

VERÔNICA MARIA PEREIRA BERNARDINO

**Diferentes relações treonina: lisina em dietas para pintos de corte,
suplementadas com glicina: desempenho e atividade enzimática**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

B523d
2008

Bernardino, Verônica Maria Pereira, 1982-

Diferentes relações treonina : lisina em dietas para pintos de corte, suplementadas com glicina : desempenho e atividade enzimática / Verônica Maria Pereira Bernardino. – Viçosa, MG, 2008.
xii, 42f.: il. ; 29cm.

Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Frango de corte - Alimentação e rações. 2. Treonina na nutrição animal. 3. Glicina na nutrição animal. 4. Frango de corte - Registros de desempenho. 5. Enzimas.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.50852

VERÔNICA MARIA PEREIRA BERNARDINO

**Diferentes relações treonina: lisina em dietas para pintos de corte,
suplementadas com glicina: desempenho e atividade enzimática**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 15 de julho de 2008.

Prof. Horácio Santiago Rostagno
(Co-orientador)

Prof. Paulo Cesar Gomes
(Co-orientador)

Rogério Pinto

Liliane Evangelista Visôto

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Orientador)

*A Deus pela vida que tenho,
Aos meus pais Emília e Gláudiston pelo apoio incondicional,
Ao meu marido Henrique, meus filhos Pedro e André pelo incentivo,
Aos meus irmãos Rafael e Cinthia,
A dona Julieta e seu Afonso pelo carinho e apoio,*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa (UFV), e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade para a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu orientador, professor Luiz Fernando Teixeira Albino pela amizade, estímulo, confiança e pelos ensinamentos durante o curso de pós-graduação.

Aos professores Horácio Santiago Rostagno, Maria Goreti de Almeida Oliveira e Paulo Cezar Gomes pela orientação.

À Liliane Evangelista Visôttto e ao Rogério Pinto, pela colaboração científica.

À Fabrícia pelo apoio nas análises, orientação durante o curso, e pela paciência, e grande dedicação.

À Vanessa, minha comadre e amiga pela consideração, carinho e apoio sempre.

Aos estagiários Cinthia, Rosana, Igor, Valdir, Rodolfo pela dedicação durante o experimento.

Aos amigos de curso Eliane, Maurício, Alfredo, Thony, Karina, Josi, Ana Paula, Guilherme, Rodrigo e Sandra pela ajuda prestada, e pela amizade.

Às minhas afilhadas Sarah, Rafaela, e Débora pelo carinho.

Aos funcionários do Aviário Departamento de Zootecnia (UFV), em especial Elísio, Zé Lino, Mauro e Adriano pela colaboração.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia pelos favores prestados.

A Ju, por tornar a minha casa sempre um ambiente agradável, pela grande ajuda, e por todo carinho que tem com o Pedro.

A minha tia Ângela e minha “cumade” Alice pelo carinho que tem por mim e pela minha família.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

VERÔNICA MARIA PEREIRA BERNARDINO, filha de Glaudivon Frade Pereira e Emília Maria Carlos Pereira, nasceu em Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais no dia 10 de setembro de 1982.

Iniciou seus estudos na Universidade Federal de Viçosa (Viçosa, MG) em abril de 2001, obtendo o título de Zootecnista em 2006.

Em outubro de 2006 iniciou o curso de Mestrado em Nutrição Animal, na Universidade Federal de Viçosa.

ÍNDICE

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Importância da Proteína da Dieta.....	3
2.2. Importância da Treonina para Frangos de corte.....	4
2.3. Importância da Glicina para Frangos de Corte.....	6
2.4. Excreção de Nitrogênio em Frangos de Corte.....	7
Referências Bibliográficas.....	9
CAPITULO 1: Desempenho de pintos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações treonina digestível: lisina digestível, suplementados ou não com glicina.	
Resumo.....	13
Introdução	14
Material e Métodos.....	15
Resultados e Discussão	18
Conclusões.....	22
Referências Bibliográficas.....	23

CAPITULO 2: Efeito de diferentes relações treonina digestível: lisina digestível suplementadas ou não com glicina, sobre a atividade das enzimas treonina aldolase, treonina desidrogenase e treonina desidratase e a excreção de ácido úrico em pintos de corte.

Resumo	25
Introdução	26
Material e Métodos.....	27
Resultados e Discussão.....	31
Conclusões.....	39
Referências Bibliográficas.....	40
CONCLUSÕES GERAIS.....	42

RESUMO

BERNARDINO, Verônica Maria Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2008. **Diferentes relações treonina: lisina em dietas para pintos de corte, suplementadas com glicina: desempenho e atividade enzimática.** Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Co-orientadores: Horácio Santiago Rostagno e Paulo Cezar Gomes.

Foram conduzidos dois experimentos, um de desempenho e outro de metabolismo, com objetivos de avaliarem o efeito de diferentes relações treonina digestível: lisina digestível, suplementados ou não com glicina sobre o desempenho, a atividade das enzimas treonina aldolase, treonina desidrogenase e treonina desidratase e a excreção de ácido úrico, de pintos de corte no período de 08 a 21 dias de idade. Utilizaram-se, para ambos os experimentos, 560 pintos de corte, macho, da linhagem Coob, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 3 x 2, sendo três relações de treonina digestível: lisina digestível (55; 65 e 75 %), suplementadas ou não com glicina. Foi utilizado um tratamento adicional contendo farinha de carne, com relação treonina digestível: lisina digestível de 65 %%. Todos os tratamentos tiveram oito repetições e 10 aves por unidade experimental, sendo alojadas em baterias metálicas. Procedeu-se a coleta total de excreta durante toda a fase experimental. Para análise da atividade das enzimas treonina aldolase, treonina desidrogenase e treonina desidratase, foram abatidas, ao final do período experimental, duas aves por unidade experimental e retirados o fígado e o pâncreas. A suplementação de glicina não influenciou ($P>0,05$) a retenção de nitrogênio nas aves, porém, foi essencial para melhorar ($P<0,05$) o desempenho de pintos de corte. A atividade das três enzimas analisadas no fígado e no pâncreas foi influenciada pelos

níveis de treonina da dieta. As aves alimentadas com dieta contendo a farinha de carne tiveram a atividade da treonina aldolase maior no fígado e no pâncreas; a atividade da treonina desidrogenase e da treonina desidratase foi menor no fígado e maior no pâncreas, em relação às aves alimentadas com dieta vegetal. Os níveis de treonina da dieta e a suplementação de glicina não influenciaram a excreção de ácido úrico das aves. A suplementação de glicina reduziu a atividade no fígado e no pâncreas de todas as enzimas avaliadas, disponibilizando maior quantidade de treonina para a deposição protéica. Embora, o catabolismo da treonina tenha sido alto nas aves alimentadas com a relação treonina digestível: lisina digestível de 55,0%, a conversão alimentar não foi afetada pelos níveis de treonina, portanto, a relação de 55,0% treonina: lisina (0,631% de treonina digestível), suplementada com glicina é suficiente para atender as exigências de pintos de corte no período de 08 a 21 dias de idade.

ABSTRACT

BERNARDINO, Verônica Maria Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July of 2008. **Different threonine: lysine relations in chicks cutting diets supplemented with glycine: enzymatic activity and performance.** Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Co-advisers: Horácio Santiago Rostagno and Paulo Cezar Gomes.

Two experiments were conducted, one for performance and another for metabolism, with objectives of evaluating the effect of different digestible threonine: digestible lysine relations, supplemented or not with glycine on the performance, the threonine aldolase, threonine dehydrogenase and threonine dehydratase enzyme activity and the uric acid excretion of chicks cutting in the period of 8 to 21 days of age. For both experiments, 560 chicks cutting were used, all male, Coob lineage, distributed in completely randomized design, in a 3 x 2 factorial arrangement, being the digestible threonine: digestible lysine relations (55; 65 e 75 %), supplemented or not with glycine. An additional treatment containing meat flour was used with a 65% digestible threonine: digestible lysine relation. All treatments had eight repetitions and 10 birds per experimental unit, being lodged e metabolic batteries. A full collection of excrete proceeded during the experimental phase. For the analysis of the threonine aldolase, threonine dehydrogenase and threonine dehydratase enzyme activities, two birds per experimental unit were slaughtered and the liver and the pancreas were removed. The glycine supplementation did not influence ($P>0,05$) the nitrogen retention by the birds, however, it was essential to improve ($P<0,05$) the chicks cutting performance. The activity of the three examined enzymes in the liver and pancreas was influenced by the threonine levels of the diet. The birds fed with the diet that

contained the meat flour had a more intense threonine aldolase activity in the liver and in the pancreas; the threonine dehydrogenase and the threonine dehydratase activity was smaller in the liver and higher in the pancreas in comparison to the birds fed with vegetable diet. The threonine levels of the diet and the supplementation of glycine did not influence the uric acid excretion from the birds. The glycine supplementation reduced the evaluated enzyme activity in the liver and in the pancreas, providing a higher threonine amount for the protein deposition. Although, the threonine catabolism has been high in birds fed with the digestible threonine relation: digestible lysine of 55%, the feed conversion was not affected by the levels of threonine, therefore, the 55% threonine: lysine relation (0,631% digestible threonine), supplemented with glycine is enough to attend the demands of chicks cutting in the period of 08 to 21 days of age.

1. INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, a formulação de rações para aves destinadas à exportação, tem como base o milho e o farelo de soja, visando atender as exigências dos países europeus, que importam grande parte da produção animal. Estes países baniram a produção e a importação de animais alimentados com farinhas de origem animal (CEC, 2000), devido à preocupação com a doença “vaca louca” (Encefalopatia Espongiforme Bovina). Estas rações podem suprir as necessidades protéicas das aves, porém, não suprem completamente as necessidades em aminoácidos essenciais (FILHO, 2003).

Segundo Bellaver (2005) a substituição da proteína de origem animal pela proteína de origem vegetal em dietas para frango de corte, pode prejudicar o desempenho dessas aves, pois de acordo com Vieira & Lima (2005), a dieta vegetal apresenta pior balanço de aminoácidos e pior digestibilidade que os produtos de origem animal.

É comum em dietas formuladas com base em proteína bruta conter excesso de aminoácidos, que ao invés de serem utilizados para a síntese protéica, acabam servindo como fonte de energia para o animal (ARAÚJO, 2002). Desta forma, ocorre aumento na excreção de nitrogênio, que no caso de pintos de corte, é na forma de ácido úrico, que é formado por quatro átomos de nitrogênio, sendo um deles proveniente da glicina. Desta maneira, o excesso de aminoácidos nas dietas proporciona aumento na exigência de treonina, uma vez que a treonina pode servir como precursor de glicina (BENDER cit. In DIONÍZIO, 2004).

As enzimas treonina desidratase (Classificação da enzima: 4.2.1.16); treonina desidrogenase (Classificação da enzima: 1.1.1.103), e treonina aldolase (Classificação da enzima: 4.1.2.5) participam do catabolismo da treonina em pintos de corte. O

esqueleto de carbono proveniente da L-treonina pode ser utilizado como fonte energética ou para produção de glicose; e a glicina obtida será utilizada para as necessidades metabólicas como, por exemplo, a síntese de proteína, de serina, de ácido úrico, de sais biliares e de glutathione (KIDD, 1996).

Segundo Davis (1997) o excesso protéico da dieta induz a atividade da treonina desidrogenase, catabolizando a treonina à forma de glicina. A deficiência de treonina é mais visível sobre o crescimento de frangos quanto maior for o nível protéico da dieta, ressaltando na necessidade de um balanço ideal dos níveis de aminoácidos.

Objetivou-se com esse trabalho, avaliar o efeito de diferentes relações treonina digestível: lisina digestível, suplementadas ou não com glicina, sobre o desempenho de pintos de corte; a atividade de enzimas que catabolizam a treonina e sobre a excreção de ácido úrico, no período de 08 a 21 dias de idade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 . Importância da Proteína da Dieta

A proteína é um dos mais importantes nutrientes na alimentação de frangos de corte, especialmente considerando a produção industrial atual, pois visa principalmente uma eficiente conversão da proteína da ração em proteína muscular (SOARES et al., 1999). Durante muito tempo, as dietas para aves foram formuladas com base no conceito de proteína bruta. O nível de aminoácido era oferecido acima do necessário, o que comprometia a eficiência da utilização destes, e conseqüentemente aumentava o requerimento de aminoácidos essenciais (SABINO et al., 2004).

Segundo Bellaver (2005) a utilização da proteína de origem vegetal ao invés de proteína de origem animal em dietas para frango de corte, pode prejudicar o desempenho dessas aves, pois de acordo com Vieira & Lima (2005), a dieta vegetal apresenta pior balanço de aminoácidos e pior digestibilidade que os produtos de origem animal.

A suplementação das dietas com aminoácidos, como forma de redução de parte do alimento protéico, tem merecido especial atenção pelos pesquisadores. No entanto, segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1984), a redução na concentração de proteína bruta da ração influencia as exigências em aminoácidos individualmente.

O metabolismo dos aminoácidos compreende a síntese e a degradação de proteína; a excreção de nitrogênio na forma de ácido úrico, a conversão do esqueleto de carbono em glicose, e também a síntese de aminoácidos não essenciais (KIDD e KERR, 1996). A deficiência ou excessos de aminoácidos na dieta diminui o desempenho e aumenta a excreção de nitrogênio, respectivamente (KIDD 2004).

O conceito de proteína ideal utiliza o balanço de aminoácidos, sem deficiências ou excessos, para atender as exigências do animal e para a máxima deposição protéica. Desta forma, proporciona maior eficiência de utilização dos aminoácidos, e

consequentemente, menor excreção de nitrogênio, contribuindo para a redução da poluição ambiental (DESCHEPER & DE GROOTE, 1995 apud SABINO et al., 2004).

A lisina é usada como aminoácido de referência para a proteína ideal, com o requerimento de todos os aminoácidos essenciais expressos em porcentagem em relação a este aminoácido. A lisina foi considerada o aminoácido de referência por diversas razões, como por exemplo, ser o segundo aminoácido limitante em dietas para frangos de corte, além de ser de fácil análise (JASON e EMMERT, 1997).

Dentre os fatores dietéticos, é bem aceito pelos pesquisadores que as exigências de um determinado aminoácido estão diretamente relacionadas às exigências dos outros, pois com o aumento nos níveis de um determinado aminoácido na ração, haverá a melhora no desempenho das aves até que outro se torne o primeiro limitante. Assim, outro fator muito importante é o uso de níveis adequados de aminoácidos nas dietas empregadas para a determinação das exigências de aminoácidos.

2.2. Importância da Treonina para Frangos de Corte

Segundo Berres et al. (2007) a treonina é o terceiro aminoácido limitante para frangos de corte alimentados com dietas contendo o milho e o farelo de soja, após metionina e lisina. Possui importante papel como precursor da glicina que é obtida pela atividade das enzimas treonina aldolase e treonina desidrogenase. A enzima treonina desidratase cliva a treonina em um grupo amino e o esqueleto carbônico (FIGURA 1).

A treonina desidrogenase pode oxidar a treonina gerando outros produtos além da glicina, que serão usados como fontes de energia, e também possui papel importante na excreção de nitrogênio (AKAGI, 2004).

A treonina é importante na formação de proteínas e na manutenção do *turnover* protéico corporal, faz parte da composição da mucina (NEUTRA e FORSTNER, 1987 apud WANG et al 2007). Além disso, juntamente com a serina representam importantes componentes das penas, correspondendo 20% dos resíduos de aminoácidos presentes nestas (KIDD, 2000).

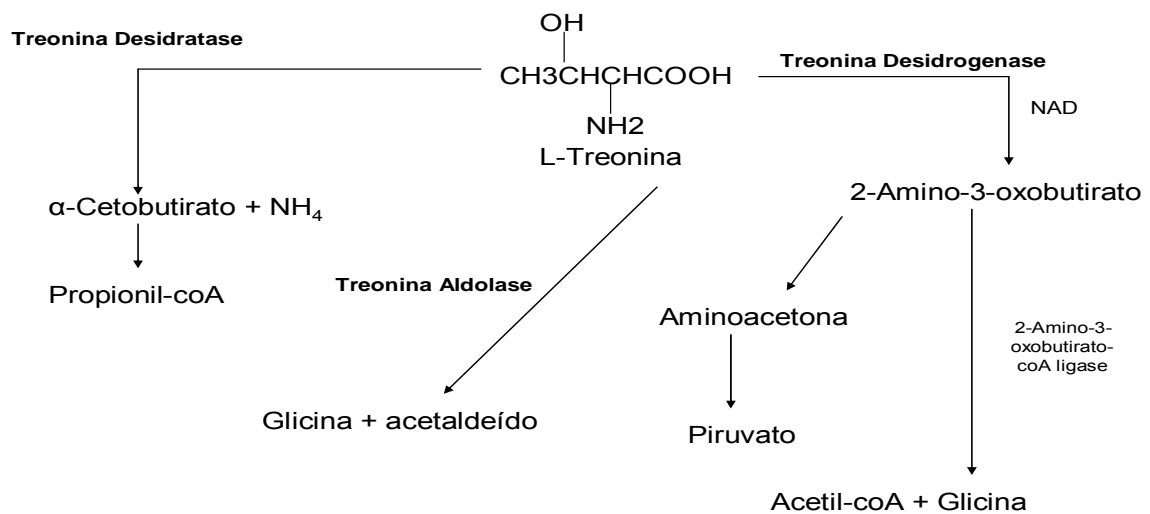


Figura 1- Catabolismo de treonina (adaptado de DAVIS E AUSTIC, 1982b).

Segundo Henry & Séve (1993) a eficiência de utilização da treonina para deposição muscular é menor que a da lisina. A taxa de oxidação mínima compatível com a taxa de crescimento máximo é maior para a treonina que para a lisina. Estes autores ainda comentam que a alta exigência de treonina para manutenção pode estar relacionada com o seu papel gliconeogênico. De fato, Hill & Olsen (1963) constataram altos níveis plasmáticos de treonina em pintos durante jejum de 24 a 36 horas.

Davis & Austic (1982 a) comentam que o excesso de um aminoácido ou de uma mistura de aminoácidos aumenta o requerimento de treonina para aves jovens. Eles observaram que o efeito depressivo da adição de 6% de uma mistura de aminoácidos em dieta contendo 0,64% de treonina foi completamente corrigido pela adição de 0,4% de L-treonina.

Kidd e Kerr (1996), comentam que o excesso de metionina causa deficiência de treonina por aumentar a oxidação da mesma, pelo aumento da atividade da enzima treonina desidratase; da mesma forma o excesso de lisina também pode causar uma deficiência de treonina.

Davis & Austic (1982 b) observaram que a suplementação de 3,0% de serina à dieta basal aumentou a atividade das enzimas treonina desidrogenase e treonina aldolase no fígado de pintinhos, provocando o um desequilíbrio de treonina, sendo portanto necessário a suplementação de 0,2% de treonina na dieta basal para evitar

este desequilíbrio. Os autores verificaram que a atividade da enzima treonina desidratase no fígado não é afetada pelos níveis de treonina e nem de serina da dieta. Porém, o excesso de serina aumenta a atividade da enzima treonina desidrogenase, mas, não afeta a atividade da treonina aldolase.

Atualmente, a L-treonina está disponível no mercado permitindo aos nutricionistas novas estratégias alimentares, conferindo maior flexibilidade na formulação de dietas, possibilitando a utilização de ingredientes alternativos, que muitas vezes são deficientes em treonina (DIONIZIO, 2004).

Como para a maioria dos aminoácidos, existe variação na exigência estimada de treonina. A idade da ave e o nível de proteína bruta da dieta são os principais responsáveis por esta variação (BARKLEY & WALLIS, apud KIDD, 2004). A deficiência de treonina reduz a eficiência de deposição da proteína muscular, sendo importante a formulação da dieta de acordo com o conceito de proteína ideal, atendendo as necessidades em aminoácidos essenciais, e permitindo maior deposição protéica (BERRES et al., 2007).

2.3. Importância da Glicina para Frangos de Corte

Dietas com proteína de origem vegetal contêm menos glicina que dietas com proteína de origem animal, portanto, a glicina pode ser um fator limitante ao desempenho de frangos de corte alimentados com dietas vegetais com baixo nível de proteína bruta (CORZO, 2004). Waterhouse e Scott (1951) demonstraram que o requerimento de glicina diminui à medida que o nível de proteína bruta da dieta é aumentado.

Segundo Rostagno et al. (2003) as exigências de glicina e de serina em aves são maiores na fase inicial, pois nesta fase, as aves possuem maior *turnover* protéico.

Além da síntese de proteínas, a glicina participa da síntese de purinas e porfirinas (SHEMIN e RITTENBERG, 1945), glutatona, creatina (BLOCH e SCHOENHEIMER, 1941), ácido úrico (CHRISTMAN e MOSIER, 1929), ácido glicólico, e ácido hipúrico (RITTENBERG e SCHOENHEIMER, 1939).

A glicina compõe a molécula de ácido úrico, portanto, toda vez que uma molécula de ácido úrico é excretada, uma molécula de glicina é eliminada. Este fato

tem levado aos pesquisadores a acreditar que a exigência de glicina pode ser maior em aves de rápido crescimento e em dietas com excesso de proteína ou desequilíbrio de aminoácidos. Embora a glicina seja sintetizada pelas aves, essa síntese não é suficientemente rápida para satisfazer as necessidades dos tecidos e eliminar todo o excesso de nitrogênio, portanto, a serina e a glicina devem ser suplementadas na dieta (SCOTT, 1993).

Schutte et al. (1996) mostraram que a glicina se converteu em um aminoácido limitante em frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, quando a proteína da dieta foi reduzida de 22 a 19%. Os autores relataram que, para obter os mesmos resultados de desempenho utilizando a dieta com 22% de proteína bruta, a dieta com 19% de proteína deve ser suplementada com glicina até atingir valores de 1,8 a 1,9% de glicina de total.

Rostagno et al. (2003) observaram valores de exigência de glicina + serina total para pintos de corte machos, Ross, no período de 1 a 21 dias de idade, iguais ou superiores a 2,108% em dietas com 19% de proteína bruta.

2.4. Excreção de Nitrogênio em Frangos de Corte

Diferentemente dos mamíferos, as aves excretam o excesso de nitrogênio na forma de ácido úrico. O ácido úrico é sintetizado por uma série de reações que também são utilizadas para sintetizar outras purinas, como a adenina e guanina, componentes dos ácidos nucleicos. O passo final para a síntese do ácido úrico é controlado pela enzima xantina desidrogenase em aves. Os níveis desta enzima no fígado das aves mudam de acordo com os níveis protéicos das dietas. Os átomos de C e N que formam parte da molécula de ácido úrico provêm do aspartato, do CO₂, da glicina, do ácido fólico e da glutamina (SCOTT, 1993).

Segundo Hevia e Clifford (1977) o metabolismo de ácido úrico é influenciado pela quantidade de proteína da dieta, sendo que um nível maior de proteína terá uma maior excreção de ácido úrico.

Segundo Costa (2001) o excesso de aminoácido é catabolizado na forma de ácido úrico, e para que esse processo ocorra, é preciso gasto energético, podendo afetar a deposição de tecidos.

Kidd et al. (1996), observaram que a redução do nível de proteína bruta da dieta melhora a eficiência de utilização do nitrogênio, reduzindo sua excreção. Mas para obter ótimo desempenho com nível protéico menor, é necessário atender as exigências em aminoácidos essenciais. Segundo Hevia e Clifford (1977) a excreção de ácido úrico pode contribuir para estimar o requerimento de aminoácidos e avaliar a qualidade da proteína da dieta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAGI, S., SATO, K., OHMORI, S. Threonine metabolism in Japanese quail liver. **Amino Acids**, v.26, p.235-242, 2004.

ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S.; ARTONI, S. M. B.; FARIA FILHO, D. E. Diferentes Critérios de Formulação de Rações para Frangos de Corte no Período de 1 a 21 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.3, p.195-292, 2002.

BELLAVER, C.; COSTA, C. A. F.; AVILA, S. A.; FRAHA, M.; LIMA, G. J. M. M.; HACKENHAR, L.; BALDI, P. Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas de frango de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p. 671-677, 2005.

BERRES, J.; VIEIRA, S. L.; CONEGLIAN, J. L. B.; OLMOS, A. R.; FREIRAS, D. M.; BORTOLINI, T. C. K.; SILVA, G. X. Respostas de frangos de corte a aumentos graduais na relação entre treonina e lisina. **Ciência Rural**, v.37,n.2, p. 510-517,2007.

BLOCH, K., & R. SCHOENHEIMER. The biological precursors of creatine. **Journal of Biological Chemistry**. v.138, p.167–194, 1941.

CEC. Council Regulation 2000/766 concerning certain protection measures with regard to transmissible spongiform encephalopathies and the feeding of animal protein. **Official Journal of the European Communities**, v.43, (L306), p.32-33, 2000.

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S. ALBINO, L.F.T. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1498-1505, 2001.

CORZO, A., KIDD, M. T., BURNHAM, D. J., KERR, B. J. Dietary Glycine needs of broiler chicks. **Poultry Science**, v.83, p.1382-1384, 2004.

CHRISTMAN, A. A. & MOSIER, E. C.. Purine metabolism. II. The effect of the ingestion of glycine on the excretion of endogenous uric acid. **Journal of Biological Chemistry**. v.83, p.11–19, 1929.

DAVIS, A. T. & AUSTIC, R. E. Dietary protein and amino acid levels alter threonine dehydrogenase activity in hepatic mitochondria of *Gallus domesticus*. **The Journal of Nutrition**, v.127, p. 738-744, 1997.

DAVIS, A. T. & AUSTIC, R. E. Threonine imbalance and the threonine requirement of the chicken. **The Journal of Nutrition**, v.112, n. 11, p.2170-2176. 1982a.

DAVIS, A. T. & AUSTIC, R. E. Threonine metabolism of chicks fed threonine-imbalanced diet. **The Journal of Nutrition**, v.112, p- 2177–2186, 1982b.

DIONÍZIO, M. A. **Níveis protéicos e suplementação aminoacídica na dieta de frangos de corte na fase de crescimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004, 01 p. Tese. (Doutorado em Zootecnia).

FILHO,J.J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L.; RIBEIRO, M. L.G.;MELO, D. A.; ANDRADE, I.S. Exigências Nutricionais de Lisina para Poedeiras Semipesadas. In:CONFERENCIA APINCO 2003 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2003, Campinas, SP. **Anais... CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA**. Campinas, SP : FACTA, 2003. p. 61.

HENRY, Y., SÉVE, B. Feed intake and dietary amino acid balance in growing pigs with especial reference to lysine, tryptophan and threonine. **Pig News and Information**, v.14, n.1, p.35-43, 1993.

HEVIA, P. e CLIFFORD, A. J. Protein Intake, Uric Acid Metabolism and Protein Efficiency Ratio in Growing Chicks. **The Journal of Nutrition**, v.107, p.959-964, 1977.

HILL, D.C., OLSEN, E.M. Effects of starvation and nonprotein diet on plasma amino acids and observations on the detection of amino acids limiting growth of chicks fed

purified diets. **The Journal of Nutrition**, v.79, n. 3, p.303-310, 1963.

JASON, L., EMMERT. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **Journal Applied Poultry Research**, v.6, p. 462-470,1997.

KIDD, M. T. Nutritional considerations concerning threonine in broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.56, p. 139-151, 2000.

KIDD, M. T.; CORZO, A.; HOEHLER, D.; KERR, B. J.; BARBER, S. J.; BRANTON, S.L. Threonine Needs of Broiler Chickens with Different Growth Rates. **Poultry Science**, v.83, p. 1368-1375, 2004.

KIDD, M. T.; KERR, B. J. L-Threonine for Poultry: A Review. **Journal Applied Poultry Research**, v.5, p. 358-367,1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Poultry**. 8 th Ed. National Academy Press, Washington, DC, p. 71, 1984.

RITTENBERG, D. & SCHOENHEIMER, R. Studies in protein metabolism, VI. Hippuric acid formation studies with the aid of the nitrogen isotope. **Journal of Biological Chemistry**. v.127, p.329–331, 1939.

ROSTAGNO, H.S.; Jr, J. G.; ALBINO, L.F. T.; CARVALHO, D. C. O.; OLIVEIRA, J. E.; TOLEDO, R. S. Níveis de Glicina+ Serina em rações de Pintos de Corte. In: CONFERENCIA APINCO 2003 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2003, Campinas, SP. **Anais... CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA**. Campinas, SP : FACTA, 2003. p. 48.

SABINO, H.E.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; FREITAS, E.R. Níveis Protéicos na Ração de Frangos de Corte na Fase de Crescimento. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.39, n.5, p.407-412, 2004.

SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the Chicken**. 3. Ed. Ithaca:M.L.Scott, p. 562, 1993.

SHEMIN, D. & RITTENBERG, D. The utilization of glycine for the synthesis of porphyrin. **Journal of Biological Chemistry**. v.159, p. 567–568, 1945.

SOARES, R.T.R.N.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. Exigência de Treonina para Frangos de Corte no Período de 22 a 42 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, 127-131, 1999.

VIEIRA, S.L.; LIMA, I.L. Live performance, water intake and excreta characteristics of broilers fed all vegetable diets based on corn and soybean meal. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v.4, (6), p.365-368, 2005.

WANG, X., QIAO, S., YIN, Y., YUE, L., WANG, Z., WU, G. A Deficiency or Excess of Dietary Threonine Reduces Protein Synthesis in Jejunum and Skeletal Muscle of Young Pigs. **The Journal of Nutrition**, v. 137, p.1442–1446, 2007.

WATERHOUSE, H. N. & SCOTT, H. N. Effect of different proteins and protein levels on the glycine need of the chick fed purified diets. **Poultry Science**, v.40, p. 1160-1165, 1961.

CAPÍTULO 1

DESEMPENHO DE PINTOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES RELAÇÕES TREONINA DIGESTÍVEL: LISINA DIGESTÍVEL, SUPLEMENTADAS OU NÃO COM GLICINA.

RESUMO: Foram utilizados 560 pintos de corte, machos, da linhagem Coob, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 3 x 2, sendo três níveis de treonina digestível: lisina digestível (55; 65 e 75%), suplementados ou não com glicina. Foi utilizado um tratamento adicional, contendo farinha de carne, com relação treonina digestível: lisina digestível de 65%. Utilizou-se oito repetições por tratamento e 10 aves por unidade experimental alojadas em baterias metálicas. O consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar não foram influenciados pelos níveis de treonina ($P > 0,05$). A suplementação de glicina reduziu o consumo de ração, aumentou o ganho de peso e melhorou a conversão alimentar das aves ($P < 0,05$). Não houve interação entre os níveis de treonina e a suplementação de glicina sobre o desempenho das aves ($P > 0,05$). A retenção de nitrogênio pelas aves foi maior para os níveis de 65 e 75% de treonina ($P < 0,05$). A suplementação de glicina não promoveu diferença ($P > 0,05$) na retenção de nitrogênio nas aves, porém, foi essencial para melhorar ($P < 0,05$) o desempenho de pintos de corte. A relação de 55% de treonina digestível: lisina digestível (0,631% de treonina digestível), suplementada com glicina é suficiente para atender as exigências de pintos de corte de 08 a 21 dias de idade.

Palavras-chave: desempenho, glicina, treonina

Introdução

A proteína é um nutriente de importância fundamental para a deposição de carne na alimentação de frangos de corte. Para que tal deposição ocorra de maneira adequada tanto a quantidade quanto a qualidade da proteína da dieta devem ser adequadas.

Durante muito tempo as dietas para aves foram formuladas com base no conceito de proteína bruta, e desta forma, eram oferecidos aos animais aminoácidos acima do necessário, o que poderia comprometer a eficiência da utilização da proteína e aumentar o requerimento de aminoácidos essenciais (SABINO et al., 2004). Segundo Costa (2001) o excesso de aminoácido é catabolizado na forma de ácido úrico, e para que esse processo ocorra, é preciso gasto energético, podendo afetar a deposição de tecidos. Para obter ótimo desempenho com nível protéico menor, é necessário atender as exigências em aminoácidos essenciais.

Kidd (2004) reporta que a deficiência de aminoácidos pode diminuir o desempenho, já o excesso pode aumentar a excreção de nitrogênio.

Além da preocupação com a quantidade de proteína a ser fornecida na dieta de frangos, há também preocupação com a qualidade da proteína no que se refere ao balanço aminoacídico e o fornecimento de aminoácidos essenciais.

Segundo Vieira & Lima (2005) a proteína de origem animal possui melhor balanço aminoacídico e maior digestibilidade que a proteína de origem vegetal. Porém, a preocupação com a ocorrência da Encefalopatia Espongiforme Transmissível, popularmente conhecida com a doença da “vaca louca”, fez com que vários países, principalmente os da União Européia elaborassem leis proibindo o uso de produtos de origem animal em dietas para ruminantes e não ruminantes, aumentando assim, o uso de proteína vegetal (SÁ, 2005).

A treonina é o terceiro aminoácido limitante para frangos de corte em dietas à base de milho e farelo de soja, sendo importante para a melhor utilização da lisina. A treonina tem papel importante na manutenção dos sistemas vitais, como por exemplo, está presente em grande concentração na mucina (mucosa intestinal) e nos anticorpos. Portanto, sua deficiência pode comprometer os processos digestivo e imunológico, além de afetar a síntese de proteína muscular.

Como para a maioria dos aminoácidos, também existe variação na exigência estimada de treonina. A idade da ave e o nível de proteína bruta da dieta são os principais responsáveis por esta variação (BARKLEY & WALLIS, apud KIDD, 2004).

De acordo com o NRC (1994), a relação treonina: lisina estabelecida para frangos de corte foi de 73,0% para o período de 0-21. Já Rostagno et al. (2005) recomendam a relação 65,0% treonina:lisina, para frangos de corte na fase inicial.

De acordo com Rostagno et al. (2003) a exigência de glicina e de serina em aves é maior na fase inicial, pois nesta fase, as aves possuem maior *turnover* protéico, tendo importante papel no desempenho. Estes aminoácidos participam na composição da molécula de ácido úrico, e são considerados aminoácidos essenciais, para pintos de corte. A exigência metabólica de glicina aumenta quando aumenta a excreção de nitrogênio na forma de ácido úrico. Em estudos realizados por Baker & Sugahara (1970) verificou-se que com a suplementação de treonina ocorre redução na exigência de glicina.

A glicina e a serina, segundo Corzo (2004) podem se tornar deficientes para os pintos de corte, quando alimentados com dietas vegetais, com baixo nível de proteína bruta e com níveis inferiores de treonina. Rostagno et al. (2003) observaram valores de exigência de glicina e de serina total para pintos de corte machos, Ross, no período de 1 a 21 dias de idade, iguais ou superiores a 2,108% em dietas com 19,0% de proteína bruta e 3.000 quilocalorias de energia metabolizável/kg.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes relações treonina digestível: lisina digestível, suplementados ou não com glicina sobre o desempenho de pintos de corte no período de oito a 21 dias de idade.

Material e Métodos

O trabalho de campo foi desenvolvido no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 25 de julho a seis de agosto de 2007. Foram utilizados 560 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, num arranjo fatorial 3x2, sendo três relações treonina digestível: lisina digestível (55,0%; 65,0%; 75,0%), suplementados ou não com 0,4% de glicina (Tabela 1). Foi utilizado um tratamento adicional com proteína de origem animal com relação treonina digestível: lisina

digestível em 65%, sendo a fonte desta proteína a farinha de carne. A farinha de carne possui mais glicina e serina que as dietas com milho e farelo de soja, sendo por este motivo que este tratamento adicional foi utilizado como controle. Foram realizadas oito repetições por tratamento, contendo dez aves por unidade experimental, totalizando 56 unidades experimentais. As aves foram alojadas em baterias metálicas.

As dietas foram formuladas para atenderem às exigências preconizadas por Rostagno et al. (2005), exceto para treonina e glicina (Tabela 1). As demais rações experimentais foram obtidas por meio da suplementação de L-treonina (98,0%) e de glicina em substituição ao amido. As aves receberam água e ração *ad libitum*.

Procedeu-se a coleta total de excreta, duas vezes ao dia, no período da manhã e da tarde, durante toda a fase experimental (13 dias). Para evitar contaminações e perda de excreta, as bandejas foram revestidas com plástico, e colocadas sob o piso de cada unidade experimental.

As excretas foram colocadas em sacos plásticos, devidamente identificados, pesadas e armazenadas em freezer até o final do período de coleta. Depois foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas e retiradas alíquotas, para as análises laboratoriais.

As aves e a ração foram pesadas no início e no final do período experimental (aos 08 e 21 dias de idade, respectivamente), para obter o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar.

A mortalidade das aves foi registrada e considerada para a correção dos dados de desempenho.

Foram também analisados o consumo de treonina e de glicina + serina, e a retenção de nitrogênio para melhor compreender os resultados de desempenho.

Para análise de retenção de nitrogênio foi realizado um ensaio de metabolismo, coletando a excreta duas vezes por dia. O cálculo da retenção de nitrogênio é feito da seguinte forma:

- Retenção de nitrogênio =
$$\frac{(\text{nitrogênio ingerido} - \text{nitrogênio excretado}) \times 100}{\text{nitrogênio ingerido}}$$

Tabela 1-Composição percentual das dietas experimentais

Ingredientes	55 %		65%		75%		65% POA*
Milho	33,477	33,477	33,477	33,477	33,477	33,477	31,946
Sorgo Baixo Tanino	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Farelo de soja (45%)	29,397	29,397	29,397	29,397	29,397	29,397	28,740
Farinha de Carne (42%)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	5,000
Óleo de soja	2,198	2,198	2,198	2,198	2,198	2,198	2,166
Fosfato bicálcico	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	0,000
Calcário	0,913	0,913	0,913	0,913	0,913	0,913	0,762
Sal comum	0,492	0,492	0,492	0,492	0,492	0,492	0,429
L Lisina-HCl (97%)	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,270
DL Metionina (98%)	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,284
L Arginina	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	-----
L Valina	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	-----
L Treonina (98%)	----	----	0,116	0,116	0,233	0,233	0,087
Amido	0,650	0,250	0,534	0,134	0,417	0,017	----
Glicina	-----	0,400	-----	0,400	-----	0,400	----
Cloreto de Colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano ³	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Antioxidante ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
		<u>Valores Calculados</u>					
Proteína bruta, %	19,158	19,158	19,158	19,158	19,158	19,158	20,652
Energia metabolizável, kcal/kg	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Cálcio, %	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884
Fósforo disponível, %	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,444
Arginina digestível, %	1,203	1,203	1,203	1,203	1,203	1,203	1,397
Metionina digestível, %	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559
Met. + Cis. Digestível, %	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814
Triptofano digestível, %	0,209	0,209	0,209	0,209	0,209	0,209	0,209
Valina digestível, %	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860
Lisina digestível, %	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146
Treonina digestível, %	0,631	0,631	0,745	0,745	0,860	0,860	0,745
Glicina + Serina, %	1,698	2,100	1,698	2,100	1,698	2,100	2,081

¹ - Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração : Manganês 80,0 mg ; Ferro - 50,0 mg; Zinco – 50,0 mg; Cobre - 10,0 mg ; Cobalto - 1,0 mg ; Iodo - 1,0 mg..

² - Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A - 10.000 UI; vitamina D3 - 2.000 UI; Vitamina E - 30 UI; Vitamina B1 - 2,0 mg ; vitamina B6 - 4,0 mg; Ac Pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,10 mg; Vitamina K3 - 3,0 mg ; Ácido fólico - 1,0 mg ; Ácido nicotínico- 50,0 mg ; Vitamina B12 - 15 mcg ; Selênio - 0, 25 mg.

³- Coxistac (Salinomicina 12%)

⁴- Hidroxi butil tolueno (antioxidante)

* POA-Proteína de Origem Animal

Tabela 2. Valores analisados de aminoácidos e proteína bruta das dietas experimentais, expressos em %.

Aminoácidos	55%		65%		75%		65% POA
	SG ¹	CG ²	SG	CG	SG	CG	-
Proteína bruta	20,20	20,70	19,88	20,98	21,16	21,22	22,56
Metionina	0,568	0,540	0,532	0,555	0,586	0,530	0,547
Cistina	0,299	0,356	0,348	0,308	0,319	0,306	0,324
Met. + Cistina	0,867	0,896	0,880	0,863	0,905	0,793	0,871
Lisina	1,200	1,130	1,143	1,162	1,363	1,259	1,328
Arginina	1,173	1,096	1,324	1,020	1,359	1,317	1,416
Treonina	0,701	0,660	0,762	0,750	0,998	0,917	0,882
Glicina	0,750	1,061	0,749	1,107	0,826	1,171	1,112
Serina	0,939	0,921	0,956	0,917	1,062	0,970	1,060
Glic. + Ser.	1,689	1,982	1,705	1,997	1,888	2,141	2,172
Lisina (%)*	0,313	0,259	0,260	0,307	0,325	0,278	0,224
Treonina (%)*	0,028	0,026	0,125	0,146	0,274	0,240	0,118

¹ SG – sem suplementação de glicina, ² CG – com suplementação de glicina, *Aminoácido sintético adicionado analisado

A avaliação estatística foi feita utilizando análise de variância e comparação de médias pelo teste de Student-Newman-keul's, ao nível de 5,0% de probabilidade por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

Resultados e Discussão

Não se observou efeito dos tratamentos sobre a mortalidade das aves, no período de 8 a 21 dias de idade, sendo a viabilidade média de 98,0%.

O consumo de ração das aves não foi influenciado ($P>0,05$) pelas diferentes relações treonina digestível: lisina digestível (Tabela 3). Resultado semelhante a este foi verificado por Dionízio (2004). Porém, Dozier (2003) ao suplementar a dieta basal de pintos de corte com 0,7%, 0,14% e 0,21% de L-treonina, verificou que o consumo de ração das aves aumentou, com a elevação do nível de treonina da dieta ($P<0,001$).

Também não houve diferença ($P>0,05$) no consumo de ração entre as aves

alimentadas com diferentes níveis de treonina e o tratamento com farinha de carne (Tabela 3).

A suplementação de glicina (Tabela 3) proporcionou efeito significativo ($P < 0,05$) para a redução no consumo de ração, diferindo dos resultados encontrados por Dionízio (2004), que suplementou 0,104% e 0,222% de glicina na dieta, e não observou diferença no consumo de ração.

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre as diferentes relações treonina digestível: lisina digestível e a suplementação ou não de glicina para o consumo de ração (Tabela 3).

Tabela 3 – Efeitos da relação treonina:lisina sobre o desempenho de pintos de corte no período de 08 a 21 dias de idade.

Relação Tre:Lis (%)	Consumo de ração, (g)			Ganho de Peso, (g)			Conversão alimentar, (g/g)		
	Glicina			Glicina			Glicina		
	Sem	Com	Média	Sem	Com	Média	Sem	Com	Média
55	1001,10	980,67	990,89	726,00	772,00	749,00	1,379*	1,271	1,325
65	1024,51	992,78	1008,64	764,00	771,00	767,50	1,345*	1,289	1,317
75	992,91	977,31	985,11	745,00	758,00	751,50	1,336*	1,290	1,313
Média	1006,20 ^A	983,60 ^B		745,0 ^B	767,0 ^A		1,353 ^B	1,283 ^A	
Farinha de Carne	959,35			774,00			1,240		
CV (%)	3,70 %			4,95 %			3,74 %		

^{AB} Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma linha são diferentes pelo teste SNK ($P < 0,05$)

^{ab} Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna são diferentes pelo teste SNK ($P < 0,05$)

CV Coeficiente de variação

* Contraste versus o Tratamento com F. de Carne significativo ($P < 0,05$).

O ganho de peso das aves não foi influenciado ($P > 0,05$) pelas diferentes relações treonina digestível: lisina digestível resultado semelhante ao encontrado por Davis e Austic (1982) que suplementaram a dieta basal com 0,2%, 0,4%, 0,8% e 1,2% de treonina e não observou diferença no ganho de peso das aves. As aves alimentadas

com dietas contendo diferentes relações treonina digestível: lisina digestível não tiveram o ganho de peso diferente ($P>0,05$) das aves alimentadas com dieta contendo farinha de carne (Tabela 3).

Não houve interação entre as relações de treonina e a suplementação ou não de glicina sobre o consumo de ração e ganho de peso (Tabela 3). Entretanto, a presença de glicina aumentou o ganho de peso.

A conversão alimentar foi melhor nas aves alimentadas com as dietas suplementadas com glicina ($P<0,05$); não houve interação entre a suplementação ou não de glicina e as relações treonina digestível: lisina digestível ($P>0,05$), resultado semelhante ao verificado por Dionízio (2004). As aves que consumiram rações com diferentes relações treonina digestível: lisina digestível sem a suplementação de glicina apresentaram contraste significativo ($P<0,05$) em relação ao tratamento com farinha de carne. Esse resultado indica que para essas relações, é necessária a suplementação de glicina para obter resultados semelhantes ao tratamento com proteína de origem animal (Tabela 3). Este resultado está de acordo com os de Corzo et al. (2004) e de Fisher apud Jiang (2005) que observaram melhora na conversão alimentar com o aumento dos níveis de glicina na dieta.

Segundo Corzo (2004) dietas com baixo nível de proteína bruta devem ser suplementadas com aminoácidos essenciais para atender a algumas limitações. Contudo, Waldroup et al. (2005) demonstraram que a suplementação de 0,2% de glicina na dieta com baixo nível de proteína bruta não teve efeito na conversão alimentar, porém, a suplementação de 0,4% de glicina melhorou a conversão alimentar; indicando que a formação de glicina à partir da serina e da treonina, podem não ser metabolicamente eficaz para suprir a necessidade de glicina.

As relações de treonina não apresentaram diferença estatística na conversão alimentar (Tabela 3), estão de acordo com os resultados obtidos por Waldroup et al. (2005), que não observaram melhora significativa na conversão alimentar com a suplementação de treonina, e nem interação da suplementação de treonina e de glicina. Contudo, Dozier (2003) observou que ao suplementar treonina à dieta basal de pintos de corte, a conversão alimentar das aves foi melhorada ($P<0,001$).

As diferentes relações treonina digestível: lisina digestível tiveram efeito significativo no consumo de treonina ($P<0,05$), sendo que as aves alimentadas com

relação de 75,0% tiveram o consumo de treonina superior à demais relações (Tabela 4).

O consumo de treonina foi inferior ($P < 0,05$) nas aves alimentadas com dietas suplementadas com glicina (Tabela 4).

Tabela 4 – Efeitos da relação treonina:lisina sobre o consumo de treonina (g), glicina +serina e retenção de nitrogênio (%) pintos de corte no período de 08 a 21 dias de idade.

Relação Tre:Lis (%)	Consumo de treonina (g)			Consumo de Glicina+serina, (g)			Retenção de Nitrogênio, (%)		
	Glicina			Glicina			Glicina		
	Sem	Com	Média	Sem	Com	Média	Sem	Com	Média
55	6,317*	6,189*	6,253 ^c	16,999*	20,598	18,799	66,15 ^{aA}	65,12 ^{bA}	65,64 ^b
65	7,633*	7,398	7,516 ^b	17,396*	20,853	19,125	66,96 ^{aA}	68,71 ^{aA*}	67,84 ^a
75	8,541*	8,408*	8,475 ^a	16,863*	20,530	18,697	67,85 ^{aA}	65,73 ^{bA}	66,79 ^{ab}
Média	7,497 ^A	7,332 ^B		17,086 ^B	20,660 ^A		66,99	66,52	
Farinha de Carne	7,418*			19,967*			64,12*		
CV (%)	3,79 %			3,80 %			3,27 %		

^{AB} Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma linha são diferentes pelo teste SNK ($P < 0,05$)

^{ab} Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna são diferentes pelo teste SNK ($P < 0,05$)

CV Coeficiente de variação

* Contraste versus o Tratamento com F. de Carne significativo ($P < 0,05$).

Não houve interação entre as diferentes relações treonina: lisina e a suplementação ou não de glicina ($P < 0,05$). As aves alimentadas com dietas contendo o relação de 55,0% de treonina suplementado ou não com glicina consumiram menos treonina que as aves alimentadas com a dieta contendo farinha de carne ($P < 0,05$), enquanto as aves alimentadas com a relação de 65,0% sem suplementação de glicina, e a relação de 75,0% de treonina suplementado ou não com glicina consumiram mais treonina ($P < 0,05$) que as aves alimentadas com a dieta contendo a farinha de carne (Tabela 4).

As diferentes relações treonina: lisina não proporcionaram diferença no consumo de glicina mais serina ($P>0,05$). No entanto, as aves alimentadas com dietas suplementadas com glicina tiveram maior ($P<0,05$) consumo de glicina+serina (Tabela 4).

As aves alimentadas com dieta sem suplementação de glicina consumiram menos ($P<0,05$) glicina+serina que as aves alimentadas com dieta contendo farinha de carne (Tabela 4).

A retenção de nitrogênio foi influenciada ($P<0,05$) pelas relações treonina: lisina, sendo maior nas aves alimentadas com as rações contendo a relação treonina: lisina de 65,0% e 75,0%. Não houve efeito da suplementação ou não de glicina para a retenção de nitrogênio ($P>0,05$). A interação entre as relações treonina: lisina e a suplementação de glicina influenciou ($P<0,05$) na retenção de nitrogênio, sendo que as aves alimentadas com rações sem glicina tiveram a mesma retenção para as três relações treonina: lisina, a maior retenção nas aves alimentadas com ração suplementadas com glicina foi para relação de 65,0% treonina digestível: lisina digestível (Tabela 4).

Conclusões

As diferentes relações treonina digestível: lisina digestível não influenciaram de forma significativa o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. A suplementação de glicina foi importante para a melhora no desempenho de pintos de corte, visto a essencialidade deste aminoácido para as aves na fase inicial.

A relação de 55,0% treonina: lisina (0,631% de treonina digestível), suplementada com 0,4% de glicina (183% de glicina+serina em relação à lisina) é suficiente para atender as exigências de pintos de corte no período de 08 a 21 dias de idade.

Referências Bibliográficas

BAKER, D.H. AND M. SUGAHARA. Nutritional investigation of the metabolism of glycine and its precursors by chicks fed a crystalline amino acid diet. **Poultry Science**, v.49, p. 756-760, 1970.

CORZO, A., KIDD, M.T., BURNHAM, D.J., KERR, B.J. Dietary glycine needs of broiler chicks. **Poultry Science**, v.83, p. 1382-1384, 2004.

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S. ALBINO, L.F.T. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1498-1505, 2001.

DAVIS, A. T. & AUSTIC, R. E. Threonine metabolism of chicks fed threonine-imbalanced diets. **The Journal of Nutrition**, v.112, p- 2177–2186, 1982.

DIONÍZIO, M. A. **Níveis Protéicos e Suplementação Aminoacídica na Dieta de Frangos de Corte na Fase de Crescimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004, 01 p. Tese. (Doutorado em Zootecnia).

DOZIER, W. A., MORAN, E. T., KIDD, M. T. Broiler chock utilization of threonine from fermentation by-product broth. **Journal Applied Poultry Research**, v.12, p.299-305, 2003.

JIANG, Q., WALDROUP, P.W., FRITTS, C. A. Improving the Utilization of Diets Low in Crude Protein for Broiler Chicken 1. Evaluation of Special Amino Acid Supplementation to Diets Low in Crude Protein. **International Journal of Poultry Science**, v. 4 (3), p. 115-122, 2005.

KIDD, M. T., CORZO, A., HOEHTHLER, D., KERR, B. J., BABER, S., BRANTON, S. L. Threonine needs of broiler chickens with different growth rates. **Poultry Science**, v. 83, p. 1368-1375, 2004.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients Requirements of Poultry**. 9th. ed. National Academic Press, Washington D.C.: 1994. 155p.

ROSTAGNO, H.S.; Jr, J. G.; ALBINO, L.F. T.; CARVALHO, D. C. O.; OLIVEIRA, J. E.; TOLEDO, R. S. Níveis de Glicina+ Serina em rações de Pintos de Corte. In: CONFERENCIA APINCO 2003 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2003, Campinas, SP. **Anais... CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA**. Campinas, SP : FACTA, 2003. p. 48.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L.F.T., DONZELES, J.L., et.al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. – Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa. MG, Brasil, p.87, 2005.

ROSTAGNO, H.S., VARGAS Jr., ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de glicina + serina em rações de pintos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p.48, 2002. (Supl.4).

SÁ, L. M. Cuidados na formulação de dietas vegetais ou com subprodutos de origem animal. **Polinutri**, Junho, 2005.

http://www.polinutri.com.br/conteudo_artigos_anteriores_junho05.htm. Acesso em: 18/02/2008.

SABINO, H.E.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; FREITAS, E.R. Níveis Protéicos na Ração de Frangos de Corte na Fase de Crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.5, p.407-412, 2004.

VIEIRA, S.L.; LIMA, I.L. Live performance, water intake and excreta characteristics of broilers fed all vegetable diets based on corn and soybean meal. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v.4, (6), p.365-368, 2005.

WALDROUP, P.W., JIANG, Q., FRITTS, C. A. Effects of Glycine and Threonine Supplementation on Performance of Broiler Chicks Fed Diets Low in Crude Protein. **International Journal of Poultry Science** v.4 (5), p. 250-257, 2005.

CAPÍTULO 2

EFEITO DE DIFERENTES RELAÇÕES TREONINA DIGESTÍVEL: LISINA DIGESTÍVEL SUPLEMENTADAS OU NÃO COM GLICINA, SOBRE A ATIVIDADE ENZIMÁTICA E A EXCREÇÃO DE ÁCIDO ÚRICO EM PINTOS DE CORTE.

RESUMO: Foram utilizados 560 pintos de corte, machos, da linhagem Coob, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, num arranjo fatorial 3x2, sendo 3 relações de treonina digestível: lisina digestível (55; 65 e 75%), com suplementação ou não de glicina. Foi utilizado um tratamento adicional, contendo farinha de carne, com relação treonina digestível: lisina digestível de 65%. Utilizou-se oito repetições por tratamento e 10 aves por unidade experimental alojadas em baterias metálicas. Procedeu-se a coleta total de excreta durante toda a fase experimental. Para a determinação da atividade das enzimas treonina aldolase, treonina desidrogenase e treonina desidratase foram abatidas, no final do período experimental, duas aves por unidade experimental e retirados o fígado e o pâncreas. As relações treonina: lisina influenciaram a atividade das três enzimas no fígado, sendo a maior atividade da treonina aldolase para a relação de 75%, da treonina desidrogenase para a relação de 65%, e para a treonina desidratase foi para a relação de 55%. No pâncreas, a maior atividade da treonina aldolase e da treonina desidrogenase foi para a relação de 55% foi observada, e para a treonina desidratase foi observada para a relação de 65%. As aves alimentadas com dieta contendo a farinha de carne tiveram maior atividade da treonina aldolase no fígado e no pâncreas enquanto que a atividade da treonina desidrogenase e da treonina desidratase foi menor no fígado e maior no pâncreas, quando comparadas com as aves alimentadas com dieta vegetal. Os níveis de treonina da dieta e a suplementação de glicina não influenciaram a excreção de ácido úrico das aves. Conclui-se que a suplementação de glicina reduziu a atividade no fígado e no pâncreas de todas as enzimas avaliadas.

Palavras- chave: ácido úrico, atividade enzimática, glicina, treonina

Introdução

A treonina é o terceiro aminoácido limitante em dietas à base de milho e soja com baixo nível de proteína em aves. Esse aminoácido participa da síntese de proteínas, e seu catabolismo gera outros metabólitos importantes no organismo, como por exemplo, a glicina (KIDD, 1996).

Uma das respostas bioquímicas de animais alimentados com dietas em desequilíbrio em aminoácidos é a diminuição rápida na concentração do aminoácido limitante no plasma (LEUNG et al. 1968). Há uma hipótese que esta diminuição pode ser devida, em parte, a um aumento no catabolismo do aminoácido limitante (DAVIS & AUSTIC 1982a e 1994).

A treonina desidratase (Classificação da enzima: 4.2.1.16); a treonina desidrogenase (Classificação da enzima: 1.1.1.103), e treonina aldolase (Classificação da enzima: 4.1.2.5) participam do catabolismo da treonina em pintos de corte. O esqueleto de carbono proveniente da L-treonina pela ação da treonina desidratase pode ser utilizado como fonte energética ou para produção de glicose; e a glicina obtida pela ação da treonina desidrogenase e pela treonina aldolase será utilizada para as necessidades metabólicas como, por exemplo, síntese de proteína, de serina, de ácido úrico, de sais biliares e de glutathione (KIDD, 1996). Qualquer desvio da treonina para rotas de completa oxidação, produção de glicose ou glicina reduzem ainda mais a quantidade de treonina disponível para a síntese protéica (EGAN et al., 1983).

Segundo Davis (1997) o excesso protéico da dieta induz a atividade da treonina desidrogenase, catabolizando a treonina à forma de glicina. A deficiência de treonina é mais visível sobre o crescimento de frangos quanto maior for o nível protéico da dieta, ressaltando na necessidade de um balanço ideal dos níveis de aminoácidos da dieta.

As aves excretam nitrogênio na forma de ácido úrico, sendo que a molécula de glicina compõe a molécula de ácido úrico, o que justifica o estudo da relação entre a atividade das enzimas treonina aldolase e treonina desidrogenase com a excreção de ácido úrico.

Assim, objetivou-se com este trabalho verificar o efeito de diferentes relações treonina digestível: lisina digestível, suplementadas ou não com glicina, sobre a atividade das enzimas que catabolizam a treonina e a excreção de ácido úrico.

Material e Métodos

O trabalho de campo foi desenvolvido no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 25 de julho a seis de agosto de 2007. Foram utilizados 560 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, num arranjo fatorial 3x2, sendo três relações treonina digestível: lisina digestível (55,0%; 65,0%; 75,0%), suplementados ou não com 0,4% de glicina (Tabela 1). Foi utilizado um tratamento adicional com proteína de origem animal com relação treonina digestível: lisina digestível em 65,0%, sendo a fonte desta proteína a farinha de carne. A farinha de carne possui mais glicina e serina que as dietas com milho e farelo de soja, sendo por este motivo que este tratamento adicional foi utilizado como controle. Foram realizadas oito repetições por tratamento, contendo dez aves por unidade experimental, totalizando 56 unidades experimentais. As aves foram alojadas em baterias metálicas.

As dietas foram formuladas para atender às exigências preconizadas por Rostagno et al. (2005), exceto para treonina e glicina (Tabela 1). As demais dietas experimentais foram obtidas por meio da suplementação de L-treonina (98,0%) e de glicina em substituição ao amido.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso com oito dias de idade, recebendo água e as rações experimentais *ad libitum*, durante treze dias.

Procedeu-se a coleta total de excreta, duas vezes ao dia, no período da manhã e da tarde, durante toda a fase experimental (13 dias). Para evitar contaminações e perda de excreta, as bandejas foram revestidas com plástico, e colocadas sob o piso de cada unidade experimental.

As excretas foram colocadas em sacos plásticos, devidamente identificados, pesadas e armazenadas em freezer até o final do período de coleta. Depois foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas e retiradas alíquotas, para as análises laboratoriais.

Para a análise da atividade enzimática das três enzimas que atuam no metabolismo da treonina (treonina aldolase, treonina desidrogenase e treonina

desidratase), ao final do período experimental, foram abatidas duas aves por unidade experimental, das quais foram retirados o fígado e o pâncreas.

Tabela 1-Composição percentual das dietas experimentais

Ingredientes	55 %		65%		75%		65% POA*
Milho	33,477	33,477	33,477	33,477	33,477	33,477	31,946
Sorgo Baixo Tanino	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Farelo de soja (45%)	29,397	29,397	29,397	29,397	29,397	29,397	28,740
Farinha de Carne (42%)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	5,000
Óleo de soja	2,198	2,198	2,198	2,198	2,198	2,198	2,166
Fosfato bicálcico	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	0,000
Calcário	0,913	0,913	0,913	0,913	0,913	0,913	0,762
Sal comum	0,492	0,492	0,492	0,492	0,492	0,492	0,429
L Lisina-HCl (97%)	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,270
DL Metionina (98%)	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,284
L Arginina	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	-----
L Valina	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	-----
L Treonina (98%)	----	----	0,116	0,116	0,233	0,233	0,087
Amido	0,650	0,250	0,534	0,134	0,417	0,017	----
Glicina	-----	0,400	-----	0,400	-----	0,400	----
Cloreto de Colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Anticoccidiano ³	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Antioxidante ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	<u>Valores Calculados</u>						
Proteína bruta, %	19,158	19,158	19,158	19,158	19,158	19,158	20,652
Energia metabolizável, kcal/kg	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Cálcio, %	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884
Fósforo disponível, %	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,444
Arginina digestível, %	1,203	1,203	1,203	1,203	1,203	1,203	1,397
Metionina digestível, %	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559
Met. + Cis. Digestível, %	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814
Triptofano digestível, %	0,209	0,209	0,209	0,209	0,209	0,209	0,209
Valina digestível, %	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860
Lisina digestível, %	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146
Treonina digestível, %	0,631	0,631	0,745	0,745	0,860	0,860	0,745
Glicina + Serina, %	1,698	2,100	1,698	2,100	1,698	2,100	2,081

¹ - Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração : Manganês 80,0 mg ; Ferro - 50,0 mg; Zinco – 50,0 mg; Cobre - 10,0 mg ; Cobalto - 1,0 mg ; Iodo - 1,0 mg..

² - Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A - 10.000 UI; vitamina D3 - 2.000 UI; Vitamina E - 30 UI; Vitamina B1 - 2,0 mg ; vitamina B6 - 4,0 mg; Ac Pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,10 mg; Vitamina K3 - 3,0 mg ; Ácido fólico - 1,0 mg ; Ácido nicotínico- 50,0 mg ; Vitamina B12 - 15 mcg ; Selênio - 0, 25 mg.

³ - Coxistac (Salinomicina 12%)

⁴ - Hidroxi butil tolueno (antioxidante)

* POA-Proteína de Origem Animal

Tabela 2. Valores analisados de aminoácidos e proteína bruta das dietas experimentais, expressos em %.

Aminoácidos	55%		65%		75%		65% POA
	SG ¹	CG ²	SG	CG	SG	CG	-
Proteína bruta	20,20	20,70	19,88	20,98	21,16	21,22	22,56
Metionina	0,568	0,540	0,532	0,555	0,586	0,530	0,547
Cistina	0,299	0,356	0,348	0,308	0,319	0,306	0,324
Met. + Cistina	0,867	0,896	0,880	0,863	0,905	0,793	0,871
Lisina	1,200	1,130	1,143	1,162	1,363	1,259	1,328
Arginina	1,173	1,096	1,324	1,020	1,359	1,317	1,416
Treonina	0,701	0,660	0,762	0,750	0,998	0,917	0,882
Glicina	0,750	1,061	0,749	1,107	0,826	1,171	1,112
Serina	0,939	0,921	0,956	0,917	1,062	0,970	1,060
Glic. + Ser.	1,689	1,982	1,705	1,997	1,888	2,141	2,172
Lisina (%)*	0,313	0,259	0,260	0,307	0,325	0,278	0,224
Treonina (%)*	0,028	0,026	0,125	0,146	0,274	0,240	0,118

¹ SG – sem suplementação de glicina, ² CG – com suplementação de glicina, *Aminoácido sintético adicionado analisado

A preparação do homogeneizado do fígado e do pâncreas foi feita pela maceração do tecido após o congelamento por nitrogênio líquido, e pela adição do tampão 0,14 M cloreto de potássio (KCl), na proporção de um de tecido e quatro do tampão (Davis, 1982b).

A análise de proteína dos tecidos foi feita pelo método colorimétrico Bradford (1976). Foi homogeneizado 990 microlitros de tampão Cloreto de de potássio (KCl) 0,14M e dez microlitros de água destilada. Foi pipetado no tubo 50 microlitros deste homogeneizado, e acrescentado 750 microlitros de água destilada. Para o branco, pipeta 800 microlitos de água destilada. Por fim, acrescenta 200 microlitros do reativo de Bradford, agitar e após dez minutos, determinou-se a absorvância da amostra em 595 nm.

Treonina Aldolase:

A determinação da atividade da treonina aldolase foi feita pelo método de Malkin e Greenberg (1964) modificado por Palekar (1973). O a reação ocorreu com a

mistura de 0,4 mL de tampão fosfato-potássio (100 μ moles), pH 7,3), 0,1mL de L-treonina (40 μ moles), 0,1mL de piridoxal-5-fosfato (10 nmoles), 0,1 mL de dithiothreitol (1 μ mol), 0,1mL de nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADPH, 150 nmoles), e 0,1 mL de álcool desidrogenase (35 unidades), e 0,1 mL do homogeneizado (volume final, 1 mL). Determinou-se a atividade enzimática pela variação da absorvância da amostra em 740 nm, durante dois minutos meio.

Treonina Desidrogenase:

A determinação da atividade da treonina desidrogenase foi feita pelo método modificado de Davis (1982b). A 0,6 mL do homogeneizado foi adicionado 1,3 mL de água destilada, 0,6 mL de Tris 0,1M pH 9,5 e 0,7 mL de L-treonina 0,5 M pH 9,5. Incubou-se a mistura à temperatura de 37°C durante três minutos. Foi adicionado 3,0 mL de nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD 3,3 mg/mL), em pH 9,5, para iniciar a reação. Após 30 minutos, adicionou-se 0,5 mL de ácido tricloroacético 35%, para finalizar a reação. As amostras foram mantidas em gelo por uma hora. Centrifugou-se a mistura a 23500 g por 10 minutos. A 2,0 mL do sobrenadante foi adicionado 0,5 mL de hidróxido de sódio (NaOH), para ajuste de pH. Adicionou-se à mistura 0,25 mL de uma solução saturada de ácido pícrico, homogeneizada no vortex. A mistura foi mantida em gelo durante dez minutos. Adicionou-se 0,5 mL de NaOH 0,5M gelado, homogeneizada no vortex. Colocou-se a mistura novamente no gelo, durante 6 minutos. Adicionou-se 1,75 mL de ácido clorídrico (HCl 4,0M), homogeneizada no vortex. A mistura foi mantida à temperatura ambiente. Após dez minutos, determinou-se a absorvância da amostra em 495 nm.

Treonina Desidratase:

A determinação da atividade da treonina desidratase foi feita pelo método de Nishimura e Greenberg (1961) modificado por Davis (1982b). A 0,4 mL do homogeneizado foi adicionado 1,8 mL de água destilada; 0,4 mL de Tris 0,1M pH 9,5. Incubou-se a mistura à temperatura de 37°C durante três minutos. Foi adicionado 0,4 mL de L-treonina pH 9,5, para iniciar a reação. Após 30 minutos, adicionou-se 0,5 mL de ácido tricloroacético 35%, para finalizar a reação. As amostras foram mantidas em gelo por uma hora. Centrifugou-se a mistura a 23500 g por 10 minutos. A 2,0 mL do

sobrenadante foi adicionado 0,5 mL de ácido 2,4-dinitrofenildrazime, e agitar no vortex por 10 segundos e manter em temperatura ambiente por dez minutos. Adicionou-se 3,0 mL de hidróxido de sódio 2,5M, homogeneizada no vortex. A mistura foi mantida à temperatura ambiente. Após dez minutos, determinou-se a absorvância da amostra em 515 nm.

Ácido Úrico:

A análise de ácido úrico foi feita pelo Kit Laboratorial (Labtest Diagnóstica). O ácido úrico é oxidado pela uricase à alantoína e peróxido de hidrogênio. O peróxido de hidrogênio, na presença da peroxidase, reage com dihidroxibenzenosulfônico (DHBS) e 4-aminoantipirina, formando o cromogênio de antipirilquinonimina, a intensidade da cor vermelha formada é diretamente proporcional à concentração de ácido úrico na amostra. Absorbância foi medida em 520 nm.

A avaliação estatística foi feita utilizando análise de variância e comparação de médias pelo teste de Student-Newman-keul's, ao nível de 5,0% de probabilidade por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

Resultados e Discussão

As relações treonina: lisina influenciaram a atividade da treonina aldolase no fígado ($P < 0,05$), resultado contrário ao encontrado por Davis e Austic (1982 a), que suplementaram à dieta basal com 0,2%, 0,4%, 0,8% e 1,2% de treonina, e verificaram que a treonina aldolase foi pouco afetada pelos níveis de treonina da dieta.

As aves que consumiram a ração contendo relação de 55,0% treonina digestível: lisina digestível apresentaram a menor atividade da treonina aldolase no fígado (Tabela 3).

As aves alimentadas com dietas suplementadas com glicina apresentaram menor atividade da treonina aldolase no fígado ($P < 0,05$) que as aves alimentadas com dieta sem suplementação de glicina (Tabela 3), podendo-se inferir que a suplementação de glicina poupa a treonina de ser usada para obtenção de glicina.

Houve interação entre as relações treonina digestível: lisina digestível e a suplementação ou não de glicina para a atividade da treonina aldolase no fígado,

sendo a menor atividade nas aves que receberam as rações com a relação de 55,0% suplementadas ou não com glicina ($P < 0,05$). As aves que receberam as dietas sem suplementação de glicina com as relações de 65,0 e de 75,0%, não apresentaram efeito sobre a atividade da treonina aldolase no fígado ($P > 0,05$). Já com a suplementação de glicina a maior atividade da treonina aldolase no fígado foi para as aves que receberam a ração com a relação de 75,0%. Entre os níveis, a suplementação de glicina foi importante na redução da atividade da treonina aldolase no fígado, para as aves que consumiram ração com a relação treonina digestível: lisina digestível de 55,0% (Tabela 3).

O tratamento controle, com farinha de carne, foi aquele que apresentou a maior atividade ($P < 0,05$) da treonina aldolase no fígado (Tabela 3).

Tabela 3 – Efeitos da relação treonina:lisina sobre atividade enzimática no fígado de pintos de corte no período de 08 a 21 dias de idade.

Relação Tre:Lis (%)	Treonina Aldolase (μM de acealdeído/ min. mg de proteína)		Média	T. Desidrogenase ($10^{-3}\mu\text{M}$ de aminoacetona/ 30 min.mg de proteína)		Média	T. T.Desidratase ($10^{-3}\mu\text{M}$ de α - cetobutirato/ 30 min.mg de proteína)		Média
	Glicina			Glicina			Glicina		
	Sem	Com		Sem	Com		Sem	Com	
55	0,78 ^{bA*}	0,54 ^{cB*}	0,66 ^c	2,92 ^{bA*}	2,93 ^{aA*}	2,93 ^b	3,01*	2,34*	2,68 ^a
65	1,03 ^{aA*}	0,97 ^{bA*}	1,00 ^b	6,03 ^{aA*}	2,10 ^{abB}	4,07 ^a	2,68*	2,13*	2,41 ^b
75	1,10 ^{aA*}	1,10 ^{aA*}	1,10 ^a	2,10 ^{bA}	1,55 ^{bA}	1,82 ^c	2,44*	2,13*	2,28 ^b
Média	0,97 ^A	0,87 ^B		3,68 ^A	2,19 ^B		2,71 ^A	2,20 ^B	
Farinha de Carne		1,24*			1,55*			1,67*	
CV (%)	13,78%			29,22 %			15,07%		

^{AB} Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma linha são diferentes pelo teste SNK ($P < 0,05$)

^{ab} Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna são diferentes pelo teste SNK ($P < 0,05$)

CV Coeficiente de variação

* Contraste versus o Tratamento com F. de Carne significativo ($P < 0,05$).

As diferentes relações treonina digestível: lisina digestível influenciaram a atividade da treonina aldolase no pâncreas ($P < 0,05$), sendo a maior atividade observada nas aves que se alimentaram de ração contendo a relação de 55,0% treonina digestível: lisina digestível (Tabela 4).

Tabela 4 – Efeitos da relação treonina: lisina sobre atividade enzimática no pâncreas de pintos de corte no período de 08 a 21 dias de idade.

Relação Tre:Lis (%)	Treonina Aldolase (μM de aaldeído/ min. mg de proteína)			T. Desidrogenase (10^{-3} μM de aminoacetona/ 30 min.mg de proteína)			T.Desidratase (10^{-3} μM de α -cetobutirato/30 min.mg de proteína)		
	Glicina		Média	Glicina		Média	Glicina		Média
	Sem	Com		Sem	Com		Sem	Com	
55	4,41 ^{abA}	1,79 ^{abB*}	3,10 ^a	12,24 ^{abA*}	5,23 ^{abB*}	8,73 ^a	2,58 ^{abA}	2,34 ^{abA*}	2,46 ^a
65	1,82 ^{ca*}	1,81 ^{abA*}	1,82 ^b	5,37 ^{ca*}	4,84 ^{abA*}	5,79 ^b	2,60 ^{abA}	1,41 ^{bbB*}	2,38 ^a
75	2,32 ^{ba*}	1,47 ^{abB*}	1,89 ^b	6,69 ^{ba*}	4,88 ^{abB*}	5,10 ^b	2,66 ^{abA}	2,10 ^{abB*}	2,00 ^b
Média	2,85 ^A	1,69 ^B		8,10 ^A	4,98 ^B		2,61 ^A	1,95 ^B	
Farinha de Carne		4,17*			9,68*			3,10*	
CV (%)	19,11%			15,75 %			19,73%		

^{AB} Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma linha são diferentes pelo teste SNK ($P < 0,05$)

^{ab} Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna são diferentes pelo teste SNK ($P < 0,05$)

CV Coeficiente de variação

* Contraste versus o Tratamento com F. de Carne significativo ($P < 0,05$).

A suplementação de glicina reduziu ($P < 0,05$) a atividade da treonina aldolase no pâncreas (Tabela 4).

Houve interação entre as relações treonina digestível: lisina digestível e a suplementação ou não de glicina para a atividade da treonina aldolase no pâncreas ($P < 0,05$). A menor atividade sem glicina ocorreu nas aves que receberam a dieta com a relação treonina digestível: lisina digestível de 65,0%, e as aves que receberam as dietas suplementadas com glicina tiveram atividades da treonina aldolase

estatisticamente iguais para as três relações treonina digestível: lisina digestível ($P > 0,05$). Entre as relações treonina: lisina, as menores atividades da treonina aldolase no pâncreas ($P < 0,05$) foram nas aves que receberam as rações com as relações de 55,0 e 75,0% de treonina digestível: lisina digestível com a suplementação de glicina (Tabela 4).

A atividade da treonina aldolase foi maior no pâncreas que no fígado (Tabela 3 e Tabela 4).

Davis e Austic (1982b) em estudos com machos e fêmeas Leghorn brancos alimentados com dietas contendo 0,7% de treonina, 1,0% de glicina e 0,8% de serina no qual eles avaliaram a atividade das enzimas que catabolizam a treonina, e a distribuição das enzimas no cérebro, fígado, pâncreas, músculo de peito, coração, obtendo uma atividade de 3,46 μM de glicina formada em 30 minutos por grama de pâncreas e 7,95 μM de glicina formada em 30 minutos por grama de fígado.

De modo geral, as aves alimentadas com dieta contendo proteína de origem animal, apresentaram alta atividade da treonina aldolase tanto no fígado, quanto no pâncreas (Tabela 3 e Tabela 4), tal resultado pode estar relacionado ao maior nível protéico do tratamento controle.

As diferentes relações de treonina digestível: lisina digestível proporcionaram atividades diferentes da treonina desidrogenase no fígado ($P < 0,05$), sendo a maior atividade, nas aves alimentadas com dieta contendo a relação de 65,0% treonina digestível: lisina digestível (Tabela 3).

As aves alimentadas com dietas suplementadas com glicina tiveram a atividade da treonina desidrogenase significativamente reduzida ($P < 0,05$) no fígado (Tabela 3).

Houve interação entre as relações treonina digestível: lisina digestível e a suplementação de glicina ($P < 0,05$), sendo que as aves alimentadas com relação treonina digestível: lisina digestível de 65,0% tiveram redução na atividade da treonina desidrogenase no fígado quando receberam dieta suplementada com glicina. Analisando as interações sem a suplementação de glicina, a maior atividade da treonina desidrogenase foi obtida nas aves que receberam a ração com a relação de 65,0% treonina digestível: lisina digestível. Já com a suplementação de glicina as aves alimentadas com ração contendo a relação treonina: lisina de 75,0% tiveram atividade da treonina desidrogenase reduzida (Tabela 3).

O tratamento com farinha de carne proporcionou a menor atividade da treonina desidrogenase no fígado ($P<0,05$), podendo indicar, que a treonina desidrogenase não é afetada pelo nível protéico da dieta, ou que a alta atividade de outras enzimas pode ser suficiente para atender a necessidade de glicina, justificando a sua baixa atividade no fígado.

No pâncreas, as relações treonina: lisina afetaram ($P<0,05$) a atividade da treonina desidrogenase, sendo a maior atividade para as aves alimentadas com dieta contendo a relação de 55,0%, indicando maior necessidade de suplementação de glicina para essas relações treonina: lisina. A menor atividade enzimática foi observada nas aves que receberam a relação 65,0% (Tabela 4).

A suplementação de glicina reduziu ($P<0,05$) consideravelmente a atividade da treonina desidrogenase no pâncreas (Tabela 4), visto que ao suplementar glicina na dieta, a treonina foi usada exclusivamente para deposição protéica, não se tornando limitante para o desempenho dos pintos de corte.

A interação entre as relações treonina: lisina e a suplementação ou não com glicina foi significativa ($P<0,05$) no pâncreas. Entre as aves alimentadas com dieta sem suplementação de glicina a maior atividade da treonina desidrogenase foi observada nas aves alimentadas com a relação treonina digestível: lisina digestível de 55,0% (Tabela 4), evidenciando a essencialidade da glicina para aves na fase inicial. Entretanto, as aves alimentadas com dietas suplementadas com glicina, independente da relação treonina: lisina, tiveram atividades da treonina desidrogenase no pâncreas estatisticamente iguais. Entre os níveis, para a relação de 55,0% treonina: lisina, a suplementação de glicina reduziu bruscamente a atividade da treonina desidrogenase, e para as demais relações, foi observada redução discreta na atividade com a suplementação de glicina.

A atividade da treonina desidrogenase foi relativamente alta no pâncreas das aves alimentadas com a dieta contendo proteína de origem animal, sendo inferior ($P<0,05$) somente para a relação de 55,0% treonina digestível: lisina digestível sem suplementação de glicina (Tabela 4).

A atividade da treonina desidrogenase foi maior no pâncreas que no fígado (Tabela 3 e Tabela 4).

Davis e Austic (1982b) em estudos com machos e fêmeas Leghorn brancos

alimentados com dietas contendo 0,7% de treonina, 1,0% de glicina e 0,8% de serina no qual eles avaliaram a atividade das enzimas que catabolizam a treonina, e a distribuição das enzimas no cérebro, fígado, pâncreas, músculo de peito, coração, obtendo uma atividade 6,18 μM de aminoacetona formada em 30 minutos por grama de pâncreas e 1,17 μM de aminoacetona formada em 30 minutos por grama de fígado.

As relações treonina: lisina proporcionaram efeito ($P < 0,05$) sobre a atividade da treonina desidratase no fígado. Este resultado difere daqueles apresentados por DAVIS E AUSTIC (1982 a) que não observaram alteração na atividade da treonina desidratase no fígado de pintinhos alimentados com dieta basal suplementada com treonina. A maior atividade da treonina desidratase no fígado foi observada nas aves alimentadas com a relação de 55,0% treonina digestível: lisina digestível (Tabela 3).

A suplementação de glicina reduziu ($P < 0,05$) a atividade da treonina desidratase no fígado, indicando que a deficiência de glicina (Tabela 3), que aumenta a atividade de todas as enzimas que catabolizam a treonina.

A interação entre as relações treonina: lisina e a suplementação de glicina não foi significativa ($P > 0,05$) no fígado (Tabela 3).

No fígado, todos os tratamentos proporcionaram atividade da treonina desidratase superiores ao tratamento controle (Tabela 3) com farinha de carne ($P < 0,05$), indicando que a dieta com proteína de origem animal foi menos gliconeogênica que a dieta contendo proteína vegetal.

As aves alimentadas com as dietas contendo diferentes relações treonina: lisina apresentaram diferentes atividades da treonina desidratase no pâncreas ($P < 0,05$), sendo a maior atividade verificada para a relação de 75,0% treonina digestível: lisina digestível (Tabela 4).

Ao ser suplementada na dieta, a glicina reduziu ($P < 0,05$) a atividade da treonina desidratase no pâncreas (Tabela 4), sugerindo que o desequilíbrio de treonina, devido a produção de glicina, ou produção de glicose, pode ser evitado com a suplementação de glicina na dieta.

A interação entre os níveis treonina digestível: lisina digestível e a suplementação ou não de glicina foi significativa ($P < 0,05$). Sem a suplementação de glicina, a atividade da treonina desidratase no pâncreas foi igual em todos os níveis. No entanto, com a suplementação de glicina observou-se variação na atividade

enzimática, sendo a menor atividade da treonina desidratase observada no pâncreas das aves alimentadas com dieta contendo a relação 65,0% treonina: lisina. (Tabela 4).

Ao contrário do fígado, a atividade da treonina desidratase no pâncreas foi superior ($P < 0,05$) nas aves alimentadas com a dieta contendo proteína animal (Tabela 4).

Davis e Austic (1982b) obtiveram 2,01 μM de α -cetobutirato formada em 30 minutos de atividade por grama de fígado e 1,05 μM de α -cetobutirato formada em 30 minutos por grama de pâncreas, em estudos com machos e fêmeas Leghorn brancos alimentados com dietas contendo 0,7% de treonina, 1,0% de glicina e 0,8% de serina.

A atividade das três enzimas analisadas no fígado foi influenciada pelos níveis de treonina da dieta (Tabela 3), resultado diferente do encontrado por DAVIS e AUSTIC (1982a), que concluíram que a treonina desidrogenase foi a única enzima influenciada pelo nível de treonina da dieta. Os autores consideraram a atividade da treonina desidrogenase baixa em relação às demais enzimas, contudo, em outro estudo mostraram que a enzima treonina desidrogenase é amplamente distribuída nos tecidos dos pintinhos (DAVIS e AUSTIC, 1982b).

Segundo House et al. (2001), a oxidação de treonina pode ser classificada em duas vias distintas: glicina dependente (treonina desidrogenase e treonina aldolase) e glicina independente (treonina desidratase. Entretanto para todas as enzimas envolvidas no catabolismo de treonina observou-se redução de atividade com a adição de glicina à dieta. A redução da atividade foi de 10,31% para treonina aldolase no fígado e 40,71% no pâncreas; 40,49% para treonina desidrogenase no fígado e 38,52 no pâncreas; 18,82% para treonina desidratase no fígado e 25,29% no pâncreas.

O catabolismo do esqueleto carbônico da glicina leva à produção de piruvato (NELSON & COX, 2006). Portanto, a oxidação de glicina a CO_2 ou sua conversão à glicose pode ser uma das causas da diminuição da atividade da treonina desidratase na presença de glicina. A produção de piruvato a partir da glicina torna desnecessária a produção de propionil-CoA a partir da treonina.

A redução da atividade da degradação de treonina pela via dependente de glicina também foi observada no trabalho realizado por House et al. (2001), que avaliaram a produção de $^{14}\text{CO}_2$, utilizando treonina com ^{14}C na posição 1, em hepatócitos de ratos. Quando os hepatócitos foram incubados com cisteamina

(inibidor da clivagem de glicina) houve redução de 24% da produção de $^{14}\text{CO}_2$.

É possível que para cada molécula de glicina produzida pela treonina desidrogenase, também é produzida uma molécula de acetil-CoA. A conversão de treonina em glicina e acetil-CoA pela treonina desidrogenase é dependente de NAD^+ e coenzima-A. A coenzima-A está em número limitado na célula e, no fígado, o acetil-CoA pode ser convertido a corpos cetônicos (acetoacetato, β -hidroxibutirato e acetona) para a liberação de coenzima-A para que os processos metabólicos dela dependentes possam continuar ocorrendo. Os corpos cetônicos acetoacetato e β -hidroxibutirato podem ser oxidados para obtenção de energia por tecidos extra-hepáticos. Entretanto, a acetona produzida segue para a corrente sanguínea e é volatilizada (NELSON & COX, 2006). Quando a degradação de treonina provoca o aparecimento de corpos cetônicos, em especial a acetona, os carbonos provenientes da treonina não serão utilizados para síntese protéica, nem para formação de glicose ou glicina, nem para obtenção de energia. Pode-se sugerir, que a adição de glicina às dietas se torna benéfica, visto que diminui a atividade das enzimas do catabolismo de treonina, diminuindo a produção de corpos cetônicos e aumentando a quantidade de treonina disponível para a síntese protéica.

A suplementação ou não de glicina em dietas para pintos de corte não influenciaram ($P>0,05$) na excreção de ácido úrico (Tabela 5).

Tabela 5—Excreção de ácido úrico (g) em pintos de corte alimentados com diferentes relações treonina :lisina, suplementados ou não com glicina no período de 08 a 21 dias de idade

Glicina	Nível (%)			Média
	55	65	75	
-	1,536	1,520	1,488	1,515
+	1,552	1,550	1,315	1,472
Média	1,544	1,535	1,402	CV =
Controle (F. Carne)		1,593		14,07%

ANOVA Fatorial, principais efeitos: Rel. treo/lis (ns). Glicina (ns). Nível x Glicina (ns)

Não houve interação ($P>0,05$) entre as relações de treonina digestível: lisina digestível e a suplementação ou não de glicina para a excreção de ácido úrico (Tabela 5).

A excreção de ácido úrico das aves que consumiram a dieta contendo farinha de carne não se diferenciou da excreção de ácido úrico das aves que se alimentaram com a dieta vegetal (Tabela 5), discordando dos resultados encontrados por HEVIA e CLIFFORD (1977) que observaram que o metabolismo de ácido úrico é influenciado pela quantidade de proteína da dieta, sendo que um nível maior de proteína terá uma maior excreção de ácido úrico.

Conclusões

A suplementação de glicina foi importante para a redução da atividade de todas as enzimas avaliadas, visto que, ao ser suplementada na dieta, reduz a necessidade de obtenção de glicina a partir da treonina, aumentando assim, a disponibilidade da treonina para síntese protéica.

A atividade da treonina desidratase e da treonina desidrogenase foram inferiores à atividade da treonina aldolase no fígado e no pâncreas das aves.

A excreção de ácido úrico não foi influenciada pela suplementação de glicina, pelo nível protéico e nem pelos níveis de treonina da dieta.

Referências Bibliográficas

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of proteins utilizing the principle of protein dye binding. **Anal. Biochem.**, v.72, p. 248, 1976.

DAVIS, A. J. & AUSTIC, R. E. Dietary threonine imbalance alters threonine dehydrogenase activity in isolated hepatic mitochondria of chicks and rats. **The Journal of Nutrition**, v.124, p.1667–1677, 1994.

DAVIS, A. J., AUSTIC, R. E. Dietary protein and amino acid levels alter threonine dehydrogenase activity in hepatic mitochondria of *Gallus domesticus*. **The Journal of Nutrition**, v.127, p. 738-744, 1997.

DAVIS, A. T. & AUSTIC, R. E. Threonine metabolism of chicks fed threonine-imbalanced diets. **The Journal of Nutrition**, v.112, p. 2177–2186, 1982a.

DAVIS, A. T. & AUSTIC, R. E. Threonine-degrading enzymes in the chicken. **Poultry Science**, v.61, p. 2107–2111, 1982b.

EGAN, A. R., MACRAE, J. C. & LAMB, C. S. Threonine metabolism in sheep. **British Journal of Nutrition**, v. 49, p. 373-383, 1983.

HEVIA, P. e CLIFFORD, A. J. Protein Intake, Uric Acid Metabolism and Protein Efficiency Ratio in Growing Chicks. **The Journal of Nutrition**, v.107, p.959-964, 1977.

HOUSE, J. D., HALL, B. N. & BROSANAN, J. T. Threonine metabolism in isolated rat hepatocytes. **American Journal of Physiology: endocrinology and metabolism**, v. 281, p. 300-307, 2001.

KIDD, M. T.; KERR, B. J. L-Threonine for poultry: A Review. **Journal Applied Poultry Research**, v.5, p. 358-367, 1996.

LEUNG, P.M.B., ROGERS, Q. R. & HARPER, A. E. Effect of amino acid imbalance on plasma and tissue free amino acids in the rat. **The Journal of Nutrition**, v. 96, p.303–318, 1968.

NELSON, D. L. & COX, M. M. **Lehninger – Princípios de Bioquímica**. São Paulo: Sarvier, p.1202, 2006.

PALEKAR, A.G.; TATE, S. S.; MEISTER, A. Rate liver aminomalonate descarboxylase. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 248, n. 4, p. 1158-1167, 1973.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L.F.T., DONZELES, J.L., et.al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. – Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa. MG, Brasil, p.87, 2005.

CONCLUSÕES GERAIS

A suplementação de glicina reduziu a atividade no fígado e no pâncreas da treonina aldolase, da treonina desidrogenase, e da treonina desidratase, disponibilizando maior quantidade de treonina para a deposição protéica.

Embora, o catabolismo da treonina tenha sido alto nas aves alimentadas com a relação treonina digestível: lisina digestível de 55,0%, a conversão alimentar não foi afetada pelos níveis de treonina, portanto, a relação de 55,0% treonina: lisina (0,631% de treonina digestível), suplementada com glicina é suficiente para atender as exigências de pintos de corte no período de 08 a 21 dias de idade.