

HISTOMORFOMETRIA DO INTESTINO DELGADO DE FRANGOS DE CORTE (COBB 500[®]) SUPLEMENTADAS COM GLICERINA BRUTA A 7%

[*Histomorphometry small intestine of broiler (Cobb 500[®]) supplemented with 7% glycerin gross*]

Hudson Piauilino de Figueiredo Cunha¹, Denise Cerqueira Sousa¹, Edna Teles dos Santos², Anderson Guzzi³, Leilane Rocha Barros Dourado⁴, Guilherme José Bolzani de Campos Ferreira^{1*}

¹ Curso de Medicina Veterinária do *Campus* “Prof. Cinobelina Elvas”, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus, PI.

² Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, *Campus* “Petrônio Portela”, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI.

³ Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Ciências do Mar, *Campus* “Ministro Reis Velloso”, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Parnaíba, PI.

⁴ Curso de Zootecnia do *Campus* “Prof. Cinobelina Elvas”, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus, PI.

RESUMO – Objetivou-se avaliar alterações métricas dos componentes da mucosa intestinal de frangos que receberam dieta com a adição de glicerina bruta a 7% e comparar as dimensões desses componentes nas diferentes porções intestinais. O presente trabalho foi realizado no galpão experimental, no setor de avicultura do Colégio Técnico de Bom Jesus, da Universidade Federal do Piauí, em Bom Jesus, Piauí. Foram selecionados 16 animais aleatoriamente, e estes foram divididos em dois grupos, um sem glicerina bruta adicionada à ração (A), e outro com a adição de glicerina bruta à ração (B). Os animais foram alimentados até os 46 dias de idade, posteriormente foram eutanasiados e coletadas amostras do duodeno jejuno e íleo para avaliação histomorfométrica entre os grupos e comparação entre as porções intestinais. A avaliação histomorfométrica do intestino delgado dos dois grupos revelou diferença significativa apenas no duodeno, local onde se observou redução do comprimento médio do vilão de 172,08 nos animais controle para 123,12 µm nos animais tratados, esta redução também foi observada na relação vilão/crípta (13,38 no controle e 10,13 no tratamento com adição de 7% de glicerina bruta). Na comparação das dimensões dos componentes da mucosa de cada porção intestinal se observou uma redução gradual do vilão e da cripta e da parede muscular, no sentido crânio-caudal independentemente do tratamento analisado. Conclui-se que a adição de glicerina na dieta de frangos de corte reduz o comprimento do vilão no duodeno e que as dimensões dos componentes da mucosa intestinal diminuem em sentido crânio-caudal no intestino.

Palavras-Chave: mucosa intestinal; glicerol; morfometria; aditivo.

ABSTRACT – The objective metrics to evaluate changes in the components of the intestines of broilers fed the diet with the addition of crude glycerin to 7% and to compare the dimensions of these components in the different intestinal portions. This research was carried out in the experimental shed in Technical College of Bom Jesus, the Federal University of Piauí in, Bom Jesus, PI, the poultry sector were selected 16 animals randomly, and these were divided into two groups, one without crude glycerin added to the feed (A), and another with the addition of crude glycerin to feed (B). The animals were fed until 46 days of age, were subsequently euthanized and samples taken from the duodenum jejunum and ileum for histomorphometric assessment and comparison between groups between intestinal portions. Histomorphometric evaluation of the small intestine of the two groups showed a significant difference only in the duodenum, where there was a reduction of villi length in the treatment with the addition of crude glycerin to 7% (172,08 x 123,12 µm; control and treated group, respectively). When comparing the size of the mucosa of the components of each intestinal portion was observed a gradual reduction of villi and crypt and the muscular wall in the cranio-caudal direction. It is concluded that the addition of glycerin in broiler diet reduces the duodenum villus length and the dimensions of the components of the intestinal mucosa decrease in the cranio-caudal direction intestine.

Keywords: intestinal mucosa; glycerol; morphometry; additive.

* Autor para correspondência. E-mail: guilherme.ferreira@ufpi.edu.br

Recebido: 02 de abril de 2016.

Aceito para publicação: 25 de maio de 2016.

INTRODUÇÃO

Como a nutrição é a maior responsável pelo custo de produção dos animais, a busca por um alimento que forneça ganho de peso de maneira mais rápida e com baixo custo tem se tornado constante. Dentre estes alimentos tem-se destacado a glicerina (subproduto obtido a partir da produção do biodiesel). Devido à alta produção do biodiesel e a preocupação com o destino da mesma, pesquisadores da área vem estudando a adição da glicerina bruta na dieta dos animais, já que esta possui alto potencial energético, pois contém glicerol em sua composição, e este possui alto teor de energia bruta, aproximadamente 4.320 Kcal/Kg. Com nível de inclusão de até 16%, não afeta o desempenho das aves tornando possível seu uso como ingrediente energético na alimentação animal (Dozier et al., 2008; Batista et al., 2013)

A utilização de glicerina bruta na alimentação de frangos de corte traz bons resultados no desempenho dos animais, entretanto, não se sabe até o momento, qual a sua influência na fisiologia do trato gastrointestinal. Porém apresenta características que proporcionam características benéficas para sua adição, tais como: alta energia disponível e sabor adocicado (Cerrate et al., 2006; Rodrigues & Rondina, 2013).

As aves apresentam o sistema gastrointestinal em forma de um tubo oco e fibromuscular que se estende da boca à cloaca, desempenhando as funções de ingestão, trituração, digestão e absorção de nutrientes essenciais aos processos metabólicos, bem como a eliminação dos resíduos sólidos através de suas fezes. Os órgãos tubulares do sistema digestório das aves seguem um modelo estrutural básico, constituído por quatro túnicas concêntricas, com características histológicas e funcionais distintas, denominadas da luz para a periferia do órgão de mucosa, submucosa, muscular e serosa (Boleli; Maiorka; Macari, 2002; Souza et al., 2015).

Histologicamente o intestino delgado das aves é composto por vilos, evaginações da mucosa, com borda estriada e células caliciformes. Em ambos os intestinos delgado e grosso os vilos tornam-se menores e mais largos caudalmente ao tubo digestório. Nos pontos de inserção das vilosidades na mucosa, observam-se orifícios onde desembocam glândulas tubulares simples (glândulas/criptas intestinais ou de Lieberkühn) (Banks, 1998; Gartner & Hiatt, 1999; Bacha & Bacha, 2003; Sousa et al., 2015).

As células que compõem a túnica mucosa são as células caliciformes, as intestinais prismáticas (enterócitos), as de Paneth, as células

enteroendócrinas (produtoras de polipeptídeos) e as células M. O conjunto dessas células responde pela defesa, digestão e absorção, e pela regulação desses processos, pela proliferação e diferenciação desses mesmos tipos celulares (Gartner & Hiatt, 1999; Boleli; Maiorka; Macari, 2002).

Objetivou-se avaliar alterações métricas dos componentes da mucosa intestinal (vilo e cripta, comprimento e largura, e espessura da parede muscular) das aves que receberam dieta com a adição de glicerina bruta a 7% e comparar as dimensões dos componentes da mucosa entre as porções do intestino delgado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 120 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos (dietas sem glicerina e dietas com inclusão de 7% de glicerina), quatro repetições, com 15 aves cada. As aves foram pesadas individualmente e distribuídas de acordo com o peso médio em todas as parcelas experimentais, onde apresentaram peso médio inicial de 39,7g para os tratamentos. Os pintainhos foram devidamente vacinados ainda no incubatório.

As aves foram alojadas em 8 boxes experimentais com 2m² cada, contendo cama de palha de arroz (primeiro uso) com espessura de 5 cm, em galpão convencional, com cobertura de telha cerâmica, piso de concreto e paredes laterais de alvenaria, provido de cortinas móveis para auxiliar na regulação da ventilação e temperatura do galpão. Foram utilizadas lâmpada incandescente de 150 *watts* para aquecimento dos pintainhos até os sete dias de criação. Todo o procedimento utilizado na condução do experimento foi submetido ao Comitê de Ética Animal da Universidade Federal do Piauí e aprovado sob parecer nº89/12.

As dietas foram formuladas a base de milho e farelo de soja para atender as exigências nutricionais para frangos de corte machos de desempenho regular de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011) em cada fase (Tabela 1). Os níveis de glicerina das dietas experimentais foram de 0% e 7%, para ração sem glicerina e ração com glicerina, respectivamente. A composição da glicerina utilizada nas dietas experimentais foi analisada pelo laboratório da ADM do Brasil LTDA e os resultados foram: 2,29% de sódio; 0,003% de metanol residual; 80,95% de glicerol; 10,60% de umidade e 3774 kcal/kg de Energia Bruta. A energia metabolizável (3585 Kcal/kg) foi ajustada com base no valor do coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (95%) preconizada por Rostagno et al. (2011) a partir do

valor de energia bruta analisada no Laboratório de nutrição animal da instituição.

consumo de ração (g/ave), ganho de peso e peso médio (g/ave) e conversão alimentar (g ração/g de ganho de peso).

As aves e rações foram pesadas no início (um dia) e final (46 dias) do experimento para avaliação do

Tabela 1. Composição centesimal e níveis calculados dos nutrientes das dietas controle sem glicerina (C), e dieta Teste contendo 7% de glicerina (T) nas fases estudadas para frangos de corte.

Ingredientes (%)	Fases de criação									
	1-7		8-21		22-33		34-42		43-46	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
Milho	55,14	46,70	62,12	53,51	64,49	56,03	68,53	60,07	70,41	61,83
Farelo de Soja	37,90	39,38	32,45	33,98	30,01	31,50	26,68	28,17	24,74	26,25
Óleo de Soja	2,03	2,05	1,36	1,46	1,98	2,01	1,83	1,85	2,23	2,35
Glicerina ADM	0,00	7,00	0,00	7,00	0,00	7,00	0,00	7,00	0,00	7,00
Sal Comum	0,51	0,11	0,48	0,08	0,45	0,05	0,44	0,04	0,43	0,03
DL-MetioninaMHA 84	0,42	0,43	0,33	0,34	0,27	0,28	0,24	0,25	0,20	0,21
L-Lisine 79	0,28	0,25	0,24	0,21	0,19	0,16	0,19	0,16	0,15	0,13
Cloreto de amônia	0,00	0,36	0,00	0,36	0,00	0,36	0,00	0,36	0,00	0,36
Calcário Calcítico	0,91	0,90	1,05	1,05	0,94	0,93	0,83	0,82	0,76	0,75
Inerte	0,50	0,50	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato Bicálcico	1,91	1,92	1,50	1,50	1,24	1,25	1,02	1,03	0,88	0,89
Suplevitmin-nutron ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,20	0,20
Composição nutricional e energética										
Potássio (%)	0,85	0,85	0,77	0,77	0,76	0,76	0,68	0,68	0,66	0,66
Cloro (%)	0,35	0,35	0,34	0,34	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31
Acido linoléico (%)	2,48	2,35	2,21	2,11	2,56	2,43	2,53	2,40	2,77	2,68
EMA (kcal/kg)	2920	2920	2980	2980	3050	3050	3100	3100	3150	3150
PB (%)	22,0	22,0	20,0	20,0	19,0	19,0	17,80	17,80	17,00	17,00
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,86	0,86	0,75	0,75	0,65	0,65	0,58	0,58
P disponível (%)	0,47	0,47	0,38	0,38	0,33	0,33	0,29	0,29	0,26	0,26
Metionina dig. (%)	0,64	0,64	0,54	0,55	0,49	0,49	0,45	0,45	0,41	0,41
Met.+cis dig. (%)	0,94	0,94	0,82	0,82	0,75	0,75	0,70	0,70	0,65	0,65
Lisina dig. (%)	1,30	1,30	1,14	1,14	1,04	1,04	0,96	0,96	0,89	0,89
Sódio (%)	0,22	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19

¹ Fornece/kg de dieta (pré-inicial): ácido fólico – 200,00 mg; biotina-10,00mg; clorohidroxiquinolina-7500,00mg; zn – 17,50g ; vit. A – 1680000,00 UI; vit. B1 – 436,50 mg; vit. B12 2400,00 mcg; vit. B2 – 1200,00 mg; vit. B6 – 624 mg; vit. D3 – 400000,00 UI; vit. E, 3500,00UI; vit. K 3 – 360,00 mg; niacina – 8399,00 mg; nicarbazina -25,00g; ácido pantotênico – 3120,00 mg; colina – 78,10g; se-75,00mg; fe 11,25g; mn – 18,74g; cu -1997,00 mg; I – 187,00mg. (Inicial): ácido fólico – 199,00 mg;biotina-10,00mg; clorohidroxiquinolina-7500,00mg; zn – 17,50g ; vit. A – 1680000,00 UI; vit. B1 – 436,50 mg; vit. B12 2400,00 mcg; vit. B2 – 1200,00 mg; vit. B6 – 624,00 mg; vit. D3 – 400000,00 UI; vit. E, 3500,00UI; vit. K 3 – 360,00 mg; niacina – 8400,00 mg; monensina-25,00g; ácido pantotênico – 3119,00 mg; colina – 80,71g; se-75,00mg; ferro 11,25g; mn – 18,74g; cobre -1996,00 mg; id – 187,47mg. (Crescimento): ácido fólico – 162,50 mg; clorohidroxiquinolina-7500,00mg; zn – 17,50g ; vit. A – 1400062,50 UI; vit. B1 – 388,00 mg; vit. B12 2000,00 mcg; vit. B2 – 1000,00 mg; vit. B6 520,00mg; vit. D3 – 360012,00UI; vit. E, 2500,00UI; vit. K 3 – 300,00 mg; niacina – 7000,00 mg; salinomicina -16,50g; ácido pantotênico – 2600,00 mg; colina – 71,59g; se-75,00mg; fe 11,25g; mn – 18,74g; cu -1996,00 mg; I – 187,47mg. (Final e terminação): ácido fólico – 162,50 mg; óxido de zinco – 17,500mg ; Se – 75mg; vit. A – 1.400.00 UI; vit. B1 – 388 mg; vit. B12 2.000 mc; vit. B2 – 1.000 mg; vit. B6 - 520 mg; vit. D3 - 1.600 UI; vit. E, 2.500 mg; vit. K 3 – 300 mg; Zn - 70 ppm; niacina – 7.000 mg; ácido pantotênico – 2.600 mg; colina – 71.593,49 mg;fe 11,250mg; mn – 18,750 mg; cu -2.000 mg; I – 187,50mg, aditivo antioxidante 25 000 mg; halquinol 7.500 mg; salinomicina 16.500mg.

Aos 46 dias foram selecionadas aleatoriamente duas aves por repetição (total de 16 aves) para realização da eutanásia conforme resolução 1000/2012 do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV,

2012). O procedimento de coleta iniciou-se com a devida contenção manual das aves, seguida de limpeza da face medial da asa e antisepsia, posteriormente foi realizado anestesia local na

região descrita, utilizando um cordão anestésico de lidocaína sem vasoconstritor na dose de 5mg/kg por via subcutânea (Viana, 2007).

Após anestesia local, foi feita a dissecação da veia radial e isolamento da mesma, com auxílio de fios de sutura e canulação do vaso, seguido da injeção de heparina na dose de 150UI/Kg PV, depois de transcorridos dois minutos, injetou-se tiopental diluído em água destilada a 25mg/ml, pela mesma cânula, na dose de 15mg/Kg PV. Posteriormente eutanásia foi realizado perfusão de formaldeído tamponado a 10% por gravidade, durante 6 horas, seguido de imersão em cuba contendo mesma solução, por no mínimo 72 horas. (Viana, 2007; Chen et al., 2010).

Após este período os animais foram dissecados com auxílio de pinças anatômicas, bisturi, lupa de Pala, que proporcionou melhor visualização dos órgãos. Posteriormente fez-se a coleta dos fragmentos do intestino delgado, acondicionados em cassetes e

imersos em formol a 10% por no mínimo 72 horas. Após a coleta de todos os fragmentos, estes foram submetidos a processamento histológico padrão com inclusão em Histopar® (Easypath – Erviegas Ltda.) e posterior secção dos blocos na espessura de 4µm em micrótomo rotativo semiautomático. Os cortes foram corados em Hematoxilina-Eosina (HE) (Xia et al., 2004; Hu et al., 2012).

A avaliação histológica foi realizada em microscópio óptico Trinocular (Nova Optical Systems®) equipado com câmera digital TOUPCAM™ de 5 Megapixel para registro fotográfico das imagens e mensuração. O estudo avaliou as dimensões dos componentes da mucosa de cada porção do intestino delgado. Foi realizada a mensuração 10 conjuntos de vilos, cripta e parede muscular (Figura 1). Mensurou-se o comprimento e a largura dos vilos e das criptas e a espessura da parede muscular, de todos os animais coletados. As medições foram realizadas com auxílio do software ToupView® 3.7.

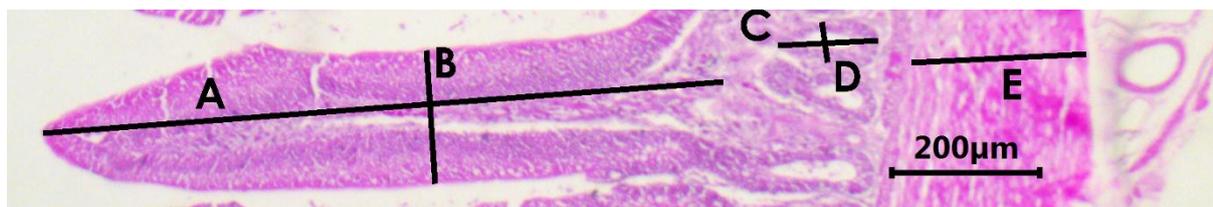


Figura 1. Na fotomicrografia demonstra-se as mensurações dos componentes da mucosa sendo, A – comprimento do vilos, B – largura do vilos, C comprimento da cripta, D – largura da cripta e E – Espessura da parede muscular. Coloração HE, objetiva 4X.

Os dados das variáveis de desempenho estudados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM (General Linear Models) do programa SAS® (2002). As médias foram comparadas pelo teste de Student Newman Keuls (SNK) com $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de peso corporal (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) das aves submetidas a dietas sem ou com uso de glicerina durante todo o período experimental, estão apresentados na tabela 2. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) das dietas para

nenhuma das variáveis estudadas relacionadas ao desempenho.

A importância da glicerina na alimentação de aves se dá em função da possibilidade de uso do glicerol como fonte de energia pela gluconeogênese (Albino & Brito, 2004), entretanto a quantidade incluída é imprescindível para seu uso racional, pois em excesso pode prejudicar o desempenho (Santos, 2013), aumentar a umidade das excretas (Pasquetti et al., 2014), causar lesões nas patas (Santos, 2013), alterar o teor de glicerol sérico e hepático (Bernardino et al., 2014a), a atividade e expressão gênica da enzima glicerol quinase (Bernardino et al., 2014b, Papadomichelakis et al., 2015).

Tabela 2. Médias de Peso médio (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de cortes submetidos a alimentação com e sem glicerina.

Tratamentos/variáveis	PM (g)	GP(g)	CR(g)	CA(g/g)
Sem Glicerina	2737	2697	4657,4	1,727
Com Glicerina	2754	2714	4775,6	1,759
Probabilidade	0,7526	0,7546	0,2928	0,1081
CV (%)	3,31	3,35	3,91	1,81

Muitos pesquisadores têm recomendado inclusão de glicerina abaixo de 10% na dieta, para não prejudicar o desempenho (Cerrate et al., 2006; Guerra et al., 2011; Mandalawi et al., 2014), entretanto não foram encontrados relatos sobre o efeito na morfometria intestinal de frangos, apenas no tempo de transito (Kim et al., 2013) e na digestibilidade dos nutrientes (Mandalawi et al., 2014; Papadomichelakis et al., 2015), o que pode ter relação direta com a estrutura dos vilos.

Dentre as seis variáveis do duodeno que foram mensuradas, apenas o comprimento de vilos (CV) e a relação vilos cripta apresentaram diferenças estatísticas significativas. Os animais do grupo A (dieta sem glicerol) apresentaram vilos mais longos em relação aos animais que receberam dieta com 7% de glicerol ($p = 0,0011$) e estes também apresentaram maior relação vilos/cripta ($p = 0,00013$), conforme tabela 3.

Tabela 3. Médias do comprimento e largura do vilos, comprimento e largura de cripta e espessura da parede muscular do duodeno, em micrômetros (μm) e relação comprimento de vilos/comprimento de cripta, em frangos de corte submetidos a dietas sem glicerol (A) e com glicerol (B).

Tratamento	CV		LV		CC		LC		EP		CV/CC	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Tamanho da amostra	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Mínimo	137,85	99,65	18,39	24,98	10,60	8,85	5,76	4,91	13,73	14,01	12,00	8,00
Máximo	205,23	166,57	46,11	36,10	13,86	16,12	7,85	8,02	19,52	19,20	15,00	13,00
Amplitude Total	67,38	66,93	27,72	11,12	3,25	7,27	2,09	3,11	5,78	5,19	3,00	5,00
Desvio Padrão	23,39	22,56	8,42	3,46	1,11	2,14	0,75	0,92	2,05	1,85	0,92	2,03
Coefficiente de Variação (%)	13,59	18,32	28,61	11,76	8,97	18,40	10,91	14,10	11,72	10,90	6,85	20,06
Média Aritmética	172,08a	123,12b	29,41a	29,45a	12,39a	11,64a	6,83a	6,53a	17,52a	16,93a	13,38a	10,13b

A: Grupo controle; B: Grupo tratado com 7% de glicerina bruta; CV: comprimento do vilos; LV: largura do vilos; CC: comprimento da cripta; LC: largura da cripta; EP: espessura da parede muscular; CV/CC: relação vilos/cripta. Colunas de mesma variável com letras diferentes indicam diferença significativa para $p < 0,01$.

As vilosidades diferem-se por tamanho em cada segmento do intestino delgado, que conferem a eles características próprias. Sendo que na presença de nutrientes a capacidade absorptiva do segmento será diretamente proporcional ao tamanho dos vilos, contudo neste experimento a elevação do nível energético pode ter ocasionado a diminuição do mesmo, visto que estes apresentaram-se menores na presença de glicerol na dieta. A alta quantidade de glicerol na dieta pode aumentar a taxa de passagem da digesta o que pode comprometer a utilização dos nutrientes, fato este que justificaria também as menores dimensões dos vilos observadas, que corroboram com os resultados encontrados por Barteczko & Kaminski (1999) e Sousa et al. (2013).

O aumento na profundidade da cripta sinaliza atividade proliferativa celular mais intensa, o que garante adequada taxa de renovação epitelial, compensando as perdas nas alturas das vilosidades (Yason; Summers; Schat, 1987; Pluske; Hampson; Williams, 1997; Santin et al., 2001), porém esta característica não foi observada no presente trabalho. Contudo ao analisar a relação vilos/cripta podemos confirmar a influência do glicerol na morfologia da mucosa intestinal, visto que esta relação apresentou diferença significativa entre os tratamentos evidenciando a redução da capacidade

absorptiva nos animais que receberam dietas com 7% de glicerol.

Na análise morfométrica do jejuno e do íleo não se observou diferença estatística significativa entre as variáveis mensuradas, indicando que a adição da glicerina bruta na dieta de frangos de corte da linhagem Coob 500[®], não alterou as dimensões dos componentes da mucosa intestinal (Tabelas 4 e 5). Visto que o nível de inclusão não ultrapassou os 10%, pois acima disto pode ocasionar redução no desempenho das aves (Sousa et al., 2015).

A replicação dos enterócitos ocorre nas criptas, à medida que as células das glândulas intestinais se multiplicam e migram para a base da vilosidade, empurram as outras células vilosas subsequentes, de forma que há uma contínua progressão de células migrando para cima na vilosidade, fato este que demonstra que a adição de glicerol não afeta esta condição uma vez que não observou-se diferença estatística para esta característica, porém quando observamos as comparações entre regiões podemos afirmar que na região ileal estas são menores e os vilos também apresentam uma redução em suas dimensões (Cunningham, 2004).

Tabela 4. Médias do comprimento e largura do vilô, comprimento e largura de cripta e espessura da parede muscular do jejuno, em micrômetros (μm) e relação comprimento de vilô/comprimento de cripta em frangos de corte submetidos a dietas sem glicerol (A) e com glicerol (B).

Tratamento	CV		LV		CC		LC		EP		CV/CC	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Tamanho da amostra	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Mínimo	80,92	68,37	12,24	14,91	7,87	8,63	5,27	4,94	7,84	7,04	7,18	6,38
Máximo	157,59	116,29	21,73	25,69	14,67	12,52	6,84	6,74	22,06	17,30	13,35	10,44
Amplitude Total	76,66	47,92	9,49	10,78	6,80	3,89	1,57	1,80	14,22	10,26	6,17	4,06
Desvio Padrão	26,99	18,42	3,33	3,16	2,28	1,25	0,50	0,70	4,73	3,18	1,99	1,32
Coefficiente de Variação (%)	23,68	19,37	19,24	16,92	18,88	11,64	7,93	11,33	32,32	26,28	20,82	14,93
Média Aritmética	113,96a	95,12a	17,28a	18,66a	12,05a	10,78a	6,26a	6,13a	14,64a	12,10a	9,57a	8,82a

A: Grupo controle; B: Grupo tratado com 7% de glicerina bruta; CV: comprimento do vilô; LV: largura do vilô; CC: comprimento da cripta; LC: largura da cripta; EP: espessura da parede muscular; CV/CC: relação vilô cripta. Colunas de mesma variável com letras diferentes indicam diferença significativa para $p < 0,01$.

Tabela 5. Médias do comprimento e largura do vilô, comprimento e largura de cripta e espessura da parede muscular do íleo, em micrômetros (μm) e relação comprimento de vilô/comprimento de cripta em frangos de corte submetidos a dietas sem glicerol (A) e com glicerol (B).

Tratamento	CV		LV		CC		LC		EP		CV/CC	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Tamanho da amostra	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Mínimo	47,48	42,48	14,12	10,92	6,10	7,20	4,84	4,20	5,81	11,17	5,12	5,76
Máximo	104,98	87,16	29,05	25,48	10,95	11,82	6,32	7,2	29,07	19,98	10,09	8,70
Amplitude Total	57,50	44,68	14,92	14,56	4,841	4,62	1,48	3,00	23,26	8,81	4,97	2,94
Desvio Padrão	22,68	15,09	4,77	4,63	1,57	1,76	0,49	0,88	6,58	3,27	1,74	1,06
Coefficiente de Variação (%)	33,80	24,05	24,12	25,24	16,63	19,56	8,44	16,37	42,61	21,18	24,67	15,23
Média Aritmética	67,08a	62,73a	19,75a	18,34a	9,44a	9,02a	5,78a	5,37a	15,44a	15,44a	7,06a	6,96a

A: Grupo controle; B: Grupo tratado com 7% de glicerina bruta; CV: comprimento do vilô; LV: largura do vilô; CC: comprimento da cripta; LC: largura da cripta; EP: espessura da parede muscular; CV/CC: relação vilô cripta. Colunas de mesma variável com letras diferentes indicam diferença significativa para $p < 0,01$.

A facilidade da absorção do glicerol no intestino delgado, bem como sua rápida metabolização ou oxidação para produção de energia, através da glicólise e ciclo do ácido cítrico, podem justificar o desenvolvimento moderado dos vilos duodenais uma vez que as células responsáveis pela absorção passaram a ser menos exigidas e conseqüentemente, mais eficientes (Rosebrough et al., 1980; Emmanuel; Berzins; Robblee, 1983; Guyton, 2015).

Quando se compara as dimensões dos componentes da mucosa intestinal entre as porções do duodeno, jejuno e íleo, pode-se observar que o comprimento do vilô independente do tratamento é significativamente diferente entre elas, podendo-se usar desta informação para a identificação da região estudada (Tabela 6) corroborando com as pesquisas de Boleli; Maiorka; Macari (2002), que afirmam que a altura dos vilos não é necessariamente a mesma ao longo de todo o intestino. Sousa et al

(2015) em seu trabalho sobre a caracterização morfológica do trato gastrointestinal de frangos de corte da linhagem Cobb 500, afirma que em ambos os intestinos delgado e grosso, é visível a presença de vilos, que se tornam mais espessos e curtos caudalmente ao tubo digestório. No tocante a largura da porção média do vilô observada na região do duodeno apresentou-se mais larga que nas outras porções, corroborando com Macari (1999) que afirma que as dimensões do vilô estão diretamente associadas a disponibilidade de nutrientes no interior do lúmen intestinal, sabe-se que um incremento na largura bem como no comprimento do vilô permitem um aumento na superfície de absorção, e maior eficiência digestiva.

As dimensões das criptas são influenciadas pelo aumento ou diminuição da necessidade de renovação celular (Yason; Summers; Schat, 1987; Pluske; Hampson; Williams, 1997; Santin et al.,

2001). Não se observou alteração no comprimento das criptas no duodeno, jejuno e íleo, independentemente do tratamento, fato que indica que a glicerina bruta a 7% não ocasiona alterações nas dimensões dos componentes da mucosa intestinas.

Quando analisamos a variável espessura da parede muscular, não foi observada nenhuma diferença significativa entre as porções duodeno, jejuno e íleo, nem entre os tratamentos (Tabela 6), contudo, descreve que a redução da parede muscular intestinal de forma acentuada é uma resposta fisiológica à algum agente externo, como

microrganismos patogênicos ou substâncias antinutricionais (Bonapaz et al., 2010). A dieta pode resultar em aumento de volume e peso da digesta, ocasionando aumento da espessura da parede muscular (Brenes; Marquardt; Guenter, 2002), que é responsável pelo peristaltismo, promovendo alteração na espessura da parede muscular, ou seja, uma resposta fisiológica do organismo com o intuito de manter o fluxo da digesta. A ativação do tecido muscular intestinal presente na parede muscular, induz a hipercontratibilidade para expulsão da digesta do trato digestório (Bauer, 2008).

Tabela 6. Comparação das médias do comprimento e largura do vilo, comprimento e largura de cripta e espessura da parede muscular dentre as porções intestinais (duodeno, jejuno e íleo), em micrômetros (μm) em frangos de corte submetidos a dietas sem glicerol e dietas com 7% de glicerina bruta.

Tratamento	Porção intestinal	CV	LV	CC	LC	EP
Controle	Duodeno	172.08a	29.41a	12.39a	6.83a	17.51a
	Jejuno	113.96b	19.76b	12.05a	6.26b	15.44a
	Íleo	67.08c	17.28b	9.44b	5.78b	14.64a
7% Glicerina	Duodeno	123.12a	29.45a	11.64a	6.53a	16.93a
	Jejuno	95.12b	18.66b	10.78a	6.13a	15.44a
	Íleo	62.73c	18.34b	9.02b	5.37b	12.10b

CV: comprimento do vilo; LV: largura do vilo; CC: comprimento da cripta; LC: largura da cripta; EP: espessura da parede muscular. Colunas de mesma variável com letras diferentes indicam diferença significativa para $p < 0,05$.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a adição de 7% de glicerina na dieta de frangos de corte reduz o comprimento do vilo e a relação vilo/cripta no duodeno, característica essa indicativa de menor superfície absorptiva.

As dimensões dos componentes da mucosa intestinal avaliados (comprimentos e larguras do vilo e cripta, espessura da parede muscular e relação comprimento vilo/cripta) diminuem em sentido crânio-caudal no intestino independentemente do tratamento que o animal foi submetido, o que também caracteriza uma diminuição na capacidade de absorção de nutrição ao longo do intestino delgado.

REFERÊNCIAS

ALBINO, L. F. T.; BRITO, C. O. Metabolismo de carboidratos e lipídios em aves. In: SAKOMURA, N. K. et al. **Curso de fisiologia da digestão e metabolismo dos nutrientes em aves**. Jaboticabal. 2004. CD-ROM.

BACHA W. J.; BACHA L. M. **Atlas Colorido de Histologia Veterinária**. 2ª ed. São Paulo, Roca, 2003, 457p.

BANKS W.J. **Histologia Veterinária Aplicada**. 2ª ed. São Paulo, Manole, 1998, 629p.

BARTECZKO, J.; KAMINSKI, J. The effect of glycerol and vegetable fat on some physiological indices of the blood and overfatness of broiler carcass. **Warsaw Agricultural University Animal Science**, v. 36, p. 197-209, 1999.

BATISTA, E. et al. Avaliação nutricional da glicerina vegetal semipurificada para codornas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 6, p. 1783-1792, 2013

BAUER, A.J. Mentation on the immunological modulation of gastrointestinal motility. **Neurogastroenterol Motility**, v. 20, p. 81-90, 2008.

BERNARDINO, V.M.P.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, D.H.; FREITAS, R.T.F.; NAVES, L.P.; NARDELLI, N.B.S.; TEIXEIRA, L.V.; PREZOTTO, C.F. Fontes e níveis de glicerina para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de Idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.3, p.651-660, 2014a

BERNARDINO, V.M.; RODRIGUES, P.B.; NAVES, L.P.; ROSA, P.V.; ZANGERÔNIMO, M.G.; GOMIDE, E.M.; SALDANHA, M.M.; ALVARENGA, R.R. Content of plasmatic glycerol and activity of hepatic glycerol kinase in broiler chickens fed diets containing different sources and concentrations of glycerine. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.98, n.2, p. 328-337, 2014b.

BOLELI, I. C.; MAIORCA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: Macari, M.; Furlan, R. L.; Gonzales, E. (Ed.) **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 75-95.

- BONAPAZ, R.S. et al. Effects of infection with *Toxoplasma gondii* oocysts on the intestinal wall and the myenteric plexus of chicken (*Gallus gallus*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, p. 787-792, 2010.
- BRENES, A., MARQUARDT, R.R., GUENTER, W. Effect of enzyme addition on the performance and gastrointestinal tract size of chicks fed lupin seed and their fractions. **Poultry Science**, v. 81, p. 670-678, 2002.
- CERRATE, S. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science, Faisalabad**, v. 5, n. 11, p. 1001-1007, 2006.
- CFMV. 2012. Resolução nº 1000, de 11 de maio de 2012. Dispõe sobre procedimentos e métodos de eutanásia em animais, e dá outras providências. **Diário Oficial da União. Brasil**. Disponível em www.cfmv.org.br/portal/legislacao/resolucoes/resolucao_1000.pdf. <Acesso em 07 out. 2014>.
- CHEN S. et al. Histopathology, immunohistochemistry, in situ apoptosis, and ultrastructure characterization of the digestive and lymphoid organs of new type gosling viral enteritis virus experimentally infected gosling. **Poultry Science**, v. 89, p. 668-680, 2010.
- CUNNINGHAM, J.G., **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 450 p.
- DOZIER, W. A. et al. Apparent Metabolizable Energy of Glycerin for broiler Chickens. **International Journal of Poultry Science**, v. 87, p. 317-322, 2008.
- EMMANUEL, B., BERZINS, R.; ROBBLEE, A.R. Rates of entry of alanine and glycerol and their contribution to glucose synthesis in fasted chickens. **British Poultry Science**. v. 24, p. 565- 571, 1983.
- GARTNER L. P.; HIATT J. L. **Tratado de histologia**, Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1999. 426 p.
- GUERRA, R. L. H.; MURAKAMI, A. E.; GARCIA, A. F. Q. M.; URGNANI, F.J.; MOREIRA, I.; PICOLI. K. P. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias). **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.12, p.1038-1050, 2011.
- GUYTON, A.C. **Textbook of Medical Physiology**. 13 ed. Philadelphia W. B. Saunders Company, 2015, 1168 p.
- HU C. H. et al. Effects of montmorillonite-zinc oxide hybrid on performance, diarrhea, intestinal permeability and morphology of weanling pigs. **Animal Feed Science Technology**, v. 177, p. 108- 115, 2012.
- KIM,J.H.; SEO, S.; KIM,C.H.; KIM,J.W.; LEE, B.B.;LEE, G.I.; SHIN,H.S.; KIM,M.C.; KIL,D.Y . Effect of dietary supplementation of crude glycerol or tallow on intestinal transit time and utilization of energy and nutrients in diets fed to broiler chickens. **Livestock Science**, v.154, p.165-168, 2013.
- MACARI, M. **A fisiologia do sistema digestivo das aves (I)**. Aves e ovos, São Paulo, v. 15, n. 8/9, p. 12-20, 1999.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 75-95.
- MANDALAWI , H. A.; KIMIAEITALAB , M. V.; OBREGON ,V.; MENOYO , D.; MATEOS, G. G. Influence of source and level of glycerin in the diet on growth performance,liver characteristics, and nutrient digestibility in broilers from hatching to 21 days of age. **Poultry Science**, v. 93, p.2855-2863, 2014.
- PAPADOMICHELAKIS, G.; PAPPAS, A.C.; ZOIDIS, E.; MOUNTZOURIS, K.C.; FEGEROS, K. Impact of feeding increasing crude glycerine levels on growth performance, glycerine kinase gene expression, nutrient digestibility and litter quality in broiler chickens. **Livestock Science**, v.181, p.89-95, 2015.
- PASQUETTI, T.J.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N.; TON, A.P.S. Glicerina bruta para codornas de corte, de um a 14 e de 15 a 35 dias de idade. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.5, p.1547-1556, 2014.
- PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J.; WILLIAMS, I. H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, v. 51, p. 215-236. 1997
- RODRIGUES, V. F., RONDINA, D. Alternativas de uso de subprodutos da cadeia do biodiesel na alimentação de ruminantes: glicerina bruta, **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 2, p. 91-97, 2013
- ROSEBROUGH, R. W. et al. Effects of dietary energy substitutions on reproductive performance, feed efficiency and lipogenic enzyme activity on large white turkey hens. **Poultry Science**. v.59, n. 7, p. 1485-1492, 1980.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia. 2011, 252 p.
- SANTIN E. et al. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing Saccharomyces cerevisiae cell wall. **Journal Applied Poultry Research**. v. 10, n. 3, p. 236-244, 2001.
- SANTOS, E.T. **Glicerina Como Estratégia Nutricional Para Frangos De Corte Criados Em Região De Clima Quente**. 2010. Dissertação (Mestre em Zootecnia), Universidade Federal do Piauí, Campus profa. Cinobelina Elvas. 69p.
- SOUSA, C. D. et al. Caracterização morfológica do trato gastrointestinal de frangos de corte da linhagem Cobb 500®. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. Sulpl.1, p. 61-68, 2015.
- SOUSA, C. D. et al. Sistema digestório das aves e o glicerol na dieta de frangos de corte: Revisão. **PUBVET**, v.9, n. 8, p. 369-380, 2013.
- XIA M. S.; HU C. H.; XU Z. R. Effects of copper bearing montmorillonite on growth performance, digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. **Poultry Science**. v. 83, p. 1868-1875, 2004.
- YASON, C. V.; SUMMERS, B. A.; SCHAT, K. A. Pathogenesis of rotavirus infection in various age groups of chickens and turkeys. **Pathology American Journal Veterinary Research**, v. 6, p. 927-938, 1987.