

Morfologia do epitélio intestinal de codornas japonesas alimentadas com parede celular da *Saccharomyces cerevisiae*

Morphology of the intestinal epithelium of Japanese quail fed with cell wall *Saccharomyces cerevisiae*

Marina Jorge de Lemos^{I*} Lígia Fátima Lima Calixto^I Aparecida Alves do Nascimento^{II}
Armando Sales^{II} Marcos Antônio José dos Santos^{II} Rômulo Jordão Neves Aroucha^I

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar os benefícios e o melhor nível de inclusão de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC) na dieta sobre a morfologia intestinal de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) durante a fase de produção. 400 codornas japonesas (42 a 154 dias de idade) foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e 10 repetições com oito aves cada. Foram utilizadas cinco dietas com diferentes níveis de parede celular de *S. cerevisiae* (0, 0,5, 1,0; 1,5; 2,0kg t^{-1}). A dieta foi fornecida ad libitum durante todo o período experimental. As variáveis analisadas foram: altura e largura das vilosidades, relação altura/largura das vilosidades e profundidade da cripta intestinal. Altura, largura e proporção altura/largura das vilosidades intestinais foram influenciados pela inclusão de PCSC na dieta, enquanto que a profundidade das criptas não foi influenciada pela adição de PCSC. A inclusão de parede celular de *S. cerevisiae* na dieta até 1,7kg t^{-1} trouxe alterações positivas na morfologia do epitélio intestinal de codornas japonesas (*C. c. japonica*) na fase de produção.

Palavras-chave: *Coturnix coturnix japonica*, prebiótico, vilosidades intestinais.

ABSTRACT

Objective of this research was to evaluate the benefits and the best level of cell wall of *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC) added on the diet, on intestinal morphology of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*), during the production phase. 400 Japanese quails (42 to 154 days of age), were distributed in a complete random design, with five treatments and 10 replicates with 8 birds each. It was used five diets with different levels of cell wall of *S. cerevisiae* (0; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0kg t^{-1}). Diet was fed ad libitum during all the experimental period. The variables were: height and width of the villus, width / height ratio of the villi and depth of the intestinal crypt. Height, width and height and width

ratio of the intestinal villi were influenced by the inclusion of PCSC in the diet, while the crypt depth was not influenced by the addition of PCSC. The inclusion of the cell wall of *S. cerevisiae* in the diet up to 1.7kg t^{-1} brought positive changes in the morphology of the intestinal epithelium of Japanese quail (*C. c. japonica*) in the production phase.

Key words: *Coturnix coturnix japonica*, intestinal villi, prebiotic.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a coturnicultura tem apresentado desenvolvimento bastante acentuado, adequando-se às novas tecnologias de produção, nas quais a atividade tida como de subsistência, passou a ocupar um cenário de atividade altamente tecnicizada, com resultados promissores aos investidores (PASTORE et al., 2012).

No Brasil, a produção de ovos de codorna tem apresentado crescimento intensivo ao longo dos anos. Segundo dados do IBGE, o efetivo de codornas em 2010 foi de 12.992.269 aves e a produção de ovos foi equivalente a 232,398 milhões de dúzias, apresentando aumento de 45% com relação ao registrado em 2008 (IBGE, 2010).

Há fatores motivantes na criação de codorna, como rápido crescimento, precocidade na maturidade sexual (35 a 42 dias), alta produtividade (média de 300 ovos/ano), pequenos espaços para grandes populações, grande longevidade em alta produção (14 a 18 meses), baixo investimento

^IDepartamento de Produção Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil. E-mail: marijorgelemos@hotmail.com. *Autor para correspondência.

^{II}Área de Histologia e Embriologia, Departamento de Biologia Animal, UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil.

e, conseqüentemente, rápido retorno financeiro (PASTORE et al., 2012). Isso fez com que houvesse grande investimento em seleção, qualidade e nutrição, fatores que fazem com que a exploração comercial de codornas mantenha-se em expansão.

A produção avícola com alta produtividade a baixo custo é quase impossível sem a utilização de aditivos alimentares (OTUTUMI et al., 2008), dessa forma, buscaram-se cada vez mais estratégias alternativas para melhorar o desempenho das aves, como, por exemplo, a utilização de prebióticos.

Os prebióticos são oligossacarídeos não-digestíveis que chegam intactos ao trato gastrointestinal inferior, onde são fermentados, resultando na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Eles constituem fontes de energia para as bactérias e células intestinais, estimulando seletivamente o crescimento e/ou atividade de bactérias benéficas no intestino, como os *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, que beneficiam o hospedeiro (SOLIS de LOS SANTOS et al., 2005).

Os efeitos resultantes do uso de prebióticos são evidenciados pelo crescimento das populações microbianas benéficas, melhoria das condições luminais, aumento do valor osmótico e das características anatômicas do trato gastrointestinal, promovendo o aumento da superfície de absorção da mucosa intestinal e ação melhoradora sobre o sistema imune (SILVA & NORBERG, 2003).

Um prebiótico que tem sido muito estudado e utilizado é a parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*, a qual é considerada um aditivo zootécnico equilibrador da microbiota intestinal (COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2009). Essa parede é rica em um oligossacarídeo que possui cadeia complexa de alfa-manose e beta-glucose, conferindo resistência à degradação por enzimas (KOGAN & KOCHER, 2007), chamado de mananoligossacarídeo (MOS).

Diversas pesquisas sobre o uso de prebióticos foram desenvolvidas com frangos de corte e galinhas poedeiras. No entanto, são escassos na literatura dados a respeito de seu uso com codornas e a extrapolação dos resultados obtidos com outras categorias de aves para essa espécie pode não resultar em índices zootécnicos satisfatórios. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os benefícios da adição da parede celular de *S. cerevisiae* e seu melhor nível de inclusão na dieta sobre a morfologia intestinal de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no galpão experimental do Setor de Avicultura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), com uma duração de 112 dias, divididos em cinco períodos experimentais de 21 dias cada. Foram utilizadas 400 codornas japonesas (*C. c. japonica*) com 42 dias de idade, criadas até 22 semanas de idade. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e 10 repetições de oito aves cada.

Os tratamentos adotados foram os seguintes: Controle – dieta referência (DR) sem inclusão de parede celular de *S. cerevisiae*; PCSc0.5 – DR+0,5kg t⁻¹ de parede celular de *S. cerevisiae*; PCSc1 – DR+1,0kg t⁻¹ de parede celular de *S. cerevisiae*; PCSc1.5 – DR+1,5kg t⁻¹ de parede celular de *S. cerevisiae*; PCSc2 – DR+2,0kg t⁻¹ de parede celular de *S. cerevisiae*. As dietas foram formuladas (Tabela 1) de forma a atender as exigências nutricionais de codornas japonesas na fase de produção, de acordo com ROSTAGNO et al. (2011).

As aves foram criadas em um galpão fechado de alvenaria com dimensões 11mx6m, alojadas em duas fileiras de cinco baterias de aço galvanizado de cinco andares com gaiolas de 100cm de frente x 33cm de profundidade x 15cm de altura (subdivididas em três repartições iguais de 33,33cm). Cada gaiola era composta de um comedouro tipo calha, bebedouro do tipo *niple*, coletor de ovos e bandeja para as excretas. Água e ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

As aves foram pesadas no primeiro dia do experimento e alojadas em baterias experimentais de forma inteiramente casualizada. O período de adaptação das aves às rações experimentais foi de sete dias e, quando completaram 49 dias de idade, iniciou-se a coleta de dados. O programa de luz utilizado possuía um fornecimento inicial de 14 horas de luz diária e aumentos semanais de 30 minutos, até que se atingisse 17 horas de luz diária, permanecendo nessa quantidade até o término do período experimental.

A análise da morfologia intestinal foi feita quando as codornas completaram 14 semanas e meia de idade, quando uma ave de cada repetição foi sacrificada por deslocamento cervical (10 aves/tratamento) para avaliação dos parâmetros morfométricos, segundo método descrito por PELICANO et al. (2005). As variáveis avaliadas foram: altura e largura de vilosidades intestinais, proporção largura/altura das vilosidades e profundidade da cripta intestinal.

Tabela 1 - Composição percentual e calculada das rações experimentais para codornas japonesas em produção.

Ingredientes (%)	Tratamentos				
	Controle	PCSc0.5	PCSc1	PCSc1.5	PCSc2
Milho (8,55% PB)	55,952	55,952	55,952	55,952	55,952
Farelo de Soja (45,96% PB)	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60
Óleo de soja	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Sal comum	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Calcário calcítico	7,036	7,036	7,036	7,036	7,036
Fosfato bicálcico	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
DL-Metionina (99%)	0,346	0,346	0,346	0,346	0,346
L-Lisina HCL (78%)	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166
Cloreto de colina	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
Antioxidante BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
PCSc ³	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20
Caulim	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
----- Composição Nutricional Calculada -----					
Energia metabolizável (Mcal kg ⁻¹)	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Proteína bruta (PB%)	20,459	20,459	20,459	20,459	20,459
Cálcio (Ca%)	3,072	3,072	3,072	3,072	3,072
Fósforo disponível (P disp.%)	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292
Cloro (%)	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243
Lisina digestível (%)	1,092	1,092	1,092	1,092	1,092
Lisina total (%)	1,204	1,204	1,204	1,204	1,204
Metionina + Cistina digestível (%)	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897
Metionina + Cistina total (%)	0,976	0,976	0,976	0,976	0,976
Metionina digestível (%)	0,627	0,627	0,627	0,627	0,627
Metionina total (%)	0,656	0,656	0,656	0,656	0,656
Potássio (%)	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Treonina digestível (%)	0,681	0,681	0,681	0,681	0,681
Treonina total (%)	0,783	0,783	0,783	0,783	0,783
Triptofano digestível (%)	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227
Triptofano total (%)	0,252	0,252	0,252	0,252	0,252

Composição por kg do produto^{1,2}:

¹Mistura vitamínica: Vit. A – 12.000.000UI; Vit. D₃ – 3.600.000I; Vit. E – 3.500UI; Vit. B₁ - 2.500mg; Vit. B₂ – 8.000mg; Vit. B₆ – 5.000mg; ácido pantotênico – 12.000mg; biotina – 200mg; Vit. K – 3.000mg; ácido fólico – 1.500mg; ácido nicotínico – 40.000mg; Vit. B₁₂ – 22.000mg; Se – 150mg; veículo q.s.p. – 1.000g.

²Mistura mineral: Mn – 160g; Fe – 100g; Zn – 100g; Cu – 20g; Co – 2g; I – 2g; veículo q.s.p. – 1.000g.

³PCSc - parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.

Após o sacrifício, o intestino delgado de cada ave foi coletado para retirada de amostras de aproximadamente 2,0cm da porção mediana de seus segmentos (duodeno, jejuno e íleo). Após a coleta, os fragmentos do intestino delgado foram fixados por 8 horas em líquido de Bouin (DI FIORI, 1975) e posteriormente colocados em álcool 70%. Estes materiais foram encaminhados para o Laboratório de Histologia e Embriologia da UFRRJ, onde foram processados pela técnica histológica de rotina, que

inclui: desidratação (em uma série crescente de etanol - 70°GL a 100°GL), diafanização em xilol, impregnação e inclusão em parafina para obtenção de cortes histológicos de 5µm de espessura. O protocolo histológico de coloração pela técnica de Hematoxilina-Eosina (HE) foi aplicado aos cortes obtidos, para o exame da arquitetura do intestino delgado pela microscopia de luz.

Todos os cortes histológicos foram analisados por imagens digitalizadas, obtidas em

aumento de 100 vezes com auxílio de um microscópio Olympus BX 41, acoplado à câmera digital Nikon Coolpix 4300. As medidas foram realizadas pelo software *Image J* após a conversão das imagens digitalizadas para o formato .tiff.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o Programa BioEstat®. Posteriormente, os efeitos dos níveis de prebiótico foram estimados por meio de análise das variáveis pelos modelos de regressão linear e quadrática, conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à morfologia intestinal obtidos para os diferentes níveis de inclusão da parede celular de *S. cerevisiae* (PCSc) nas rações das codornas japonesas estão apresentados na tabela 2.

A altura das vilosidades intestinais das codornas japonesas aumentou com a inclusão de PCSc na ração (Tabela 2). Foi observado efeito quadrático para os valores de altura de vilosidades em todos os segmentos do intestino delgado, duodeno (Figura 1), jejuno e íleo ($\hat{Y} = -123,863x^2 + 394,8937x + 147,6806$, $R^2 = 0,9806$; $\hat{Y} = -83,4171x^2 + 273,4503x + 142,3554$,

$R^2 = 0,9769$; $\hat{Y} = -79,7527x^2 + 271,6594x + 122,5011$, $R^2 = 0,9657$; respectivamente).

Os níveis de PCSc incorporados às rações que resultariam em alturas máximas das vilosidades intestinais (462,242µm no duodeno; 366,455µm no jejuno e 353,837µm no íleo) foram 1,62kg t⁻¹, 1,63kg t⁻¹ e 1,70kg t⁻¹, respectivamente (Tabela 2).

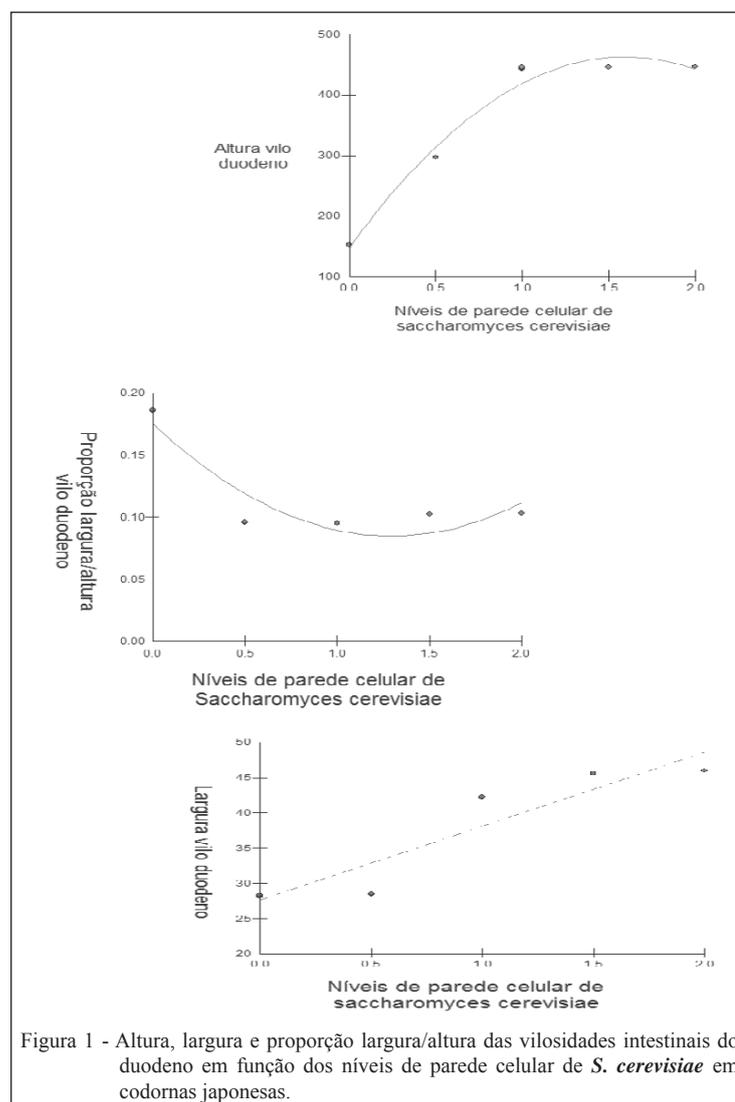
Aves que possuem vilosidades maiores e mais largas poderão ter uma melhor absorção de nutrientes (MACARI et al., 2002). O MOS presente na PCSc reduz a presença de patógenos no intestino e aumenta a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) após sua fermentação. Estes ácidos estão associados à proliferação celular no epitélio intestinal, aumentando a altura e o perímetro dos vilos e também a área de absorção (OLIVEIRA et al., 2008).

Ao se incluir níveis mais altos de PCSc, ocorreu diminuição da altura das vilosidades (Tabela 2; Figura 1). De acordo com COSTA et al. (2008), uma alta quantidade de oligossacarídeos na dieta de codornas pode estimular ainda mais o trânsito intestinal, diminuindo assim a digestibilidade dos nutrientes. Essa diminuição pode levar a um menor estímulo nos processos mitóticos causados pelos agentes tróficos, que têm como função estimular o desenvolvimento da mucosa intestinal, como os aminoácidos, na região cripta-vilo, o que pode gerar

Tabela 2 - Altura, largura e proporção largura/altura das vilosidades intestinais e profundidade das criptas intestinais dos diferentes segmentos intestinais de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de parede celular de *S. cerevisiae*.

Parâmetros	Tratamentos							
	Controle	PCSc0.5	PCSc1	PCSc1.5	PCSc2	R	P	CV %
----- Altura Vilos (µm) -----								
Duodeno	152,90	297,73	443,30	445,44	432,74	Q	1,62	8,65
Jejuno	147,53	240,43	350,22	355,45	349,62	Q	1,63	6,32
Íleo	131,16	213,75	339,28	347,22	342,04	Q	1,70	7,54
----- Largura Vilos (µm) -----								
Duodeno	28,19	27,28	42,17	45,57	43,29	L	-	9,76
Jejuno	27,61	26,03	42,09	45,18	44,19	L	-	8,91
Íleo	26,68	26,02	42,02	45,29	44,03	L	-	10,5
----- Proporção Larg./Alt. (µm) -----								
Duodeno	0,184	0,092	0,095	0,102	0,100	Q	1,29	8,77
Jejuno	0,187	0,108	0,123	0,1288	0,126	Q	1,29	6,82
Íleo	0,203	0,122	0,124	0,130	0,129	Q	1,28	7,25
----- Profundidade cripta (µm) -----								
Duodeno	46,66	43,07	43,26	43,04	43,36	Ns	-	6,43
Jejuno	46,45	44,49	44,04	43,15	44,90	Ns	-	7,15
Íleo	44,35	41,02	40,93	40,55	41,62	Ns	-	6,39

Q – efeito quadrático (P<0,05); L – efeito linear (P<0,05); ns - não significativo para análise de regressão (P>0,05); PCSc – parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*; R - Regressão; P - ponto de máxima e de mínima calculado; CV – coeficiente de variação.



como consequência diminuição no tamanho das vilosidades intestinais (FURLAN et al., 2004).

A largura das vilosidades intestinais de codornas japonesas aumentou em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) em resposta à inclusão de PCSc na ração (Tabela 2). Em relação aos resultados da análise de regressão para largura de vilosidade, observou-se comportamento expresso por uma função linear ($\hat{Y}=10,4972x+27,5864$, $R^2=0,8444$; $\hat{Y}=10,8312x+26,4976$, $R^2=0,7828$; $\hat{Y}=11,253x+25,9013$, $R^2=0,835$) no duodeno (Figura 1), jejuno e íleo, respectivamente, mostrando que, à medida que houve acréscimo de PCSc na dieta das codornas, a largura dos vilos foi aumentando linearmente ($P<0,05$). De acordo com MACARI (1999), o tamanho das vilosidades, em cada segmento

do intestino delgado, confere a eles características próprias, sendo que, na presença de nutrientes, a capacidade absorptiva do segmento será diretamente proporcional ao tamanho dos vilos.

Os resultados encontrados na presente pesquisa corroboram os verificados por GHOSH et al. (2007), que relataram aumento na altura das vilosidades intestinais do duodeno, jejuno e íleo de codornas japonesas após inclusão de mananoligossacarídeos e ácidos orgânicos na ração; e por IBRAHIM (2011) que, ao testar níveis variando de 0,5 a 2,0 ml L⁻¹ de MOS + β -glucano na dieta de codornas japonesas, observaram aumento na altura e largura das vilosidades intestinais, quando comparados com tratamento controle (sem inclusão de MOS + β -glucano). Em relação a outras espécies

de aves, resultados semelhante ao observado na presente pesquisa foram observados por IJI et al. (2001) e MARKOVIC et al. (2009), que, pesquisando a inclusão de MOS na dieta de frangos de corte, observaram aumento significativo ($P < 0,05$) da altura e largura das vilosidades intestinais. Por outro lado, NUNES et al. (2009) não observaram efeito positivo do prebiótico MOS sobre a altura das vilosidades intestinais nos três segmentos intestinais (duodeno, jejuno e íleo) de frangos de corte.

A proporção largura/altura das vilosidades intestinais diminuiu em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) após a inclusão de PCSc (Tabela 2). Segundo KISIELINSKI et al. (2002), quanto menor a proporção largura/altura das vilosidades intestinais maior o aumento na área de absorção de nutrientes. Foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) na proporção largura/altura de vilosidades intestinais, ($\hat{Y} = 0,054x^2 - 0,1398x + 0,1752$, $R^2 = 0,8235$; $\hat{Y} = 0,0542x^2 - 0,1404x + 0,2011$, $R^2 = 0,8354$; $\hat{Y} = 0,0476x^2 - 0,1217x + 0,1933$, $R^2 = 0,8269$) no duodeno (Figura 1), jejuno e íleo, respectivamente onde se pode constatar um decréscimo da proporção largura/altura em todos os segmentos do intestino delgado.

Os níveis de PCSc incorporados às rações que resultariam em proporções largura/altura mínimas das vilosidades intestinais (0,085 μ m no duodeno; 0,1102 μ m no jejuno e 0,1155 μ m no íleo) foram 1,29kg t⁻¹; 1,29kg t⁻¹ e 1,28kg t⁻¹, respectivamente (Tabela 2).

Não foram observadas alterações na profundidade das criptas intestinais nos segmentos do intestino delgado com a inclusão de PCSc. Os valores médios de profundidade de cripta observados no presente estudo permitiram sua classificação em criptas rasas (Tabela 2). Alguns autores relatam que alterações na profundidade da cripta, como, por exemplo, o aumento de profundidade, pode indicar alta atividade proliferativa celular, que geralmente pode ocorrer como resposta do epitélio a alguma injúria da mucosa e visa a renovar perdas na altura dos vilos (FURLAN et al., 2004). Essa renovação, segundo MARKOVIC et al. (2009), requer energia e proteína, o que pode deprimir o crescimento e desenvolvimento de outros tecidos. Criptas rasas são então um bom indicador de um intestino delgado eficiente, que requer poucos nutrientes para renovação celular. Com uma renovação baixa, as células intestinais se tornam mais maduras e conseqüentemente a produção de enzimas digestivas e absorção de nutrientes se tornam mais eficientes (IBRAHIM, 2011).

Os resultados obtidos no presente estudo são similares aos encontrados por IJI et al. (2001),

que não observaram efeito de diferentes níveis de suplementação de MOS (0,1%; 0,3%; 0,5%) sobre a profundidade de cripta no jejuno e íleo de frangos de corte. Outros autores, como MARKOVIC et al. (2009), observaram diminuição na profundidade de cripta em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) de frangos suplementados com Bio-Mos. NUNES et al. (2009), trabalhando com frangos de corte, não observaram efeito significativo ($P > 0,05$) da inclusão de prebiótico sobre as características morfológicas nos três segmentos do intestino delgado.

CONCLUSÃO

A inclusão de parede celular de *S. cerevisiae* na dieta até 1,7kg t⁻¹ melhorou a integridade intestinal de codornas japonesas (*C. c. japonica*) na fase de produção.

AGRADECIMENTOS

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudos.

À Ilza Lucas Coelho Meirelles, pela assistência técnica, e Nathália das Neves Cardoso e Enely Maris da Silveira Firmiano, pela ajuda no processamento histológico.

COMITÊ DE ÉTICA

Protocolo n.283/2012.

REFERÊNCIAS

- COMPENDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Sumário:** guia de aditivos. São Paulo, 2009. 13f.
- COSTA, F.G.P. et al. The use of prebiotic and organic minerals in rations for japonese laying quail. **International Journal of Poultry Science**, v.7, n.4, p.339-343, 2008. Disponível em: <<http://www.pjbs.org/ijps/fin1099.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2012. doi: ISSN 1682-8356.
- DI FIORI, M.S.H. **Diagnóstico histológico**. 7ed. Buenos Aires: Libreria El Ateneo, 1975. p.591-592. Tomo I.
- FURLAN, R.L. et al. Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE INCUBAÇÃO, MATRIZES DE CORTE E NUTRIÇÃO, 5., 2004, Balneário Camboriú, Santa Catarina. **Anais...** Balneário Camboriú, 2004, p.6-28.
- GOSH, H.K. et al. Effect of dietary supplementation of organic acid and mannanoligosaccharide on the performance and gut health of japonese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Asian Journal of Poultry Science**, v.1, n.1, p.1-7, 2007. Disponível em: <<http://scialert.net/abstract/?doi=ajpsaj.2007.1.7>>. Acesso em 15 dez. 2011. doi: 10.3923/ajpsaj.2007.1.7.
- IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 mar. 2012.

- IBRAHIM, Z.A. Modulation of immunity and some biological functions of japonese quail by mannan oligosaccharide and B-glucan administration. **Egypt Poultry Science**, v.31, p.867-882, 2011. Disponível em: <<http://www.epsaegypt.com/journal-magazine/#?yinst=2011>>. Acesso em 12 dez. 2011.
- IJI, P.A. et al. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannanoligosaccharide. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.81, n.12, p.1181-1192, 2001. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.925/abstract>>. Acesso em 20 dez. 2011. doi: 10.1002/jsfa.925.
- KISIELINSKI, K. et al. Simple new method to calculate small intestine absorptive surface in the rat. **Clinical and Experimental Medicine**, v.2, p.131-135, 2002. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12447610>>. Acesso em 18 nov. 2011. doi: 12447610.
- KOGAN, G.; KOCHER, A. Role of yeast cell wall polysaccharides in pig nutrition and health protection. **Livestock Science**, v.109, p.161-165, 2007. Disponível em: <<http://www.prairieswine.com/pdf/34572.pdf>>. Acesso em 18 nov. 2011. doi: 10.1016/j.livsci.2007.01.134.
- MACARI, M. A fisiologia do sistema digestivo das aves (I). **Aves e ovos**, v.15, n.8/9, p.12-20, 1999.
- MACARI, M. et al. **Ingestão de alimentos**: mecanismos regulatórios. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: Funep/UNESP, 2002. p.187-192.
- MARKOVIC, R. et al. Effect of different growth promoters on broiler performance and gut morphology. **Archivos de Medicina Veterinária**, v.41, p.163-169, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.cl/pdf/amv/v41n2/art10.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2012. doi: 10.4067/S0301-732X2009000200010.
- NUNES, A.D. et al. Desempenho e morfologia intestinal de frangos de corte alimentados com rações contendo aditivos alternativos a antimicrobianos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.46, n.6, p.500-506, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.cl/pdf/amv/v41n2/art10.pdf>> Acesso em 15 jan. 2012. doi: bdpi2129.
- OLIVEIRA, M.C. et al. Qualidade de ovos de codornas alimentadas com dietas que contém mananoligosacarídeos e níveis reduzidos de cálcio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.30, n.3, p.277-281, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/512/512>>. Acesso em 22 fev. 2012. doi: 10.4025/actascianimsci.v30i3.512.
- OTUTUMI, L.K. et al. Utilização de probiótico em rações com diferentes níveis de proteína sobre o comprimento e a morfometria do intestino delgado de codornas de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.30, n.3, p.283-289, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/804/804>>. Acesso em 15 jan. 2012. doi: 10.4025/actascianimsci.v30i3.804.
- PASTORE, S.M. et al. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista eletrônica Nutritime**, v.9, n.6, p.2041-2049, 2012. Disponível em <<http://www.nutritime.com.br>>. Acesso em 14 maio, 2012.
- PELICANO, E.R.L. et al. Intestinal mucosa desenvolvimento in broiler chickens fed natural growth promoters. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, n.4, p.221-229, 2005. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/804/804>>. Acesso em 15 jan. 2012. doi: S1516-635X2005000400005.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2011. 252p.
- SILVA, L.P.; NORBERG, J.L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.983-990, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782003000500029>>. Acesso em 15 jan. 2012. doi: S0103-84782003000500029.
- SOLIS de LOS SANTOS, F. et al. Effect of prebiotic on gut development and ascites incidence of broilers reared in a hypoxic environment. **Poultry Science**, v.84, p.1092-1100, 2005. Disponível em: <<http://ps.fass.org/content/84/7/1092.full.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2012. doi: 8471092.