



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

Marina Cruvinel Assunção Silva¹, Andressa Cristina Xavier Gomes Carolino¹,
Fernanda Heloisa Litz¹, Naiara Simarro Fagundes¹, Evandro de Abreu Fernandes²

¹ Pós-graduandas em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil
(marinacruvinel@hotmail.com)

² Professor Dr. da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

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

PALAVRAS-CHAVE: alimento alternativo, frango de corte, granulometria, nutrição, vilosidade intestinal

WHOLE GRAIN SORGHUM IN PREINICIAL FEED OF BROILER TO 7 DAYS OF AGE AND THE EFFECTS ON THE DEVELOPMENT OF THE BODY AND GASTROINTESTINAL TUBE

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the body and gastrointestinal tract development of broiler chicks at seven days of age, fed diets based on sorghum grain replacing corn. An experiment was conducted in a completely randomized design with 50 day old chicks, males Cobb strain. The poultry were divided into five treatments: 100 % ground corn (Mm), 50 % corn meal and 50 % ground sorghum (MS m), 100 % whole sorghum (Si), 100 % ground sorghum (Sm), 50 % ground sorghum and 50 % whole sorghum (Smi). Body weight, relative gizzard weight, relative weight and length of the duodenum, jejunum and ileum of four birds per treatment were evaluated. Characteristics of villi and surface absorption area from the intestinal mucosa was also evaluated. Live and relative gizzard weight was higher using Si, while the weight of the duodenum was higher with treatment Smi. The relative weight of jejunum and ileum were not affected, as well as the relative length of the small intestine and segments. The different diets did not affect the intestinal mucosa and absorption area, with the exception of the duodenum that had a shorter distance between villi with Si treatment and greater crypt depth using Smi. Sorghum grain in the diet of broiler chicks until seven days of age provides increased live weight, gizzard and duodenum, which allows the use of grain without grinding in pre-starter diets for broilers.

KEYWORDS: alternative food, chicken meat, grain size, nutrition, intestinal villus.

INTRODUÇÃO

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

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

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

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

MATERIAL E MÉTODOS

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

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

Foram alojados 50 pintinhos machos de um dia da linhagem Cobb com peso médio inicial de 43 gramas. Ao longo do corredor central, foram montadas cinco gaiolas suspensas de arame galvanizado, medindo 50x50x50cm, equipadas com bebedouro e comedouro internos tipo calha e forradas com cama de casca de arroz. Cada gaiola constituiu de um tratamento e alojou 10 pintinhos de um a sete dias de idade. No sétimo dia, quatro aves de cada gaiola foram tomadas aleatoriamente para posterior avaliação dos órgãos. O programa de luz adotado na granja foi correspondente a 22 horas de luz e duas horas de escuro.

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

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

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

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

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

Aos sete dias de idade as aves foram submetidas à restrição alimentar (sem restrição hídrica). Foram retiradas aleatoriamente quatro aves de cada gaiola, colocadas em caixas especiais para transporte e levadas até o laboratório LANRA – UFU - para serem submetidas à eutanásia por deslocamento cervical e posterior coleta dos órgãos. As 20 aves foram pesadas e foi retirado todo o tubo gastrintestinal. O peso da moela foi registrado. O comprimento do intestino delgado íntegro foi determinado por fita métrica com escala de 0,1cm considerando o início do duodeno até a junção ileocecal. No intestino delgado foi feita a separação entre

as regiões duodeno, jejuno e íleo conforme mudança visual do órgão, que o caracteriza. Os três segmentos foram pesados e medidos seguindo o mesmo protocolo para o intestino completo.

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

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

Cálculo das variáveis:

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

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

De cada ave, foi coletado na porção mediana do duodeno, jejuno e íleo, um fragmento de aproximadamente três centímetros de comprimento. Cada fragmento foi colocado em um pote (50 mL), com tampa rosqueada, devidamente identificado e contendo solução aquosa a 10% de formol para fixação. A fixação evita a autólise celular, impede a proliferação de microrganismos e endurece o tecido para resistir aos processos posteriores. Após 72 horas, os potes foram enviados para o Laboratório de Histologia da UFU, onde foi iniciado o preparo do material para os estudos histológicos. De cada fragmento, foram coletados três anéis semi-seriados de 0,5 centímetro de comprimento e colocados em um só cassete histológico devidamente identificado e acondicionado em solução de álcool etílico a 70% em água destilada.

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

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

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

Foram mensuradas aleatoriamente de cada amostra 30 medidas obtendo-se as seguintes variáveis: altura média de vilos; distância média entre a base dos vilos; largura média de vilos (largura da base, meio e ápice, sendo calculada a largura média); profundidade média de cripta ; e área de absorção (determinada pela

quantidade de vezes em que a superfície da mucosa intestinal é aumentada). O cálculo para área de absorção seguiu o método proposto por KISIELINSKI et al. (2002), e está descrito abaixo.

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

Os dados das variáveis estudadas foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e à análise de variância, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey com nível de significância a 5%, utilizando-se o procedimento GLM do programa SAS (Statistical Analysis System), versão 9.2. (SAS, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

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

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

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

O peso vivo dos pintinhos alimentados com dieta Si foi maior (P<0,05) em relação aos que foram alimentados com o tratamento Mm (Tabela2). Por outro lado, aqueles que receberam os demais tratamentos Msm, Sm ou Smi, não apresentaram diferenças estatísticas quanto ao peso vivo quando comparados com os tratamentos Mm ou Si.

Segundo FERNANDES et al. (2013) o desempenho de frangos de corte alimentados com sorgo não diferiu dos alimentados com milho, assim como GARCIA et al. (2013) que não encontraram diferença no ganho de peso de frangos de corte alimentados com rações a base de níveis crescentes de sorgo em comparação ao milho. Nesta pesquisa nota-se que a utilização do sorgo inteiro promove maior peso aos sete dias de idade que o quando se utiliza o milho moído, assim como ARROYO et al. (2013) utilizando dietas a base de sorgo verificaram maior ganho de peso em gansos que milho.

Com relação à granulometria nota-se que a utilização do sorgo fornecido inteiro para frangos de corte aos sete dias proporcionou melhor peso vivo que o

milho tradicionalmente utilizado na forma moída. ZANG et al. (2009) avaliando dietas finas e grossas não encontraram diferenças nas características de desempenho, assim com JACOBS & PARSONS. (2013) que não encontraram diferença no ganho de peso de frangos aos sete dias de idade alimentados com rações a base de milho e sorgo inteiro. Já NIR et al. (1994b) concluíram que dietas com partículas mais grosseiras apresentam uma taxa de passagem mais lenta pelo tubo gastrintestinal, que aumenta o tempo de exposição às enzimas digestivas; proporcionam um menor gasto energético para a apreensão e deglutição da ração; e melhoram a utilização de energia e digestibilidade dos nutrientes. CARRE (2004) observou que independente da melhor taxa de crescimento, o consumo de ração se mostra o mesmo entre as rações grosseiras e aquelas finamente moídas.

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

Estes resultados reforçam a teoria de que partículas maiores levam a um aumento na musculatura da moela, devido ao maior trabalho para reduzir o tamanho das partículas. NIR et al. (1994b) e MAI (2007) mostraram que as partículas grosseiras, assim como o grão de sorgo inteiro, pode diminuir a taxa de passagem pela moela, se expondo a maiores quantidades de ácido clorídrico, que leva a uma maior taxa de digestão dos nutrientes.

Da mesma forma, RODGERS et al. (2012) avaliando o efeito do tamanho de partículas de sorgo para frangos de corte verificaram que o peso da moela aos 21 dias foi maior quando os animais receberam o grão inteiro. Os resultados do presente estudo podem ainda ser confirmados por NIR et al. (1994a) e NIR et al. (1995), que constataram um aumento de 26 e 41% no peso da moela, em pintinhos aos sete dias de idade, alimentados com dietas contendo partículas médias e grosseiras, respectivamente. Segundo SVIHUS (2011) o aumento no tamanho da moela é uma consequência lógica de uma maior necessidade para a redução do tamanho das partículas.

O peso relativo do duodeno foi maior ($P < 0,05$) para as aves que receberam ração Smi e menor ($P < 0,05$) para as aves que receberam ração MSm. Os tratamentos Mm, Si e Sm apresentaram médias estatisticamente iguais ($P > 0,05$) aos demais tratamentos. A variável peso relativo dos segmentos jejuno e íleo não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos tratamentos.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

A distância entre os vilos dos animais do tratamento Sm apresentou maior valor (P<0,05). O tratamento Si apresentou menor distância e os tratamentos Mm, Msm e Smi não diferiram estatisticamente dos demais.

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

As aves tratadas com Smi apresentaram criptas mais profundas ($P<0,05$); já as tratadas com Mm, MSm, Si e Sm, mais rasas (Tabela 4). Segundo MACARI (1995) se há perda celular e redução do tamanho do vilos, ocorrerá um aumento na produção de células da cripta e, geralmente, esse fenômeno é acompanhado do aumento da profundidade. OLIVEIRA et al. (2000) e CAMPOS (2006) relataram que o duodeno e o jejuno são as porções do intestino delgado que respondem a agressões e a estímulos da mucosa de maneira mais acentuada.

BOLELI et al. (2002) citado por CAMPOS (2006), ressaltaram que a cripta é responsável por 55% da capacidade de proliferação celular do intestino, e uma cripta maior indica um maior potencial de proliferação celular. Portanto, no duodeno, onde se encontram criptas com tamanhos diferentes e vilos com alturas semelhantes infere-se que ocorreu uma maior proliferação e extrusão nos tratamentos com maiores criptas, ou seja, ocorreu um maior “turnover” e um maior gasto energético para manutenção deste epitélio.

DAHLKE et al. (2003) observaram que dietas peletizadas aumentam o número de vilosidades do duodeno, e que o aumento no tamanho da partícula promove aumento na profundidade das criptas e altura dos vilos.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Segundo MAIORKA et al. (2000), o desenvolvimento da mucosa intestinal não é afetado somente por hormônios metabólicos como insulina, tiroxina, glicocorticóides e hormônio do crescimento, mas também pelas características químicas, físicas e nutricionais do alimento e a flora intestinal. KLASING (1998) afirmou que as dietas modificam a integridade das células epiteliais da mucosa do trato digestório e em contrapartida, a integridade intestinal é fundamental para um bom aproveitamento de nutrientes, melhorando o desempenho zootécnico com diminuição dos custos de produção.

Com este pressuposto pode-se inferir que as dietas a base de milho grão moído ou de sorgo grão moído e/ou inteiro deste experimento não foram capazes de gerar diferença entre tratamentos no jejuno e no íleo.

Os efeitos da presença do sorgo grão parcial e inteiro sobre o peso vivo e pesos relativos da moela e duodeno e ainda sobre a distância entre criptas, o que, dentro destes resultados, relacionam-se todos os achados a NIR et al. (1994b) e CARRE (2004): dietas com maior granulometria retardam a taxa de passagem pelo tubo gastrointestinal, aumentando o tempo de exposição às enzimas digestivas, têm um menor gasto energético no processo de digestão, maior retenção de energia metabolizável aparente destinado assim, a uma maior taxa de crescimento, caracterizando uma melhor digestibilidade do alimento.

DAHLKE et al. (2003) avaliando o tamanho de partículas de milho, observaram que o desenvolvimento de moela foi acompanhado, de forma linear, pelo aumento da altura de vilosidades e profundidade de cripta na mucosa do duodeno, em função do aumento do tamanho das partículas de milho.

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

das criptas e vilos do duodeno proximal, da curvatura do duodeno, transição duodeno/jejuno e transição jejuno/íleo de aves com 14 dias de idade.

CAMPOS (2006) ao comparar dietas à base de milho e a substituição por sorgo com baixo e alto teor de tanino, concluíram que não houve comprometimento da altura dos vilos e o número de células caliciformes do duodeno, jejuno e íleo. TORRES et al. (2013) avaliando substituição do milho por sorgo para frangos de corte observaram que não os segmentos intestinais não foram afetados pela dieta, exceto para altura das vilosidades no duodeno, aos 7 dias de idade, o qual foi menor nas dietas de baixo sorgo.

CONCLUSÃO

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

REFERÊNCIAS

ARROYO J., AUVERGNE A., DUBOIS J.P., LAVIGNE F., BIJJA M., BANNELIER C., MANSE H., FORTUN-LAMOTHE L. Effects of substituting yellow corn for sorghum in geese diets on *magret* and *foie gras* quality. **Poltry Science**; v.92, n.9, p.2448-2456, 2013.

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura Funcional do Trato Digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ª Ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 75-95, 2002.

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

CARRE, B. Causes for variation in digestibility of starch among feedstuffs. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n.1, p.76-89, 2004.

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.

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

FERNANDES E.A., PEREIRA W.J.S., HACKENHAAR L., RODRIGUES R.M., TERRA R. The use of whole grain sorghum in broiler feeds. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.15, n.3, p.217-222, 2013.

GARCIA, R.G.; MENDES, A.A.; ANDRADE, C.; PAZ, I.C.L.A.; TAKAHASHI, S. E.; PELICIA, K.; KOMIYAMA, C.M.; QUINTEIRO, R.R. Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo alto tanino e baixo tanino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.6, p.1248-1257, 2005 a.

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

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. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.15, n.3, p.257-262, 2013.

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

KISIELINSKI, K.; WILLI, S.; PRESCHER, A.; KLOSTERHALFEN, B.; SCHUMPELICK, V. A simple new method to calculate small intestine absorptive surface in the rat. **Clinical and Experimental Medicine**, v.2, n.3, p.131-135, 2002.

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

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

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

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

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

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.

OLIVEIRA, P.B.; MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R.M.; MACARI, M.; SCAPINELLO, C. Influência de fatores antinutricionais da leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena eunningan*) e do Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) sobre o epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1759-1769, 2000.

PORTELLA, F.J.; CASTON, L.J.; LEESON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. **Canadian Journal of Animal Science**, v.66, p.923-930, 1988.

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

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.L.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2° Ed., Viçosa, MG. Imprensa Universitária, 2005. 186p.

SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; CARVALHO, L.E. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.811-817, 2006.

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

SCHIFFMAN, H.R. Texture preference in the domestic chick. **Journal of Comparative and Physiological Psychology**, v.66, n.2, p.540-541, 1968.

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

THOMAS, D.V.; RAVINDRAN, V. Effect of cereal type on the performance, gastrointestinal tract development and intestinal morphology of the newly hatched broiler chick. **The Journal of Poultry Science**, v.45, n.1, p.46-50, 2008.

TORRES, K.A.A.; PIZAURO JR, J.M.; SOARES, C.P.; SILVA, T.G.A.; NOGUEIRA, W.C.L.; CAMPOS, D.M.B.; FURLAN, R.L.; MACARI, M. Effects of corn replacement by sorghum in broiler diets on performance and intestinal mucosa integrity. **Poultry Science**, v.92, n.6, p.1564-1571, 2013.

ZANG J.J., PIAO X.S., HUANG D.S., WANG J.J., MA X., MA Y.X. Effects of feed particle size and feed form on growth performance, nutrient metabolizability and

intestinal morphology in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.22, n.1, p.107-112, 2009.