

## Efeitos de Níveis de Ácido L-Glutâmico e de Vitamina K da Dieta sobre a Atividade de $\alpha$ -Amilase em Frangos de Corte<sup>1</sup>

Flavia Escapini Fanchiotti<sup>2</sup>, George Henrique Kling de Moraes<sup>2</sup>, Maria Goreti de Almeida Oliveira<sup>2</sup>, Luiz Fernando Teixeira Albino<sup>3</sup>, Ana Cláudia Peres Rodrigues<sup>4</sup>, Efraim Lázaro Reis<sup>5</sup>, Marcela Piedade Monteiro<sup>2</sup>

**RESUMO** - Foram investigados os efeitos nutricionais de dois níveis de ácido L-glutâmico (L-Glu) combinados com quatro níveis de vitamina K (Vit K) sobre a atividade de  $\alpha$ -amilase no quimo e pâncreas de aves de corte. Frangos de corte machos de um dia foram criados em baterias aquecidas e alimentados, à vontade, com dietas contendo todos L-aminoácidos essenciais, minerais e vitaminas (exceto Vit K) até os 14 dias de idade. O experimento foi realizado em esquema fatorial, em delineamento inteiramente casualizado 2x4, com quatro repetições de oito aves cada. A dieta básica foi suplementada com 6,25 e 12,5% de L-Glu combinados com 0,02; 0,2; 20,0 e 200,0 mg de Vit K/kg de ração. Efeitos significativos de L-Glu e Vit K foram observados no quimo. A atividade específica máxima (1.005,78±245,25 UI/mg de proteína) foi observada nas aves alimentadas com 6,25% de L-Glu e 20,0 mg de Vit K. Houve redução da atividade com a suplementação de 12,5% de L-Glu. No pâncreas, não houve interação entre L-Glu e Vit K, todavia, foi observado efeito de L-Glu sobre as atividades relativas, expressas em UI/g de tecido e UI/100 g de peso corporal. Os resultados sugerem que a associação entre L-Glu e Vit K interfere na atividade enzimática de  $\alpha$ -amilase em aves de corte submetidas a dietas purificadas. Os resultados indicam que o nível de 12,5% de L-Glu associado aos diferentes níveis de vitamina K reduziu a atividade enzimática.

Palavras-chave:  $\alpha$ -amilase, L-glutâmico, pintos de corte, vitamina K

## Effects of Dietary Levels of L-Glutamic Acid and Vitamin K in the Activity of $\alpha$ -Amylase of Chicks

**ABSTRACT** - The effects of two levels of L-glutamic acid (L-Glu) combined with four levels of vitamin K (Vit K) were studied with the objective of evaluating the activities of  $\alpha$ -amylase in the chyme and pancreas of chicks. Day-old male broilers were reared in electrically heated batteries, fed with purified amino acids diets, minerals and vitamins (except Vit K) at the requirement levels, for 14 days. Feed and water were provided *ad libitum*. The experimental design was a factorial 2x4 with four replicates with eight chicks each. The experimental diet was supplemented with 6.25 and 12.5% of L-Glu combined with .02; .2; 20; 200 mg Vit K/kg diet. Effects of L-Glu and Vit K were observed in the chyme with maximum specific activity (1,005.78±245.25 IU/g tissue) observed in chicks fed with 6.25% of L-Glu and 20 mg of Vit K. Reduction in activity was observed with 12.5% L-Glu. In pancreas, there was no significant interaction between L-Glu and Vit K for  $\alpha$ -amylase activity, but significant effect of L-Glu was observed (IU/g tissue and IU/100 g body weight). Results suggest that  $\alpha$ -amylase activity is affected by an association between L-Glu and Vit K in chickens fed purified diets. In general, 12.5% L-Glu regardless of Vit K levels led to reduction in  $\alpha$ -amylase activity.

Key Words:  $\alpha$ -amylase, L-glutamic acid, chicks, vitamin K

### Introdução

Em virtude da redução contínua na idade de comercialização de frangos de corte, a primeira semana após a eclosão tornou-se proporcionalmente mais importante na vida das aves (Nitsan et al., 1991a, b; Uni et al., 1998). No período inicial do crescimento, ocorre a transição de uma provisão de nutrientes endógenos da gema, principalmente gordura e proteína,

para ingestão e digestão de ração, alimentação exógena, na qual os carboidratos, sobretudo amido, são a maior fonte energética (Nitsan et al., 1995; Dunnington & Siegel, 1995; Sell, 1996; Uni et al., 1998). Nesse período, os segmentos do trato gastrointestinal aumentam de tamanho muito mais rapidamente que o restante do corpo. A síntese limitada das enzimas digestivas durante os primeiros dias após o nascimento e seu aumento por volta do décimo dia,

<sup>1</sup> Parte da tese do primeiro autor apresentada à Universidade Federal de Viçosa para obtenção do título de "Magister Scientiae" em Agroquímica. Projeto financiado pelo CNPq. E-mail: ffanchiotti@hotmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da UFV, 36571-000, Viçosa, MG.

<sup>3</sup> Departamento de Zootecnia da UFV, 36571-000, Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Departamento de Bioquímica da UFJF, 36036-330, Juiz de Fora, MG.

<sup>5</sup> Departamento de Química da UFV, 36571-000, Viçosa, MG.

quando o crescimento relativo é máximo, indicam uma possível relação entre esses dois fatores (Mahagna et al., 1995). Como os processos digestivos neste momento não estão plenamente desenvolvidos, esta baixa síntese pode se tornar fator limitante no consumo e crescimento de frangos de corte (Sell, 1991; Noy & Sklan, 1995; Nir, 1998; Cançado & Baião, 2002).

Com o uso de dietas purificadas, é possível estudar a indução nutricional de diversas enzimas de aves (Ribeiro et al., 1995a; Guimarães et al., 1996, Moraes et al., 1998). No entanto, as dietas purificadas contendo níveis adequados de aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais não são suficientes para promover desenvolvimento máximo em frangos, havendo a necessidade de suplementação com uma fonte de nitrogênio não-específico para que, associada ao esqueleto carbônico proveniente do metabolismo de carboidratos, forme os aminoácidos não-essenciais e outros compostos nitrogenados. O ácido L-glutâmico é considerado por vários autores fonte eficiente de nitrogênio não-específico capaz de promover o desenvolvimento e o crescimento, melhorar o desempenho, diminuir a incidência de problemas de pernas e a mortalidade em aves de corte (Rodrigues, 1996; Guimarães et al., 1993a, b; Ribeiro et al., 1995b, c; Silva et al., 2001).

A vitamina K é conhecida como um cofator para a  $\gamma$ -carboxilase, enzima que catalisa uma transformação pós-síntese, convertendo resíduos específicos de ácido glutâmico a  $\gamma$ -carboxi-glutâmico (Gla). O resíduo Gla atua na ativação de alguns fatores da coagulação sangüínea, possibilitando a criação de sítios para a ligação de íons cálcio, o que permite maior adsorção dessas proteínas nas membranas fosfolipídicas em algumas etapas da coagulação sangüínea (Gallop et al., 1980). A vitamina K também é requerida na carboxilação dos resíduos de L-glutâmico de algumas proteínas ósseas, como osteocalcina e Gla-proteína da matriz, as quais, por meio desse processo, adquirem habilidade para a ligação com íons cálcio (Vermeer et al., 1995).

Além disso, a síntese intestinal de vitamina K é limitada, tornando a suplementação dietética de grande importância (McDowell, 1989). Em aves jovens, o intestino grosso, parte mais importante para a síntese bacteriana, compreende menos que 6% do tamanho total do trato digestivo. A vitamina K sintetizada pela flora intestinal não é absorvida significativamente

porque a síntese ocorre na porção mais distal do tubo digestivo (McDowell, 1989).

Uma vez que a vitamina K e o ácido L-Glutâmico são importantes suplementos na promoção do crescimento de aves alimentadas com dietas purificadas, torna-se fundamental esclarecer a influência dos mesmos sobre o desenvolvimento do aparelho digestivo.

Os objetivos neste trabalho foram estudar os efeitos e investigar possíveis interações de níveis de ácido L-glutâmico e vitamina K sobre a atividade da enzima digestiva  $\alpha$ -amilase em frangos de corte aos 14 dias de idade submetidos a dietas purificadas.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado utilizando-se delineamento inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 2x4. A dieta experimental foi suplementada com dois níveis de ácido L-Glutâmico (6,25 e 12,5%) combinados com quatro níveis de vitamina K (0,02; 0,20; 20,0 e 200,0 mg/kg de ração). Foram utilizados 256 pintos *Avian Farms* de um dia, machos, com peso médio inicial de 48 gramas, distribuídos aleatoriamente em quatro repetições de oito aves por unidade experimental. As aves foram mantidas em baterias aquecidas com piso de tela elevado e foram alimentadas com uma dieta básica purificada (Tabela 1) contendo todos os aminoácidos essenciais, minerais e vitaminas, exceto a Vit K, por 14 dias.

Dietas e água foram fornecidas à vontade. Ao final do experimento, foram selecionadas ao acaso três aves de cada tratamento, que foram pesadas e sacrificadas por deslocamento cervical. O pâncreas e o conteúdo da porção proximal do intestino delgado, entre a junção da moela e o divertículo, foram removidos, pesados, homogeneizados com adição de água destilada na proporção 3:1 (peso:volume), congelados em nitrogênio líquido, liofilizados e armazenados a -20°C. De cada amostra do material liofilizado, foi retirada uma alíquota de 1mg, que foi solubilizada em 1 mL de água destilada e deionizada gelada e centrifugada a 7.500 x g por 10 minutos a 4°C. A atividade de  $\alpha$ -amilase foi determinada por espectrofotometria, segundo metodologia modificada de Caraway (1959), que se baseia no princípio de que a  $\alpha$ -amilase promove a hidrólise do amido com a liberação de moléculas de carboidratos e dextrina e, com a adição de iodo forma-se cor azul, em virtude da complexação do iodo, com o amido não-hidrolisado. A atividade de  $\alpha$ -amilase é inversamente proporcional à

Tabela 1 - Composição da dieta básica purificada  
 Table 1 - Composition of the purified diet

Ingrediente <i>Ingredient</i>	%
Aminoácidos essenciais <sup>1</sup> <i>Essential amino acids<sup>1</sup></i>	9,77
L-Arg	1,20
L-His . HCl . H <sub>2</sub> O	0,42
L-Lis . HCl	1,14
L-Tir	0,57
L-Fen	0,63
L-Trp	0,18
DL-Met	0,41
L-Cis	0,41
L-Tre	0,76
L-Leu	1,26
L-Ile	0,76
L-Val	0,88
L-Pro	0,50
Gli <i>Gly</i>	0,74
Mistura vitamínica <sup>2</sup> <i>Vitamin premix<sup>2</sup></i>	3,45
Mistura mineral <sup>3</sup> <i>Mineral premix<sup>3</sup></i>	9,98
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	15,00
Bicarbonato de sódio <i>Sodium bicarbonate</i>	1,00
Amido q.s.p. <i>Starch</i>	100,00

<sup>1</sup> Baker & Han, 1994.

<sup>2</sup> Quantidade/kg de ração (*Amount/kg diet*): Colina 60% (*Choline*): 3,3 g; Retinil palmitato (*Retinyl palmitate*): 5.000 UI; Colecalciferol (*Cholecalciferol*): 22.500 UI; D-a-Tocoferil acetato (*D-a-Tocopheril acetate*): 22 UI; Inositol: 1 g; Riboflavina (*Riboflavin*): 9 mg; Tiamina.HCl (*Thiamine.HCl*): 6 mg; Pantotenato de cálcio (*Calcium panthotenate*): 20 mg; Niacina (*Niacin*): 50 mg; Piridoxina (*Pyridoxine*): 8 mg; Ácido fólico (*Folic acid*): 2 mg; Biotina (*Biotin*): 0,3 mg; B<sub>12</sub> (0,1 %): 20 mg; BHT: 0,125 mg; Excipiente (*Excipient*): 30 g (Adaptado de Featherston & Rogler, 1978).

<sup>3</sup> mg/kg de dieta (*mg/kg diet*): CaCO<sub>3</sub>: 18.652,6; CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O: 30.530; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>: 11.220; NaCl: 6.000; FeSO<sub>4</sub>: 200; ZnO: 122,5; CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O: 15; MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O: 510; KÍ: 40; MgCO<sub>3</sub>: 2.500; NaMoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O: 1; NaSeO<sub>3</sub>: 0,22; Excipiente (*Excipient*): 30.300 (Adaptado de Featherston & Rogler, 1978).

intensidade da cor azul e pode ser calculada pela comparação com um controle de substrato. A leitura da cor desenvolvida é realizada a 660 nm e os valores são expressos em Unidades Internacionais (UI), sendo uma unidade igual a quantidade de enzima que hidrolisa totalmente 10 mg de amido em 30 minutos a 37°C. Para a determinação da concentração de proteína do pâncreas e quimo, foi empregado o método descrito por Warburg & Christian (1941), citados por Whitaker & Granum (1980). Com os valores de concentração de proteína, foram calculadas as atividades específicas (UI/mg de proteína), definidas como número de unidades de enzima por miligrama de proteína (Nelson & Cox, 2000). Os dados de atividades de  $\alpha$ -amilase foram transformados em log x e submetidos à análise

de variância por intermédio do programa SAEG (1982). Os tratamentos foram comparados pelo teste F (P<0,05).

## Resultados e Discussão

O resumo da análise de variância para as atividades de  $\alpha$ -amilase no quimo encontra-se na Tabela 2, na qual podem ser observados efeitos significativos dos tratamentos sobre a atividade específica (UI/mg de proteína) e atividades relativas (UI/g de tecido e UI/100 g de peso corporal).

Na Tabela 3, são apresentados os valores médios das atividades de  $\alpha$ -amilase no quimo.

Comparando-se com o nível de 6,25% de L-Glu,

Tabela 2 - Análise de variância para as atividades de  $\alpha$ -amilase no quimo  
 Table 2 - Summary of variance analysis of activities of  $\alpha$ -amylase of intestinal contents

Fonte de variação Source of variation	UI <sup>1</sup> /mg de proteína IU/mg protein	UI <sup>1</sup> /g de tecido IU/g tissue	UI <sup>1</sup> /100 g de peso corporal IU/100 g body weight
L-Glu	**	**	**
Vitamina K	**	**	**
L-Glu x Vit K	**	**	**
CV (%)	7,21	3,04	3,78

\*\*Diferença significativa (P < 0,01) (Significant difference [P<.01]).

\* Diferença significativa (P < 0,05) (Significant difference [P<.05]).

<sup>ns</sup>Não significativo (P > 0,05) (Not significant [P>.05]).

<sup>1</sup> UI: quantidade de enzima que hidrolisa totalmente 10 mg de amido em 30 minutos a 37°C.

IU: amount of enzyme that catalyzes the formation of 10 mg of starch in 30 minutes/37°C.

Tabela 3 - Atividades médias de  $\alpha$ -amilase no quimo de pintos de corte<sup>1</sup>  
 Table 3 - Means activities of  $\alpha$ -amylase in the intestinal contents of chicks<sup>1</sup>

$\alpha$ -amilase no quimo $\alpha$ -amylase in the intestinal contents	Vitamina K Vitamin K	Ácido L-glutâmico <sup>2</sup> (%) L-glutamic acid	
	(UI) <sup>3</sup> (IU)	6,25	12,5
UI/mg de proteína IU/mg protein	0,02	269,22±68,90a	107,00±13,38b
	0,20	306,78±68,93a	29,78±5,13b
	20,00	1.005,78±245,25a	49,45±5,42b
	200,00	352,00±72,50	497,89±112,78
UI/g de tecido IU/g tissue	0,02	9.894±2.906a	2.419±298b
	0,20	16.841±705a	2.579±412b
	20,00	57.185±1.507a	2.224±546b
	200,00	20.836±1.917	20.947±1.293
UI/100 g de peso corporal IU/100 g body weight	0,02	16.493±4.616a	5.106±739b
	0,20	30.788±2.386a	4.590±594b
	20,00	97.667±11.027a	5.016±1.133b
	200,00	35.682±2.798	46.352±12.533

<sup>1</sup> Em cada nível de vitamina K, a difere (P<0,05) de b pelo teste F.

<sup>1</sup> In each level of vitamin K, a differ b (P<.05) by F test.

<sup>2</sup> Média ± erro-padrão.

<sup>2</sup> Mean ± standard error.

<sup>3</sup> UI: quantidade de enzima que hidrolisa totalmente 10 mg de amido em 30 minutos a 37°C.

<sup>3</sup> IU: amount of enzyme that catalyzes the formation of 10 mg of starch in 30 minutes/37°C.

observa-se redução significativa (P<0,05) das atividades de  $\alpha$ -amilase no quimo, quando foi utilizada a suplementação de 12,5% de L-Glu combinada com 0,02; 0,20 e 20,0 mg de vitamina K/kg de ração.

A suplementação de 6,25% de L-Glu combinada com 20,0 mg de vitamina K/kg na ração resultou em maiores atividades, observando-se aumentos de 3,74; 5,78 e 5,92 vezes quando o nível de vitamina K passou de 0,02 para 20,0 mg/kg de ração.

Nas dietas contendo 12,5% de L-Glu, as atividades de  $\alpha$ -amilase mantiveram-se baixas, elevando consideravelmente apenas com o nível de 200,0 mg

de vitamina K/kg. Quando o nível de vitamina K passou de 0,02 para 200,0 mg/kg, aumentos de 4,65; 8,66 e 9,08 vezes foram observados nas atividades expressas em UI/mg de proteína, UI/g de tecido e UI/100 g de peso corporal, respectivamente.

Resultados semelhantes foram descritos por Rodrigues et al. (2001), que, ao avaliarem a idade das aves sobre as atividades de  $\alpha$ -amilase no quimo, utilizando 12,5% de L-Glu e 2,0 mg de vitamina K/kg de ração, observaram efeitos significativos sobre as atividades enzimáticas de aves aos 14 dias de idade.

Na Tabela 4, é apresentado o resumo da análise de variância para as atividades de  $\alpha$ -amilase no pâncreas, não sendo observada interação ( $P>0,05$ ) entre L-Glu e vitamina K. O efeito do L-Glu foi significativo ( $P<0,01$ ) sobre as atividades relativas de  $\alpha$ -amilase,

porém não afetou ( $P>0,05$ ) a atividade específica. Por sua vez, a vitamina K não exerceu efeito ( $P>0,05$ ) sobre as atividades de  $\alpha$ -amilase pancreática.

Ao contrário do encontrado neste estudo, Rodrigues (2001), avaliando o perfil enzimático de

Tabela 4 - Análise de variância para as atividades de  $\alpha$ -amilase no pâncreas

Table 4 - Summary of variance analysis of activities of  $\alpha$ -amylase of pancreas

Fonte de variação Source of variation	UI <sup>1</sup> /mg de proteína IU/mg protein	UI <sup>1</sup> /g de tecido IU/g tissue	UI <sup>1</sup> /100 g de peso corporal IU/100 g body weight
L-Glu	ns	**	**
Vitamina K	ns	ns	ns
L-Glu x Vit K	ns	ns	ns
CV (%)	6,47	4,67	5,89

\*\* Diferença significativa ( $P<0,01$ ) (Significant difference [ $P<0.01$ ]).

\* Diferença significativa ( $P<0,05$ ) (Significant difference [ $P<0.05$ ]).

<sup>ns</sup> Não-significativo ( $P>0,05$ ) (Not significant [ $P>0.05$ ]).

<sup>1</sup> UI: quantidade de enzima que hidrolisa totalmente 10 mg de amido em 30 minutos a 37°C.

IU: amount of enzyme that catalyzes the formation of 10 mg of starch in 30 minutes/37°C.

Tabela 5 - Atividades médias de  $\alpha$ -amilase no pâncreas de pintos de corte<sup>1</sup>

Table 5 - Means activities of  $\alpha$ -amylase of pancreas of chicks<sup>1</sup>

$\alpha$ -amilase no pâncreas $\alpha$ -amylase of pancreas	Vitamina K	Ácido L-glutâmico <sup>2</sup> (%)	
	(UI) <sup>3</sup> (IU)	6,25	12,5
UI/mg de proteína IU/mg protein	0,20	12.295 $\pm$ 2.170	10.761 $\pm$ 3.075
	0,20	306,78 $\pm$ 68,93 a	29,78 $\pm$ 5,13 b
	20,00	12.398 $\pm$ 7.226	7.493 $\pm$ 2.393
	200,00	16.738 $\pm$ 3.073	8.516 $\pm$ 3.516
Média Mean		12.429 $\pm$ 1.980	10.139 $\pm$ 1.667
UI/g de tecido IU/g tissue	0,02	891.520 $\pm$ 314.885	631.745 $\pm$ 265.197
	0,20	1.371.976 $\pm$ 280.658	533.229 $\pm$ 298.795
	20,00	1.449.910 $\pm$ 672.618	424.780 $\pm$ 86.508
	200,00	1.030.180 $\pm$ 256.827	290.151 $\pm$ 78.331
Média Mean		1.185.897 $\pm$ 191.159 a	469.976 $\pm$ 96.649 b
UI/100 g de peso corporal IU/100 g body weight	0,02	332.399 $\pm$ 146.381	255.012 $\pm$ 113.524
	0,20	512.321 $\pm$ 140.959	194.727 $\pm$ 120.769
	20,00	599.901 $\pm$ 333.281	154.896 $\pm$ 29.424
	200,00	321.208 $\pm$ 93.750	123.291 $\pm$ 39.268
Média Mean		441.457 $\pm$ 92.786 a	181.982 $\pm$ 39.725 b

<sup>1</sup> Em cada nível de vitamina K, a difere ( $P<0,05$ ) de b pelo teste F.

<sup>1</sup> In each level of vitamin K, a differ b ( $P<0.05$ ) by F test.

<sup>2</sup> Média  $\pm$  erro-padrão.

<sup>2</sup> Mean  $\pm$  standard error.

<sup>3</sup> UI: quantidade de enzima que hidrolisa totalmente 10 mg de amido em 30 minutos a 37°C.

<sup>3</sup> IU: amount of enzyme that catalyzes the formation of 10 mg of starch in 30 minutes/37°C.

aves de 7 aos 21 dias de idade, utilizando 12,5% de L-Glu associados a 2,0 mg de vitamina K, observou-se que tanto a atividade específica quanto as atividades relativas de  $\alpha$ -amilase pancreática foram maiores nas aves com 14 dias de idade, sugerindo efeitos significativos do ácido L-Glu e vitamina K.

Considerando-se os valores médios das atividades relativas de  $\alpha$ -amilase no pâncreas (Tabela 5), observa-se que houve redução significativa ( $P < 0,05$ ) das atividades enzimáticas quando foi utilizada a suplementação de 12,5% de L-Glu.

Quando expressa em UI/g de tecido, a atividade relativa de  $\alpha$ -amilase aumentou 1,63 vezes quando o nível de vitamina K passou de 0,02 para 20,0 mg/kg de ração e reduziu 1,41 vezes com o avanço do nível para 200,0 mg/kg de ração, nas dietas suplementadas com 6,25% de L-Glu. As aves alimentadas com dietas contendo 12,5% de L-Glu apresentaram redução gradual da atividade enzimática, aumentando-se os níveis de vitamina K. Comparando-se o menor e o maior nível de vitamina K, observou-se que a redução da atividade relativa foi de 2,18 vezes.

Nas dietas suplementadas com 6,25% de L-Glu, a atividade relativa, expressa em UI/100 g de peso corporal, elevou 1,80 vezes quando o nível de vitamina K passou de 0,02 para 20,0 mg/kg de ração e reduziu 1,87 vezes com o aumento do nível para 200,0 mg/kg de ração. Elevando-se o nível de L-Glu para 12,5%, houve redução gradual da atividade de  $\alpha$ -amilase. As aves que receberam 200,0 mg de vitamina K/kg apresentaram redução de 2,07 vezes em relação àquela observada com 0,02 mg de vitamina K/kg de ração.

Lima et al. (2003) e Pinchasov et al. (1990) sugeriram que as atividades das enzimas digestivas no intestino delgado são correspondentes à quantidade de conteúdo intestinal e variam diariamente de acordo com o estado de alimentação. Além disso, parece que a síntese de enzimas pancreáticas é também regulada pela presença de quimo no intestino. Os estudos sobre as atividades enzimáticas de aves de corte ainda são pouco conclusivos. Portanto, a redução das atividades enzimáticas, observada em alguns tratamentos do presente estudo, não pode ser explicada considerando-se apenas os níveis de suplementação. Seria necessário avaliar todo o processo digestivo das aves para propor estratégias nutricionais adequadas.

## Conclusões

Os resultados deste estudo sugerem que a associação entre ácido L-Glutâmico e diferentes níveis de vitamina K interfere na atividade enzimática de  $\alpha$ -amilase em aves de corte submetidas a dietas purificadas.

Em geral, o nível de 12,5% de L-Glu, associado a diferentes níveis de vitamina K, reduziu a atividade enzimática.

## Literatura Citada

- BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, n.9, p.1441-1447, 1994.
- CANÇADO, S.V.; BAIÃO, N.C. Efeitos do período de jejum entre o nascimento e o alojamento de pintos de corte e da adição de óleo à ração sobre o desenvolvimento do trato gastrointestinal e concentração de lipase. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.6, p.623-629, 2002.
- CARAWAY, W. T. A stable starch substrate for the determination of amylase in serum and other body fluids. **American Journal of Clinical Pathology**, v.32, p.97-99, 1959.
- DUNNINGTON, E.A.; SIEGEL, P.B. Enzyme activity and organ development in newly hatched chicks selected for high or low eight-week body weight. **Poultry Science**, v.74, n.5, p.761-770, 1995.
- FEATHERSTON, W.R.; ROGLER, J.C. Methionine-cystine interrelationship in chicks fed diets containing suboptimal levels of methionine. **Journal of Nutrition**, v.108, n.10, p.1954-1958, 1978.
- GALLOP, P.M.; LIAN, J.B.; HAUSCHKA, P.V. Carboxylated calcium binding proteins and vitamin K. **New England Journal of Medicine**, 302, p.1460-1466, 1980.
- GUIMARÃES, V.M.; MORAES, G.H.K.; FONSECA, J.B. et al. Efeitos de aminoácidos não essenciais no desenvolvimento e incidência de problemas de pernas em pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.699-705, 1993a.
- GUIMARÃES, V.M.; MORAES, G.H.K.; FONSECA, J.B. et al. Efeitos do ácido L-glutâmico, L-prolina e L-lisina da dieta no desenvolvimento e incidência de problemas de pernas em pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.584-590, 1993b.
- GUIMARÃES, V.M.; MORAES, G.H.K.; FONSECA, J.B. et al. Efeitos de aminoácidos não essenciais da dieta sobre glutamato-oxaloacetato transaminase hepática e composição química parcial de tíbias e fêmures de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, p.481-493, 1996.
- LIMA, A.C.F.; PIZAURRO JR, J.M.; MACARI, M. et al. Efeito do uso de probiótico sobre o desempenho e atividade de enzimas digestivas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.200-207, 2003.
- MAHAGNA, M.; NIR, I.; LARBIER, M. et al. Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract, pancreatic enzyme activities and digestibility of nutrients in young meat-type chicks. **Reproduction Nutrition Development**, v.35, p.201-212, 1995.

- McDOWELL, L. R. **Vitamins in animal nutrition**: comparative aspects to human nutrition. New York: Academic Press, 1989. 489p.
- MORAES, G.H.K. Effects of dietary levels of L-glutamic acid in the activities of chicks liver glutamate-oxaloacetate transaminase and glutamate dehydrogenase. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOQUÍMICA E BIOLOGIA MOLECULAR, 27., 1998, Caxambu. **Anais...** Caxambu: 1998. p.28.
- NELSON, D.L., COX, M.M. **Principles of biochemistry**. 3.ed. New York: Worth Publishers, 2000. 1200p.
- NIR, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO'98 – SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE PINTOS DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas, 1998. p.82-91.
- NITSAN, Z.; BEN-AVRAHAM, G.; ZOREF, Z. et al. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, v.32, p.515-523, 1991a.
- NITSAN, Z.; DUNNINGTON, E.A.; SIEGEL, P.B. Organ growth and digestive enzyme levels to fifteen days of age in lines of chickens differing in body weight. **Poultry Science**, v.70, n.10, p.2040-2048, 1991b.
- NITSAN, Z.; TURRO-VICENT, I.; LIU, G. et al. Intubation of weight-selected chicks with soybean oil or residual yolk: effect on early growth and development. **Poultry Science**, v.74, n.6, p.925-936, 1995.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v.74, n.2, p.366-373, 1995.
- PINCHASOV, Y.; NIR, I.; NITSAN, Z. Metabolic and anatomical adaptations of heavy-bodied chicks to intermittent feeding. 2. Pancreatic digestive enzymes. **British Poultry Science**, v.31, p.769-777, 1990.
- RIBEIRO, M.; MORAES, G.H.K.; FONSECA, J.B. Efeitos de ácido L-glutâmico, L-alanina e L-prolina da dieta em pintos de corte: II-glutamato desidrogenase (GDH) hepática, aminoácidos e ácido úrico séricos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.5, p.778-787, 1995a.
- RIBEIRO, M.; MORAES, G.H.K.; FONSECA, J.B. Efeitos de ácido L-glutâmico, L-alanina e L-prolina da dieta em pintos de corte: I-desempenho, incidência de problemas de pernas e composição química de fêmures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.5, p.768-777, 1995b.
- RIBEIRO, M.; MORAES, G.H.K.; FONSECA, J.B. Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio não específico em dietas purificadas no desenvolvimento de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.1, p.88-98, 1995c.
- RODRIGUES, A.C.P.; MORAES, G.H.K.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeitos do ácido L-Glutâmico e da vitamina K no comprimento e na composição química parcial de túbias e fêmures de pintos de corte. **Revista Ceres**, v.43, n.249, p.567-580, 1996.
- RODRIGUES, A.C.P. **Níveis de ácido L-glutâmico e de vitamina K no desempenho e deformidades ósseas e perfil de enzimas digestivas de pintos de corte alimentados com dietas purificadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 130p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- RODRIGUES, A.C.P.; MORAES, G.H.K.; OLIVEIRA, M.G.A. et al. Activities of pâncreas lipase, a-amylase and trypsin and organ development of chickens from birth to 21 days of age. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOQUÍMICA E BIOLOGIA MOLECULAR, 30., 2001, Caxambu. **Anais...** Caxambu: 2001. p.121.
- SELL, J.L.; ANGEL, C.R.; PIQUER, F.J. et al. Development patterns of selected characteristics of the gastrointestinal tract of young turkeys. **Poultry Science**, v.70, n.5, p.1200-1205, 1991.
- SELL, J.L. Physiological limitations and potential for improvement in gastrointestinal tract function of poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, v.5, n.1, p. 96-101, 1996.
- SILVA, F.A.; MORAES, G.H.K.; RODRIGUES, A.P. et al. Efeitos do ácido L-glutâmico e da vitamina D3 nos fêmures e tibiotarsos de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.2067-2077, 2001 (Suplemento 6).
- UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, v.77, n.1, p.75-82, 1998.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para análises estatísticas e genéticas). Viçosa, MG, 1982. 59p.
- VEERMER, C.; JIE, K. -S.G.; KNAPEN, M.H.J. Role of vitamin K in bone metabolism. **Annual Review of Nutrition**, v.15, p.1-22, 1995.
- WHITAKER, J.R.; GRANUM, P.E. An absolute method for protein determination based on difference in absorbance at 235 and 280 nm. **Analytical Biochemistry**, v.109, p.156-159, 1980.

Recebido em: 18/12/03

Aceito em: 23/02/05