

EFEITO DE PREBIÓTICO SOBRE O DESEMPENHO E MORFOMETRIA INTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE

Kedima Swyelle Pontes Azevedo¹, Danilo Teixeira Cavalcante², Paulo Henrique Reis Furtado Campos¹, Gabriel Cíprano Rocha¹, Samuel Oliveira Borges¹, Beatriz Garcia do Vale¹, João Victor de Souza Miranda¹, Arele Arlindo Calderano¹

RESUMO – O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito aditivo de um prebiótico a base de mananoligosacarídeos e β -glucanos sobre desempenho e morfometria intestinal de frangos de corte. Foram utilizados 180 pintos de corte machos distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos, seis repetições e dez aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em: T1 – dieta controle (DC) sem adição de prebiótico, T2 – DC + 0,1% de prebiótico e T3 – DC + 0,15% de prebiótico. Aos 42 dias de idade, a suplementação de 0,1% de prebiótico na dieta melhorou o peso final, o ganho de peso e a conversão alimentar das aves, bem como promoveu maior relação vilos:cripta, maior largura dos vilos, menor distância entre os vilos e maior área de absorção ($P = 0,0016$) no duodeno das aves, em comparação as aves que receberam a dieta controle. Conclui-se que a suplementação de 0,1% do prebiótico a base de mananoligosacarídeos e β -glucanos melhora o desempenho e a qualidade intestinal de frangos de corte.

Palavras chave: aditivo equilibrador, glucanos, histologia, mananoligosacarídeos, vilosidades.

PREBIOTIC EFFECT ON PERFORMANCE AND INTESTINAL MORPHOMETRY OF BROILERS CHICKENS

ABSTRACT – The experiment was carried out with the objective of evaluating the additive effect of a mannanoligosaccharide and β -glucan prebiotic on performance and intestinal morphometry of broiler chickens. We used 180 male broiler chicks distributed in a completely randomized design with three treatments, six replications and ten birds per experimental unit. The treatments consisted of: T1 - control diet (DC) without prebiotic addition, T2 - DC + 0.1% prebiotic and T3 - DC + 0.15% prebiotic. At 42 days of age, supplementation of 0.1% prebiotic in the diet improved the final weight, weight gain and feed conversion of broilers, as well as promoted greater villus: crypt ratio, larger villus width, shorter distance between villi and greater absorption area in the duodenum of birds compared to birds that received the control diet. We concluded that the supplementation of 0.1% of the mannanoligosaccharides and β -glucans prebiotic improves the performance and intestinal quality of broilers.

Keywords: balancing additive, glucans, histology, mannanoligosaccharides, villi.

INTRODUÇÃO

Dentre os principais aditivos equilibradores de flora intestinal disponíveis para utilização em rações de frangos de corte estão os prebióticos. Os prebióticos tem atuação mais indireta como substratos para os membros

da população microbiana do trato gastrointestinal das aves, que por sua vez respondem com aumento no número e geração de metabólitos e outros mecanismos que podem ser considerados antagonísticos aos patógenos intestinais (Kim et al., 2019; Micciche et al., 2018). Os prebióticos mais estudados para frangos de corte são

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. kedima_azevedo@zootecnista.com.br; paulo.campos@ufv.br; gerocha@ufv.br; samuelborges1001@gmail.com; beatriz.vale@ufv.br; joaovictormiranda@gmail.com; calderano@ufv.br.

² Unidade Acadêmica de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco. danilo.cavalcante@ufrpe.br.

os oligossacarídeos de cadeias curtas, especialmente os frutooligossacarídeos (FOS), galacto-oligossacarídeos (GOS) e mananoligossacarídeo (MOS; Rieke, 2018).

Dentre as fontes de MOS disponíveis se destaca a parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (Macari & Furlan, 2005). Esta é obtida a partir da extração do conteúdo celular da levedura, fungo unicelular aeróbio obrigatório ou anaeróbio facultativo, utilizada pelos homens há milhares de anos para produção de alimentos e bebidas. Os MOS possuem alta afinidade ligante, favorecendo um sítio de ligação competitivo para bactérias patogênicas Gram negativas, que apresentam a fimbria tipo 1 específica para oligossacarídeos. Os MOS podem atuar modulando a flora intestinal e reduzindo a taxa de renovação da mucosa intestinal (Albino et al., 2006). Também podem reduzir lesões intestinais e melhorar a altura dos vilos e profundidade de cripta (Rahimi et al., 2019). Isso pode refletir em melhoria do desempenho e diminuir a mortalidade de frangos de corte.

Segundo Bonato (2018), os β -glucanos que estão presentes na parede celular dessas leveduras estão entre os estimulantes naturais mais eficazes ao sistema imunológico das aves. Os prebióticos a base de β -glucanos podem aumentar a imunidade protetora das aves contra agentes infecciosos, auxiliando na resistência à infecção e induzindo a ativação do sistema imune no trato gastrintestinal (Soltanian et al., 2009). Assim, a hipótese para realização dessa pesquisa foi que a utilização como aditivo de um prebiótico a base de MOS e β -glucanos pode melhorar o desempenho e a qualidade intestinal de frangos de corte.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito aditivo de um prebiótico sobre o desempenho e morfometria intestinal de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento ocorreu no período de Março a Abril de 2018. O experimento foi realizado em uma propriedade rural no município de São Bento do Una – Pernambuco, Brasil, seguindo as normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008), sendo previamente aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção - CEUAP-UFV nº 052/2017.

As aves foram alojadas em boxes de alvenaria de 1,0 x 1,20 m contendo cama nova de palha de arroz com 8 cm de altura e equipados com bebedouros do tipo nipple e comedouros infantil e tubulares, de acordo com a fase de criação. Ração e água foram fornecidos à vontade durante

todo período experimental. O aquecimento foi realizado com a utilização de lâmpadas de altura regulável, a fim de disponibilizar maior conforto térmico às aves no período inicial de 01 a 07 dias de vida. Os animais foram vacinados no incubatório contra as doenças de Marek e Gumboro.

Foram utilizados 180 pintos de corte machos da linhagem Ross com um dia de vida, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos, seis repetições e dez aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em: T1 – dieta controle (DC) sem adição de prebiótico, T2 – DC + 0,1% de prebiótico e T3 – DC + 0,15% de prebiótico.

O experimento teve duração de 42 dias. As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja para as fases de 1 a 7; 8 a 21 e de 22 a 42 dias de idade, seguindo as recomendações de Rostangno et al. (2017) (Tabela 1).

O prebiótico utilizado foi a base de MOS e β -glucanos, obtidos a partir da parede celular de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* proveniente da indústria de cerveja. Para sua obtenção, a célula de levedura é lisada e através de centrifugação separa-se a parede celular do conteúdo intracelular (extrato de levedura). A porção onde está a parede celular é lavada várias vezes, concentrada e seca por spray-dryer. O produto tinha em sua composição 23% de β -glucanos e 21% de MOS como níveis de garantia. O produto foi adicionado às rações experimentais em substituição ao inerte.

As aves foram pesadas aos 7, 21 e 42 dias de idade para avaliação de peso final (kg/ave), consumo de ração (kg/ave), ganho de peso (kg/ave), conversão alimentar (kg/kg) e viabilidade (%). As mortalidades foram registradas para a correção dos dados de desempenho.

No 42º dia foram eutanasiadas duas aves de cada unidade experimental (12 animais de cada tratamento). Procedeu-se a coleta de um fragmento de 1 cm das porções médias do duodeno, jejuno e íleo de cada ave. Os fragmentos foram fixados por imersão em formol a 10%. Em seguida foram incluídos em parafina segundo processamento histológico padrão (Ramos et al., 2011). Realizou-se a microtomia a cinco micrômetros de espessura de cada bloco de parafina, resultando em uma lâmina histológica para cada animal. As lâminas foram submetidas à coloração de hematoxilina e eosina e digitalizadas em câmera Motic acoplada em microscópio Olympus BX-53 com o programa analisador de imagens Motic Image Plus 2.0. Para cada fotomicrografia foram realizadas quatro mensurações de altura de vilosidade intestinal e de sua respectiva cripta, perfazendo um número amostral de 48 mensurações para



cada tratamento. A altura de vilão (AV, μm) foi tomada a partir do ápice até a porção superior das criptas. A profundidade de cripta (PC, μm) foi medida considerando a distância entre a sua base até a região de transição cripta-vilosidade. A relação vilão:cripta (V/C) foi determinada pela relação

da altura do vilão pela a profundidade da cripta. A área de absorção foi calculada pela equação de superfície lisa de Kisielinski et al. (2002). As análises foram realizadas no laboratório da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns.

Tabela 1 - Composição percentual e calculada das dietas controle

Ingredientes (g/kg)	1 a 7 dias	8 a 21 dias	22 a 42 dias
Milho grão	547,5	595,0	662,3
Farelo de soja (48%)	370,0	312,0	271,0
Farinha de carne	34,0	37,0	24,0
Óleo	28,0	35,0	25,0
Calcário	6,00	5,50	3,50
Sal grosso	4,70	4,40	4,30
DL – Metionina	1,85	1,95	1,35
L - Lisina HCl	1,80	2,75	2,35
L-Treonina	0,70	0,95	0,75
Inerte (areia lavada)	1,50	1,50	1,50
Premix inicial ¹	4,00	4,00	-
Premix crescimento ²	-	-	4,00
Valores calculados			
Proteína bruta (%)	23,50	21,50	19,53
Fibra bruta (%)	2,71	2,54	2,48
Lisina digestível (%)	1,27	1,22	1,08
Metionina digestível (%)	0,64	0,62	0,53
Metionina+Cisteína digestível (%)	0,94	0,90	0,80
Triptofano digestível (%)	0,26	0,23	0,21
Treonina digestível (%)	0,84	0,79	0,71
Sódio (%)	0,22	0,21	0,20
Cálcio (%)	0,97	0,95	0,70
Fosforo disponível (%)	0,44	0,42	0,34
Ca/P	1,43	1,45	1,22
EM (kcal/kg)	3000,89	3098,32	3172,16

¹Valores por quilo de produto: ácido fólico (mín.) 187,50 mg/kg; ácido pantotênico (mín.) 3.000,00 mg/kg; bacitracina de zinco - 13,75 g/kg; b.h.t. (mín.) 1.000,00 mg/kg; biotina (mín.) 6,25 mg/kg; cobre (mín.) 2.500,00 mg/kg; colina (mín.) 45,00 g/kg; ferro (mín.) 12,50 g/kg; fitase (mín.) 125,00 ftu/kg; iodo (mín.) 250,00 mg/kg; manganês (mín.) 17,50 g/kg; metionina (mín.) 371,25 g/kg; niacina (mín.) 8.750,00 mg/kg; nicarbazina - 31,25 g/kg; selênio (mín.) 75,00 mg/kg; vitamina a (mín.) 1.575.000,00 ui/kg; vitamina b1 (mín.) 375,00 mg/kg; vitamina b12 (mín.) 3.000,00 mcg/kg; vitamina b2 (mín.) 1.500,00 mg/kg; vitamina b6 (mín.) 700,00 mg/kg; vitamina d3 (mín.) 562.500,00 ui/kg; vitamina e (mín.) 3.000,00 ui/kg; vitamina k3 (mín.) 500,00 mg/kg; zinco (mín.) 15,00 g/kg.

²Valores por quilo de produto: ácido fólico (mín.) 175,00 mg/kg; ácido pantotênico (mín.) 2.500,00 mg/kg; b.h.t. (mín.) 1.000,00 mg/kg; bacitracina de zinco - 13,75 g/kg; biotina (mín.) 3,75 mg/kg; cobre (mín.) 2.500,00 mg/kg; colina (mín.) 37,50 g/kg; ferro (mín.) 12,50 g/kg; fitase (mín.) 125,00 ftu/kg; iodo (mín.) 250,00 mg/kg; manganês (mín.) 17,50 g/kg; metionina (mín.) 346,50 g/kg; niacina (mín.) 7.500,00 mg/kg; salinomicina 16,50 g/kg; selênio (mín.) 75,00 mg/kg; vitamina a (mín.) 1.312.500,00 ui/kg; vitamina b1 (mín.) 250,00 mg/kg; vitamina b12 (mín.) 2.500,00 mcg/kg; vitamina b2 (mín.) 1.200,00 mg/kg; vitamina b6 (mín.) 500,00 mg/kg; vitamina d3 (mín.) 500.000,00 ui/kg; vitamina e (mín.) 2.500,00 ui/kg; vitamina k3 (mín.) 450,00 mg/kg; zinco (mín.) 15,00 g/kg.

Os dados foram submetidos a ANOVA utilizando o programa Statistical Analyses System - SAS e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS

Aos sete dias de idade o peso final ($P = 0,05$) e o ganho de peso ($P = 0,05$) das aves foram maiores quando estas receberam dietas sem adição de prebiótico e com adição de 0,1%, em relação ao tratamento com 0,15% (Tabela 2). No período de 1 a 21 dias, as aves que receberam

dietas suplementadas com 0,1% de prebiótico apresentaram menor consumo de ração ($P < 0,01$) em relação as aves dos demais tratamentos e obtiveram melhor conversão alimentar ($P = 0,02$) em relação as aves que receberam o nível de 0,15% de prebiótico. Considerando o período total de criação, a suplementação com 0,1% na dieta melhorou o peso final ($P < 0,05$), o ganho de peso ($P < 0,05$) e a conversão alimentar das aves ($P < 0,05$) em relação as aves do tratamento controle. A viabilidade das aves não foi influenciada estatisticamente ($P > 0,05$) em qualquer fase de criação.

Tabela 2 - Efeito da suplementação de prebiótico sobre o desempenho

Nível de prebiótico	Variáveis						
	Peso inicial (g/ave)	Peso final (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Consumo de ração (g/ave)	Conversão alimentar (kg/kg)	Viabilidade (%)	Índice de Eficiência Produtiva
1 a 7 dias							
0	43	150 a	107 a	168	1,49	100,00	-
0,1 %	43	151 a	108 a	165	1,52	100,00	-
0,15 %	43	144 b	101 b	167	1,63	100,00	-
EPM	0,02	86,16	88,80	14,70	0,02	-	-
CV (%)	0	3,37	4,73	5,74	6,57	-	-
P	0,99	0,05	0,05	0,85	0,12	-	-
1 a 21 dias							
0	43	808	766	1171 a	1,53 ab	100,00	-
0,1 %	43	825	782	1119 b	1,43 b	100,00	-
0,15 %	43	798	756	1171 a	1,55 a	100,00	-
EPM	0,02	1037	1044	5391	0,02	-	-
CV (%)	0	5,20	5,49	2,17	4,91	-	-
P	0,99	0,57	0,56	0,00	0,02	-	-
1 a 42 dias							
0	43	2735 b	2692 b	4797	1,78 a	96,67	349
0,1 %	43	2886 a	2842 a	4792	1,68 b	93,33	375
0,15 %	43	2823 ab	2780 ab	4820	1,73 ab	96,67	370
EPM	0,02	34656	34421	1342	0,01	22,22	-
CV (%)	0	2,75	2,79	1,48	3,23	6,61	-
P	0,99	0,01	0,01	0,77	0,02	0,58	-

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

A suplementação com 0,1% de prebiótico promoveu maior relação vilo:cripta ($P < 0,05$), maior largura dos vilos ($P < 0,05$), menor distância entre os vilos ($P =$

0,05) e aumentou a área de absorção ($P = 0,05$) no duodeno das aves, em comparação as aves do tratamento controle (Tabela 3). No jejuno, o nível de 0,1% de prebiótico na



dieta reduziu a profundidade de cripta ($P<0,05$) e aumentou a relação vilosidade:cripta ($P<0,05$), em relação as aves do tratamento controle. No íleo, a suplementação com 0,1% de prebiótico na dieta aumentou a relação vilosidade:cripta

($P<0,05$), a largura dos vilos ($P<0,05$) e a área de absorção ($P<0,05$), em relação as aves dos tratamentos sem adição de prebiótico e com adição de 0,15% de prebiótico.

Tabela 3 - Efeito da suplementação de prebiótico sobre a morfometria intestinal das aves aos 42 dias de idade

Nível de prebiótico	Variáveis					
	Altura de vilosidade (μm)	Profundidade de cripta (μm)	Relação vilosidade:cripta (μm)	Largura do vilos (μm)	Distância entre vilos (μm)	Área de absorção (μm)
Duodeno						
0	1032,07	167,4	6,16 b	119,27 b	68,48 b	14,22 b
0,1 %	1163,78	150,2	7,74 a	139,27 a	54,73 a	18,33 a
0,15 %	1100,48	164,9	6,67 b	109,27 b	63,93 ab	13,67 b
<i>P</i>	0,0997	0,1925	0,0026	<0,0001	0,0047	0,0016
Jejuno						
0	811,96	240,72 b	3,37 b	44,32	58,98 a	43,37
0,1 %	863,78	217,45 a	3,97 a	53,13	49,82 ab	51,89
0,15 %	851,63	221,90 ab	3,83 b	47,73	46,73 b	46,98
<i>P</i>	0,6372	0,0426	<0,0001	0,1261	0,0071	0,3447
Íleo						
0	616,45	220,16	2,80 b	103,34 b	53,35	74,92 b
0,1 %	639,45	200,16	3,19 a	156,34 a	42,33	118,31 a
0,15 %	627,45	210,16	2,98 b	108,34 b	45,35	80,25 b
<i>P</i>	0,8619	0,7113	<0,0001	<0,0001	0,1064	<0,0001

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

DISCUSSÃO

Na primeira semana de vida, as aves que receberam maior nível de prebiótico na dieta apresentaram-se 10,75 g mais leves e ganharam 6,85 g a menos de peso, quando comparamos com as aves que receberam 0,1%. No período de um a 21 dias de idade, as aves que receberam 0,1% também apresentaram melhor conversão alimentar, frente as que foram alimentadas com o maior nível de prebiótico. Esses resultados podem estar relacionados a uma elevada estimulação do sistema imune das aves que receberam maiores níveis de mananos e beta-glucanos. Segundo Qureshi (2002), uma imunomodulação dietética inadequada pode levar à “super” estimulação do sistema imune, resultando em um estado de disfunção, gerando respostas inflamatórias e deprimindo o desempenho zootécnico das aves.

Considerando a fase total de criação, a suplementação de 0,1% de prebiótico na dieta proporcionou aumentos de 151,28 e 150,77 g de peso final e ganho de peso, respectivamente, e conversão alimentar melhor 0,10 kg/kg, quando comparada com os resultados das aves do tratamento sem suplementação. De forma semelhante, Zhang et al. (2008) suplementaram a dieta das aves com β -1,3 / 1,6-glucano, derivado da parede celular da levedura, e observaram aumentos no ganho médio diário, melhora na taxa de conversão alimentar e melhora da resposta imunológica. Chae et al. (2006) também relataram que os níveis dietéticos de β -glucano (derivados de *Saccharomyces cerevisiae*) a 0,02% e 0,04% melhoraram o ganho de peso, retenção de nutrientes e imunidade em frangos de corte.

A melhora do desempenho das aves que receberam o prebiótico, observada no presente trabalho, pode ser explicada pela ação do MOS que se liga a um

ampla variedade de micotoxinas e assim preserva a integridade intestinal. Os MOS também podem influenciar beneficemente a saúde intestinal (Rahbar et al., 2011) e modular a imunidade das aves (Teng & Kim, 2018). Segundo Baurhoo et al. (2007), pode ocorrer modulação da microbiota intestinal das aves, uma vez que dietas com mananoligossacarídeos podem aumentar a população cecal de lactobacilos e de bifidobactérias e reduzir a concentração de *Escherichia coli*. Reisinger et al. (2012) observaram que o derivado de levedura (contendo 0,017% de manana e 0,025% de glucano) quando suplementado a 0,1% da dieta de frangos de corte influenciou positivamente o peso corporal final, o ganho de peso diário, a conversão alimentar e a densidade de células caliciformes do jejuno e reduziu o número de enterócitos apoptóticos. Segundo os autores, o aumento da densidade de células caliciformes pode proteger os frangos contra infecções primárias, contribuindo para o melhor desempenho das aves.

No presente trabalho, também foi observado que o nível de suplementação de 0,1% de prebiótico promoveu melhorias na integridade do epitélio do duodeno, do jejuno e do íleo das aves em relação ao tratamento controle. Estas aves também apresentaram relação vilos: cripta maiores em todos os segmentos intestinais e vilos mais largos no duodeno e íleo. Spring et al. (2000) e Santin et al. (2001) observaram maior altura de vilos no duodeno com a adição de prebiótico à dieta de frangos de corte aos sete dias de idade e atribuíram o resultado ao efeito trófico do prebiótico sobre a mucosa intestinal. A maior integridade intestinal observada, também pode ter ocorrido devido a ação dos MOS, que aglutinam ou se ligam a patógenos através de sites de ligação alternativos. Desta forma, as bactérias ligadas são excretadas, preservando a mucosa intestinal.

As vilosidades desempenham importante papel no processo de absorção de nutrientes no intestino delgado, sendo que o aumento desta estrutura proporciona maior superfície de contato e, como consequência, pode haver aumento na absorção dos nutrientes no lúmen intestinal (Gartner & Hiatt, 2001). Assim, a melhor qualidade intestinal observada nas aves que foram suplementadas com 0,1% de prebiótico provavelmente também contribuiu para a melhoria de desempenho observado.

CONCLUSÃO

A suplementação de 0,1% de prebiótico a base de MOS e β -glucanos melhora o desempenho, bem como as características morfométricas intestinais de frangos de corte.

LITERATURA CITADA

- ALBINO, L.F.T.; FERES, F.A.; DIONÍZIO, M.A.; ROSTAGNO, H.S.; VARGAS JÚNIOR, J.G.; CARVALHO, C.O.; GOMES, P.C. Uso de prebióticos a base de mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. *Brazilian Journal of Animal Science*, Viçosa, v.35, n.03, p.742-749, 2006.
- BAURHOO, B.; FERKET, P.R.; ZHAO, X. Cecal populations of lactobacilli and bifidobacteria and *Escherichia coli* populations after in vivo *Escherichia coli* challenge in birds fed diets with purified lignin or mannanoligosaccharides. *Poultry Science*, v.86, p.2509-2516, 2007.
- BONATO, M. Yeast cell walls for intestinal health of broiler breeders. *Tech report: Poultry Science*, v.8, 2018.
- CHAE, B.J.; LOHAKARE, J.D.; MOON, W.K.; LEE, S.L.; PARK, Y.H.; HAHN, T.W. Effects of supplementation of β -glucan on the growth performance and immunity in broilers. *Research in Veterinary Science*, v.80, p.291-298, 2006.
- GARTNER, L.P.; HIATT, J.L. *Color textbook of histology*. 2. ed. Baltimore: Saunders, 2001. 592p.
- KIM, S.A.; JANG, M.J.; KIM, S.Y.; YANG, Y.; PAVLIDIS, H.O.; RICKE, S.C. Potential for prebiotics as feed additives to limit foodborne *Campylobacter* establishment in the poultry gastrointestinal tract. *Frontiers in Microbiology*, v.10, p.91, 2019.
- KISIELINSKI, K.; WILLIS, S.; PRESCHER, A. et al. A simple new method to calculate small intestine absorptive surface in the rat. *Clinical and Experimental Medicine*, v.2, p.131-135, 2002.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L. *Probióticos*. In: Conferência de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2005. v.1, p.53-72.
- MICCICHE, A.C.; FOLEY, S.L.; PAVLIDIS, H.O.; MCINTYRE, D.R.; RICKE, S.C. A review of prebiotics against *Salmonella* in poultry: current and future potential for microbiome research application. *Frontiers in Veterinary Science*, v.5, p.191, 2018.
- QURESHI, M.A. *Interação entre nutrição e o sistema imune e produtividade das aves*. In: Conferência de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2002. v.2, p.243-251.
- RAHIMI, S.; KATHARIOU, S.; FLETCHER, O.; GRIMES, J.L. The effectiveness of a dietary direct-fed microbial and mannan oligosaccharide on ultrastructural changes of intestinal mucosa of turkey poults infected with *Salmonella* and *Campylobacter*. *Poultry Science*, 2019.



- RAMOS, L.S.N.; LOPES, J.B.; DE SOUZA, S.M.M.; SILVA, F.E.S.; RIBEIRO, M.N. Desempenho e histomorfometria intestinal de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade recebendo melhoradores de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.8, p.1738-1744, 2011.
- REISINGER, N.; GANNER, A.; MASCHING, S.; SCHATZMAYR, G.; APPLGATE, T.J. Efficacy of a yeast derivative on broiler performance, intestinal morphology and blood profile. *Livestock Science*, v.143, p.195-200, 2012.
- RICKE, S.C. Impact of prebiotics on poultry production and food safety. *Yale Journal of Biology and Medicine*, v.91, p.151-159, 2018.
- ROSTAGNO, H.S. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de Alimentos e exigências nutricionais*. 4 ed. Viçosa, 2017. p.252.
- SANTIN, E.; MAIORCA, A.; MACARI, M. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Sacharomyces cerevisiae* cell wall. *Journal of Applied Poultry Research*, v.10, p.236-244, 2001.
- SPRING, P.; WENK, C.; DAWSON, K.A.; NEWMAN, K.E. The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenged broiler chicks. *Poultry Science*, v.79, p.205-211, 2000.
- SOLTANIAN, S.; STUYVEN, E.; COX, E.; SORGELLOOS, P.; BOSSIER, P. Betaglucans as immunostimulant in vertebrates and invertebrates. *Critical Reviews in Microbiology*, v.35, n.2, p.109-138, 2009.
- TENG, P.Y.; KIM, W.K. Review: roles of prebiotics in intestinal ecosystem of broilers. *Frontiers in Veterinary Science*, v.5, p.245, 2018.
- ZHANG, B.; GUO, Y.M.; WANG, Z. The modulating effect of β -1, 3/1, 6-glucan supplementation in the diet on performance and immunological responses of broiler chickens. *Asian-Aust Brazilian Journal of Animal Science*, v.21, p.237-244, 2008.

Recebido para publicação em 24/10/2019 e aprovado em 10/02/2020.