mm, 0,585mm, 0,856mm e 1,12mm) e forma

física de rações (farelada e peletizada), encontraram uma resposta linear para o aumento de peso da moela.

Muito embora no programa nutricional 4 fases com sorgo grão inteiro tenha apresentado menor peso relativo da moela em relação aos programas diário e cada 3 dias, este peso foi significativamente maior em relação ao tratamento com o sorgo moído (Tabela 3). Estes resultados são positivos em favor de um aumento na capacidade digestiva dos frangos em dietas com o grão inteiro, conforme Ferket (2000), Gabriel *et al.*, (2003) e Umar Faruk, (2010), devido ao aumento da incidência de reflexos gástricos re-expondo a digesta a atividade de pepsina, melhorando a digestão e reduzindo a proliferação microbiana, assegurando boa saúde intestinal (Engberg *et al.*, 2002).

Outro fator a considerar é que o baixo pH no conteúdo da moela pode reduzir os riscos de coccidiose (Cumming, 1994). Mai (2007) verificou diferenças no pH do proventrículo-moela de frangos de corte sendo menor (pH=2,3) para ingredientes na forma grosseira e maior (pH=2,71) para os finamente moídos.

O tratamento com sorgo moído apresentou o menor peso relativo da moela (Tabela 3). Cumming (1994) demonstrou que em dietas com todos os seus ingredientes moídos, a moela irá funcionar muito mais como um órgão de trânsito, ao invés de um órgão de moagem.

Houve correlação média e positiva entre o peso da moela e o peso do intestino delgado em frangos de corte alimentados com ração à base de sorgo grão inteiro (P-valor = 0.04) (Figura 1), sendo que 66,8% da variação do peso do intestino delgado são explicadas pela variação do peso da moela por meio da equação ($y = 1.6867x - 1.0443$), ou seja, para cada 1 grama de aumento no peso da moela espera-se um acréscimo de 1.7 gramas no peso do intestino delgado.

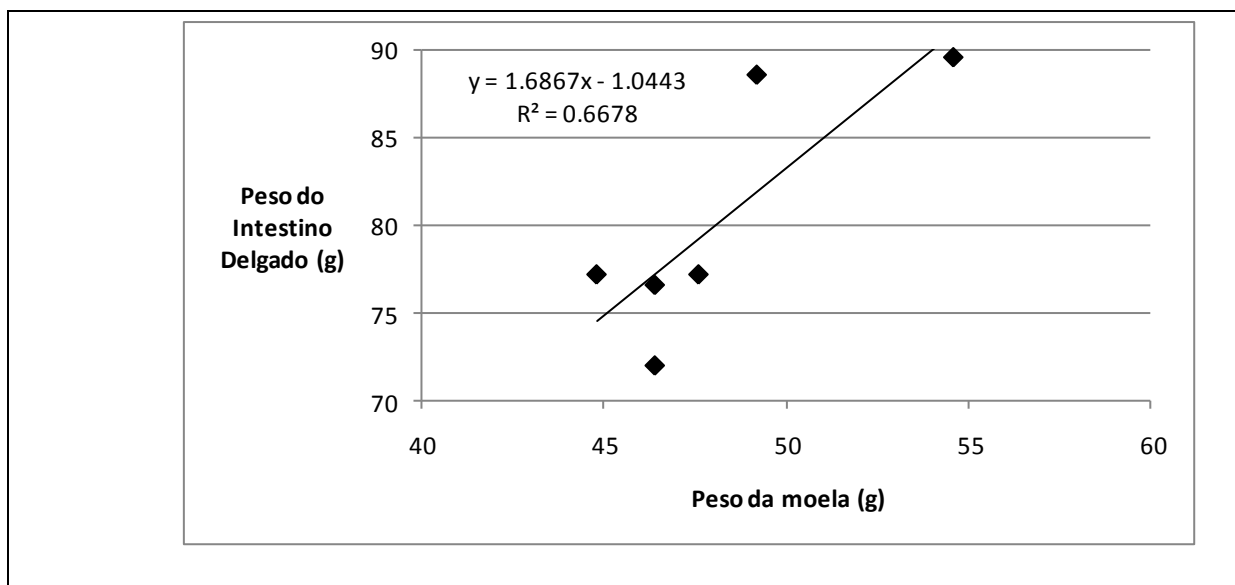


Figura 1. Correlação entre o peso da moela e o peso do intestino delgado em frangos de corte alimentados com ração à base de sorgo grão inteiro.

Esta correlação (Figura 1) pode ser explicada pela taxa de passagem da digesta, partículas de maior tamanho tendem a permanecer um tempo maior na porção inicial do trato gastrointestinal (Mai, 2007), diminuindo a taxa de passagem pela moela (Nir *et al.*, 1994), aumentando o tempo de permanência do alimento, consequentemente aumentando o tempo de exposição às enzimas digestivas, podendo assim melhorar a utilização de energia e digestibilidade dos nutrientes (Carré, 2004) o que está intimamente relacionado com nutrição intestinal local e desenvolvimento intestinal (Tarachai & Yamauchi, 2000).

Na avaliação do comprimento do duodeno, jejuno e o íleo (Tabela 4) não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos. Já no fator sexo, o comprimento do jejuno das fêmeas foi maior que nos machos, e nas demais regiões do intestino delgado não houve diferenças significativas entre os sexos.

Tabela 4. Comprimento das regiões do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) de frangos de corte machos e fêmeas da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade submetidos a diferentes programas nutricionais com ração à base de sorgo grão inteiro.

4x2		Intestino Delgado (cm)		
		Duodeno	Jejuno	Íleo
Tratamentos	Diário SI	29,10	77,20	79,00
	3 dias SI	26,20	81,90	73,80
	4 fases SI	27,20	75,90	72,70
	4 fases SM	26,60	72,70	71,50
Sexo	Macho	27,00	79,85 a	75,40
	Fêmea	27,55	74,00 b	73,10
CV(%)		15,38	9,48	11,45
Pvalor	Tratamento	0,4339	0,0596	0,2308
	Sexo	0,6811	0,0163	0,3986
	Interação	0,5400	0,2228	0,9809

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0.05$). SI (sorgo inteiro); SM (sorgo moído).

As fêmeas demonstraram maior peso do duodeno em relação aos machos (Tabela 5), o que pode ser explicado pelo fato das fêmeas terem apresentado maior peso relativo da moela (Tabela 3). Nas demais regiões do intestino delgado não houve diferenças significativas entre os sexos.

Tabela 5. Peso relativo das regiões do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) de frangos de corte machos e fêmeas da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade submetidos a diferentes programas nutricionais.

4x2		Intestino Delgado (g)		
		Duodeno	Jejuno	Íleo
Tratamentos	Diário SI	0,87 a	1,22 a	1,04
	3 dias SI	0,75 b	1,32 a	1,00
	4 fases SI	0,70 b	1,07 b	0,82
	4 fases SM	0,74 b	1,09 b	0,94
Sexo	Macho	0,73 b	1,16	0,92
	Fêmea	0,80 a	1,19	0,98
CV(%)		13,74	17,61	17,92
Pvalor	Tratamento	0,0077	0,0343	0,0464
	Sexo	0,0320	0,6256	0,2964
	Interação	0,1579	0,3293	0,4245

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0.05$). SI (sorgo inteiro); SM (sorgo moído).

Entre os tratamentos (Tabela 5), o programa nutricional diário apresentou o maior peso do duodeno, enquanto no jejuno o maior peso foi influenciado pelos programas

nutricionais diário e a cada 3 dias, e pode estar relacionado ao maior peso relativo da moela alcançado nestes tratamentos (Tabela 3). O intestino delgado é a porção do sistema digestório responsável pela digestão final e absorção dos nutrientes (Boleli *et al.*, 2002), pode-se inferir que um maior desenvolvimento dessas regiões acarretaria em uma maior absorção de nutrientes no intestino delgado.

Fernandes *et al.* (2013) demonstraram que o peso do trato gastrointestinal foi aumentado na presença do sorgo grão inteiro e de forma semelhante Yasar (2003) com partículas de trigo de diferentes tamanhos, verificou que o peso e comprimento relativos do intestino foram aumentados à medida que aumentou o tamanho dos grânulos de trigo.

Com relação ao peso relativo do íleo (Tabela 5) não ocorreu diferenças significativas entre os tratamentos, muito embora esses resultados diferem de Carolino (2012) que observou que as aves que receberam sorgo grão inteiro apresentaram maior comprimento relativo do íleo em relação ao sorgo moído.

Nos parâmetros histomorfométricos do duodeno (altura das vilosidades, profundidade de cripta e relação entre vilo/cripta) e a área de absorção duodenal (Tabela 6) não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Resultados semelhantes foram obtidos por Carolino (2012) que não observou diferenças na altura das vilosidades no duodeno, embora com o sorgo inteiro as criptas fossem mais profundas. Entretanto Dahlke *et al.* (2003) concluíram que o aumento da granulometria promovia uma resposta de forma linear no aumento da profundidade de cripta na mucosa do duodeno e na altura de vilosidades, contrapondo os resultados encontrados neste trabalho, muito embora tenham trabalhado comparando granulometrias de dietas a base de milho.

Tabela 6. Altura de vilosidade, profundidade de cripta, relação entre vilo/cripta e área de superfície de absorção do duodeno de frangos de corte machos da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade submetidos a diferentes programas nutricionais.

Tratamentos	Duodeno			
	Altura (µm)	Cripta (µm)	Vilo/Cripta (µm)	Área absorção (µm ²)
Diário SI	2221,17	274,72	8,13	18,80
3 dias SI	1871,28	273,90	6,97	20,40
4 fases SI	2040,01	261,55	7,83	17,79
4 fases SM	2107,21	244,81	8,88	19,23
CV(%)	9,41	11,29	11,49	13,74
P-valor	0,07	0,38	0,03	0,48

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0.05$). SI (sorgo inteiro); SM (sorgo moído).

O desenvolvimento da mucosa intestinal 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 (Uni *et al.*, 1998; Uni, 2000) e a perda de células por descamação, que ocorre naturalmente no ápice dos vilos. O equilíbrio entre esses dois processos é determinado por uma taxa de renovação constante e, portanto, influenciando a capacidade digestiva e de absorção intestinal. 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).

O programa nutricional diário demonstrou no jejuno a maior altura das vilosidades (Tabela 7), e a maior profundidade de criptas juntamente com programa nutricional a cada 3 dias. 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 (Uni *et al.*, 1998; Geyra *et al.*, 2001). Como não houve diferenças significativas entre os tratamentos na área de absorção do jejuno, pode-se inferir que o melhor ajuste de nutrientes no programa diário estimulou à mucosa intestinal, resultando em maior altura de vilosidades e maior profundidade de cripta. Na relação vilo/cripta não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 7. Altura de vilosidade, profundidade de cripta, relação entre vilo/cripta e área de superfície de absorção do jejuno de frangos de corte machos da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade submetidos a diferentes programas nutricionais.

Tratamentos	Jejuno			
	Altura (μm)	Cripta (μm)	Vilo/Cripta (μm)	Área absorção (μm^2)
Diário SI	1991,03 a	280,93 a	7,12	23,94
3 dias SI	1698,19 b	270,20 a	6,32	24,97
4 fases SI	1572,96 b	228,16 b	6,94	20,09
4 fases SM	1421,38 b	220,58 b	7,21	18,93
CV(%)	14,81	11,18	15,49	17,25
P-valor	0,01	0,01	0,56	0,06

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0.05$). SI (sorgo inteiro); SM (sorgo moído).

Torres *et al.* (2013) avaliando o efeito da substituição do milho pelo sorgo com baixo tanino observaram que a altura das vilosidades e a profundidade de cripta não foram afetadas no tratamento com sorgo de 1 a 21 dias de idade do frango de corte, mesmo tendo observado maior perda epitelial e de índice mitótico no duodeno e jejuno, respectivamente. Concluíram que essas alterações na mucosa intestinal não foram graves o suficiente para afetar a quantidade de nutrientes absorvidos, porque não houve nenhum efeito no consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

O programa nutricional diário apresentou a maior área de absorção do íleo (Tabela 8), e a maior altura das vilosidades juntamente com o programa 4 fases sorgo moído. Como o número de vilosidades e seu tamanho, bem como o de microvilos, em cada segmento do intestino delgado, conferem a eles características próprias, sendo que na presença de nutrientes a capacidade absorptiva do segmento será diretamente proporcional ao número de vilosidades ali presentes, tamanho dos vilos e área de superfície disponível para a absorção (Macari, 1999), pode-se inferir que o programa nutricional diário tem a maior capacidade de absorção de nutrientes no íleo em relação aos demais programas, devido ter apresentado a maior área de absorção e a maior altura dos vilos. Nos parâmetros profundidade de cripta e relação vilo/cripta não ocorreu diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 8. Altura de vilosidade, profundidade de cripta, relação entre vilo/cripta e área de superfície de absorção do íleo de frangos de corte machos da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade submetidos a diferentes programas nutricionais.

Tratamentos	Íleo			
	Altura (μm)	Cripta (μm)	Vilo/Cripta (μm)	Área absorção (μm^2)
Diário SI	1471,49 a	230,26	6,73	20,32 a
3 dias SI	1200,75 b	215,12	5,69	17,11 b
4 fases SI	1141,15 b	184,65	6,36	17,81 b
4 fases SM	1350,58 a	201,38	7,14	16,34 b
CV(%)	11,07	23,79	21,61	12,47
P-valor	0,01	0,53	0,44	0,06

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott ($p < 0.05$). SI (sorgo inteiro); SM (sorgo moído).

CONCLUSÃO

Conclui-se que os programas nutricionais diário e a cada 3 dias promovem um aumento de tamanho da moela, que acarreta em maior desenvolvimento do intestino delgado com consequente melhora na capacidade de absorção de nutrientes.

REFERÊNCIAS

- Boleli IC, Maiorka A, Macari M. Estrutura Funcional do Trato Digestório. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E, editores. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2 ed. Jaboticabal: Funep; 2002. p. 75-95.
- Buteri CB. Efeitos de diferentes planos nutricionais sobre a composição e o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte. [PhD Thesis]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2003. 151p.
- Carolino ACXG. Morfometria do trato gastrointestinal e qualidade de carcaça de frangos de corte alimentados com sorgo grão inteiro. [Dissertation]. Uberlândia (MG): Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias; 2012.
- Carré B. Causes for variation in digestibility of starch among feedstuffs. World's Poultry Science Journal 2004; 60(1):76-89.
- Chang JJ, Bailey JW, Collins JL. Dietary tannins from cowpeas and tea transiently alter apparent calcium absorption but not absorption and utilization of protein in rats. Journal of Nutrition 1994; 124(2):283-88.
- Cumming RB. Opportunities for whole grain feeding. In: 9th European Poultry Conference, World Poultry Science Association; 1994; 2:219-222.
- Dahlke F, Ribeiro AML, Kessler AM, Lima AR, Maiorka A. Effects of corn particle size and physical form of the diet on the gastrointestinal structures of broiler chickens. Brazilian Journal of Poultry Science 2003; 5(1):61-67.
- Douglas JH, Sullivan TW. Influence of infrared (micronization) treatment on the nutritional value of corn and low and high-tannin sorghum. Poultry Science 1991; 70(7):1534-1539.
- Engberg RM, Hedemann MS, Jensen BB. The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens. British Poultry Science 2002; 43:569-579.
- Ferket P. Feeding whole grains to poultry improves gut health. Feedstuffs 2000; 72(38): 12-16.
- Fernandes EA, Pereira WJS, Hackenhaar L, Rodrigues RM, Terra R. The use of whole grain sorghum in broiler feeds. Revista Brasileira de Ciência Avícola 2013; 15(3): 217-222.
- Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. Lavras: Ciência e Agrotecnologia-UFLA; 2011; 35(6):1039-1042.
- Gabriel I, Mallet S, Leconte M. Differences in the digestive tract characteristics of broiler chickens fed on complete pelleted diet or on whole wheat added to pelleted protein concentrate. British Poultry Science 2003; 44(2):283-290.

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* 2001; 86:53-61.

Hill KJ. The physiology of digestion. In: Bell DJ, Freeman BM, editors. *Physiology and biochemistry of the domestic fowl*. London: Academic Press; 1971. p. 25-49.

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 2002; 2(3):131-135.

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

Mai AK. Wet and coarse diets in broiler nutrition: Development of the GI tract and performance. [PhD Thesis]. Wageningen (the Netherlands): Institute of Animal Sciences, Wageningen University and Research Centre; 2007. 141 p.

Maiorka A, Boleli IC, Macari M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E, editores. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. 2 ed. Jaboticabal: Funep; 2002. p. 113-123.

McLeod, M. Nutrition-related opportunities and challenges of alternative poultry production systems. *Lohmann Information* 2013; 48(2):21.

Mendes AA. Prova didática: programa de alimentação para frangos de corte. Concurso de livre docência na disciplina de avicultura. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP; 1990. 19 p.

Mitjavila S, Lacombe C, Carrera G, Derache R. Tannic acid and oxidized tannic acid on the functional state of rat intestinal epithelium. *Journal of Nutrition* 1977; 107(12):2113-2121.

Moran ET. Comparative nutrition of the fowl and swine: The Gastrointestinal Systems. University of Guelph. Office for educational practice 1982; p.185-198.

Nir I, Melcion JP, Picard M. Effect of particle size of sorghum grains on feed intake and performance of young broilers. *Poultry Science* 1990; 69(12): 2177-2184.

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* 1994; 35(4):589-602.

Ortiz LT, Alzueta C, Trevino J, Castano M. Effects of faba bean on the growth and histological structure of the intestinal tract and liver of chicks and rats. *British Poultry Science* 1994; 35(5):743-754.

Picard M, Melcion JP, Bertrand D, Faure JM. Visual and tactile cues perceived by chickens. In: McNab JM & Boorman KN, editors. *Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value*. Wallingford: Poultry Science Symposium 26; 2002. p. 279-300.

Portella FJ, Caston LJ, Leeson S. Apparent feed particle size preference by broilers. *Canadian Journal of Animal Science* 1988; 68(3):923-930.

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing; 2008; Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, Euclides RF. Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais. In: Rostagno HS, editor. 3 ed. Viçosa, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia; 2011. 252p.

Schiffman HR. Texture preference in the domestic chick. *Journal of Comparative and Physiological Psychology* 1968; 66(2):540.

Tarachai P, Yamauchi K. Effects of luminal nutrient absorption, intraluminal physical stimulation, and intravenous parenteral alimentation on the recovery responses of duodenal villus morphology following feed withdrawal in chickens. *Poultry Science* 2000; 79:1578-1585.

Tavernari FC, Buteri CB, Rostagno HS, Albino LFT. Exigência de lisina, planos nutricionais e modelos matemáticos na determinação de exigências de frangos de corte. *Acta Veterinaria Brasilica* 2009; 3(2):48-61.

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

Tsunechiro A, Mariano R, Martins VA. Produção e preços de sorgo no Estado de São Paulo, 1991-2001. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 2010; 1(1):15-24.

Umar Faruk, M. L'évaluation de l'alimentation mélangée et séquentielle à base de matières premières localement disponibles sur les performances des poules pondeuses en France et au Nigeria. [PhD Thesis]. Tours; 2010.

Uni Z, Ganot S, Sjlan D. Posthach development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science* 1998; 77:75-82.

Uni Z. Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chickens small intestine. *British Poultry Science* 2000; 41:410-415.

Yasar S. Performance, gut size and ileal digesta viscosity of broiler chickens fed with a whole wheat added diet and the diets with different wheat particle sizes. *International Journal of Poultry Science* 2003; 2:75-82.

CAPÍTULO 4 - EFEITO DE UM PROGRAMA NUTRICIONAL DIÁRIO À BASE DE SORGO GRÃO INTEIRO SOBRE O CONSUMO ENERGÉTICO E PROTÉICO EM FRANGOS DE CORTE

RESUMO

Objetivou-se avaliar um programa nutricional com ajustes diários comparado ao programa tradicional de quatro fases, com rações à base de sorgo grão inteiro, analisando o consumo e o desempenho dos frangos de corte. Foram alojados 680 pintinhos, mistos (50:50), com um dia de idade da linhagem Hubbard Flex, em um delineamento inteiramente casualizado composto de dois tratamentos, programa nutricional com ajustes diários e programa nutricional quatro fases, com 10 repetições cada. As variáveis analisadas foram os consumos de ração, energia metabolizável, proteína bruta e de aminoácidos digestíveis por ave/dia durante os 42 dias, peso corporal médio dos frangos de corte e conversão alimentar aos 42 dias de idade. A variável consumo de ração foi submetida à ANOVA no esquema de parcela subdividida no tempo e teste de Scott-Knott. As médias do peso corporal e conversão alimentar foram comparadas pelo teste *t de Student*. E nas variáveis: consumo de proteína, energia e aminoácidos (lisina, metionina+cistina e treonina) determinaram-se equações polinomiais de segundo grau e na comparação dos modelos foram usados os intervalos de confiança das estimativas dos coeficientes da equação de regressão. Foi adotada a significância de 5%. O programa nutricional diário apresenta o mesmo desempenho zootécnico comparado ao programa de quatro fases e pode ser viabilizado com o desenvolvimento de novas tecnologias de mistura de grãos de sorgo e concentrados diretamente nas granjas concorrendo para melhor logística e custo de transporte de ração.

Palavras-chave: Nutrição; Aves; Regimes alimentares; Arraçoamento.

INTRODUÇÃO

A alimentação com o grão inteiro é parte de uma estratégia nutricional alternativa. Possui várias vantagens potenciais: fornece uma forma de enriquecimento ambiental para as aves (Picard *et al.*, 2002), incentiva o desenvolvimento muscular da moela e aumenta a digestão enzimática (MacLeod, 2013).

Os cereais inteiros podem ser fornecidos de quatro formas principais: alimentação convencional, utilizado nesta pesquisa, que consiste em uma única dieta fornecida as aves ao longo do dia, e é uma dieta composta, completa contendo todos os ingredientes da ração misturados para fornecer o requisito mínimo de nutrientes diários para um determinado objetivo de produção; separação de dietas - choice feeding system (alimentação de livre escolha, uma escolha *ad libitum* de grãos inteiros e ração complementar em comedouros separados); mistura alimentar de livre escolha- loose-mix feeding (mistura do grão inteiro com concentrado protéico mineral e vitamínico) e alimentação sequencial- sequential feeding (o grão inteiro e ração complementar no mesmo comedouro, mas em horários diferentes no dia) (Rose *et al.*, 1995; Umar Faruk, 2010; MacLeod, 2013).

Estes sistemas de alimentação podem oferecer um novo modo de monitoramento do crescimento de frangos de corte e pode ter efeitos significativos na formulação de alimentos de baixo custo, pois os frangos de corte têm uma eficiente capacidade de ajustar-se às variações na sua dieta (Bouvarel *et al.*, 2004).

A granulometria dos ingredientes ocupa uma posição importante quanto ao custo final da produção de ração e no retorno econômico da atividade avícola, uma vez que implica na moagem dos grãos (Biagi, 1998). Nos países em que o custo de transporte é caro, como é o caso do Brasil, pode ser mais econômico transportar apenas um concentrado protéico-mineral para a granja, além disso, permite o uso de cereais cultivados na fazenda (Umar Faruk, 2010).

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é tido como um dos principais substitutos ao milho em rações de aves e suínos e pode ser utilizado inteiro, sem a necessidade de moagem, nas rações de frangos de corte desde o primeiro dia de vida (Carolino, 2012).

Programas de alimentação correspondem à utilização de diferentes práticas de manejo de arraçamento na alimentação de frangos de corte, em diferentes fases ou períodos de seu desenvolvimento (Mendes, 1990). Os programas de alimentação usualmente utilizados na produção de frangos de corte no Brasil seguem as recomendações de Rostagno *et al.* (2011) em que são recomendados quatro diferentes rações por fase (pré-inicial, inicial, crescimento e final) até os 42 dias de idade.

As exigências nutricionais dos frangos têm sido tradicionalmente estabelecidas via experimentos, nos quais há a adição de um nutriente limitante na dieta mantendo os demais em níveis adequados. O nível do nutriente que maximiza o ganho de peso e/ou a eficiência alimentar é considerado a exigência para a fase estudada (Buteri, 2003). Estes níveis estabelecidos representam o valor médio da exigência para a fase avaliada, isto significa que no princípio da fase as aves recebem dieta com nível sub-ótimo do nutriente e no final o recebem em excesso.

Visando para garantir uma maior rentabilidade tem sido recomendada a utilização de programas diários de arraçamento, o que ao nível da indústria avícola, ainda é inviável, mas no futuro novas tecnologias poderão ser criadas (Tavernari *et al.*, 2009). Objetivou-se comparar um programa nutricional diário com um programa tradicional com quatro fases, desenvolvidos com rações à base de sorgo grão inteiro sem tanino, avaliando o consumo de ração, de energia metabolizável, proteína bruta e aminoácidos digestíveis por ave/dia durante os 42 dias, o peso corporal médio dos frangos de corte e a conversão alimentar aos 42 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

Aves e dietas

O estudo foi realizado em um galpão experimental, localizado na Fazenda do Glória pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no município de Uberlândia, Estado de Minas Gerais, de março a abril de 2013, de acordo com as normas éticas e aprovadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA-UFU sob protocolo de pesquisa n° 030/13 (Anexo).

Foram alojados 680 pintinhos de frangos de corte, misto (50:50), com um dia de idade, da linhagem Hubbard Flex provenientes de uma empresa de genética avícola do município de Uberlândia, Estado de Minas Gerais, e estes foram vacinados contra Marek e Gumboro no incubatório.

O experimento teve o delineamento inteiramente casualizado composto por dois tratamentos com rações à base de sorgo grão inteiro: 1- Programa de níveis nutricionais diário (Diário); 2 - Programa de níveis nutricionais de quatro fases (4 fases). Cada tratamento com 10 repetições (boxes) e 34 aves mistas (machos e fêmeas) por repetição, totalizando 20 unidades experimentais.

As rações foram formuladas para atender as exigências nutricionais dos frangos de corte, baseadas em Rostagno *et al.* (2011), de acordo com cada programa nutricional. Os alimentos que compuseram as rações foram submetidos a análises bromatológicas no Laboratório de Análise de Matéria Prima e Ração da Faculdade de Medicina Veterinária da UFU – LAMRA e as rações tiveram seus níveis calculados.

Os níveis nutricionais e energéticos, bem como a composição de alimentos das rações envolvidas em todos os tratamentos basearam no tratamento de quatro fases (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição de ingredientes das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Final
	1 a 8	9 a 21	22 a 35	36 a 42
Sorgo 8,8% PB	53,43	55,27	57,67	60,55
Farelo de soja 46,5% PB	37,18	34,57	31,38	28,67
Óleo de soja	5,09	6,31	7,44	7,67
Fosfato bicálcico	1,85	1,5	1,28	1,05
Calcário	0,92	0,94	0,89	0,79
Sal comum	0,46	0,47	0,44	0,45
DL-Metionina	0,22	0,17	0,16	0,19
L-Lisina	0,33	0,28	0,26	0,26
L-Treonina	0,13	0,09	0,08	0,07
Premix inicial ¹	0,40	0,40	0,00	0,00
Premix crescimento ²	0,00	0,00	0,40	0,00
Premix abate ³	0,00	0,00	0,00	0,30
Total	100	100	100	100

¹ 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 16mg; Ácido Fólico 400mcg; Pantotenato cálcio 10mg; Biotina 60mcg; Niacina 35mg; Piridoxina 2mg; Riboflavina 4,5mg; Tiamina 1,2mg; B12 16mcg; K 1,5mg; Se 250mcg; Colina 249mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Promotor de crescimento 384mg; Coccidicida 375mg; Antioxidante 120mg. ² MC-Mix Frango engorda SAA 2kg (@M-Cassab Comércio e Indústria Ltda)– Composição por quilo de ração - Vit-A 9000UI; D3 1600UI; E 14mg; Ácido Fólico 300mcg; Pantotenato cálcio 9mg; Biotina 50mcg; Niacina 30mg; Piridoxina 1,8mg; Riboflavina 4mg; Tiamina 1mg; B12 12mcg; K3 1,5mg; Se 250mcg; Colina 219mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Promotor de crescimento 385mg; Coccidicida 550mg; Antioxidante 120mg. ³ MC-Mix Frango Abate 3kg (@M-Cassab Comércio e Indústria Ltda) – Composição por quilo de ração - Vit-A 2.700UI; D3 450UI; E 4,5mg; Pantotenato cálcio 3,6mg; Biotina 13,5mcg; Niacina 4,5mg; Piridoxina 360mcg; Riboflavina 900mcg; Tiamina 270mcg; B12 2,7mcg; K3 450mcg; Se 180mcg; Colina 130mg; Metionina 906mg; Cu 9mg; Zn 60mg; I 1mg; Fe 30mg; Mn 60mg; Antioxidante 120mg.

Tabela 2. Composição nutricional das dietas experimentais.

Nutrientes	Unidade	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Final
		1 a 8	9 a 21	22 a 35	36 a 42
Energia metabolizável	kcal/kg	3.000	3.100	3.200	3.250
Proteína bruta	%	22,56	21,36	20,08	19,01
Cálcio	%	0,92	0,84	0,76	0,66
Fósforo disponível	%	0,47	0,40	0,35	0,31
Sódio	%	0,22	0,22	0,21	0,21
Metionina digestível (dig.)	%	0,67	0,61	0,57	0,42
Metionina+ Cistina dig.	%	0,95	0,88	0,83	0,77
Lisina dig.	%	1,32	1,22	1,13	1,06
Treonina dig.	%	0,86	0,79	0,74	0,69
Arginina dig.	%	1,40	1,32	1,22	1,15
Triptofano dig.	%	0,23	0,24	0,20	0,19
Valina dig.	%	0,94	0,90	0,85	0,81
Cloro	%	0,28	0,29	0,27	0,28
Potássio	%	0,86	0,81	0,76	0,72

No tratamento 1, programa de níveis nutricionais diários, as rações foram preparadas seguindo o protocolo: *Níveis Nutricionais* – No período de 1 a 8 dias de idade, a ração do 1º dia foi formulada com os níveis da ração pré-inicial e nos dias seguintes os níveis de energia metabolizável foram aumentados no mesmo valor a cada dia até atingir o nível de energia da

ração inicial no 9º dia. Já, os níveis de todos os nutrientes foram reduzidos diariamente até alcançar no 9º dia aqueles níveis projetados para a ração inicial. No período de 9 a 21 dias de idade, a ração do 9º dia foi formulada com os níveis da ração inicial e nos dias seguintes os níveis de energia metabolizável foram aumentados no mesmo valor a cada dia até atingir o nível de energia da ração crescimento no 22º dia. Os níveis de todos os nutrientes foram reduzidos diariamente até alcançar no 22º dia aqueles níveis projetados para a ração crescimento, e assim por diante até o 42º dia.

Composição da Ração: Para alcançar os níveis energéticos e nutricionais foi produzido volume suficiente de rações de cada uma das quatro fases, de acordo com cada dia de vida e dentro de cada nível nutricional previsto (Gráfico1). Misturaram-se, com auxílio de um misturador de ração horizontal, volumes diferentes de ração pré-inicial e inicial para os oito primeiros dias. Misturaram-se volumes diferentes de ração inicial e crescimento para os 12 dias seguintes e assim por diante.

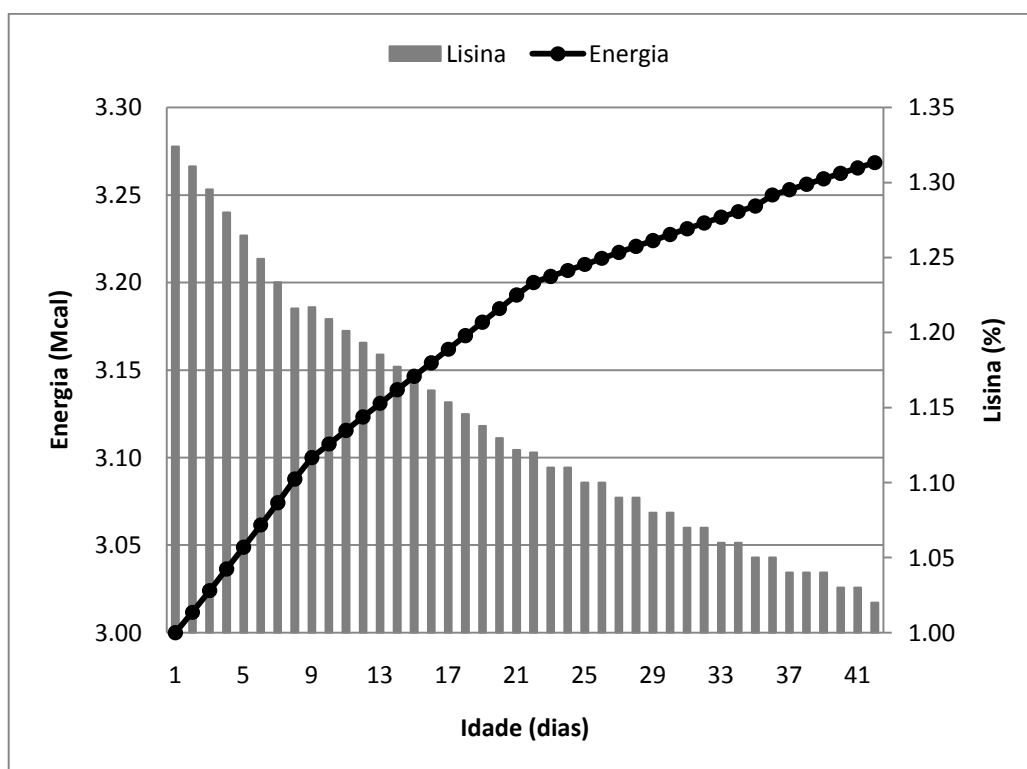


Gráfico 1- Níveis de energia metabolizável (Mcal) e lisina digestível (%) no programa nutricional diário de acordo com os dias de idade do frango de corte.

O galpão em sistema aberto teve seu ambiente controlado, com o auxílio de ventiladores e nebulizadores. Os boxes eram equipados com um comedouro tubular e um bebedouro pendular. O programa de luz fornecido foi de 24 horas por dia, e as aves receberam ração e água potável *ad libitum* durante todo o período de 42 dias de experimento.

Avaliação do consumo de ração

Primeiramente, foram pesados todos os comedouros para conhecer o peso de sua estrutura sem ração e estes foram identificados por boxe. A quantidade de ração colocada em cada comedouro era anotada diariamente, e todos os dias, durante os 42 dias, no mesmo horário, cada comedouro era pesado com auxílio de uma balança Kern modelo CH15K20 (precisão de 20 gramas). Em paralelo era realizado o acompanhamento de mortalidades, com finalidade de conhecer o número de aves em cada boxe. Com esses dados fazia-se o cálculo do consumo do boxe/dia/ ave.

Avaliação do consumo de energia metabolizável

O consumo médio dos 10 boxes/ave/dia (CM) de cada tratamento foi calculado. O consumo de energia metabolizável (EM)/dia foi obtido dividindo a EM (Kcal/kg), correspondente a utilizada em cada fase (programa quatro fases) ou dia (programa diário) por 1000 e multiplicando pelo CM. Determinou-se o consumo de EM nos 42 dias.

Avaliação do consumo de proteína bruta

O consumo de proteína bruta (PB)/dia foi obtido pela multiplicação do PB(%) pelo CM, dividido por 100. Sendo a PB (%) correspondente a utilizada em cada fase (programa quatro fases) ou dia (programa diário). Determinou-se o consumo de PB nos 42 dias.

Avaliação do consumo de aminoácidos digestíveis

Os consumos de cada aminoácido digestível (AAD - lisina, metionina + cistina e treonina) foram calculados pela multiplicação de AAD (%) pelo CM dividido por 100, sendo a AAD (%) correspondente a utilizada em cada fase (programa quatro fases) ou dia (programa diário). Foi determinado o consumo de cada AAD nos 42 dias.

Avaliação do peso corporal médio

Aos 42 dias todas as aves de cada tratamento, dentro das repetições, foram pesadas em balança Ramuza modelo DP300 (precisão de 50 gramas) em grupo separadamente por sexo, sendo determinado o peso corporal médio (kg) por boxe.

Avaliação da conversão alimentar

A conversão alimentar (CA) por boxe, aos 42 dias foi calculada pela divisão do consumo acumulado nos 42 dias pela quantidade de aves por boxe, o resultado foi dividido pelo peso corporal médio aos 42 dias.

Análise estatística

A variável consumo de ração após a verificação da homogeneidade das variâncias e a normalidade dos resíduos dos dados, foi submetida à análise de variância (ANOVA) no esquema de parcela subdividida no tempo (1 a 42 dias) e teste de Scott-Knott a significância de 5% para a comparação de médias, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011). Nas variáveis: peso corporal e conversão alimentar após a verificação da normalidade com o teste de Anderson-Darling e da homogeneidade com o teste F (duas variâncias) os dados foram submetidos ao teste *t de Student* a significância de 5% para verificar as médias dos tratamentos, utilizando a ferramenta Action 2.3 (R Development Core Team, 2008).

Os procedimentos para análise estatística das variáveis: consumo de proteína, energia e aminoácidos (lisina, metionina+cistina e treonina) consistiram da determinação de equações polinomiais de segundo grau, adotando como variável independente o tempo (1 a 42 dias). A significância da equação foi verificada por meio do p-valor da ANOVA do modelo de segundo grau. Analisou-se ainda o coeficiente de determinação de cada equação. Na comparação dos modelos para os tratamentos (programa quatro fases e programa diário), foram usados os intervalos de confiança das estimativas dos coeficientes da equação de regressão. Esses procedimentos de análises foram realizados no programa estatístico Action (R Development Core Team, 2008) e foi adotada a significância de referência de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo médio de ração por dia não diferiu entre os programas nutricionais (Tabela 3).

Tabela 3- Consumo médio diário de ração dos frangos de corte da linhagem Hubbard Flex submetidos aos programas nutricionais diário e quatro fases.

Idade (dias)	Tratamentos	
	Diário	4 fases
1	11,98	12,50
2	12,98	13,62
3	14,94	15,01
4	16,93	17,51
5	21,09	21,96
6	28,13	29,76
7	31,22	32,59
8	34,53	41,08
9	41,31	42,54
10	47,65	42,86
11	52,47	53,49
12	61,54	62,10
13	67,77	68,09
14	70,74	74,35
15	76,78	71,08
16	83,67	85,30
17	86,47	89,25
18	92,47	103,07
19	103,9	111,73
20	107,42	116,55
21	109,61	117,81
22	137,41	125,11
23	138,41	133,92
24	139,43	134,04
25	141,68	135,64
26	132,45	140,26
27	143,53	154,53
28	151,50	155,71
29	152,50	153,86
30	153,97	154,92
31	153,22	153,40
32	155,41	155,08
33	153,95	149,15
34	156,95	151,65
35	158,08	155,69
36	163,88	171,15
37	164,57	172,60
38	163,04	173,92
39	164,53	174,21
40	165,99	175,46
41	167,26	175,93
42	168,19	176,88
Média	104,74	107,02
CV(%)	parcela	20,44
	subparcela	11,34
P-valor	tratamento	0,1607
	dia	0,000
	interação	0,000

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste de Scott Knott ($p < 0.05$).

O peso corporal médio e a conversão alimentar dos frangos de corte aos 42 dias de idade não diferiram entre os programas (Tabela 4). O programa nutricional diário não prejudica o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos de corte. Corroborando com esses resultados, Rodrigueiro *et al.* (2000) avaliando dois programas de alimentação, três e quatro fases, sobre o desempenho de frangos de corte, concluíram que no período de 46 dias não houve efeito dos programas de alimentação sobre o ganho de peso e consumo de ração.

Tabela 4 – Peso corporal médio e conversão alimentar dos frangos de corte da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade submetidos aos programas nutricionais diário e quatro fases.

Tratamentos	Peso corporal (kg)	Conversão alimentar
Diário	2,900	1,57
4 fases	2,890	1,60
P-valor	0,61	0,15

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de *t Student* ($p < 0.05$).

Os pesos corporais com as rações à base de sorgo grão inteiro foram satisfatórios com média de 2,895 kg, já que Rostagno *et al.* (2011) consideram o peso médio de 2,628 kg para frangos de corte machos de desempenho superior. Fernandes *et al.* (2013) avaliando dietas à base de milho e de sorgo com diferentes granulometrias, concluíram que o desempenho de frangos de corte não foram afetados pela forma física do sorgo e que dietas a base de sorgo apresentaram desempenhos similares ao das dietas a base de milho.

Ao comparar os programas quatro fases e diário verificou-se que os consumos de energia metabolizável, proteína bruta e aminoácidos (lisina, metionina+cistina e treonina) apresentaram interseção, portanto são estatisticamente iguais (Figuras 1 a 5). Na comparação dos modelos, foram usados os intervalos de confiança das estimativas dos coeficientes da equação de regressão. A significância da equação de regressão foi verificada por meio do p-valor da análise de variância do modelo de segundo grau e demonstrou que foram significativas.

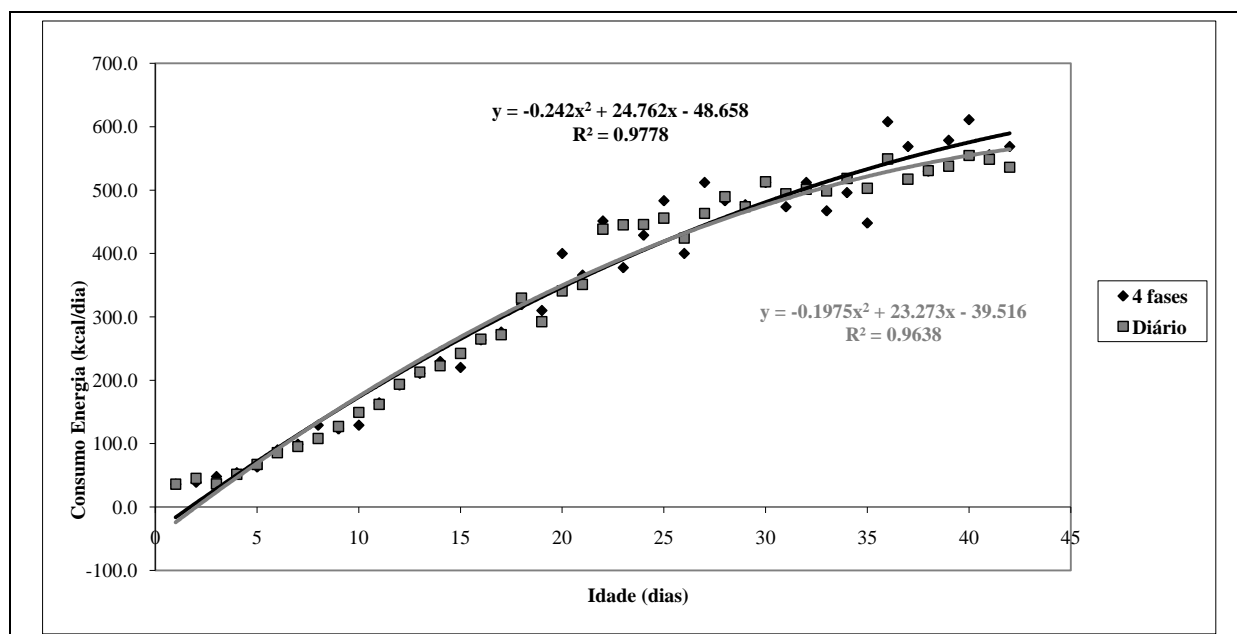


Figura 1- Valores experimentais e modelos de regressão para o consumo de energia metabolizável (kcal/dia) no período de avaliação de 42 dias em frangos de corte da linhagem Hubbard Flex submetidos aos programas nutricionais 4 fases e diário.

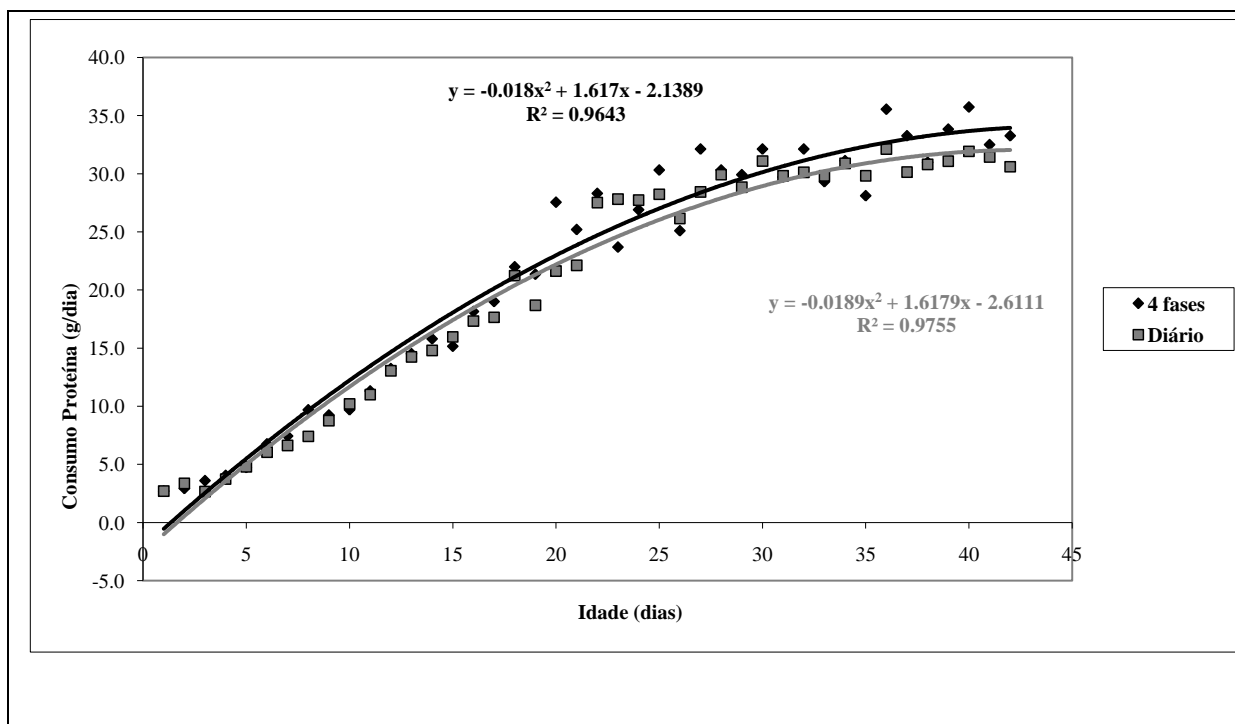


Figura 2- Valores experimentais e modelos de regressão para o consumo de proteína bruta (g/dia) no período de avaliação de 42 dias em frangos de corte da linhagem Hubbard Flex submetidos aos tratamentos, programas nutricionais 4 fases e diário.

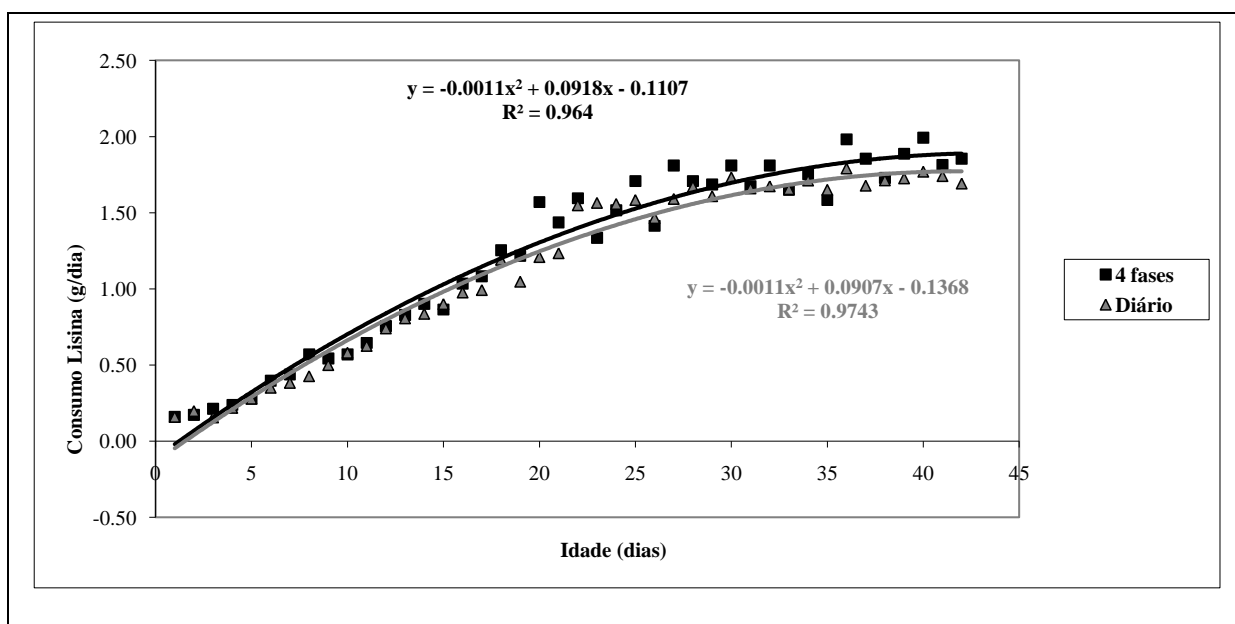


Figura 3- Valores experimentais e modelos de regressão para o consumo do aminoácido lisina (g/dia) no período de avaliação de 42 dias em frangos de corte da linhagem Hubbard Flex submetidos aos tratamentos, programas nutricionais 4 fases e diário.

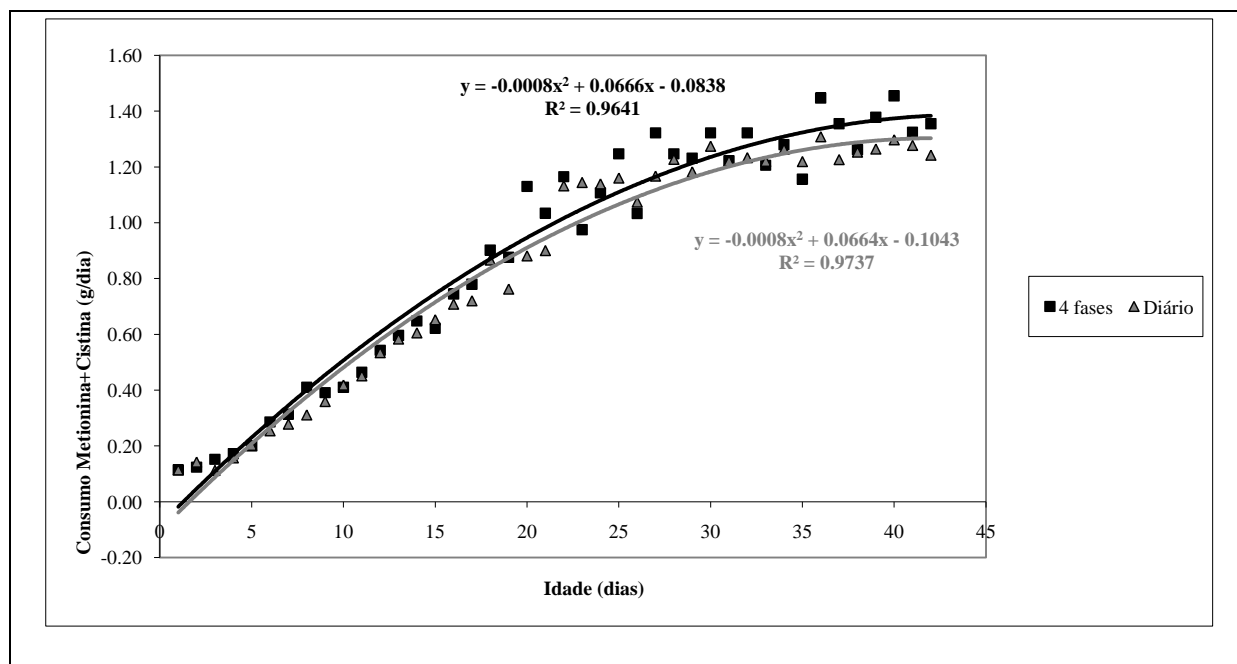


Figura 4- Valores experimentais e modelos de regressão para o consumo do aminoácido metionina+cistina (g/dia) no período de avaliação de 42 dias em frangos de corte da linhagem Hubbard Flex submetidos aos tratamentos, programas nutricionais 4 fases e diário.

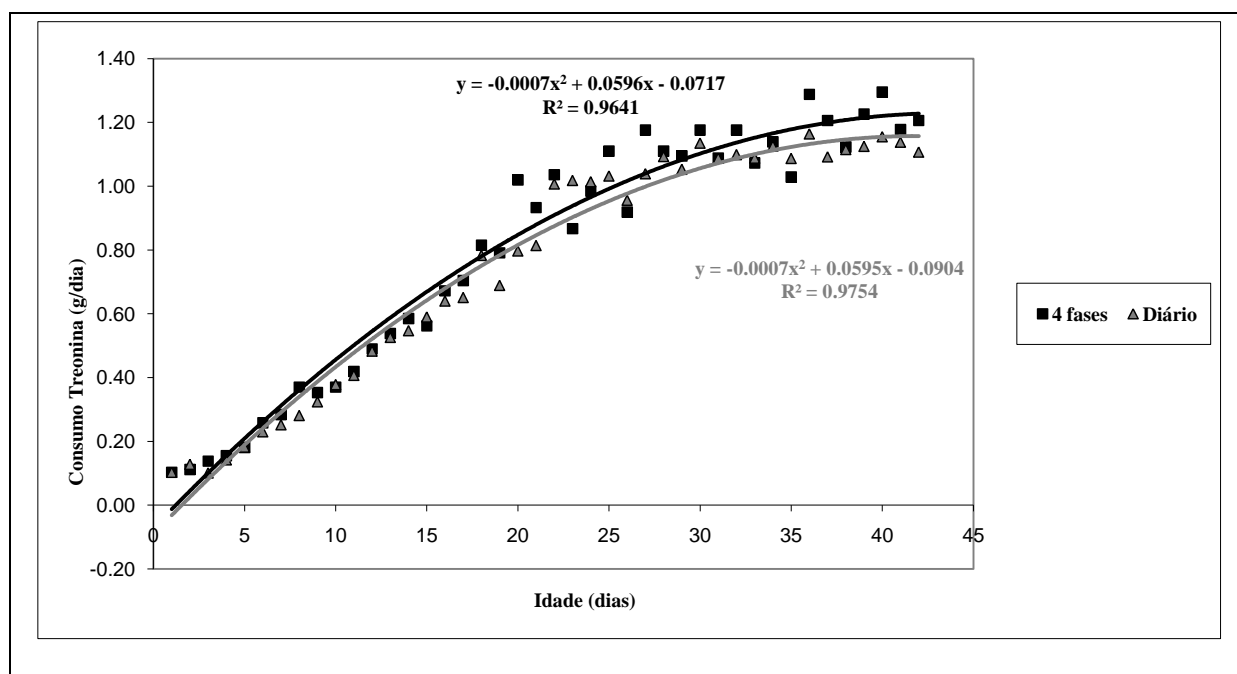


Figura 5- Valores experimentais e modelos de regressão para o consumo do aminoácido treonina (g/dia) no período de avaliação de 42 dias em frangos de corte da linhagem Hubbard Flex submetidos aos tratamentos, programas nutricionais 4 fases e diário.

Warren & Emmert (2000) compararam o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias submetidos a dietas formuladas de acordo com as recomendações do NRC (1994) e por um programa de alimentação múltiplo (1 dieta/semana) e concluíram que não houve diferença de desempenho entre os programas, mas o uso do programa múltiplo proporcionou redução no uso de lisina e, conseqüentemente, no custo de produção das aves.

Arroyo *et al.* (2013) testaram na alimentação de gansos em crescimento uma dieta completa peletizada contendo 500 g de sorgo (grupo controle) e uma mistura contendo 500 g de peletes ricos em proteínas e 500g de sorgo grão inteiro (loose-mix feeding), os resultados sugeriram que o loose-mix feeding com o uso do sorgo grão inteiro poderia ser recomendado na alimentação de gansos pois tem pouca influência em seu comportamento alimentar e aumenta o peso corporal no final do período de crescimento.

Bertechini *et al.* (1991) estudaram os efeitos de quatro programas de alimentação (ração única, duas, três e quatro rações) durante o ciclo de produção de frangos de corte e concluíram que os programas de alimentação não afetaram significativamente o ganho de peso, os consumos de ração, metionina e energia metabolizável e a conversão alimentar, demonstrando que as aves adaptaram-se aos regimes alimentares utilizados sem afetar o peso final, o que possibilita a escolha de um programa de alimentação mais econômico.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o programa nutricional diário com ração à base de sorgo grão inteiro pode ser utilizado devido apresentar o mesmo desempenho zootécnico dos frangos de corte. Desta forma os programas diários de arraçamento na indústria avícola poderiam ser viabilizados com o desenvolvimento de novas tecnologias de mistura de grãos de sorgo e

concentrados diretamente nas granjas concorrendo para melhor logística e custo de transporte de ração.

REFERÊNCIAS

Arroyo J, Auvergne A, Dubois JP, Lavigne F, Bijja M, Bannelier C, Fortun-Lamothe L. The influence of loose-mix feeding on behavior, feed intake, and body weight of growing geese. *Poultry Science* 2013; 92:1454-1460.

Bertechini AG, Rostagno HS, Soares PR, Oliveira AIG de. Efeitos de programas de alimentação e níveis de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça de frangos de corte. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia* 1991; 20 (3): 267-280.

Biagi JD. 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 aves e suínos*; 1998; Concórdia, SC. Brasil.

Bouvarel I, Barrier-Guillot B, Larroude P, Boutten B, Leterrier C, Merlet F, Vilariño M, Roffidal L, Tesseraud S, Castaing J, Picard M. Sequential feeding programs for broiler chickens: twenty-four- and forty-eight-hour cycles. *Poultry Science* 2004; 83:49-60.

Buteri CB. Efeitos de diferentes planos nutricionais sobre a composição e o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte. [PhD Thesis]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2003. 151p.

Carolino ACXG, Morfometria do trato gastrointestinal e qualidade de carcaça de frangos de corte alimentados com sorgo grão inteiro. [Dissertação]. Uberlândia (MG): Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias; 2012.

Fernandes EA, Pereira WJS, Hackenhaar L, Rodrigues RM, Terra R. The use of whole grain sorghum in broiler feeds. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2013; 15(3): 217-222.

Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Lavras: Ciência e Agrotecnologia-UFLA*; 2011; 35(6):1039-1042.

MacLeod M. Nutrition-related opportunities and challenges of alternative poultry production systems. *Lohmann information* 2013; 48(2): 23-28.

Mendes AA. Prova didática: programa de alimentação para frangos de corte. Concurso de livre docência na disciplina de avicultura. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP; 1990. 19 p.

Picard M, Melcion JP, Bertrand D, Faure JM. (2002) Visual and tactile cues perceived by chickens. In: McNab JM & Boorman KN (editors) *Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value*. Poultry Science Symposium 26. CABI Publishing, Wallingford 2002; 279-300.

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing; 2008; Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

Rodrigueiro RJB, Murakami AE, Pozza PC, Scapinello C, Moreira I, Neme R. Efeito de dois programas de alimentação sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de duas marcas comerciais de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2000; 29(2).

Rose SP, Fielden M, Foote WR, Gardin P. Sequential feeding of whole wheat to growing broiler chickens. *British Poultry Science* 1995; 36(1): 97-111.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, Euclides RF. Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais. In: Rostagno HS, editor. 3 ed. Viçosa, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia; 2011. 252p.

Tavernari FC, Buteri CB, Rostagno HS, Albino LFT. Exigência de lisina, planos nutricionais e modelos matemáticos na determinação de exigências de frangos de corte. *Acta Veterinária Brasília* 2009; 3(2):48-61.

Umar Faruk M, Bouvarel I, Meme N, Rideau N, Roffidal L, Tukur HM, Bastianelli D, Nys Y, Lescoat P. Sequential feeding using whole wheat and a separate protein-mineral concentrate improved feed efficiency in laying hens. *Poultry Science* 2010; 89: 785-796.

Warren WA, Emmert JL. Efficacy of phase-feeding in supporting growth performance of broiler chicks during the starter and finisher phases. *Poultry Science* 2000; 79(5):764-770.

ANEXOS

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 030/13 DA COMISSÃO DE ÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE
ANIMAIS PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEUA/UFU 002/13**

Projeto Pesquisa: "Níveis nutricionais da dieta de frangos de corte equalizados a intervalos diários com rações a base de sorgo grão inteiro".

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. Ao final da pesquisa deverá encaminhar para a CEUA um relatório final.

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, 05 de Fevereiro de 2013

Prof. Dr. César Augusto Garcia
Coordenador da CEUA/UFU