

Morfometria intestinal em codornas de corte alimentadas com treonina digestível

[*Intestinal morphometry in meat quails fed with digestible threonine*]

J.S. Reis, N.J.L. Dionello, A.P. Nunes, D.C.N. Lopes, A.G. Gotuzzo, D.U. Tyska, F. Rutz

Programa de pós-graduação – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas – Pelotas, RS

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a morfometria intestinal por meio da inclusão de níveis de treonina digestível na dieta de codornas para corte em crescimento. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial: quatro níveis nutricionais e três segmentos do intestino com dez repetições. Foram coletadas amostras dos três segmentos do intestino delgado. As variáveis estudadas foram área e altura das vilosidades intestinais, profundidade de cripta e relação vilo e cripta. No estudo da altura da vilosidade, foi obtida interação significativa para todas as idades estudadas. A profundidade da cripta em codornas de corte aos 21 dias de idade mostrou-se significativa para as variáveis inclusão de treonina na dieta e para a porção do intestino estudada. Na profundidade da cripta aos 42 dias, ficou evidenciada uma interação significativa entre níveis de inclusão de treonina na dieta e porção do intestino delgado. No estudo da relação altura de vilosidade e profundidade de cripta em codornas aos 21 dias de idade, foram encontrados resultados significativos para a interação tratamento e porção do intestino. Aos 21 e aos 42 dias de idade, a suplementação de 1,04 e 0,78%, respectivamente, de treonina digestível na dieta promove melhores resultados para morfometria intestinal.

Palavras-chave: aves, histologia, intestino, nutrição

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate intestinal morphology data by including different levels of threonine in the diet of meat quails in the growing phase. The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement: four nutritional levels and three intestinal segments with ten repetitions. Samples were collected to obtain morphometry data (villi and crypt) of the three segments of the small intestine (duodenum, jejunum, and ileum). In the study of the intestinal villus height a highly significant interaction was obtained for all ages studied. A crypt depth was evidenced at 42 days with a significant interaction between levels of inclusion of threonine in the diet and small intestine. In the study of the relationship villus height and depth crypt quails at 21 days of age, the results were significant for the interaction treatment (T) and part of the intestine. At 21 and 42 days of age, supplementation of 1.04 and 0.78% respectively of threonine in the diet promotes better outcomes for intestinal morphology.

Keywords: birds, histology, intestine, nutrition

INTRODUÇÃO

A formulação de rações com metionina, lisina e treonina industriais permite reduzir a proteína bruta da dieta e contribui, em consequência, para a redução da excreção de ácido úrico, evitando, assim, a excreção de nitrogênio no ambiente (Berres, 2006).

Na criação de codornas, os estudos em nutrição tornaram-se ainda mais relevantes, pois é

justamente sobre o fator alimentação que recai a maior parcela do ônus de produção. Esses estudos são direcionados, em grande parte, aos alimentos proteicos da ração, sendo uma das alternativas para a redução dos custos a incorporação de aminoácidos sintéticos às rações, o que permite a formulação de dietas com teores de proteína bruta inferiores àqueles recomendados nas tabelas de exigências nutricionais (Silva *et al.*, 1997).

Recebido em 28 de setembro de 2015

Aceito em 8 de janeiro de 2016

E-mail: janainareis@gmail.com

O intestino está frequentemente exposto à invasão de microrganismos que podem ser introduzidos pela ingestão do alimento, água ou contaminante ambiental, podendo ocorrer a perda da integridade intestinal, já que o intestino é um sistema aberto em suas extremidades, revestido por células epiteliais especializadas (Macari *et al.*, 2002).

A máxima capacidade de digestão e absorção ocorre quando o animal apresenta uma grande área luminal, com altas vilosidades e enterócitos maduros, sendo fundamental para o seu desenvolvimento (Cera *et al.*, 1988). Os processos de absorção são totalmente dependentes dos mecanismos que ocorrem na mucosa intestinal.

A treonina está presente no epitélio gastrointestinal (células da mucosa, muco e enzimas digestivas), atuando diretamente na integridade e no desenvolvimento do intestino, e também está envolvida na resposta imune, pois faz parte das moléculas de determinadas globulinas do sistema imunitário (imunoglobulinas) (Wu, 1998; Ojano-Dirain e Waldroup, 2002).

Este estudo teve como objetivo avaliar os dados de morfometria intestinal por meio da inclusão de níveis de treonina digestível na dieta de codornas de corte nas fases inicial (sete a 21 dias) e de crescimento (22 a 42 dias).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho está registrado no CEEA (Conselho de Ética e Experimentação Animal), sob o número 9198.

O estudo de campo foi conduzido no Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Prof. Dr. Renato Rodrigues Peixoto, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, localizado no *Campus* Universitário, no município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil, no paralelo 31°45'48''Sul e no meridiano 52°29'02'' Oeste de Greenwich.

As análises histológicas foram realizadas no Laboratório de Histologia, pertencente ao Instituto de Biologia da Universidade Federal de

Pelotas. O período experimental para a fase inicial foi realizado de julho a outubro de 2012; já para a fase de crescimento, o período compreendido foi de janeiro a abril de 2013. O período experimental compreendeu todas as etapas, desde o experimento de campo até a leitura das lâminas histológicas.

As aves foram alojadas em baterias experimentais (2x1m), sendo, na fase inicial, utilizadas 400 codornas e, na fase de crescimento, 200 codornas.

Foram usados 40 boxes em ambas as fases. As aves tiveram livre acesso à água e arraçoamento diário. Os comedouros eram tipo calha, e os bebedouros tipo *nipple*. A temperatura foi monitorada com auxílio de um termômetro, visando ao bem-estar das aves.

O fotoperíodo a que as aves foram submetidas foi de 16 horas de luz e oito horas de escuro.

Na fase inicial, foram utilizadas 100 codornas por tratamento, totalizando 400 codornas de ambos os sexos, da linhagem em desenvolvimento no Departamento de Zootecnia da UFPel, e, na fase de crescimento, foram utilizadas 50 codornas por tratamento, totalizando 200 codornas sexadas.

Antes de iniciar o experimento, as aves foram pesadas individualmente e distribuídas ao acaso nas baterias experimentais.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e 10 repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por uma divisória (correspondendo a ¼ do andar da bateria) com 10 codornas na fase inicial e cinco codornas na fase de crescimento.

Os níveis recomendados foram baseados em Silva *et al.* (2009), sendo, para a fase inicial, o valor recomendado de 1,04% e, para a fase de crescimento, o valor recomendado de 0,78% de inclusão de treonina digestível na dieta. Para o presente estudo, foram usados um valor acima do recomendado e dois valores abaixo do recomendado. Utilizaram-se quatro níveis de treonina digestível na dieta. As dietas experimentais estão apresentadas nas Tab.1 e 2.

Morfometria intestinal...

Tabela 1. Dieta experimental para codornas na fase inicial (sete a 21 dias)

Fase inicial				
Nível de treonina digestível, %	0,98	1,04	1,10	1,16
Ingrediente	Quantidade			
Milho	48,000	48,000	48,000	48,000
Soja farelo 45%	45,000	45,000	45,000	45,000
Núcleo	3,000	3,000	3,000	3,000
Óleo de soja	2,000	2,000	2,000	2,000
Amido	0,6881	0,6210	0,5551	0,4880
Fosfato bicálcico	0,260	0,260	0,260	0,260
Sal comum	0,3150	0,3150	0,3150	0,3150
L-lisina HCL	0,1800	0,1800	0,1800	0,1800
DL-metionina	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
L-treonina	0,1569	0,2240	0,2899	0,3570
Total	100	100	100	100
Proteína bruta, %	25	25	25	25
Energia metabolizável, %	2,90	2,90	2,90	2,90
Lisina digestível, %	1,37	1,37	1,37	1,37
Metionina + cistina digestível, %	1,05	1,05	1,05	1,05
Triptofano digestível, %	0,29	0,29	0,29	0,29
Cálcio, %	0,94	0,94	0,94	0,94
Fósforo disponível, %	0,38	0,38	0,38	0,38

Núcleo para codornas inicial/crescimento. Enriquecimento por kg de núcleo, uso 30kg/ton/ração. Energia metabólica: 155,287kcal; proteína bruta: 2,062%; cálcio: 24,18%; aminoácidos totais: 2,7126%; lisina total: 0,34%; colina total: 3900mg; vitaminas: A -167.000UI, D₃ - 40.000UI, E - 1670mg, K - 83,40mg, B₁ - 100mg, B₂ - 160mg, B₆ - 160mg, ácido pantotênico - 1334mg, niacina - 1600mg, ácido fólico - 27mg, biotina - 6670mcg. Microminerais (mg/kg): manganês: 2670; zinco: 2670; ferro: 2340; cobre: 270, iodo: 20; selênio:17. Antioxidante: BHT (butil-hidroxitolueno). Salinomicina.

Tabela 2. Dieta experimental para codornas na fase de crescimento (22 a 42 dias)

Fase crescimento				
Nível de treonina digestível, %	0,72	0,78	0,84	0,90
Ingrediente	Quantidade			
Milho	57,500	57,500	57,500	57,500
Soja farelo 45%	36,000	36,000	36,000	36,000
Núcleo	3,000	3,000	3,000	3,000
Óleo de soja	2,700	2,700	2,700	2,700
Amido	0,3040	0,2390	0,1740	0,1070
Sal comum	0,2860	0,2860	0,2860	
DL-metionina	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100
L-treonina	0	0,0650	0,1300	0,1970
Total	100	100	100	100
Proteína bruta, %	22	22	22	22
Energia metabolizável (kcal)	3,05	3,05	3,05	3,05
Lisina digestível, %	1,02	1,02	1,02	1,02
Metionina + cistina digestível, %	0,80	0,80	0,80	0,80
Triptofano digestível, %	0,24	0,24	0,24	0,24
Cálcio, %	0,84	0,84	0,84	0,84
Fósforo disponível, %	0,32	0,32	0,32	0,32

Núcleo para codornas inicial/crescimento. Enriquecimento por kg de núcleo, uso 30kg/ton/ração. Energia metabólica: 155,287kcal; proteína bruta: 2,062%; cálcio: 24,18%; aminoácidos totais: 2,7126%; lisina total: 0,34%; colina total: 3900mg; vitaminas: A - 167.000UI, D₃ - 40.000UI, E - 1670mg, K - 83,40mg, B₁ - 100mg, B₂ - 160mg, B₆ - 160mg, ácido pantotênico - 1334mg, niacina - 1600mg, ácido fólico - 27mg, biotina - 6670mcg. Microminerais (mg/kg): manganês: 2670; zinco: 2670; ferro: 2340; cobre: 270, iodo: 20; selênio: 17. Antioxidante: BHT (butil-hidroxitolueno). Salinomicina.

Foram analisadas 10 codornas por tratamento, totalizando 40 animais. Realizaram-se três repetições por amostra, obtendo-se um total de 120 amostras em ambas as fases. Cada fragmento do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) coletado foi mantido em solução de formol tamponado a 10% para sua fixação por 48 horas. Após a fixação, as peças foram desidratadas em bateria de álcool etílico em concentrações crescentes (70, 80, 90 e absoluto), seguida de diafanização com xilol e inclusão em parafina. Após a microtomia, foram obtidos cinco cortes transversais e semisseriados de 5 μ m de espessura. Os cortes foram corados com HE (hematoxilina e eosina) e PAS (ácido periódico de Shif), e ao final os espécimes foram montados entre lâmina e lamínula com resina Entellan® (Merk). A análise histológica foi realizada em microscopia óptica, utilizando microscópio marca Nikon Eclipse E200, por meio do programa Image Pro-Plus 4.5 (IPP4.5).

Foram coletados dados de morfometria das vilosidades das três porções do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo), para a coleta da área do vilo, altura do vilo, profundidade da cripta e relação vilo e cripta. Realizaram-se 10 medições por amostra, por meio do programa Image Pro Plus 4.5.

Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial: quatro níveis nutricionais x três segmentos do intestino (4x3), com cinco repetições. As análises para observação dos efeitos significativos de tratamento, segmentos do intestino e da interação tratamento e segmento do intestino, foram realizadas por meio do “proc mixed” do SAS (2008). Quando da ocorrência da interação significativa, as médias ajustadas foram regredidas para cada segmento, obtendo-se os níveis máximo ou mínimo quando as regressões foram quadráticas. Quando as interações não foram significativas e o efeito do tratamento apresentou-se significativo, as regressões foram aplicadas para as médias ajustadas e obtidas para ambos os segmentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo da área das vilosidades intestinais mostrou interação ($P < 0,01$) entre a inclusão de treonina digestível na dieta e porção do intestino estudada em codornas de corte aos 21 dias de idade (Tab. 3). Foram obtidos ajustamentos quadráticos para o duodeno sendo obtido uma maior área das vilosidades desta porção intestinal com a inclusão de 1,13% de treonina digestível na dieta. Para o jejuno, foi obtido um nível máximo de 1,16%; e para o íleo obteve-se a função quadrática.

Tabela 3. Área das vilosidades intestinais em codornas de corte aos 21e aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

Níveis de treonina digestível (%) aos 21 dias					
Porção do intestino (μ m)	0.98	1.04	1.10	1.16	Nível Máx
Duodeno	129833	189594	200976	207763	1,13
Jejuno	35421	50143	55482	59444	1,16
Íleo	39223	41948	38977	38380	1,05
Efeitos					
Treonina (T)	**	**	**	**	
Porção do intestino (P) **		**	**	**	
TxP	**	**	**	**	
Níveis de treonina digestível (%) aos 42 dias					
Porção do intestino (μ m)	0.72	0.78	0.84	0.90	Nível Máx
Duodeno	182500	206104	228291	194113	0,82
Jejuno	74207	72881	75197	66498	0,78
Íleo	60414	70142	56393	46086	0,78
Efeitos					
Treonina (T)	**	**	**	**	
Porção do intestino (P) **		**	**	**	
TxP	**	**	**	**	

* $P < 0,05$.

Morfometria intestinal...

Na análise dos animais aos 42 dias (Tab. 3), maiores áreas de vilosidades no duodeno, jejuno e íleo foram observadas com os níveis máximo de 0,82; 0,78 e 0,78% de treonina respectivamente.

A inclusão de diferentes níveis de treonina digestível na dieta de codornas de corte mostrou ter efeito interativo ($P < 0,01$) com a altura da vilosidades intestinais, tanto aos 21 quanto aos 42 dias de idade (Tab. 4).

Os ajustamentos quadráticos obtidos mostraram um nível mínimo de 1,1% de inclusão de

treonina digestível na dieta para a altura de vilosidades duodenais nos animais aos 21 dias de idade, enquanto para o jejuno obteve-se o modelo linear crescente, e para o íleo foi obtido um modelo linear decrescente.

Para a idade de 42 dias (Tab. 4), os níveis mínimos obtidos foram 0,76 e 0,8% de inclusão de treonina na dieta para duodeno e jejuno, respectivamente, enquanto para o íleo foi obtido um modelo linear decrescente.

Tabela 4. Altura de vilosidade intestinal em codornas de corte aos 21 e aos 42 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de treonina digestível

Níveis de treonina digestível (%) aos 21 dias						
Porção do intestino (μm)	0,98	1,04	1,1	1,16	Nível Máx	Nível Mín
Duodeno	1094,16	996,44	927,77	969,88		1,1
Jejuno	523,42	535,92	573,24	571,21		
Íleo	536,63	497,37	454,63	435,47		
Efeitos						
Treonina (T)	**	**	**	**		
Porção do intestino (P)	**	**	**	**		
TXP	**	**	**	**		
Níveis de treonina digestível (%) aos 42 dias						
Porção do intestino (μm)	0,72	0,78	0,84	0,9	Nível Máx	Nível Mín
Duodeno	964,91	987	941,79	905,61		0,76
Jejuno	597,49	457,27	574,11	576,57		0,8
Íleo	460,61	468,69	431,8	435,43		
Efeitos						
Treonina (T)	*	*	*	*		
Porção do intestino (P)	**	**	**	**		
TXP	**	**	**	**		

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$.

O trato digestório possui uma flora microbiana em equilíbrio que atua como barreira defensiva, aderindo às paredes intestinais e impedindo, assim, a fixação dos patógenos, pois um desequilíbrio causado por estresse produtivo e mudanças nos padrões alimentares criam um ambiente favorável à fixação de microrganismos patogênicos que podem provocar modificações estruturais, como o encurtamento das vilosidades (Chiquieri *et al.*, 2007).

Em estudo de Ton (2010), foi evidenciado que o desenvolvimento da morfometria do intestino delgado de codornas de corte é significativamente dependente de pelo menos 1,13% de treonina digestível na dieta, resultando

em um aumento na superfície de absorção. Aos 35 dias de idade, foi evidenciado que a altura do vilão do íleo apresentou aumento linear ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de treonina na dieta (Ton, 2013); resultado que difere do presente estudo, no qual foi evidenciado modelo linear decrescente para o íleo em codornas de corte aos 42 dias de idade.

Em trabalho de Zaefarian *et al.* (2008), foi observado aumento linear na altura de vilão do íleo em função do aumento dos níveis de treonina digestível, dado que também é diferente do presente trabalho, no qual foi evidenciado modelo linear decrescente.

A profundidade da cripta intestinal em codornas de corte aos 21 dias não sofreu efeito de interação dos níveis de treonina digestível aplicados na dieta e a porção do intestino. (Tab. 5) Entretanto houve efeito dos níveis de treonina nesta variável, segundo os níveis de inclusão de treonina digestível na dieta para cada porção do intestino estudada ($P < 0,01$). Foram observadas as maiores profundidades de cripta intestinal no duodeno e íleo nos níveis de máxima inclusão de 1,03 e 1,06% respectivamente e para o jejuno um nível de

mínima inclusão de 1,1% de treonina digestível na dieta.

Já para a profundidade da cripta intestinal aos 42 dias foi observada interação ($P < 0,01$) entre níveis de inclusão de treonina digestível na dieta e porção do intestino delgado estudado, para duodeno e jejuno foram obtidos valores de mínima inclusão de 0,79 e 0,88% respectivamente e para o íleo um nível de máxima inclusão de 0,80% de treonina digestível na dieta (Tab. 5).

Tabela 5. Profundidade da cripta intestinal em codornas de corte aos 21 e aos 42 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de treonina digestível

Níveis de treonina digestível (%) aos 21 dias						
Porção do intestino (μm)	0,98	1,04	1,1	1,16	Nível Máx	Nível Mín
Duodeno	141,29	158,38	133,96	126,29	1,03	
Jejuno	143,88	132,42	124,07	131,25		1,10
Íleo	121,29	139,05	128,19	119,06	1,06	
Tratamento	135,47	143,27	128,71	125,53		
Efeitos						
Treonina (T)	**	**	**	**		
Porção do intestino (P)	**	**	**	**		

** $P < 0,01$.

Níveis de treonina digestível (%) aos 42 dias						
Porção do intestino (μm)	0,72	0,78	0,84	0,9	Nível Máx	Nível Mín
Duodeno	133,48	116,76	138,13	130,11		0,79
Jejuno	96,15	93,95	82,95	87,19		0,88
Íleo	36,23	69,77	36,42	39,576	0,80	
Efeitos						
Treonina (T)	NS	NS	NS	NS		
Porção do intestino (P)	**	**	**	**		
TxP	**	**	**	**		

Zaefarian *et al.* (2008) verificaram aumento linear na profundidade de cripta do duodeno, jejuno e íleo em função do aumento dos níveis de treonina digestível na dieta. Esse dado é diferente do presente estudo, já que, na fase inicial, não foi encontrado aumento linear, mas sim efeito

quadrático na profundidade de cripta nas diferentes partes do intestino delgado.

Em estudo de Ton (2010), para o período de 15 a 35 dias, a profundidade de cripta do íleo de codornas de corte não apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis

Morfometria intestinal...

de treonina digestível na dieta, dado que se diferencia do presente estudo, no qual foi apresentado efeito altamente significativo para o íleo ($P < 0,01$).

No presente estudo, foram encontrados valores de nível mínimo de inclusão de treonina digestível na dieta para uma menor profundidade de cripta de 0,79 e 0,88% para duodeno e jejuno, respectivamente. O maior valor de profundidade de cripta indica maior atividade de proliferação celular, garantindo adequada taxa de renovação do epitélio e, assim, compensando as perdas nas extremidades das vilosidades (Pluske *et al.*, 1997). Um aumento na profundidade da cripta na

mucosa intestinal pode indicar uma acelerada taxa de renovação dos vilos (Lopes *et al.*, 2011).

Em codornas aos 21 dias de idade foi observado comportamento quadrático sobre a relação vilo:cripta para duodeno e íleo e linear crescente sobre a relação vilosidade e profundidade de cripta para o jejuno (Tab. 6).

Já para o estudo da relação vilo:cripta aos 42 dias, foi observado efeito apenas para a porção do intestino (Tab. 7), tendo uma maior relação vilo:cripta no íleo. Nesta porção, foi observado comportamento quadrático sobre a porção do intestino, com o $R^2 = 1$.

Tabela 6. Relação altura de vilosidade x profundidade de cripta em codornas aos 21 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

	Níveis de treonina (%)				
	0,98	1,04	1,1	1,16	Nível MÍN
Porção do intestino (μm)					Nível MÁX
Duodeno	7,81	7,27	6,92	7,85	1,07
Jejuno	3,47	4,14	4,25	4,77	
Íleo	4,50	3,71	3,61	3,80	1,09
Efeitos					
Treonina (T)	*	*	*	*	
Porção do intestino (P)	**	**	**	**	
TXP	**	**	**	**	

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$

Tabela 7. Relação altura de vilosidade x profundidade de cripta em codornas aos 42 dias de idade, alimentadas com níveis de treonina digestível

Porção do intestino (μm)	Relação vilo:cripta
Duodeno	9,78
Jejuno	7,01
Íleo	13,96
Efeitos	
Treonina (T)	NS
Porção do intestino (P)	**
TXP	NS

** $P < 0,01$

Maior comprimento das vilosidades intestinais em relação à profundidade de cripta está correlacionado com a melhora na saúde intestinal, proporcionando melhor uniformidade e integridade da mucosa, além de proporcionar maior absorção de nutrientes, devido ao aumento

da superfície de absorção (Santin *et al.*, 2001; Baurhoo *et al.*, 2007).

No presente estudo, para morfometria intestinal, foram obtidos diferentes níveis de treonina, os quais mostraram efeito para as diferentes partes do intestino delgado, obtendo-se alguns melhores resultados para morfometria intestinal com o nível de inclusão de treonina digestível recomendado por Silva *et al.* (2009) nas duas idades estudadas.

CONCLUSÕES

Aos 21 e aos 42 dias de idade, a suplementação de 1,04 e 0,78%, respectivamente, de treonina digestível na dieta das codornas de corte promoveu melhores resultados para morfometria intestinal. No entanto, para obtenção de maior área de vilosidade intestinal, foi necessário 1,13 a 1,16% de treonina digestível na dieta de codornas aos 21 dias de idade.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo financiamento da bolsa de estudos, e ao CNPq, pelo financiamento da pesquisa por meio do Edital Universal - Processo 474047/2009-1.

REFERÊNCIAS

- BAURHOO, B.; PHILLIP, L.; RUIZ-FERIA, C.A. Effects of purified lignin and mannan oligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens. *Poult. Sci.*, v.86, p.1070-1078, 2007.
- BERRES, J. *Relações crescentes entre treonina e lisina digestível a partir de L-Treonina ou farelo de soja para frangos de corte*. 2006, 146f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; CROSS, R.F. *et al.* Effect of age, weaning and posweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. *J. Anim. Sci.*, v.66, p.574-584, 1988.
- CHIQUEIRI, J.; SOARES, R.T.R.N.; HURTADO NERY, V.L. *et al.* Bioquímica sanguínea e altura das vilosidades intestinais de suínos alimentados com adição de probiótico, prebiótico e antibiótico. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.8, p.97-104, 2007.
- LOPES, C.C.; RABELLO, C.B.; SILVA, V.A.; *et al.* Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v.33, p.33-40, 2011.
- MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. *Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte*. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- MACARI, M.; MAIORKA, A. Função gastrintestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000; Campinas, São Paulo. *Anais...* Campinas: FACTA, 2000. v.2, p.161-174.
- NUTRIENT requirement of poultry. 8.rev.ed. Washington: National Academy Press, 1984. 71p.
- OJANO-DIRAIN, C.P.; WALDROUP, P.W. Evaluation of lysine, methionine and threonine needs of broilers three to six week of age under moderate temperature stress. *International J. Poult. Sci.*, v.1, p.17-21, 2002.
- 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. *Livest. Prod. Sci.*, v.51, p.215-236, 1997.
- SANTIN, E.; MAIORKA, A.; MACARI, M.; GRECCO, M.; SANCHEZ, J.C.; OKADA, T. M.; MYASAKA, M. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing saccharomyces cerevisiae cell wall. *J. Applied Poultry Res.*, v.10, p.236-244, 2001.
- SAS user's guide: statistics. Cary, NC: SAS Institut, 2008.
- SILVA, M.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. *et al.* Exigências nutricionais em metionina + cistina para frangos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.357-363, 1997.
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. *Tabela para codornas japonesas e europeias*. 2.ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2009. 110p.
- TON, A.P.S. Exigência de treonina e triptofano disponível para codornas de corte. Tese de doutorado. Universidade Estadual do Maringá, 109p, Paraná, 2010.
- TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. *et al.* Exigência de treonina digestível para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* v.65, p.505-512, 2013.
- WU, G. Intestinal mucosal amino acid catabolism. *The Journal of Nutrition*, v.128, p.1249-1252, 1998.
- ZAEFARIAN, F.; ZAGHARI, M.; SHIVAZAD, M. The threonine requirements and its effects on growth performance and gut morphology of broiler chicken fed different levels of protein. *International J. Poultry Science*, v.7, p.1207-1215, 2008.