

THONY ASSIS CARVALHO

**AVALIAÇÃO DE DIETAS COM GLUTAMINA E GLICINA PARA  
PINTOS DE CORTE CONTENDO DIFERENTES RELAÇÕES  
TREONINA:LISINA**

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

2009

**THONY ASSIS CARVALHO**

**AVALIAÇÃO DE DIETAS COM GLUTAMINA E GLICINA PARA  
PINTOS DE CORTE CONTENDO DIFERENTES RELAÇÕES  
TREONINA:LISINA**

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: 13 de julho de 2009.

---

Dr. Rodrigo Santana Toledo

---

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto

---

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino  
(Coorientador)

---

Prof. Darci Clementino Lopes  
(Coorientador)

---

Prof. Horacio Santiago Rostagno  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), através do Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

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

A Ajinomoto Biolatina pelo fornecimento dos aminoácidos e pela realização dos aminogramas.

Ao professor Horacio Santiago Rostagno pelos valiosos ensinamentos, estímulo, orientação, amizade e confiança durante o curso de pós-graduação.

Aos professores conselheiros e membros da banca examinadora, Luiz Fernando Teixeira Albino, Darci Clementino Lopes, Sérgio Luiz de Toledo Barreto e ao Dr. Rodrigo Santana Toledo pelas valiosas sugestões e críticas que possibilitaram o aprimoramento desse trabalho.

Aos meus pais Edson de Carvalho Franco e Carmen Silvia de Assis Carvalho e ao meu irmão Rony Assis Carvalho pelo estímulo, carinho, dedicação e tolerância quanto à distância e a saudade.

A Amanda, pelo apoio incondicional e por permanecer sempre ao meu lado. Todas as palavras seriam incapazes de traduzir a gratidão pelo carinho, companheirismo e amizade.

Aos funcionários do Setor de Avicultura da UFV, em especial, Adriano, Elísio, José Lino, Tiãozinho e Mauro pela colaboração e amizade.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da UFV, Francisco Ilário, Francisco Ferreira, José Lopes, Raimundo, Sebastião, Vítor e José Alberto pelo apoio, amizade e presteza.

Aos estudantes de graduação Valdir, Rodolfo, Rosana, João Paulo, Fernanda, pela amizade e apoio fundamental na realização desse trabalho.

Aos estudantes de Pós-Graduação Carla, Anastácia, Sandra, Silvano, Guilherme, Fernando, Wagner, Maurício, Rodrigo, Tiago, Eliane, Gabriel, Sérgio, Tatiana, Cássia pela amizade, conselhos e agradável convívio.

Aos doutores Lidson, Alfredo e Reinaldo pelos ensinamentos e pela amizade.

Aos amigos Camila, Leonardo e Albano que também fizeram parte dessa família.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para concretização desse sonho.

## **BIOGRAFIA**

Thony Assis Carvalho, filho de Edson de Carvalho Franco e Carmen Silvia de Assis Carvalho, nasceu em Jataí – GO, em 19 de novembro de 1984.

Em junho de 2002, iniciou o curso de graduação em Medicina Veterinária, na Universidade Estadual de Londrina (UEL). Após ter sido aprovado em prova de transferência, ingressou no curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Foi bolsista de iniciação científica pelo CNPq, no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa sob a orientação do professor Horacio Santiago Rostagno no período de agosto de 2006 a junho de 2007.

Em julho de 2007, obteve o diploma de Médico Veterinário pela Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 2007, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na UFV, em nível de mestrado, realizando os estudos na área de nutrição de monogástricos, submetendo-se a defesa de tese em 13 de julho de 2009.

## ÍNDICE

|   |     |
|---|-----|
| LISTA DE TABELAS.....   | vii |
| RESUMO.....   | ix  |
| ABSTRACT.....   | xi  |
| 1 - INTRODUÇÃO GERAL.....   | 01  |
| 2 - REVISÃO DE LITERATURA.....  | 04  |
| 2.1 - Nutrição protéica e treonina na alimentação de frangos de corte.....  | 04  |
| 2.2 - Fatores que influenciam a exigência de treonina.....  | 06  |
| 2.3 - Nutrição protéica e glutamina na alimentação de frangos de corte..  | 11  |
| 2.4 - Nutrição protéica e glicina na alimentação de frangos de corte.....   | 14  |
| 2.5 - A coccidiose aviária e sua importância para frangos de corte.....   | 17  |
| 2.6 - Alternativas para o controle da coccidiose aviária.....   | 23  |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 28  |
| RELAÇÕES TREONINA:LISINA DIGESTÍVEIS NA DIETA DE PINTOS DE<br>CORTE COM OU SEM ADIÇÃO DE SUPLEMENTO CONTENDO<br>GLUTAMINA ..... | 36  |
| Introdução.....   | 39  |
| Material e Métodos.....   | 40  |
| Resultados e Discussão .....  | 48  |
| Conclusões.....   | 59  |
| Referências Bibliográficas .....  | 60  |

|  |    |
|--|----|
| RELAÇÕES TREONINA:LISINA DIGESTÍVEIS NA DIETA DE PINTOS DE CORTE COM OU SEM ADIÇÃO DE GLICINA..... | 64 |
| Introdução .....   | 66 |
| Material e Métodos .....   | 67 |
| Resultados e Discussão .....   | 71 |
| Conclusões .....   | 90 |
| Referências Bibliográficas.....  | 91 |
| Conclusões Gerais.....   | 94 |
| Apêndices .....  | 96 |

## LISTA DE TABELAS

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabela 1  | Composição centesimal e nutricional calculada da dieta basal.....   | 42 |
| Tabela 2  | Composição centesimal e nutricional calculada das dietas experimentais.....   | 43 |
| Tabela 3  | Teor de aminoácidos e de proteína bruta analisados das dietas experimentais com base na matéria natural.....  | 43 |
| Tabela 4  | Sistema de escore de lesões para as diferentes espécies de <i>Eimeria</i> spp. avaliadas.....   | 46 |
| Tabela 5  | Média (°C) das temperaturas máxima e mínima durante o período experimental. ....  | 48 |
| Tabela 6  | Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte entre 10 e 21 dias de vida em função dos tratamentos.....                              | 49 |
| Tabela 7  | Consumo de treonina no período de 10 a 21 dias de vida e contagem de oocistos por grama (OPG) de excreta no 22º dia de vida em função dos tratamentos.....      | 53 |
| Tabela 8  | Uniformidade, desvio padrão e coeficiente de variação do peso vivo no 21º dia de vida em função dos tratamentos.....  | 54 |
| Tabela 9  | Escore de lesão intestinal (escala de 1 a 4 pontos) de pintos de corte desafiados no 14º dia de vida, em cada porção intestinal, em função dos tratamentos..... | 56 |
| Tabela 10 | Composição centesimal e nutricional calculada da dieta basal.....   | 68 |
| Tabela 11 | Inclusão de L-treonina e L-glicina e composição nutricional calculada dos diferentes tratamentos.....   | 69 |
| Tabela 12 | Teor de aminoácidos e de proteína bruta das dietas experimentais com base na matéria natural.....   | 69 |



|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabela 13 | Média das temperaturas e umidades mínimas e máximas, ambientais na altura das aves no galpão experimental.....   | 71 |
| Tabela 14 | Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 6 dias de vida em função dos tratamentos.....                                   | 72 |
| Tabela 15 | Consumos de treonina, glicina, serina, glicina+serina de pintos de corte no período de 1 a 6 dias e glicemia no sexto dia de vida em função dos tratamentos.....           | 74 |
| Tabela 16 | Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 12 dias de vida em função dos tratamentos.....                                  | 76 |
| Tabela 17 | Consumos de treonina, glicina, serina, glicina+serina de pintos de corte no período de 1 a 12 dias e glicemia no décimo segundo dia de vida em função dos tratamentos..... | 79 |
| Tabela 18 | Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 18 dias de vida em função dos tratamentos.....                                  | 81 |
| Tabela 19 | Consumos de treonina, glicina, serina, glicina+serina de pintos de corte no período de 1 a 18 dias e glicemia no décimo oitavo dia de vida em função dos tratamentos.....  | 85 |
| Tabela 20 | Glicemia de pintos de corte em função das diferentes idades de avaliação.....  | 87 |

## RESUMO

CARVALHO, Thony Assis, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2009. **Avaliação de dietas com glutamina e glicina para pintos de corte contendo diferentes relações treonina:lisina.** Orientador: Horácio Santiago Rostagno. Coorientadores: Luiz Fernando Teixeira Albino e Darci Clementino Lopes.

Foram conduzidos dois experimentos com objetivo de avaliar o efeito da adição ou não de suplemento contendo glutamina ou de glicina em dietas contendo diferentes relações treonina:lisina digestíveis. No primeiro experimento, foram utilizados 384 pintos machos, da linhagem Cobb, alojados em baterias metálicas, entre 10-21 dias de idade, em arranjo fatorial 3 x 2 (três relações treonina:lisina digestíveis - 60, 65 e 70% - com adição ou não de 0,75% de suplemento contendo glutamina<sup>1</sup> com oito repetições). As aves foram desafiadas com vacina virulenta<sup>2</sup> com dose dez vezes superior à preconizada para a imunoprofilaxia da coccidiose. Não foi observada interação entre os tratamentos. O aumento das relações treonina:lisina digestíveis de 60 para 70% melhorou a conversão alimentar. Os demais parâmetros de desempenho, uniformidade do peso vivo e contagem de oocistos na excreta não foram influenciados pelas relações treonina:lisina digestíveis. A relação treonina:lisina digestíveis de 65% melhorou a saúde intestinal das aves. A adição do suplemento contendo glutamina não alterou o desempenho e a uniformidade do peso vivo, contudo, reduziu as lesões intestinais no duodeno e a contagem de oocistos em mais de 25%. O escore de lesão no intestino médio (jejuno e íleo) e nos cecos aumentaram quando o

---

<sup>1</sup> Aminogut® - Ajinomoto Biolatina

<sup>2</sup> Immucox® - Vetech Laboratories Inc.

produto comercial foi utilizado. A relação treonina:lisina digestíveis de 65% associada a 0,75% de suplemento contendo glutamina, são suficientes para atender as exigências de pintos de corte entre 10-21 dias de vida e proporcionam efeito benéfico quanto à saúde nas porções proximais do intestino, quando as aves são desafiadas com oocistos de diferentes espécies de *Eimeria* spp. No segundo experimento, foram utilizados 1440 pintos machos da linhagem Cobb, alojados em boxes, em arranjo fatorial 3 x 2 (três relações treonina:lisina digestíveis - 55, 65 e 75% - com suplementação ou não de 0,4% de glicina com oito repetições). As fases experimentais foram de 1 a 6, 1 a 12 e 1 a 18 dias de idade. Não foi observada interação entre os tratamentos sobre os parâmetros de desempenho. As relações 65 e 75% de treonina:lisina proporcionaram consumo de ração e ganho de peso similares. As relações treonina:lisina digestíveis alteraram a conversão alimentar apenas na fase de 1 a 6 dias de idade. A suplementação de glicina na dieta não alterou o consumo de ração. Nas fases de 1 a 6 e 1 a 12 dias, maior ganho de peso foi observado quando a dieta foi suplementada com glicina. A adição de glicina na dieta melhorou a conversão alimentar das aves nas fases de 1-12 e 1-18 dias de idade. Os tratamentos não modificaram a glicemia de pintos de corte entre 1 e 18 dias, entretanto, diferentes teores de glicose sanguínea foram obtidos em função da idade das aves. Com base nos dados observados, a relação treonina:lisina digestíveis de 65% associada à 2,23% de glicina+serina na dieta é suficiente para atender as exigências de pintos de corte entre 1 e 18 dias de idade. O aumento nas relações treonina:lisina digestíveis e a suplementação de 0,4% de glicina na dieta não alteraram a glicemia das aves entre 1 e 18 dias de vida.

## ABSTRACT

CARVALHO, Thony Assis, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2009.

**Evaluation of diets with glutamine and glycine for young chicks contend different threonine:lysine ratio.** Adviser: Horácio Santiago Rostagno. Co-Advisers: Luiz Fernando Teixeira Albino and Darci Clementino Lopes.

Two experiments were conducted to evaluate the effect of addition or not supplement containing glutamine<sup>1</sup> or glycine in diets with different digestible threonine:lysine ratios. In the first experiment, we used three hundred eighty four, male Cobb broilers were housed in metal cages between 10 to 21 days of age, in a factorial 3x2 (three digestible threonine:lysine ratio - 60, 65 e 70% - with or without addition of 0,75% supplement contend glutamine with eight replicate). The broilers were challenged with virulent vaccine against coccidiosis<sup>2</sup> with ten times recommended dose for manufacturer. There was no significant interaction between treatments. The increased in digestible threonine:lysine ratio from 60 to 70% provided improvement on feed conversion. Other performance parameters, body weight uniformity and the faecal oocyst counting were not been influenced by digestible threonine:lysine ratio. The digestible threonine:lysine ratio of 65% improved intestinal health. Adding supplement contend glutamine has not change the performance and body weight uniformity, however, reduced the duodenal lesion score and oocyst counting in more than 25%. In the middle portion and in caecum the lesion score increased when the commercial product has been used. The digestible threonine:lysine ratio of 65% associated with 0,75% supplement

---

<sup>1</sup> Aminogut® - Ajinomoto Biolatina

<sup>2</sup> Immucox® - Vetech Laboratories Inc.

containing glutamine to meet the requirements of broilers between 10 to 21 days old and provide a beneficial effect on health in the proximal portions of the intestine, when challenged with different species of *Eimeria* spp. In the second experiment, we used one thousand four hundred forty male Cobb broilers, housed in floor pens, in a factorial 3x2 (three digestible threonine:lysine ratios - 55, 65 e 75% - with or without 0,4% glycine, with eight replications). The experimental phases were: 1 to 6, 1 to 12 and 1 to 18 days of age. There was no interaction between the treatments on the performance parameters. The digestible threonine:lysine ratios of 65 and 75% provided similar feed consumption and body weight gain. The digestible threonine:lysine ratio affected the feed conversion only at the phase from 1 to 6 days of age. The addition of glycine did not influence the feed intake. Between 1 to 6 and 1 to 12 days of age, greater weight gain was observed when the diet was supplemented with glycine. The feed conversion was improved at the phases 1 to 12 and 1 to 18 days of age, when the diet was supplemented with 0,4% of glycine. The blood glucose levels were not influenced by treatments between 1 to 18 days of age, however, different levels of blood glucose levels were obtained according to the age. Based on the observed data, the digestible threonine:lysine ratio of 65%, associate to 2,23% of glycine+serine in the diet is sufficient to meet the requirements of broilers between 1 to 18 days of age. The increase in digestible threonine:lysine ratio and addition of 0,4% of glycine in the diet not modified the blood glucose levels between 1 to 18 days of age.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura industrial brasileira tem se consolidado como segmento de grande importância econômica e social, uma vez que envolve profissionais de diversas áreas, que constantemente têm se empenhado na busca de melhoria dos índices produtivos, os quais estão diretamente relacionados à eficiência econômica da atividade.

A alimentação das aves corresponde a aproximadamente 70% do custo de produção. Dessa forma, dentre inúmeros fatores que contribuem para a eficiência econômica, a utilização de conceitos de formulação de dietas, que proporcionem melhoria no desempenho e redução de custos, são de extrema importância. Conceitos baseados em utilização de proteína bruta ou conteúdo de aminoácidos totais como critérios de formulação, têm sido considerados obsoletos.

A possibilidade de determinação da digestibilidade de aminoácidos e de outros nutrientes tem proporcionado a utilização desses valores na formulação de dietas. Dessa forma, os níveis nutricionais tornam-se mais próximos aos teores requeridos pelos animais em suas diferentes idades e categorias. Sendo assim, a utilização de fontes alternativas na formulação de dietas torna-se viável.

Diversos programas de formulação de dietas vêm sendo desenvolvidos, os quais consideram a qualidade nutricional, as peculiaridades de cada ingrediente e os fatores econômicos. Para tanto, a utilização do conceito de proteína ideal para a formulação de dietas, tem sido atualmente preconizado. Esse conceito consiste na relação ideal dos diversos aminoácidos em relação à lisina, a qual pode ser facilmente determinada nos ingredientes. Em dietas a base de milho e soja, a lisina é o segundo aminoácido limitante para aves e é utilizada principalmente para a

deposição muscular sendo sua suplementação economicamente viável (EMMERT & BAKER, 1997).

O uso do conceito de proteína ideal permite a formulação de dietas com teores reduzidos em proteína bruta, o que proporciona menor excreção de nitrogênio. Em dietas com altos teores protéicos, a maior excreção de nitrogênio ocorre, em partes, pelo desequilíbrio entre a exigência dos animais e o perfil de aminoácidos fornecidos, com conseqüências consideráveis de impacto ambiental e de desempenho dos animais.

Em dietas a base de milho e soja, a treonina é o terceiro aminoácido limitante precedido de metionina e de lisina (SAMADI & LIEBERT, 2007; KIDD & KERR, 1996). A produção e a formulação de dietas com o conceito de proteína ideal associado à questão de custo mínimo proporcionam redução da proteína bruta e necessidade de inclusão de aminoácidos industriais, proporcionado dessa forma, maior flexibilidade na formulação de dietas (CORZO et al. 2007). Entretanto, a redução protéica, pode se tornar excessiva, competindo para reduzida disponibilidade de nitrogênio para a formação endógena de aminoácidos não-essenciais, constituindo dessa forma, um fator limitante em dietas de baixa proteína bruta (HAN et al. 1992).

Sendo assim, a suplementação com aminoácidos como a glicina tem ganhado importância, como precursora de ácido úrico associado à excreção de nitrogênio e melhoria no *turnover* protéico em aves jovens além de atuar como fonte de nitrogênio para síntese endógena de outros aminoácidos (SOHAIL et al. 2003).

A glutamina, aminoácido de caráter neutro, é considerada como um dos principais combustíveis para células de multiplicação rápida, como os enterócitos. A glutamina é encontrada principalmente na musculatura esquelética de onde é liberada à corrente sanguínea e transportado para diferentes tecidos corporais (YOUNG &

AJAMI, 2001; NEWSHOLME et al. 2003b; NEWSHOLME et al. 2003a; SAKAMOTO et al. 2006).

Além de atuar como fonte energética, a glutamina também desempenha funções metabólicas específicas e importantes, principalmente em condições de estresse inflamatório, de caráter clínico ou sub-clínico, como em infecções ou ferimentos (NEWSHOLME et al. 2001). É considerada importante precursora de peptídeos e proteínas (síntese protéica), assim como de amino-açúcares, purinas, pirimidinas, participando ainda da síntese de nucleosídeos, nucleotídeos bem como de ácidos nucléicos (NEWSHOLME et al. 2003a).

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de relações treonina:lisina digestíveis com a suplementação ou não de glutamina ou de glicina sobre o desempenho, glicemia, contagem de oocistos na excreta e escore de lesão intestinal de pintos de corte.



## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 - Nutrição protéica e treonina na alimentação de frangos de corte**

O metabolismo dos aminoácidos envolve a síntese e degradação protéica, a incorporação do aminoácido em moléculas como ácido úrico, a conversão do esqueleto de carbono em glicose, gordura, energia ou gás carbônico e água, além da formação de derivados não protéicos. A treonina participa na síntese protéica, e o seu catabolismo gera importantes produtos como glicina, acetil-CoA e piruvato. A L-treonina não pode ser transaminada, sendo assim os animais não são capazes de utilizar de maneira eficiente o isômero D (KIDD & KERR, 1996).

O catabolismo de treonina resulta em diversos produtos, dependente da rota enzimática assumida. Três principais enzimas estão envolvidas no catabolismo da treonina: treonina desidratase, treonina desidrogenase e treonina aldolase. Dessa forma, a treonina apresenta importante papel como precursora de glicina obtida pela rota enzimática envolvendo as enzimas treonina aldolase e treonina desidrogenase (Figura 1).

Diversas recomendações do nível ideal de treonina para frangos de corte são encontrados na literatura. Segundo NRC (1994) a exigência de treonina total para frangos de corte é de 0,80; 0,74 e 0,68 % nas fases de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 56 dias de idade respectivamente. Contudo, Smith & Waldroup (1988), verificaram que a exigência de treonina é inferior a 0,80% de treonina total de 8-20 dias. Kidd et al. (1997), observaram que níveis de até 0,86% de treonina não foram suficientes para proporcionar melhoria nas variáveis de desempenho de pintos de corte entre 1-18 dias de idade.

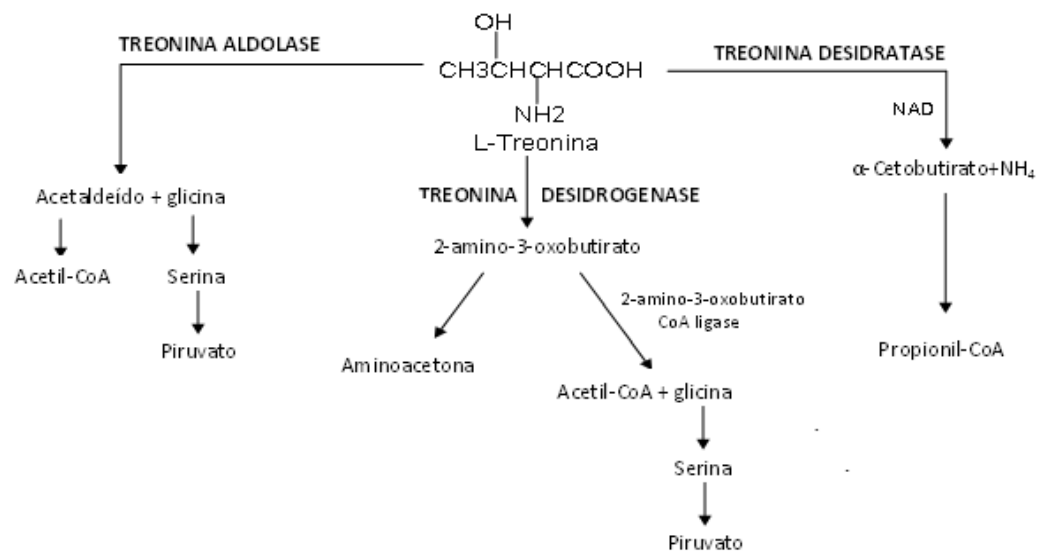


Figura 1 – Catabolismo de treonina  
(Adaptado de KIDD & KERR, 1996).

Rostagno et al. (2005) recomendam para frangos de corte machos, valores de treonina digestível de 0,86% de 1 a 7 dias de idade e de 0,74% de 8-21 dias de idade.

Emmert & Baker (1997), determinaram a relação ideal entre treonina:lisina digestíveis para a fase de 1-21 dias de 67%, e para as seguintes fases de 68,5%. Baker & Han (1994), citam como referência a relação de 67% entre treonina:lisina digestíveis para as três primeiras semanas de idade.

Rostagno et al. (2005) recomendam relação treonina:lisina digestíveis de 65% para todas as fases de criação, com modificações nos níveis de lisina e de energia metabolizável da dieta. Trabalhos realizados por Kidd et al. (2002) mostram que não há diferenças de desempenho com o aumento da relação de treonina:lisina digestíveis acima de 65%, tanto para o fornecimento de treonina do alimento, quanto para adição de L-treonina industrial. Entretanto, Atencio et al. (2004) recomendaram relação de 67% treonina:lisina digestíveis para a idade de 1-20 dias e relação de 60% para as seguintes fases. Baker et al. (2002) recomendam relação treonina:lisina digestíveis de

apenas 59% para a fase de 8-22 dias de vida, enquanto que Berres et al. (2007) recomendam a relação treonina:lisina digestíveis de 63,5% a qual foi suficiente para atender as exigências de frangos de corte na fase de 15-37 dias de vida.

Dessa forma, pode-se verificar variações consideráveis nas recomendações de treonina para pintos de corte.

## **2.2 - Fatores que influenciam a exigência de treonina**

Diversos fatores têm sido reconhecidos como determinante durante a avaliação do requerimento de treonina. Alguns deles têm sido extensivamente estudados (RANGEL-LUGO et al. 1994; DOZIER et al. 2001b; ROSA et al. 2001; KIDD et al. 2001; KIDD et al. 2005; SAMADI & LIEBERT, 2006; SAMADI & LIEBERT, 2007). Dessa forma, durante a interpretação dos dados de exigência de treonina, devem ser consideradas algumas fontes de variações associadas a diferenças na composição da dieta (níveis protéicos, níveis de energia, níveis de treonina digestível na dieta basal, composição em termos de aminoácidos essenciais e não-essenciais, presença de inibidores de proteases), a fatores genéticos (sexo, capacidade de deposição protéica), às condições ambientais e de alojamento (calor, frio, doenças, espaço de comedouro, condição da cama), a idade dos animais e ao critério resposta utilizado para a determinação do requerimento (BAKER & HAN, 1994; KIDD & KERR, 1996; BAKER et al. 2002).

Segundo Rangel-Lugo et al. (1994), o requerimento de treonina de 1-14 dias é aumentado com o aumento nos teores de proteína bruta. Kidd et al. (2001) observaram interação entre o nível protéico e os níveis de treonina para a variável

conversão alimentar de pintos de corte entre 5-15 dias. Verificaram que altos teores de treonina e de proteína bruta proporcionaram melhoria na conversão em relação à baixa proteína associada a altos níveis de treonina. Por outro lado, Waldroup et al. (2005), não observaram interação entre o nível protéico e a suplementação de treonina em dietas de pintos de corte de 1-21 dias de vida.

Davis & Austic (1982), demonstraram que, a adição tanto de aminoácidos individuais, quanto de grupos de aminoácidos, exceto treonina, proporcionaram piora no desempenho, sendo esse efeito prevenido quando da adição de treonina.

Yamashita et al. (1971) observaram influência dos níveis de lisina sobre o metabolismo de treonina em ratos. Entretanto, Kidd et al. (1997) trabalhando com pintos de corte de 1-18 dias de vida não observaram interações entre os níveis de treonina e lisina para as características de desempenho. Teores excessivos de metionina podem proporcionar excesso de oxidação de treonina pelo aumento na atividade da enzima treonina desidratase (KIDD & KERR, 1996).

Rosa et al. (2001) estudaram a exigência de treonina em função de diferentes genótipos. Avaliaram três diferentes linhagens, uma Leghorn e duas linhagens de pintos de corte durante a fase de 1-18 dias de vida. Observaram exigência de treonina inferior para a linhagem Leghorn, na qual o aumento dos níveis de treonina não proporcionou diferenças para o ganho de peso. Para as linhagens de pintos de corte os níveis crescentes de treonina proporcionaram melhoria no ganho de peso e na conversão alimentar.

Samadi & Liebert (2007), estudando diferentes níveis de treonina na dieta em função de dois diferentes genótipos comerciais de crescimento lento, observaram exigências similares entre as linhagens, estando em sua maior parte na dependência da determinação acertada do consumo. Kidd et al. (2002) não observaram interação

entre os níveis de treonina e o sexo para nenhuma das características de desempenho e carcaça na fase de 1-20 dias.

Outros importantes papéis da treonina estão relacionados à resposta imune a agentes patogênicos, tanto na resposta inata quanto adquirida. Bhargava et al. (1971) observaram aumento na produção de imunoglobulinas com o aumento de treonina na dieta de aves Leghorn com idade entre 1-18 dias de vida desafiadas com vírus da doença de Newcastle. Enquanto que Glick et al. (1981) observaram redução na resposta imune bursa-dependente de frangos de corte recebendo dieta com teores reduzidos em proteína. No entanto, Kidd et al. (2001) ao trabalharem com machos, alojados em cama limpa, não observaram efeito da suplementação de proteína e treonina sobre o peso de órgãos envolvidos na resposta imune (bursa, timo e baço).

Corzo et al. (2007) também encontraram semelhança entre o peso da bursa e do baço quando forneceram dieta contendo diferentes níveis de treonina na dieta de frangos de corte alojados em cama limpa ou reutilizada. O peso do timo, de animais alojados em cama reutilizada aumentou quando os níveis de treonina na dieta foram aumentados.

A treonina pode ainda, contribuir com a resposta imune inata, participando na síntese de glicoproteínas de importante contribuição na defesa do trato gastrointestinal. Esses grupos de glicoproteínas normalmente chamado de mucinas intestinais apresentam grandes quantidades de resíduos aminoacídicos compostos por treonina, serina e prolina. As moléculas de glicoproteínas formam longos filamentos os quais interagem com outros filamentos para formação de uma estrutura denominada muco-gel (CLAMP, 1986). A mucina consiste de polipeptídeos com estrutura principal contendo domínios glicosilados ou não-glicosilados. Os principais

oligossacarídeos primários da mucina são: N-acetilglucosamina, N-acetilgalactosamina, fucose e galactose (UNI et al. 2003).

A treonina representa 5-11% dos resíduos de aminoácidos em enzimas digestivas e 16-30% da proteína constituinte da mucina intestinal (DOZIER et al. 2001b; CORZO et al. 2007; FAURE et al. 2005). A estrutura das glicoproteínas é composta por aproximadamente 70% de carboidratos os quais apresentam algum grau de hidratação para formação de uma barreira de gel com importantes funções protetoras do trato gastrointestinal. Essa barreira apresenta propriedades de confinar ou prender moléculas, em função de diferentes tipos de interações, sendo essas específicas ou não. Essas interações são proporcionadas por ligações tanto covalentes, pontes de enxofre, quanto não covalentes, do tipo pontes de hidrogênio. Outra propriedade importante relacionada à composição das mucinas seria a exclusão de polímeros não similares aos seus domínios (glicoproteínas “*in natura*”), essas moléculas incluem boa parte de antígenos e toxinas (CLAMP, 1986).

A mucina intestinal apresenta gradativa redução no pH em função das porções intestinais, as quais são consideradas neutras na porção gástrica e duodenal, e tende a ser acidificada nas demais porções, essas diferenças estão relacionadas a concentração de resíduos de ácido siálico e resíduos sulfatados em sua composição (CLAMP, 1986; VERDUGO, 1990). Dessa forma, os subtipos de mucina, a variação espacial de distribuição das células de Goblet ou caliciformes (produtora de mucina) por toda extensão do intestino e a distribuição temporária durante o desenvolvimento em diversas espécies já foram descritas (UNI et al. 2003).

Em função da participação e contribuição da treonina na composição da mucina intestinal e de enzimas, diversas avaliações têm sido realizadas para averiguar os efeitos dos níveis de treonina na dieta e seus efeitos associados.

Emmert & Baker (1997), observaram aumento na exigência de treonina destinada à manutenção em função da idade de frangos de corte. Corzo et al. (2007) observaram maior exigência de treonina para ganho de peso de frangos de corte alojados em cama reutilizada em relação aos animais alojados em cama nova, entre 21-42 dias de vida (0,77% vs. 0,74%). Essa diferença foi associada ao aumento na exigência de manutenção associada à condição de mucosa intestinal nas duas diferentes condições de alojamento.

Em ratos, Faure et al. (2005), observaram redução na síntese de mucina em função da restrição de treonina (30% vs. 100% do requerimento) na dieta. Entretanto, Donkin et al. (2008) quantificou níveis semelhantes de mucina bruta na excreta e teores de RNAm para formação de mucina em jejuno de frangos de corte de 14-28 dias de idade recebendo dieta com teores de 40% e 100% de treonina segundo recomendações do NRC (1994).

Stoll (2006), relatou que fatores que induzam a secreção de mucina podem aumentar as exigências de treonina e conseqüentemente diminuir sua disponibilidade para crescimento e produção. Essa menor disponibilidade de treonina pode ainda limitar a síntese de mucina e comprometer a integridade e barreira intestinal.

Uni et al. (2003) avaliaram o desenvolvimento pré e pós-eclosão das células responsáveis pela secreção de mucina (células de Goblet) no intestino delgado de pintos de corte mantidos em jejum por 48 h ou rapidamente alimentados. Esses autores estudaram as proporções entre o número de células de Goblet, produtoras de mucina ácida e neutra, em relação ao total de células epiteliais. Ao 18º dia de incubação, 13% do total de células epiteliais eram células de Goblet, e estavam presentes apenas células secretoras de mucina ácida. Do nascimento ao 7º dia de vida, 23-26% das células epiteliais eram células secretoras de mucina, com

proporções similares entre os tipos de secreções produzidas. A densidade de células de Goblet, secretoras de mucina ácida e neutra aumentou quando o tempo de acesso a alimentação foi maior, pela redução na superfície de área total das vilosidades.

### **2.3 - Nutrição protéica e glutamina na alimentação de frangos de corte.**

O metabolismo da glutamina proporciona a formação de precursores, como o glutamato, que participam da síntese de moléculas chave no processo inflamatório, como a glutathione. A glutathione é um tripéptido (L- $\gamma$ -glutamil-L-cisteinil-glicina) que desempenha importante papel referente às defesas antioxidantes do organismo. O equilíbrio do “pool” de glutathione é dependente do nível de produção e consumo/degradação, dependente da quantidade de radicais livres gerados no organismo, processo esse intimamente relacionado ao processo inflamatório (MALMEZAT et al. 2000).

A glutamina é um importante combustível celular e tecidual. Grandes quantidades de glutamina são requeridas em tecidos de rápida multiplicação celular, como enterócitos, fibroblastos e linfócitos (CURI et al. 1999). Além disso, a glutamina é um precursor em potencial da síntese de N-acetilglucosamina e N-acetilgalactosamina, que podem desempenhar papel crítico na síntese intestinal de mucina e, portanto, na manutenção da barreira passiva à invasão bacteriana (KHAN et al. 1999).

A divisão bioquímica do metabolismo da glutamina reflete uma compartimentalização intracelular, pois a síntese de purina, de pirimidina e de amino-açúcares ocorre no citoplasma, enquanto o metabolismo do esqueleto de



carbono da glutamina, iniciada com a desaminação pela glutaminase dependente de fosfato, ocorre na mitocôndria celular (CURTHOYS & WATFORD, 1995).

O principal e mais comum produto do metabolismo da glutamina é o glutamato, obtido pela ação da enzima glutaminase. Dessa forma, a glutamina é o aminoácido mais abundante no meio extracelular e o glutamato no meio intracelular “in vivo” (NEWSHOLME et al. 2003b).

O glutamato participa de uma rota de mão dupla na qual pode doar seu grupamento amino, por transaminação e formar um novo aminoácido ou perdê-lo na forma de íon amônio por oxidação, via atividade da enzima glutamato desidrogenase formando 2-oxoglutarato. Nesse segundo caso, uma opção de metabolismo do 2-oxoglutarato, nos enterócitos, seria sua entrada no ciclo do ácido cítrico, via succinato, com formação final de piruvato (CURI et al. 2005).

No fígado, o grupamento amino e o glutamato, produtos da ação da enzima glutaminase, podem respectivamente, entrar no ciclo da uréia e no ciclo do ácido cítrico.

Nos rins, o metabolismo da glutamina é essencial para a manutenção do equilíbrio ácido-básico. O grupamento amino proveniente da quebra da glutamina e formação de glutamato é exportado para os rins onde desempenharão papel de receptores de íons  $H^+$ . O glutamato pode ser utilizado como precursor de glicose via gliconeogênese (NEWSHOLME et al. 2003b).

Diversas pesquisas têm sido executadas no intuito de determinar os efeitos da suplementação de glutamina nos parâmetros de desempenho e sua participação nos eventos dependentes da ativação do sistema imune. Maiorka et al. (2000) investigaram os efeitos da adição de L-glutamina na dieta de frangos de corte sobre os parâmetros de desempenho e vilosidades intestinais. Esses autores observaram

efetividade na melhoria da altura de vilosidade no duodeno e íleo e da profundidade de cripta na porção duodenal ao 7º dia de vida. O tratamento com inclusão de glutamina não proporcionou melhora no desempenho, entretanto os autores destacam um aumento de 51 g por ave ao 49º dia de vida, quando a glutamina foi adicionada na dieta.

Sakamoto et al. (2006) avaliaram os efeitos da adição de vitamina E e de L-glutamina sobre os parâmetros de desempenho e de resposta humoral de frangos de corte de 1-42 dias de vida. Esses autores não observaram melhora nas características de desempenho e de resposta imune em função da adição de glutamina, apenas modificação no peso relativo do baço ao 41º dia de vida. Entretanto, Yi et al. (2005) verificaram efeito benéfico nas características de desempenho e redução na mortalidade quando houve adição de glutamina em dietas de pintos de corte nas duas primeiras semanas de vida.

Avaliando o desempenho, a morfologia intestinal e a resposta imune de pintos de corte recebendo dietas com 1 ou 4% de L-glutamina, Bartell & Batal (2007), verificaram que a adição de 1% de glutamina proporcionou aumento no ganho de peso, enquanto que a adição de 4% influenciou negativamente esse parâmetro. Por outro lado, a suplementação de 4% de glutamina proporcionou melhora significativa no comprimento de vilosidade do duodeno e jejuno ao 7º dia de idade. A produção de anticorpos (IgA) aumentou quando a dieta foi suplementada com glutamina.

Em segunda avaliação, esses mesmos autores compararam os efeitos do tempo de fornecimento de dieta com 1% de glutamina (4, 7, 14 e 21 dias) no desempenho de pintos de corte entre 1-42 dias de vida, e observaram ganho de peso superior para os animais que receberam a dieta durante pelo menos 14 dias de vida.

## **2.4 - Nutrição protéica e glicina na alimentação de frangos de corte.**

A glicina é um aminoácido apolar, alifático precursor de diversas moléculas de importância fundamental no metabolismo, principalmente de aves jovens. Esse aminoácido tem sido classificado como condicionalmente essencial, associado à idade dos animais (CORZO et al. 2004).

O fornecimento de glicina é de fundamental importância para a formação de diversas moléculas, tais como ácido úrico, creatina, porfirinas, glutatona e ácido glicocólico (CORZO et al. 2004; SHEMIN & RITTENBERG, 1945).

Kidd & Kerr (1996), confirmaram a importância da glicina na formação de ácido úrico, a qual fornece dois carbonos e um nitrogênio para a formação de cada molécula.

Ngo et al. (1977) mencionam haver aumento no teor de creatina muscular até a segunda semana de vida quando a partir de então, o suprimento nutricional dos precursores da creatina passam a desempenhar papel de menor importância. Dessa forma, como a glicina participa na síntese de creatina, Rostagno et al. (2003) encontraram maior exigência de glicina em aves jovens.

Alguns precursores endógenos podem contribuir para a formação de glicina em condições de fornecimento de dieta com alto teor de proteína bruta. A serina tem sido reportada como precursora de glicina por diversos autores, quando após a perda do carbono  $\beta$ , ela é convertida em glicina (BAKER et al. 1968; BAKER & SUGAHARA, 1970; COON et al. 1974; GANNON et al. 2002; CORZO et al. 2004). Dessa forma a suplementação de serina pode suprir a demanda metabólica de glicina.

Além da serina, a treonina tem sido considerada importante precursora de glicina, obtida pela ação das enzimas treonina desidrogenase e treonina aldolase,

presentes na mitocôndria e no citoplasma celular respectivamente (BAKER et al. 1972; DAVIS & AUSTIC, 1997; KIDD & KERR, 1996).

Baker & Sugahara (1970), forneceram dietas purificadas para pintos de uma semana de vida contendo diversos compostos potenciais a precursores metabólicos de glicina e observaram efetividade para serina, colina, sarcosina, ácido glicólico e betaína.

Segundo Baker et al. (1972), ao receber dieta livre de glicina, aves jovens respondem ao excesso de treonina com aumento no ganho de peso e melhoria na eficiência de alimentação, o que não ocorre com o fornecimento de dieta com níveis adequados de glicina.

Em dietas com altos teores de proteína bruta, os requerimentos de glicina são reduzidos (WATERHOUSE & SCOTT, 1961). Entretanto, como precursora da molécula de ácido úrico, a glicina é de fundamental importância, para a excreção do nitrogênio em ocasiões em que esse possa exceder os níveis ideais. Dessa forma, em dietas com teores excessivamente reduzidos de proteína bruta, a glicina pode se tornar limitante (CORZO et al. 2004).

Apesar de comprovada a interconversão entre serina e glicina, quando adicionadas isoladamente na dieta de aves, esses aminoácidos têm proporcionado diferentes padrões de concentração plasmática de treonina, serina e glicina.

Coon et al. (1974) suplementaram dieta purificada com glicina e verificaram aumento na concentração sérica de glicina e serina. Quando suplementaram as dietas com serina, o teor sérico de serina aumentou enquanto o teor de glicina não foi modificado. Contudo, Corzo et al. (2004), avaliando o efeito de suplementação de glicina em dieta contendo 0,62% de glicina e 1,4% de glicina+serina, verificaram

manutenção dos teores plasmáticos de treonina e serina com aumento linear dos níveis de glicina.

Segundo Leeson et al. (2006), dietas exclusivamente a base de vegetais podem proporcionar níveis inadequados de serina, aminoácido que compõe a molécula de glucagon, sendo essa condição associada à maior ocorrência de morte por hipoglicemia em aves jovens de crescimento rápido. Esses autores observaram que o fornecimento de dietas ricas em serina proporcionou aumento na glicemia das aves, em relação a dietas formuladas exclusivamente a base de vegetais.

Por outro lado, Gannon et al. (2002), citam o crescente interesse pela utilização de gelatina na dieta de humanos diabéticos, em função de seu conteúdo. Segundo esses autores, a gelatina contém aproximadamente 30% de seus resíduos aminoacídicos compostos por glicina, (1 de cada 3-4 resíduos é composto por glicina).

Esses autores trabalharam com pessoas com idade entre 21-52 anos, não diabéticos e observaram menor resposta no aumento da glicemia e modificação no pico de insulina e de glucagon quando a glicina foi fornecida em associação com glicose. Os autores sugerem que a glicina possa prevenir a disponibilização de glicose endógena pela ação do glucagon, ou ainda, atuar sinergicamente com algum hormônio intestinal desconhecido que possa ser mediado pela composição da dieta.

Dean et al. (2006), pesquisando os efeitos da suplementação de glicina em dietas de pintos de corte de 1-17 dias de vida com baixo nível protéico, sugerem peculiaridades a respeito da conversão de serina em glicina. Segundo os autores, quando diferenças molares são consideradas, apenas 71,43 % da serina é transformada em glicina, sendo essa proporção de extrema importância durante a determinação da exigência de glicina+serina.

Dessa forma, apesar da possibilidade de síntese e de interconversão entre esses aminoácidos, comportamentos distintos têm sido observados quanto à glicemia de indivíduos expostos a dietas ricas em glicina ou serina.

## **2.5 - A Coccidiose aviária e sua importância para frangos de corte**

A coccidiose aviária é a principal parasitose das aves domésticas, em função de sua distribuição, da ocorrência e das perdas econômicas associadas (RUFF, 1999). Essa parasitose é estudada a vários séculos, apresenta caráter cosmopolita e é provocada por um protozoário do filo Apicomplexa, da família Eimeriidae e do gênero *Eimeria*.

No Brasil, são escassas as avaliações dos custos associados à doença, entretanto, Castro (1994) considera que esses prejuízos possam ultrapassar US\$19 milhões por ano. Em levantamentos realizados em outras regiões como no Reino Unido, Williams (1999) quantificou perdas anuais aproximadas de £40 milhões, devido os efeitos da coccidiose, e levantou a estimativa de que somente 18% desse valor são atribuídos aos custos diretamente associados à profilaxia e tratamento da doença, com maiores perdas na piora do desempenho dos animais.

As diferentes espécies que acometem aves são hospedeiro-específicas. São reconhecidas sete espécies de *Eimeria* que acometem galinhas: *E. acervulina*, *E. maxima*, *E. tenella*, *E. brunetti*, *E. necatrix*, *E. mitis* e *E. praecox*.

Apesar de apresentarem peculiaridades específicas, todas essas espécies acometem os enterócitos dos animais. A invasão e a multiplicação provoca destruição da mucosa intestinal concorrendo para a perda de peso, piora na conversão

alimentar, redução na pigmentação da pele e decréscimo na produção de ovos (VERMEULEN et al. 2001).

O período pré-patente está em torno de 4-5 dias, com excreção máxima de oocistos 6-9 dias após a infecção (ALLEN & FETTERER, 2002). A coccidiose em galinhas pode ocorrer de três diferentes formas, de acordo com a severidade do quadro apresentado pelos animais. Se o quadro é brando, não provocando efeitos adversos, denota-se coccidíase. Quando há infecção, mesmo que clinicamente branda, mas, que proporcione perdas econômicas devido ao comprometimento no desempenho é denominada de coccidiose subclínica. Quando há um quadro clínico compatível, comprometimento severo do estado geral da ave, geralmente associado à presença de sangue nas excretas, com mortes ocasionais, caracterizando a doença “franca”, denota-se coccidiose (WILLIAMS, 2005).

O diagnóstico da coccidiose pode ser realizado de diferentes formas. Para averiguação da ocorrência de coccidiose em lotes de aves criadas em galpões, a avaliação da contagem de oocistos na cama pode ser realizada, utilizando-se o método da câmara de McMaster (URARA, 2000). A avaliação direta das lesões também pode ser realizada, procedendo-se com a necropsia da ave suspeita.

Somente cinco das sete espécies de *Eimeria* podem ser diagnosticadas pela avaliação das lesões intestinais, pois somente essas produzem lesões patognômicas, *E. acervulina*, *E. brunetti*, *E. maxima*, *E. necatrix* e *E. tenella*. As espécies *E. praecox* e *E. mitis* não produzem esses tipos de lesões e não foram associadas a alta mortalidade das aves, provocando apenas perdas econômicas (ALLEN & FETTERER, 2002).

Geralmente são avaliadas as condições da mucosa e da serosa bem como da apresentação (coloração e produção excessiva) do muco, utilizando-se de padrões de

referência como as ilustrações de Conway & Mckenzie (1991). Entretanto, Williams (2005) e Catchpole (2000), relataram dificuldade de se distinguir a coccidiose subclínica, da coccidíase.

A principal rota de infecção da ave é a fecal-oral, através da ingestão de oocistos esporulados. Os oocistos são a forma de resistência do protozoário, comum em todas as áreas em que se concentram animais ou pessoas envolvidas na produção avícola. Ruff (1999), relatou a importância de agentes dispersores dessa forma infectante, tais como pessoas e equipamentos na transmissão dos parasitas e até mesmo entre diferentes propriedades.

A coccidiose pode proporcionar algumas alterações patofisiológicas associadas às lesões intestinais proporcionadas pela multiplicação do agente etiológico, tais como a redução do consumo de água e de alimento, o aumento no tempo de passagem da digesta durante a fase aguda da doença. Segundo Shane et al. (1985), a redução na velocidade de passagem está em função da redução de pH da digesta, que altera o padrão de contração da musculatura lisa e a permeabilidade da membrana das células intestinais. Além desses fatores, alteração na digestão e na absorção de nutrientes, na atrofia de vilosidades e na perda de proteínas plasmáticas no intestino são conseqüências da coccidiose. Diversas pesquisas confirmaram a má absorção de nutrientes e minerais tais como zinco, cálcio, selênio, glicose, aminoácidos e pigmentos, particularmente carotenos (WILLIAMS, 2005).

Alguns fatores podem predispor o hospedeiro a coccidiose. A associação entre alguns agentes bacterianos tais como *Clostridium perfringens* e a coccidiose tem sido correlacionada. Entretanto, há dificuldade de se reconhecer o agente primário que estaria predispondo a casos de coccidiose e de bacterioses intercorrentes (QUIROZ, 2003). Segundo Oviedo-Rondón et al. (2006), o desafio



com inóculo de oocistos de *E. acervulina*, *E. maxima* e *E. tenella* ao 19º dia de vida de pintos vacinados ao 1º dia de vida proporcionou modificações drásticas na população microbiana das aves em relação ao momento precedente ao desafio, o que pode predispor os animais a bacterioses intestinais.

Em criações comerciais, a condição da cama dos animais também é fator predisponente, uma vez que nela são encontradas condições essenciais para a esporulação de oocistos. Segundo Williams (2005), tanto a cama seca quanto a cama úmida, 22,6 e 19,5% dos oocistos estão esporulados reespectivamente, enquanto em excreta puras 11,6% de esporulação foi observada. O autor observou ainda que em cinco dias após a excreção, 95% dos oocistos havia esporulado, entretanto pelo nível de amônia e contaminação bacteriana da cama, 70% dos oocistos apresentavam algum dano.

Apesar da cama proporcionar condições ideais à esporulação dos oocistos, não necessariamente proporcionam manutenção de sua integridade por períodos prolongados. Williams (1998), observou presença de oocistos durante três ou quatro meses na cama de aves reprodutoras em função da constante excreção após vários ciclos de reinfecção.

O aumento da concentração de oocistos na cama pode ser observado com o avançar da idade em lotes de animais recebendo drogas anticoccidianas, sendo também influenciada pela densidade de criação dos animais (WILLIAMS et al., 2000).

Fator fundamental relacionado ao hospedeiro, que pode predispor a coccidiose, é a condição imune no momento de contágio com a forma infectante. Apesar da resposta imune não desempenhar papel relevante no controle de parasitas de maneira geral, na coccidiose ela é fundamental. O crescente aumento na

resistência por parte das coccídias aos agentes anticoccidianos tem reforçado a necessidade do estudo e conhecimento pleno da resposta imune do hospedeiro a esse agente patogênico (RUFF, 1999).

Aves infectadas com oocistos de diferentes espécies desenvolvem imunidade espécie-específica (DANFORTH et al. 1997). Em infecções primárias, estão envolvidos componentes genéticos de resistência. Em infecção homóloga secundária, as aves desenvolvem uma sólida imunidade. A imunidade adquirida não previne a invasão dos esporozoítos nas células, mas dificulta seu desenvolvimento (AUGUSTINE & DANFORTH, 1986).

A resposta imune direcionada a infecção por esse agente envolve resposta inespecífica garantida pela imunidade inata, e resposta de caráter específico, que envolve a atividade de citocinas, hormônios, leucócitos, tecidos linfóides associados ao intestino (GALT), macrófagos e outras células apresentadoras de antígenos (RUFF, 1999). O GALT é composto por bursa de Fabricius, tonsilas cecais, agregados linfocitários no epitélio, lâmina própria da parede intestinal e placas de Peyer's. Em função da fase invasiva no epitélio intestinal, durante o início do processo infeccioso, os componentes do GALT são decisivos no desenvolvimento da resposta imune do hospedeiro.

A resposta não específica do hospedeiro depende de fatores que normalmente são disponíveis a qualquer desafio sanitário imposto ao indivíduo, como macrófagos, células natural Killer (NK), barreira protetora do epitélio constituída principalmente de muco e glicoproteínas secretadas pelas células de Goblet, que atuam como barreira física à introdução de agentes patogênicos, secreção gástrica, lisozima, sais biliares, flora microbiana natural, dentre outros.

Logo após a infecção com *Eimeria* spp, as células  $\beta$ , presentes na mucosa intestinal, iniciam a produção de anticorpos, entretanto, a importância da resposta imune humoral à coccidiose é questionada, pois, aves bursectomizadas apresentaram resistência à re-infecção com coccídias (LILLEHOJ et al. 2004). Os três principais tipos de imunoglobulinas das aves são a IgM, IgA e IgY, e em condições de desafio, as aves infectadas produzem os três tipos de anticorpos, tanto na circulação sistêmica quanto na mucosa intestinal (LILLEHOJ & TROUT, 1996).

Extensivas pesquisas têm demonstrado que a resposta imune mediada por células desempenham papel protagonista na proteção a coccidiose aviária (LILLEHOJ, 1998; LILLEHOJ et al. 2004). A ativação específica e inespecífica de células linfocitárias do tipo T e macrófagos, atuam em harmonia secretando citocinas e moléculas pró-inflamatórias direcionando a resposta imune apropriada contra o antígeno invasor.

Dentre a população de linfócitos, tem sido denotada maior importância na imunidade da coccidiose, as células do tipo T CD8+, as quais aumentam a concentração na população linfocitária intestinal após o desafio com *E. acervulina* (TROUT & LILLEHOJ, 1996). Na circulação periférica, um ligeiro aumento na população de leucócitos tipo CD8+ foi observado após o desafio proporcionado após o contato primário com *E. tenella* (BREED et al. 1997). Os linfócitos T CD4+ apresentam menores populações na mucosa intestinal, e sua participação está relacionada à produção de citocinas solúveis como IFN- $\gamma$  (YUN et al. 2000). As células do tipo NK, apresentam atividade maior no jejuno e íleo em detrimento às porções do duodeno e ceco (LILLEHOJ, 1989).

## 2.6 - Alternativas para o controle da coccidiose aviária

Nos últimos 50 anos a implementação de modernos e intensivos sistemas produtivos na cadeia de produção avícola foram sustentados pela utilização de drogas, as quais propiciaram menor interferência da coccidiose no desempenho dos animais. As modernas instalações favorecem o acúmulo e a transmissão entre hospedeiros da forma infectante da coccidiose. Entretanto, em todo o mundo, desde a década de 40, tem sido descrita resistência do protozoário causador da coccidiose por parte das drogas utilizadas como agente anticoccidiano (CHAPMAN, 1997).

Dentre as drogas mais utilizadas como anticoccidianos, estão os grupos das drogas sintéticas e dos polímeros ionóforos. Essas drogas são responsáveis por desequilíbrio no transporte iônico na membrana plasmática do parasita, proporcionando influxo de sódio e estimulação da bomba de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase, com aumento excessivo desse eletrólito no interior celular, aumentando o efeito osmótico, culminando na ruptura do parasita.

Apesar de conveniente, por ser menos laboriosa e até então de melhor custo-benefício, a medicação dos animais via ração vinha sendo utilizada, principalmente na produção de frangos de corte. O aumento na resistência a essas drogas, a proibição na utilização de algumas delas e a conscientização do consumidor em busca de produtos naturais isentos de quimioterápicos ou antibióticos, tem aumentado a busca por alternativas práticas ao uso desses medicamentos. Dessa forma a utilização de vacinas têm se destacado como alternativa viável, sendo utilizada principalmente em lotes de matrizes pesadas, e em menor extensão em frangas de postura e frangos de corte (DALLOUL & LILLEHOJ, 2005).

Essas vacinas são compostas por uma mistura de oocistos vivos, de diversas espécies de *Eimeria spp.* A principal diferença entre as diferentes vacinas encontradas no mercado se baseia na virulência dos oocistos, podendo ser virulentos ou não.

O número de oocistos e as linhagens de cada espécie adicionada nas vacinas estão em função da virulência, assim como do tipo de ave a ser vacinada. Para reprodutores pesados até sete espécies podem ser adicionadas, enquanto para frangos de corte esse número se restringe a apenas quatro espécies. Essa diferença se baseia nas diferenças epidemiológicas e no tempo de vida do hospedeiro. Algumas espécies de *Eimeria spp.* são identificadas somente após a sexta semana de alojamento das aves (WILLIAMS, 1995).

As vacinas não virulentas ou atenuadas podem ser obtidas pela seleção de parasitas “precoces”, com reduzida capacidade reprodutiva, caracterizados pela perda de um ou mais ciclos de multiplicação assexuada (merogonia). Esse procedimento tem demonstrado uma redução na excreção de oocistos de animais vacinados entre 72-97% comparados com animais vacinados com vacinas virulentas (SHIRLEY et al. 2005). Outra via de atenuação dos oocistos infectantes é a passagem dos parasitas em membrana corionialantóica de ovos embrionados.

A utilização de vacinas vivas nos primeiros dias de vida das aves, seja ela atenuada ou não, proporcionam o contato do animal com uma pequena quantidade de oocistos, proporcionando infecção branda. Com a excreção dos oocistos provenientes da primeira exposição, o animal entra em contato novamente com a forma infectante via cama, estabelecendo e mantendo a imunidade uniforme. Dessa forma, o maior risco de ocorrência de coccidiose quando se utiliza de vacinação, seria até o

desenvolvimento pleno da resposta imune (1-3 semanas de vida), decrescendo com o avançar da idade (VERMEULEN et al. 2001).

Com a possibilidade de ocorrência de coccidiose em aves jovens vacinadas, assim como o aumento da ocorrência de enterite necrótica devido ao aumento na pressão de infecção de *Clostridium perfringens*, foi lançada no mercado uma vacina contendo oocistos de linhagens de três espécies, *E. acervulina*, *E. maxima* e *E. tenella*, as quais são relativamente tolerantes a ionóforos. Dessa forma, essa vacina pode ser utilizada em associação a drogas anticoccidianas nas três primeiras semanas quando os animais ainda não apresentarem imunidade protetora (VERMEULEN et al. 2001). Entretanto, há evidências de que haja interação entre coccídeos vacinais e coccídeos residentes, sendo que quando há vacinação, um cruzamento entre essas populações ocorre. Nesse aspecto duas situações divergentes se contrastam, o uso de vacinas vivas, não resistentes aos anticoccidianos, melhoraria por combinação genética, a resistência dos coccídeos selvagens aos agentes anticoccidianos. Presumidamente isso ocorreria tanto para vacinas vivas atenuadas e virulentas. Sob o mesmo aspecto, a utilização de espécies resistentes, mesmo que atenuadas estariam aumentando o grau de resistência da população de coccídeos residentes (CHAPMAN et al. 2002).

Kitandu & Juranová (2006), observaram que a utilização de vacinas vivas virulentas pode introduzir espécies ainda inexistentes nos criatórios.

Outros tipos de vacinas têm sido estudados, as quais não incluem oocistos vivos, são as vacinas de subunidade e recombinantes. Contudo, a identificação de epítomos de reconhecimento imune, que induzam resposta consistente e específica, carecem por ser determinados (MIN, 2004).

A vacinação das matrizes, direcionada a imunização de frangos de corte via transferência passiva de anticorpos, também tem sido empregada. O objetivo dessa vacinação é a transferência de imunoglobulinas do tipo IgY, equivalente ao IgG dos mamíferos (KARLSON, 2004).

Segundo Lillehoj et al. (2004), o desafio de pintos jovens com oocistos de *E. maxima*, provenientes de matrizes vacinadas, proporcionou redução na excreção de oocistos comparados com animais não vacinados. Entretanto, essa vacinação é efetiva em reduzir a reprodução sexuada, mas não previne os efeitos deletérios de esporozoítos e merozoítos sobre a mucosa. Tomasi (2006), observou menor excreção de oocistos para os animais que receberam anticorpos maternos em relação aos animais que receberam vacina no primeiro dia de vida.

Alguns fatores que interferem na eficácia e na efetividade da vacinação têm sido extensivamente estudados. Uma forma de garantir uniformidade da imunidade seria com fornecimento do inóculo individualmente, no entanto, é impraticável na produção industrial. Inicialmente, o fornecimento de vacinas contra coccidiose se deu utilizando o método de fornecimento dos oocistos via água de bebida, posteriormente outras vias passaram a ser utilizadas.

Dentre diferentes vias, além da água de bebida, o fornecimento da vacina via ração, spray em gabinete no incubatório, spray via ocular, gel de fornecimento e mais recentemente o método de vacinação em ovo tem sido utilizadas. Chapman et al. (2002), avaliando diferentes vias de fornecimento de vacina viva atenuada, com utilização de spray ocular ou gel de fornecimento, observaram após sete dias, produção de oocistos em 90 e 60 % dos animais vacinados entre as duas diferentes vias respectivamente.

A viabilidade econômica de utilização de vacinas em frangos de corte vem sendo amplamente discutida, em função de diversas pesquisas indicarem desempenho inferior para aves vacinadas *versus* aves medicadas. Essas observações têm sido associadas ao curto tempo de vida dos frangos, o que não permite um ganho compensatório após a fase de resposta a vacinação. Por outro lado, com o aumento na rigorosidade das legislações e a proibição do uso de drogas anticoccidianas, a vacinação ganhará maior importância, desde que métodos de fornecimento em massa possam ser adotados. As tecnologias de vacinação “in ovo” poderão contribuir substancialmente para o controle futuro da coccidiose.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKRABAWI, S.S.; KRATZER, F.H. Effects of arginine or serine on the requirement for glycine by chick. **J. Nutrition**, v.95, p.41-48, 1967.

ALLEN, P. C.; FETTERER R. H. Recent advances in biology and immunobiology of *eimeria* species and diagnosis and control of infection with these coccidian parasites of poultry. **Clinical Microbiology Reviews**, v.15, n. 1, p.58-65, 2002.

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.195-202, 2002.

ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; et al. exigências de treonina para frangos de corte machos nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade. **R. Bras. Zootecnia**, v.33, n.4, p.880-893, 2004.

AUGUSTINE, P.C.; DANFORTH, H. D. A study in the dynamics of the invasion of immunized birds by *eimeria* sporozoites. **Avian Diseases**, v.30, p.347-351, 1986.

BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T.M.; et al. ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v.81, p.485-494, 2002.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1441-1447, 1994.

BAKER, D.H.; HILL, T.M.; KLEISS, A.J. Nutritional evidence concerning formation of glycine from threonine in the chick. **J. Animal Science**, v.34, n.4, p.582-586, 1972.

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

BAKER, D.H.; SUGAHARA, M.; SCOTT, H.M. The glycine-serine interrelationship in chick nutrition. **Poultry Science**, v.47, p.1376-1377, 1968.

BARTELL, S. M.; BATAL, A. B. The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract, and humoral immune response of broilers. **Poultry Science**, v.86, p.1940-1947, 2007.

BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; CONEGLIAN, J.L.B.; et al. Respostas de frangos de corte a aumentos graduais na relação entre treonina e lisina. **Rev. Ciência Rural**, v.37, n.2, p.510-517, 2007.

BHARGAVA, K.K.; HANSON, R.P.; SUNDE, M.L. Effects of threonine on growth and antibody production in chicks infected with newcastle disease virus. **Poultry Science**, v.50, p.710-713, 1971.

BREED, D.G.J.; SCHETTERS, T.P.M.; VERHOEVEN, N.A.P. et al. Characterization of phenotype related responsiveness of peripheral blood lymphocytes from *eimeria tenella* infected chicken. **Parasite Immunology**, v.19, n. 12, p.563-569, 1997.

CASTRO, A.G.M. Situação atual da coccidiose no brasil. Importância econômica. In: Simpósio Internacional de Coccidiose, 1994, Santos - SP. **Anais - Santos - SP: FACTA - FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**, 1994, p.45-54

CATCHPOLE, J. The Diagnosis and Misdiagnosis of Coccidiosis in Chickens. In: **Anais -VII International Poultry Health Conference**, 2000, Hannover, Germany.  
CLAMP, J. The role of mucus in human intestinal defence. Losowsky M. S.; Heatley, R.V. **Gut defences in clinical practice**. Churchill Livngstone, 1986. p.83-94.

CHAPMAN, H.D. Biochemical, genetic and applied aspects of drug resistance in *eimeria* parasites of the fowl. **Avian Pathology**, v.26, n.2, p.221-244, 1997.

CHAPMAN, H.D.; CHERRY, T.E.; DNAFORTH, H.D. et al. Sustainable coccidiosis control in poultry production: The Role of live vaccines. **International Journal for Parasitology**, v.32, p.617-629, 2002.

CONWAY, D.P.; McKENZIE, M.E. **Coccidiose das aves: Diagnóstico e procedimentos de testes**. 2ª ed. [S.N.], 1991. 62p.

COON, C.N.; LUTHER, L.W.; COUCH, J.R. Effect of glycine and serine in synthetic amino acid diets upon glycine and serine metabolism in chicks. **J. Nutrition**, v.104, p.1018-1023, 1974.

CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER, W.A. et al. Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. **J. Appl. Poultry Res.**, v.16, p.574-582, 2007.

CORZO, A.; KIDD, M.T.; BURNHAM, D.J. et al. Dietary glycine needs of broiler chicks. **Poultry science**, v.83, p.1382-1384, 2004.

CURI, R; LAGRANHA, C J; DOI, S. Q. et al. Molecular mechanisms of glutamine action. **Journal of Cellular Physiology**, v.204, n.2, p.392-401, 2005.

CURI, R; NEWSHOLME, P; PITHON-CURI, T. C. et al. Metabolic fate of glutamine in lymphocytes, macrophages and neutrophils. **Brazilian J. of Medical and Biological Research**, v.32, n.1, p.15-21, 1999.

CURTHOYS, N.P.; WATFORD, M. Regulation of glutaminase activity and glutamine metabolism. **Annu. Rev. Nutr.**, v.15, p.133-159, 1995.

DAVIS, A.T.; AUSTIC, R.E. Threonine imbalance and threonine requirement of the chicken. **J. Nutrition**, v.112, p.2170-2176, 1982.

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

DALLOUL, A.R.; LILLEHOJ, H.S. Recent advances in immunomodulation and vaccination strategies against coccidiosis. **Avian Diseases**, v.49, p.1-8, 2005.

DANFORTH, H.D.; LEE, E.H.; MARTIN, A. et al. Evaluation of gel-immunization technique used with two different immucox vaccine formulations in battery and floorpe trials with broiler chickens. **Parasitology Research**, v.83, p.445-451, 1997.

DEAN, D.W.; BIDNER, T.D.; SOUTHERN, L.L. Glycine supplementation to low protein, amino acid-supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks. **Poultry science**, v.85, p.288-296, 2006.

DONKIN, S.S.; APPLGATE, T.A.; ADEOLA, O. **The implications of a threonine deficiency on mucin dynamics in growing broiler chicks and white pekin ducklings.** Disponível em: <[www.feedinfoonewsservice.com](http://www.feedinfoonewsservice.com)> Acesso em: 22/05/2008.

DOZIER, W.A.; MORAN JR., E.T. Comparisons of male and female broiler responses to dietary threonine from 42 to 56 days of age. **J Appl. Poultry Science**, v.10, p.53-59, 2001a.

DOZIER, W.A.; MORAN JR., E.T.; KIDD, M.T. Male and female broiler responses to low and adequate dietary threonine on nitrogen and energy balance. **Poultry Science**, v.80, p.926-930, 2001b.

EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **J. Appl. Poultry Res.**, v.6, p.462-470, 1997.

FAURE, M; MOENNOZ, D.; MONTIGON, F. et al. Dietary threonine restriction specifically reduces intestinal mucin synthesis in rats. **J. Nutrition**, v.135, p.486-491, 2005.

GANNON, M.C.; NUTTALL, J.A.; NUTTALL F.Q. The metabolic response to ingested glycine. **Am. J. Clin. Nutrition**, v.76, p.1302-1307, 2002.

GLICK, B.; DAY, E.J.; THOMPSON D. Calorie-protein deficiencies and the immune response of the chicken I. Humoral immunity. **Poultry Science**, v.60, p.2494-2500, 1981.

HAN, Y.; SUZUKI, H.; PARSONS, C.M. et al. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. **Poultry Science**, v.71, p.1168-1178, 1992.

KARLSSON, M.; KOLLBERG, H.; LARSSON, A. Chicken IgY: Utilizing the evolutionary advantage. **World's Poultry Science**, v.60 p. 341-347, 2004.

KHAN, J.; LIBOSHI, Y.; CUI, L. et al. Alanyl-glutamine-supplemented parenteral nutrition increases luminal mucus gel and decreases permeability in the rat small intestine. **J. Parenteral and Enteral Nutrition**, v.23, n.1, p.24-31, 1999.

KIDD, M.T.; GERARD, P.D.; HEGER, J. et al. Threonine and crude protein responses in broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v.94, p.57-64, 2001.

KIDD, M.T.; KERR, B.J. L-threonine for poultry: a review. **J. Appl. Poultry Res.**, v.5, p.358-367, 1996.

KIDD, M.T.; KERR, B.J.; ANTHONY, N.B. Dietary interactions between lysine and threonine in broilers. **Poultry Science**, v.76, p.608-614, 1997.

KIDD, M.T.; VIRDEN, W.S.; CORZO, A. et al. Amino acid density and l-threonine responses in ross broilers. **Int. J. Poultry Science**, v.4, n.5, p.258-262, 2005.

KIDD, M.T.; ZUMWALT, C.D.; CHAMBLEE, D.W. et al. Broiler growth and carcass responses to diets containing l-threonine versus diets containing threonine from intact protein sources. **J. Appl. Poultry Res.**, v.11, p.83-89, 2002.

KITANDU, A.; JURANOVÁ, R. Progress in control measures for chicken coccidiosis. **Acta Veterinaria Brunensis**, v.75, p.265-276, 2006.

LEESON, A.S.; LEE, E.H.; LEESON, S. Role of serine in maintaining blood glucose levels of broilers fed all-vegetable diets. **Can. J. Anim. Science**, v.86, p.379-381, 2006.

LILLEHOJ, H.S. Role of t lymphocytes and cytokines in coccidiosis. **International Journal for Parasitology**, v.28, p.1071-1081, 1998.

LILLEHOJ, H.S. Intestinal intraepithelial and splenic natural killer cell responses to eimerian infections in inbred chickens. **Infection and Immunity**, v.57, p.1879-1884, 1989.

LILLEHOJ, H.S.; MIN, W.; DALLOUL, R.A. Recent progress on the cytokine regulation of intestinal immune responses to *eimeria*. **Poultry Science**, v.83, p.611-623, 2004.

LILLEHOJ, H.S.; TROUT, J.M. Avian gut-associated lymphoid tissues and intestinal immune responses to *Eimeria* parasites. **Clinical Microbiology Reviews**, v.9, p.349-360, 1996.

MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F.; SANTIN E. et al. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.5, 2000.

MALMEZAT, T.; BREUILLÉ, D.; CAPITAN P. et al. Glutathione turnover is increased during the acute phase of sepsis in rats. **J. Nutrition**, v.130, p.1239-1246, 2000.

McDOUGALD, L.; REID, W. Coccidiosis. In: Calnek, B. B. H.; Beard, C.; McDougald, L.; Saif, Y. **Diseases of Poultry**. 10<sup>a</sup> ed. Iowa:Iowa State University Press, 1997. p.865-883.

MIN, W.; DALLOUL R.A.; LILLEHOJ, H.S. Application of biotechnology tools for coccidia vaccine development. **Journal Veterinary Science**, v.5, p.279-288, 2004.

MIN, W.; LILLEHOJ, H.S.; KIM, S. et al. Profiling local gene expression changes associated with *Eimeria maxima* and *Eimeria acervulina* using cDNA microarray. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.62, p.392-399, 2003.

NEWSHOLME, P. Why is l-glutamine metabolism important to cells of the immune system in health, postinjury, surgery or infection? **J. Nutrition**, v.131, p.2515S-2522S, 2001.

NEWSHOLME, P.; PROCOPIO, J.; LIMA, M.M.R. Glutamine and glutamate - their central role in cell metabolism and function. **Cell Biochemistry and Function**, v.21, p.1-9, 2003a.

NEWSHOLME, P.; LIMA, M.M.R.; PROCOPIO, J. et al. Glutamine and glutamate as vital metabolites. **Brazilian J. Medical and Biological Research**, v.36, n.2, p.153-163, 2003b.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL - **Nutrients requirements of poultry**. 9<sup>a</sup> ed. Washington, DC.: National, Academy, 1994. 155p.

OVIEDO-RONDÓN, E.O.; HUME, M.E.; HERNNÁNDEZ, C. et al. Intestinal microbial ecology of broilers vaccinated and challenged with mixed *Eimeria* species, and supplemented with essential oil blends. **Poultry Science**, v.85, p.854-860, 2006.

QUIROZ, M.A. Use of vaccines to prevent avian coccidiosis in broilers. **International Poultry Production**, v.11, n.8, p.7-11, 2003.

RANGEL-LUGO, M.; SU, C.L.; AUSTIC, R.E. Threonine Requirement and threonine imbalance in broiler chickens. **Poultry Science**, v.73, p.670-681, 1994.

ROSA, A.P.; PESTI, G.M.; EDWARDS JR., H.M. et al. Threonine requirements of different broiler genotypes. **Poultry Science**, v.80, p.1710-1717, 2001.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos - Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2<sup>a</sup> ed. Viçosa - MG: 2005.

ROSTAGNO, H.S.; GERALDO JR, J; ALBINO, L.F. T. et al. Níveis de glicina + serina em rações de pintos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2003, Campinas - SP. **Anais** - Campinas - SP: FACTA - Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia avícolas, 2003, p.48.

RUFF, M. D. Important parasites in poultry production systems. **Veterinary Parasitology**, v.84, p.337-347, 1999.

SAKAMOTO, M.I.; MURAKAMI, A.E.; SILVEIRA, T.G.V. et al. Influence of glutamine and vitamin e on the performance and the immune responses of broiler chickens. **Rev. Bras. Ciência Avícola**, v.8, n.4, p.243-249, 2006.

SAMADI; LIEBERT F. Threonine requirement of slow-growing male chickens depends on age and dietary efficiency threonine utilization. **Poultry Science**, v.86, p.1140-1148, 2007.

SAMADI; LIEBERT F. Modeling of threonine requirement in fast-growing chickens, depending on age, sex, protein deposition, and dietary threonine efficiency. **Poultry Science**, v.85, p.1961-1968, 2006.

SHANE, S.M.; GYIMAH, J.E.; HARRINGTON, K.S. et al. Etiology and pathogenesis of necrotic enteritis. **Veterinary Research Communications**, v.9, p.269-287, 1985.

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

SHIRLEY, M.W.; SMITH A.L.; TOMLEY, F.M. The biology of avian eimeria with an emphasis on their control by vaccination. **Advances in Parasitology**, v.60, p.285-330, 2005.

SMITH JR, N.K.; WALDROUP, P. Investigations of threonine requirements of broiler chicks fed diets based on grain sorghum and soybean meal. **Poultry Science**, v.67, p.108-112, 1988.

SOHAIL, S.S.; BRYANT, M.M.; ROLAND, D.A. The effect of glycine supplementation on performance of broilers fed sub-marginal protein with adequate synthetic methionine and lysine. **Int. J. Poultry Science**, v.2, n.6, p.394-397, 2003.

STOLL, B. Intestinal uptake and metabolism of threonine: nutritional impact. **Advances in Pork Production**, v.17, p.257-263, 2006.

TOMASI, P.H.D. **Avaliação de vacinas contra coccidiose e a utilização de peptídeos em frangos de corte**. 2006. 38p. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba - PR, 2006.

TROUT, J.M.; LILLEHOJ, H.S. T Lymphocyte roles during *Eimeria acervulina* and *Eimeria tenella* infections. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v.53, p.163-172, 1996.

UNI, Z.; SMIRNOV, A.; SKLAN, D. Pre- and posthatch development of goblet cells in the broiler small intestine: effect of delayed access to feed. **Poultry Science**, v.82, p.320-327, 2003.

URARA, K. Coccidiose. Berchieri JR, A. M., M. In: **Doenças Das Aves**. 1ª ed. CAMPINAS – SP. FACTA - FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000. 800 p.

VERMEULEN, A.N.; SCHAAP, D. C.; SCHETTERS, T. P. M. Control of coccidiosis in chickens by vaccination. **Veterinary Parasitology**, v.100, p.13-20, 2001.

VERDUGO, P. Goblet cells secretion and mucogenesis. **Annu. Rev. Physiol.**, v.52, p.157-176, 1990.

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. **Int. J. Poultry Science**, v.4, n.5, p.250-257, 2005.

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.

WILLIAMS, R.B. Intercurrent coccidiosis and necrotic enteritis of chickens: rational, integrated disease management by maintenance of gut integrity. **Avian Pathology**, v.34, n.3, p.159-180, 2005.

WILLIAMS, R.B. Epidemiological aspects of the use of live anticoccidial vaccines for chickens. **International Journal for Parasitology**, v.28, p.1089-1098, 1998.

WILLIAMS, R.B. A compartmentalised model for the estimation of the cost of coccidiosis to the world's chicken production industry. **International Journal for Parasitology**, v.29, p.1209-1229, 1999.

WILLIAMS, R.B. Epidemiological studies of coccidiosis in the domesticated fowl (*Gallus gallus*): The fate of ingested oocysts of *Eimeria tenella* during the prepatent period in susceptible chicks. **Applied Parasitology**, v.36, p.83-89, 1995.

WILLIAMS, R.B.; JOHNSON, J.D.; ANDREWS, S.J. Anticoccidial vaccination of broiler chickens in various management programmes: relationship between oocyst accumulation in litter and development of protective immunity. **Veterinary Research Communications**, v.24, p.309-325, 2000.

YAMASHITA, M.; FUJIMAKI, M.; SAKURAL, Y. Effect of levels of lysine and threonine on the metabolism of these amino acids in rats. **J Nutrition**, v.101, p.1607-1614, 1971.

YI, G. F.; ALLEE, G. L.; KNIGHT, C. D.; et al. Impact of glutamine and oas hatchling supplement on growth performance, small intestinal morphology, and immune response of broilers vaccinated and challenged with *Eimeria maxima*. **Poultry Science**, v.84, p.283–293, 2005.

YOUNG, V.R.; AJAMI, A.M. Glutamine: The emperor or his clothes? **J. Nutrition**, v.131, p.2449S-2459S, 2001.

YUN, C.H.; LILLEHOJ, H.S.; CHOI, K.D. *Eimeria tenella* infection induces local gamma-interferon production and intestinal lymphocyte subpopulation changes. **Infection and Immunity**, v.68, p.1282-1288, 2000.



## CAPÍTULO 1

### **Relações treonina:lisina digestíveis na dieta de pintos de corte com ou sem adição de suplemento contendo glutamina**

**RESUMO:** Foram utilizados 384 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb, alojados em baterias metálicas, entre 10-21 dias de idade. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x2 (três relações treonina:lisina digestíveis - 60, 65 e 70% - com adição ou não de 0,75% de suplemento contendo glutamina<sup>1</sup> constituído de oito repetições e oito animais por unidade experimental). As aves foram desafiadas com vacina virulenta<sup>2</sup> contra coccidiose com dose 10 vezes superior a recomendada pelo fabricante no 14º dia de vida, via água de bebida. Não foi observada interação entre os tratamentos. O aumento das relações treonina:lisina digestíveis de 60 para 70% proporcionou melhoria linear na conversão alimentar. O consumo de ração, o ganho de peso, os parâmetros de uniformidade e a contagem de oocistos na excreta não foram influenciados pelas relações treonina:lisina digestíveis da dieta. A relação treonina:lisina digestíveis de 65% proporcionou melhoria na saúde intestinal das aves quando comparada com as demais relações estudadas. A adição do suplemento contendo glutamina não alterou o desempenho, por outro lado, reduziu as lesões intestinais no duodeno e a contagem de oocistos por grama de excreta em mais de 25%. O escore de lesão no intestino médio (jejuno e íleo) e nos cecos aumentaram quando o produto comercial foi adicionado na dieta. A relação treonina:lisina digestíveis de 65% associada a adição 0,75% de suplemento contendo glutamina na dieta, são suficientes para atender as exigências de pintos de corte entre

---

<sup>1</sup> Aminogut® - Ajinomoto Biolatina

<sup>2</sup> Immucox® - Vetech Laboratories Inc.

10-21 dias de vida e apresentam efeito benéfico quanto à saúde nas porções proximais do intestino, quando as aves são desafiadas com oocistos de diferentes espécies de *Eimeria* spp.

## CHAPTER 1

### **Digestible threonine:lysine ratio in broilers diet, with or without supplement content glutamine**

**Abstract:** Three hundred eighty four male broilers, Cobb, were housed in metal batteries between 10-21 days old. The design used were a completely randomized design in factorial 3x2 (three digestible threonine:lysine ratios with or without supplement containing glutamine<sup>1</sup>, consisting of eight replicate with eight animals for experimental unit). The broilers were challenged with virulent vaccine<sup>2</sup> against coccidiosis with ten times recommended dose for manufacturer in 14<sup>th</sup> day of age, in drink water. There was no interaction between treatments. The increased in digestible ratio threonine:lysine of 60 to 70% provided linear improvement in feed conversion. Feed intake, weight gain, the parameters of uniformity and oocyst counting were not influenced by digestible ratios threonine:lysine. The digestible ratio threonine:lysine of 65% provided improvement in intestinal health than others ratios studied. The addition of supplement containing glutamine has not affected the performance, on the other hand, reduced the duodenal lesion score and oocyst counting in more than 25%. In the middle portion and in caecum the lesion score was increased when the commercial product has been added. The digestible threonine:lysine ratio of 65% associate with 0,75% supplement containing glutamine, are sufficient to meet the requirements of broilers between 10 to 21 days old and have beneficial effect on intestine health in proximal portions, when broilers were challenged with oocysts from different species of *Eimeria* spp.

---

<sup>1</sup> Aminogut® - Ajinomoto Biolatina

<sup>2</sup> Immucox® - Vetech Laboratories Inc.

## INTRODUÇÃO

Dentre os diversos fatores que competem para a evolução da cadeia de produção avícola, a utilização do melhor conceito para a formulação de dietas tem impacto importante nos custos de produção. Conceitos baseados em utilização de proteína bruta ou conteúdo de aminoácidos totais como critérios de formulação têm sido considerados obsoletos.

O uso do conceito de proteína ideal permite a formulação de dietas com teores reduzidos em proteína bruta, o que proporciona menor excreção de nitrogênio. Em dietas com altos teores protéicos, a maior excreção de nitrogênio é devida, em partes, pelo desequilíbrio entre a exigência dos animais e o perfil de aminoácidos fornecidos, com conseqüências consideráveis de impacto ambiental e no desempenho dos animais. No entanto, a redução protéica quando excessiva pode reduzir a disponibilidade de nitrogênio para a formação endógena de aminoácidos não-essenciais. Nesse sentido, assim como no intuito de otimizar o desempenho zootécnico das aves, outros aminoácidos, que não os essenciais, podem ser incluídos na dieta.

Dentre esses aminoácidos não-essenciais que podem ser adicionados na dieta, destacam-se a glutamina e o glutamato, disponíveis comercialmente. Eles participam de importantes papéis metabólicos, relacionados à resposta imune e atuam também como importantes combustíveis celulares e teciduais. Grandes quantidades de glutamina são requeridas em tecidos de rápida multiplicação celular, como os enterócitos. Esses aminoácidos estão freqüentemente associados à saúde intestinal, atuando como principais fontes de energia para a multiplicação de enterócitos.

Além da nutrição, a sanidade é outro fator importante e determinante para o desempenho das aves. Dentre as doenças mais comuns na avicultura, destaca-se a coccidiose aviária que é considerada a parasitose de maior importância na produção avícola e as lesões intestinais proporcionadas pelo protozoário do gênero *Eimeria* spp, contribuem de forma substancial para redução na absorção de nutrientes e conseqüentemente piora no desempenho.

Nesse sentido, o fornecimento na dieta de componentes que possam contribuir para a redução da sobrevivência desse protozoário, reduzir a capacidade de adesão intestinal assim como minimizar os efeitos da invasão e destruição celular têm ganhado importância.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de três relações treonina:lisina digestíveis com adição ou não de suplemento contendo glutamina sobre o desempenho, a contagem de oocistos e o escore de lesão intestinal de pintos de corte desafiados com vacina virulenta contra coccidiose.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 10 de abril a 04 de maio de 2008. Foram alojados inicialmente 500 pintos de um dia, machos, da linhagem Cobb, em quinze boxes com 2 m<sup>2</sup> com utilização de cama nova de casca de café, contendo lâmpadas de aquecimento, bebedouro e comedouro infantil do tipo bandeja, até o sétimo dia de vida, quando foram substituídos por bebedouros do tipo “nipple” e comedouro tubular semi-automático. As aves permaneceram nos boxes recebendo período de 24 h de luz e dieta pré-inicial seguindo sugestões de Rostagno et al.,

(2005) até o décimo dia de vida quando então foram transferidas para gaiolas de metabolismo.

No décimo dia de vida, foram selecionados 384 pintos de corte, com peso médio inicial de  $254,84 \pm 13,68\text{g}$  distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3X2, sendo três relações treonina:lisina digestíveis (60, 65 e 70%), com e sem adição de suplemento contendo glutamina<sup>3</sup> (0,75%), constituído de oito repetições e oito animais por unidade experimental. Assim como na fase pré-experimental, as aves no período de 10-21 dias foram submetidas a 24 h de luz.

As dietas experimentais foram fornecidas a partir do décimo dia de vida das aves, as quais foram formuladas para atender o conceito de proteína ideal sugerido por Rostagno et al. (2005) (Tabela 1). As dietas foram formuladas pela técnica de suplementação, garantidos pela inclusão de L-Treonina (98%), e do suplemento contendo glutamina, em substituição ao amido de milho (Tabela 2). Os valores analisados de proteína bruta e o teor de aminoácidos totais com base na matéria natural são apresentados na tabela 3.

As aves e a ração foram pesadas no início e no final do período experimental, ao 10º e 21º dia de idade respectivamente. As temperaturas foram obtidas utilizando termômetros de máxima e mínima, anotadas diariamente. As variáveis de desempenho avaliadas foram o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. Ao final do experimento, no 21º dia de vida, as aves foram pesadas individualmente para avaliação da uniformidade, calculando-se percentual de animais entre  $\pm 10\%$  da média de peso vivo de cada unidade experimental.

---

<sup>3</sup> Aminogut – Ajinomoto Biolatina

Tabela 1 – Composição centesimal e nutricional calculada da dieta basal.

| Ração basal                                |        |
|--|--------|
| Ingredientes                               | (%)    |
| Milho                                      | 27,900 |
| Sorgo Baixo Tanino                         | 30,000 |
| Farelo de soja                             | 34,070 |
| Óleo de soja                               | 3,110  |
| Fosfato Bicálcico                          | 1,791  |
| Calcário                                   | 0,901  |
| Sal  | 0,493  |
| DL-Metionina (99%)                         | 0,268  |
| L-Lisina HCl (79%)                         | 0,214  |
| Suplemento Mineral-Vitamínico <sup>1</sup> | 0,260  |
| Amido <sup>2</sup>                         | 1,000  |
| Valores Calculados                         |        |
| Energia Metabolizável, Kcal/Kg             | 3.000  |
| Proteína bruta, %                          | 20,660 |
| Met+Cis total, %                           | 0,894  |
| Lisina total, %                            | 1,239  |
| Treonina total, %                          | 0,788  |
| Triptofano total, %                        | 0,257  |
| Arginina total, %                          | 1,348  |
| Isoleucina total, %                        | 0,907  |
| Valina total, %                            | 0,988  |
| Glicina.+Serina total, %                   | 1,850  |
| Met. + Cis. digestível %                   | 0,814  |
| Lisina digestível %                        | 1,146  |
| Treonina digestível. %                     | 0,688  |
| Triptofano digestível %                    | 0,231  |
| Arginina digestível %                      | 1,283  |
| Isoleucina digestível %                    | 0,828  |
| Valina digestível %                        | 0,881  |
| Cálcio, %                                  | 0,884  |
| Fósforo disponível %                       | 0,442  |
| Sódio %                                    | 0,214  |

<sup>1</sup> - Níveis de garantia por quilo de ração: Suplemento mineral - Manganês 80,0 mg ; Ferro - 50,0 mg; Zinco – 50,0 mg; Cobre - 10,0 mg ; Cobalto - 1,0 mg ; Iodo - 1,0 mg; Selênio - 0,25 mg. Suplemento vitamínico – vit. A - 10.000 UI; vit. D3 - 2.000 UI; Vit. E - 30 UI; Vit. B1 - 2,0 mg ; vit. B6 - 4,0 mg; Ac Pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,10 mg; Vit. K3 - 3,0 mg ; Ácido fólico - 1,0 mg ; Ácido nicotínico- 50,0 mg ; vit. B12 - 15 mcg; Cloreto de Colina – 0,6g, BHT (hidroxi metil tolueno) – 0,1g.

<sup>2</sup> A L-treonina e o suplemento contendo glutamina foram incluídos na dieta em substituição ao amido de milho.

Os dados de uniformidade e do coeficiente de variação do peso vivo foram transformados aplicando-se o arco seno da raiz quadrada da razão entre o

percentual/100. Esse valor foi multiplicado por  $(180/\pi)$  para obtenção dos dados em graus. A correção pode ser resumida em:

$$\text{Uniformidade (em graus)} = [(\text{Arc sen} \sqrt{\% / 100}) \times (180/\pi)].$$

Tabela 2 – Composição centesimal e nutricional calculada das dietas experimentais.

| <b>Relação tre/lis</b>                  | <b>60</b>                   |                             | <b>65</b>       |                 | <b>70</b>       |                 |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Composição</b>                       | <b>S/ Supl.<sup>1</sup></b> | <b>C/ Supl.<sup>2</sup></b> | <b>S/ Supl.</b> | <b>C/ Supl.</b> | <b>S/ Supl.</b> | <b>C/ Supl.</b> |
| Dieta basal                             | 99,000                      | 99,000                      | 99,000          | 99,000          | 99,000          | 99,000          |
| L-treonina (98%)                        | 0,000                       | 0,000                       | 0,056           | 0,056           | 0,112           | 0,112           |
| Suplemento*                             | 0,000                       | 0,750                       | 0,000           | 0,750           | 0,000           | 0,750           |
| Amido                                   | 1,000                       | 0,250                       | 0,944           | 0,194           | 0,888           | 0,138           |
| <b>Composição Nutricional Calculada</b> |                             |                             |                 |                 |                 |                 |
| Lisina digestível %                     | 1,146                       | 1,146                       | 1,146           | 1,146           | 1,146           | 1,146           |
| Lisina total %                          | 1,239                       | 1,239                       | 1,239           | 1,239           | 1,239           | 1,239           |
| Treonina digestível %                   | 0,688                       | 0,688                       | 0,745           | 0,745           | 0,802           | 0,802           |
| Treonina total %                        | 0,788                       | 0,788                       | 0,843           | 0,843           | 0,897           | 0,897           |

<sup>1</sup>S/ supl. – Sem adição do suplemento contendo glutamina e glutamato;

<sup>2</sup>C/ supl. – Com adição do suplemento contendo glutamina e glutamato;

\*Suplemento: Aminogut - Ajinomoto Biolatina.

Tabela 3 – Teor de aminoácidos e de proteína bruta analisados<sup>1</sup> das dietas experimentais com base na matéria natural.

| <b>Análises (%)</b>  | <b>60</b>                   |                             | <b>65</b>       |                 | <b>70</b>       |                 |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                      | <b>S/ Supl.<sup>2</sup></b> | <b>C/ Supl.<sup>3</sup></b> | <b>S/ Supl.</b> | <b>C/ Supl.</b> | <b>S/ Supl.</b> | <b>C/ Supl.</b> |
| Proteína bruta       | 21,73                       | 21,96                       | 21,17           | 20,81           | 21,10           | 21,66           |
| Met.+Cis.            | 0,789                       | 0,752                       | 0,758           | 0,805           | 0,754           | 0,725           |
| <b>Lisina</b>        | <b>1,267</b>                | <b>1,147</b>                | <b>1,246</b>    | <b>1,184</b>    | <b>1,206</b>    | <b>1,183</b>    |
| <b>Treonina</b>      | <b>0,796</b>                | <b>0,747</b>                | <b>0,785</b>    | <b>0,760</b>    | <b>0,833</b>    | <b>0,795</b>    |
| <b>Ác. Glutâmico</b> | <b>3,860</b>                | <b>4,271</b>                | <b>3,754</b>    | <b>4,275</b>    | <b>3,540</b>    | <b>4,028</b>    |
| Arginina             | 1,302                       | 1,378                       | 1,458           | 1,318           | 1,341           | 1,300           |
| Isoleucina           | 0,916                       | 0,866                       | 0,825           | 0,825           | 0,832           | 0,814           |
| Valina               | 0,972                       | 0,918                       | 0,909           | 0,909           | 0,913           | 0,885           |
| Glicina              | 0,892                       | 0,805                       | 0,800           | 0,793           | 0,806           | 0,782           |
| Serina               | 1,071                       | 0,982                       | 0,984           | 0,984           | 0,976           | 0,949           |
| Glicina + serina     | 1,963                       | 1,787                       | 1,784           | 1,777           | 1,782           | 1,731           |
| Lisina *             | 0,148                       | 0,162                       | 0,180           | 0,159           | 0,179           | 0,159           |
| Treonina *           | 0,015                       | 0,060                       | 0,064           | 0,102           | 0,115           | 0,173           |

<sup>1</sup>Análises realizadas pela Ajinomoto Biolatina;

<sup>2</sup>S/ supl. – Sem adição do suplemento contendo glutamina e glutamato;

<sup>3</sup>C/ supl. – Com adição do suplemento contendo glutamina e glutamato;

\* Aminoácidos adicionados.



No décimo quarto dia de vida das aves, com objetivo de desafiar os animais, foi fornecida via água de bebida, uma dose de vacina viva virulenta<sup>1</sup> dez vezes superior à preconizada para a imunoprofilaxia da coccidiose, contendo as espécies *Eimeria acervulina*, *E. maxima*, *E. tenella*, *E. necatrix*. Foram utilizados bebedouros infantis para o fornecimento da vacina. Para garantia de ingestão uniforme do produto, foi realizado um período de jejum hídrico de três horas anterior ao fornecimento.

Oito dias após o desafio sanitário, foram coletadas excretas de cinco repetições de cada tratamento para a realização da contagem de oocistos de *Eimeria* spp por grama de excreta (OPG).

O período de coleta de excretas teve duração de 2 horas, evitando-se dessa forma a contaminação, principalmente pelas penas dos animais. Para a coleta do material foram utilizadas bandejas revestidas com lona plástica, sendo essas dispostas sob cada unidade experimental.

A contagem de OPG de cada unidade experimental se deu logo após a obtenção das excretas. O procedimento utilizado seguiu o protocolo descrito por Hodgson (1970) com adaptações. Foram utilizadas 2g de excreta, pesadas com precisão de 0,01g, diluídas em 60 mL de solução salina saturada,  $\pm 400$ g de sal comum/L de água destilada. Para a eliminação de partículas grosseiras essa solução foi filtrada em dupla camada de gaze contendo três dobras com 11 fios/cm<sup>2</sup>, obtendo-se dessa forma uma suspensão homogênea.

Com auxílio de pipeta do tipo Pasteur, uma alíquota do sobrenadante foi obtida e então transferida aos dois gabinetes de contagens de câmara do tipo Mc'Master. A contagem de OPG foi realizada utilizando-se microscópio óptico e aumento de 100X,

---

<sup>1</sup> Immucox I – Vetech laboratories Inc.

depois de transcorrido um minuto da transferência do material para a câmara, permitindo dessa forma a flutuação dos oocistos.

Cada gabinete de contagem da câmara de Mc'Master apresentava superfície de área de  $100 \text{ mm}^2$  ( $10 \times 10 \text{ mm}$ ), com altura de preenchimento de 1,5 mm, perfazendo volume de  $150 \text{ mm}^3$  (0,15 mL). Sendo assim, durante a avaliação do volume de 0,15 mL da solução, apenas 0,005 g de excreta foram avaliadas. Portanto, cada oocisto encontrado durante a contagem, representa 200 OPG de excreta. Para cada amostra, foram avaliados quatro gabinetes da câmara de Mc'Master e a média entre essas quatro contagens foi utilizada para cálculo do OPG de cada repetição.

Nos dias 23, 24 e 25 de vida das aves, foi realizada avaliação do escore de lesão intestinal. Ao 21º dia de vida foram selecionadas e identificadas três aves por repetição, com peso vivo semelhante à média de peso dos animais da respectiva unidade experimental. Os animais foram abatidos, procedendo-se com o deslocamento cervical prévio, seguido de sangria, tomando-se a precaução de proporcionar reduzida alteração intestinal no “*pós-mortem*” decorrente de incompleta hemorragia, assim como pelos efeitos da manipulação excessiva, evitando-se alteração das condições da serosa intestinal.

O escore de lesão foi avaliado em seis animais abatidos simultaneamente, um de cada tratamento, para redução do erro de subjetividade quando a avaliação é realizada individualmente. Os animais foram numerados, aleatoriamente, sem que os avaliadores tivessem acesso ao tratamento que o animal pertencia. As porções consideradas durante a avaliação foram: duodeno, intestino médio (jejuno e íleo), ceco e porção final (após a junção íleo-cecal).

De acordo com o tipo de lesão, coloração e volume de muco, os escores foram determinados, em escala de 1 a 4 pontos, seguindo as descrições de Johnson & Reid (1970), apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Sistema de escore de lesões para as diferentes espécies de *Eimeria* spp. avaliadas.

| <i>E. acervulina</i> |  |
|----------------------|--|
| Escore               | Observações  |
| 0                    | Sem lesões ou alterações visíveis principalmente no duodeno;   |
| 1                    | Lesões dispersas como placas brancas restritas ao duodeno. Essas lesões são dispostas ao eixo maior e transversalmente orientadas na parede do intestino, como os degraus de uma escada. Podem ser observadas tanto a partir da serosa ou mucosa intestinal. Podem variar até um máximo de cinco lesões por centímetro quadrado; |
| 2                    | Lesões muito mais próximas entre si, porém ainda não coalescentes podendo se estender abaixo do duodeno. A parede intestinal não apresenta espessamento e o conteúdo apresenta-se normal;  |
| 3                    | Lesões numerosas o suficiente para coalescer, com redução no tamanho das lesões proporcionando aspecto de intestino revestido, lesões podem chegar até o divertículo do saco da gema, parede intestinal espessada, conteúdo intestinal aquoso;   |
| 4                    | A parede da mucosa apresenta-se coloração acinzentada com colônias coalescentes a mucosa pode apresentar coloração vermelho brilhante em toda sua extensão, parede intestinal muito espessada, conteúdo repleto de exsudato, lesões totalmente unidas. Aves morrendo de coccidiose são classificadas como escore 4.              |
| <i>E. maxima</i>     |  |
| Escore               | Observações  |
| 0                    | Sem lesões ou alterações visíveis principalmente no intestino médio;   |
| 1                    | Pequenas (hemorragias puntiformes) podem aparecer na serosa do intestino médio. Não há espessamento intestinal ou embalonamento, embora pequena quantidade de muco cor de laranja possa estar presente;  |
| 2                    | A serosa pode estar salpicada com numerosas petéquias, intestino pode apresentar muco cor de laranja, um suave ou ausência de embalonamento do intestino com espessamento da parede intestinal;  |

|                 |  |
|-----------------|--|
| 3               | Parede intestinal apresenta embalonamento e espessada. A superfície mucosa encontra-se irregular enrugada, conteúdo intestinal repleto de coágulos/flocos de sangue e muco;  |
| 4 (aves mortas) | A parede intestinal pode apresentar embalonamento pela maioria de seu comprimento, contém numerosos coágulos sanguíneos e hemácias digeridas proporcionando características de cor e odor pútridos parede severamente espessada, aves mortas são registradas nesse escore. |

---

*E. tenella*

---

| Escore          | Observações   |
|-----------------|---|
| 0               | Sem lesões ou alterações visíveis no ceco   |
| 1               | Petéquias dispersas, paredes dos cecos normal e conteúdo de coloração característica e normal;  |
| 2               | Lesões mais numerosas com possibilidade de sangue no conteúdo cecal, parede cecal um pouco espessada, pouco ou nenhum conteúdo;   |
| 3               | Enorme quantidade de sangue ou material (parede) cecal presente, paredes dos cecos fortemente espessadas, pouco ou nenhum conteúdo;   |
| 4 (aves mortas) | Parede cecal muito distendida com sangue e grande quantidade de material caseoso, debrís fecais presentes ou ausentes no material. A morte das aves é classificada como grau 4. |

---

*E. necatrix*

---

| Escore          | Observações  |
|-----------------|--|
| 0               | Sem lesões ou alterações visíveis principalmente no intestino delgado médio e final  |
| 1               | Petéquias e manchas brancas dispersas na serosa, com parede e conteúdo intestinal normais  |
| 2               | Petéquias numerosas evidentes na serosa, edema da parede intestinal com conteúdo normal  |
| 3               | Numerosas petéquias e placas brancas na serosa com parede intestinal áspera, edemaciada e presença de sangue no conteúdo               |
| 4 (aves mortas) | Cor escura e hemorragias extensas por aglutinação na serosa, dilatação de todo intestino, aves mortas são classificadas como escore 4. |

---

*E. brunetti*

---

| Escore | Observações   |
|--------|---|
| 0      | Sem lesões ou alterações visíveis principalmente na porção final do intestino (após a junção íleo-cecal)    |
| 1      | Sem lesões graves, petéquias dispersas na porção final do intestino, conteúdo sem alterações                |
| 2      | Manchas de cor salmão dispersas, mucosa da porção final do intestino delgado espessada, com conteúdo normal |

|   |  |
|---|--|
| 3 | Estrias transversais sanguinolentas no reto pela confluência de petéquias, mucosa espessada e dilatada, muco sanguinolento e líquido,                            |
| 4 | Lesões necróticas hemorrágicas, mucosa espessada com cobertura caseosa da superfície, conteúdo apresenta coágulos caseosos em alguns casos podem obstruir o ceco |

Os dados de desempenho, uniformidade do peso vivo ao 21º dia de vida, contagem de oocistos e o escore de lesão intestinal foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas aplicando-se o teste SNK ( $P < 0,10$ ). Em paralelo, foi realizada análise de regressão, objetivando-se identificar o comportamento de cada parâmetro em função da relação treonina:lisina digestíveis. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAEG – Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas, versão 9.1, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas obtidas durante o período experimental são apresentadas na tabela 5. Durante a fase experimental (10-21 dias) não foi observada mortalidade.

Tabela 5 – Média (°C) das temperaturas mínimas e máximas durante o período experimental.

| Temperatura ambiental |              |
|-----------------------|--------------|
| Mínima                | Máxima       |
| 23,7 (22,3)*          | 27,7 (29,1)* |

\*Valores entre parênteses referem-se às temperaturas mínimas e máximas observadas durante o período experimental.

Os valores médios de consumo de ração, de ganho de peso e de conversão alimentar são apresentados na tabela 6.

Tabela 6 – Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte entre 10 e 21 dias de vida em função dos tratamentos.

| Relação<br>Tre:Lis<br>(%) | Consumo de ração<br>(g) |       |              | Ganho de peso<br>(g) |       |              | Conversão alimentar |       |                           |
|---------------------------|-------------------------|-------|--------------|----------------------|-------|--------------|---------------------|-------|---------------------------|
|                           | Suplemento*             |       | Média<br>Tre | Suplemento           |       | Média<br>Tre | Suplemento          |       | Média<br>Tre <sup>1</sup> |
|                           | Sem                     | Com   |              | Sem                  | Com   |              | Sem                 | Com   |                           |
| 60                        | 930,3                   | 902,6 | 916,5        | 652,6                | 640,2 | 646,4        | 1,426               | 1,410 | 1,418                     |
| 65                        | 905,9                   | 910,3 | 908,1        | 653,9                | 662,8 | 658,3        | 1,386               | 1,374 | 1,380                     |
| 70                        | 923,4                   | 890,6 | 907,0        | 652,8                | 657,3 | 655,1        | 1,407               | 1,355 | 1,381                     |
| Média Sup.                | 919,8                   | 901,2 |              | 653,1                | 653,4 |              | 1,406               | 1,380 |                           |
| ANOVA                     |                         |       |              |                      |       |              |                     |       |                           |
| Treonina                  | NS                      |       |              | NS                   |       |              | P<0,15              |       |                           |
| Suplem.                   | P<0,13                  |       |              | NS                   |       |              | P<0,14              |       |                           |
| Tre x Sup.                | NS                      |       |              | NS                   |       |              | NS                  |       |                           |
| Regressão                 | NS                      |       |              | NS                   |       |              | L <sup>1</sup>      |       |                           |
| CV (%)                    | 4,52                    |       |              | 3,04                 |       |              | 4,36                |       |                           |

\* Suplemento: adição ou não de 0,75% de Aminogut – Ajinomoto Biotatina;

L<sup>1</sup> Y = 1,6348 - 0,0037X; R<sup>2</sup> = 0,73 Efeito linear (P<0,10);

NS: não significativo (P>0,20).

Não foi observada interação significativa entre as diferentes relações treonina: lisina digestíveis e a adição ou não do suplemento na dieta para as variáveis de desempenho.

As diferentes relações treonina:lisina digestíveis não influenciaram o consumo de ração. Dados semelhantes para essa fase foram obtidos por BERNARDINO et al. (2008), CARVALHO et al. (2008), KIDD et al. (1997), KIDD et al. (2002), BERRES et al. (2007), DAVIS & AUSTIC (1982a).

Os dados obtidos são semelhantes às observações de Rangel-Lugo et al. (1994) que não encontraram melhoria no consumo de ração de pintos de corte entre 16-28 dias de vida quando o teor de treonina total na dieta foi superior a 0,63%.

Por outro lado, contrastam com os resultados obtidos por Kidd et al. (2001) que observaram maior consumo de ração de pintos de corte entre 5-15 dias de vida quando o teor de treonina total foi de 0,70%, entretanto relatam ocorrer redução do consumo quando o teor de treonina total é aumentado para 0,80%. Resultados

contraditórios também foram verificados por Atencio et al. (2004) que observaram aumento linear no consumo de ração de pintos de corte machos de 1-20 dias de idade em função de diferentes relações treonina:lisina digestíveis entre 59 e 75%. Contudo, Nery (2009), ao trabalhar com as relações treonina: lisina digestíveis de (60, 65 e 70%) observou menor consumo de ração para as relações de 65 e 70% durante a fase de 1-21 dias de idade.

A adição do suplemento contendo glutamina não modificou ( $P>0,10$ ) o consumo de ração. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Nery (2009), o qual não observou modificação significativa no consumo de ração entre 1 e 21 dias de vida das aves quando forneceu 0,75% do produto na dieta. De maneira similar, Lora et al. (2006), também não observaram redução, mas sim aumento, no consumo de ração quando adicionaram 1,5% do suplemento na dieta de pintos de corte de 1-21 dias de vida.

O ganho de peso das aves não foi influenciado pelas diferentes relações treonina: lisina digestíveis. Resultados semelhantes foram obtidos por Bernardino et al. (2008), que trabalharam com relações 55, 65 e 75% de treonina:lisina digestíveis, para animais entre 8-21 dias de idade. Também Nery (2009), não observou efeito no ganho de peso, utilizando relações de 60, 65 e 70% de treonina:lisina digestíveis, entre 1 e 21 dias de idade. De maneira similar, Davis & Austic (1982), também não encontraram diferenças no ganho de peso de pintos de corte entre 7 e 21 dias de vida que receberam dieta contendo 0,2%, 0,4%, 0,8% e 1,2% de treonina total.

Contudo, resultados diferentes foram obtidos por Páez (2004), que ao trabalhar com relações 60, 65 e 70% de treonina: lisina digestíveis observou redução no ganho de peso de aves entre 1 e 20 dias de idade para relação de 70%. Por outro lado, Baker

et al. (2002) observaram aumento no ganho de peso até o teor de 0,65% de treonina digestível, correspondente à relação treonina: lisina digestíveis de 67%.

Dessa forma, Kidd et al. (2001), recomendaram teor de treonina total de 0,70%, em função da redução no ganho de peso quando o teor de treonina foi superior. Nesse sentido, Smith Jr. & Waldroup (1988), também obtiveram platô para o ganho de peso a partir da concentração de 0,68% de treonina total.

Waldroup et al. (2005), ao avaliar as variações tanto do teor protéico quanto dos níveis de treonina, não observaram melhoria no ganho de peso em função da adição de treonina em dietas contendo 0,8% de treonina total com diferentes teores de proteína bruta. A interação entre os fatores também não foi observada.

A conversão alimentar das aves apresentou melhoria linear ( $P < 0,10$ ) com o aumento das relações treonina:lisina digestíveis (tabela 6). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Páez (2004), em que a conversão alimentar foi melhorada à medida que a relação treonina: lisina digestíveis aumentou de 60 para 70%. Também, Dozier et al. (2003) observaram efeito linear de melhoria na conversão alimentar quando suplementaram a dieta contendo 0,59% de treonina total com 0,07; 0,14 e 0,21% com L-treonina.

Contudo, Carvalho et al. (2008) estudaram três diferentes relações (60; 65 e 70%) treonina:lisina digestíveis na dieta de frangos de corte de 1 a 42 dias e observaram semelhança na conversão alimentar dos animais que receberam as relações 65 e 70%. Nery (2009), observou melhor conversão alimentar para pintos que receberam dieta contendo a relação treonina:lisina digestíveis de 65%, entre 1 e 21 dias de idade, em relação às demais relações estudadas de 60 e 70%.

Essa melhoria linear observada para a conversão alimentar à medida que se aumentou as relações treonina:lisina digestíveis contrastam com os resultados



obtidos por Rosa et al. (2001) que ao avaliarem a adição de treonina na dieta de diferentes linhagens de pintos de corte de 1-18 dias de vida obtiveram ponto de máximo para melhoria na conversão alimentar com o fornecimento de 0,68 e 0,69% de treonina total para dois diferentes genótipos.

A adição do suplemento contendo glutamina não alterou significativamente ( $P>0,10$ ) a conversão alimentar. Esses resultados são semelhantes aos observados por Lora et al. (2006), que também não observaram melhoria significativa nesse parâmetro quando adicionaram níveis crescentes desse suplemento na dieta. Por outro lado, esses dados são contrastantes aos de Nery (2009), que obteve melhoria na conversão alimentar de pintos de corte de 1 a 21 dias de vida que receberam 0,75 % do suplemento na dieta.

Em avaliação prévia, Nery et al. (2006), adicionaram esse suplemento na dieta de pintos de corte entre 1 e 7 dias de vida que passaram ou não por jejum (grupo controle) ao alojamento e observaram redução no ganho de peso e melhoria na conversão alimentar, das aves que passaram por jejum e receberam o produto em relação ao grupo controle. Contudo, ao 21º dia de vida, a conversão alimentar entre esses dois grupos foi similar, com ganho de peso superior para as aves rapidamente alojadas.

Os valores médios de consumo de treonina pelas aves durante o período experimental e de contagem de oocistos por grama de excreta (OPG) são apresentados na tabela 7.

Não foi observada interação entre as diferentes relações treonina:lisina digestíveis e a adição ou não do suplemento contendo glutamina sobre o consumo de treonina e o número de oocistos por grama de excreta.

Tabela 7 – Consumo de treonina no período de 10-21 dias de vida e contagem de oocistos por grama (OPG) de excreta no 22º dia de vida em função dos tratamentos.

| Relação<br>Tre:Lis<br>(%) | Consumo de<br>treonina (g) |       |                           | OPG<br>(oocistos/g de excreta) |      |              |
|---------------------------|----------------------------|-------|---------------------------|--------------------------------|------|--------------|
|                           | Suplemento*                |       | Média <sup>1</sup><br>Tre | Suplemento                     |      | Média<br>Tre |
|                           | Sem                        | Com   |                           | Sem                            | Com  |              |
| 60                        | 7,507                      | 7,239 | 7,373 <sup>c</sup>        | 2290                           | 1737 | 2013         |
| 65                        | 7,628                      | 7,856 | 7,742 <sup>b</sup>        | 3227                           | 3037 | 3132         |
| 70                        | 8,772                      | 8,621 | 8,696 <sup>a</sup>        | 3677                           | 1997 | 2837         |
| Média Sup.                | 7,969                      | 7,905 |                           | 3064                           | 2257 |              |
| Treonina                  | P<0,01                     |       |                           | NS                             |      |              |
| Suplem.                   | NS                         |       |                           | P<0,15                         |      |              |
| Tre x Sup.                | NS                         |       |                           | NS                             |      |              |
| Regressão                 | L <sup>1</sup>             |       |                           | NS                             |      |              |
| CV (%)                    | 0,82                       |       |                           | 54,76                          |      |              |

\*Suplemento: adição ou não de 0,75% de Aminogut – Ajinomoto Biolatina;  
 Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK (1%);  
 $L^1 Y = -0,6625 + 0,1323X$ ;  $R^2 = 0,94$  Efeito linear (P<0,01)  
 NS: não significativo (P>0,20).

O consumo de treonina pelos pintos aumentou (P<0,01) quando as relações treonina:lisina digestíveis da dieta aumentaram e foi similar entre as aves que receberam ou não o suplemento contendo glutamina.

O número de OPG de excreta não foi influenciado (P>0,10) pelos níveis de treonina na dieta. Apesar do elevado coeficiente de variação, que é inerente a esse tipo de análise, a excreção de oocistos pelas aves tem sido utilizada como método indireto de se avaliar o grau de resistência do hospedeiro contra o parasita. Contudo, Danforth et al. (1997), relataram que a maior excreção de oocistos durante a primeira semana após a vacinação e o maior escore de lesão intestinal nessa fase, podem estar relacionados à efetividade da vacinação, podendo-se inferir a respeito da uniformidade no fornecimento dos oocistos vacinais a partir desses parâmetros, uma vez que os animais foram alojados em gaiola, não permitindo a reinfecção comum quando esses são alojados em piso.

Os dados de OPG divergem dos obtidos por Carvalho et al. (2008) que observaram redução linear na contagem de oocistos na excreta de pintos de corte ao ao 21º dia de vida com o aumento do nível de treonina na dieta. Essa divergência, provavelmente, reside no fato de que esses autores trabalharam com animais alojados em piso, utilizando cama de maravalha reutilizada com desafios semanais sucessivos, sem dosagem conhecida de oocistos.

A adição do suplemento contendo glutamina na dieta proporcionou redução absoluta ( $P>0,10$ ) na contagem de oocistos por grama de excreta (OPG). A magnitude dessa redução chegou a 26,34% do total de oocistos excretados pelas aves que não receberam o suplemento na dieta.

Os dados de uniformidade, desvio padrão da uniformidade e coeficiente de variação da uniformidade são apresentados na tabela 8.

Tabela 8 – Uniformidade, desvio padrão e coeficiente de variação do peso vivo no 21º dia de vida em função dos tratamentos.

| Relação<br>Tre:Lis<br>(%) | Uniformidade <sup>1</sup><br>(graus) |       |              | Desvio padrão<br>do peso (%) |      |              | Coeficiente de<br>variação do peso (%) |       |              |
|---------------------------|--------------------------------------|-------|--------------|------------------------------|------|--------------|--|-------|--------------|
|                           | Suplemento*                          |       | Média<br>Tre | Suplemento                   |      | Média<br>Tre | Suplemento                             |       | Média<br>Tre |
|                           | Sem                                  | Com   |              | Sem                          | Com  |              | Sem                                    | Com   |              |
| 60                        | 68,10                                | 72,40 | 70,30        | 0,07                         | 0,06 | 0,07         | 16,20                                  | 15,42 | 15,81        |
| 65                        | 73,30                                | 78,00 | 75,60        | 0,06                         | 0,06 | 0,06         | 14,89                                  | 14,13 | 14,51        |
| 70                        | 66,50                                | 72,90 | 69,70        | 0,07                         | 0,06 | 0,06         | 15,63                                  | 15,43 | 15,53        |
| Média Sup.                | 69,30                                | 74,41 |              | 0,07                         | 0,06 |              | 15,58                                  | 14,99 |              |
| ANOVA                     |                                      |       |              |                              |      |              |  |       |              |
| Treonina                  | NS                                   |       |              | NS                           |      |              | NS                                     |       |              |
| Suplem.                   | NS                                   |       |              | NS                           |      |              | NS                                     |       |              |
| Tre x Sup.                | NS                                   |       |              | NS                           |      |              | NS                                     |       |              |
| Regressão                 | NS                                   |       |              | NS                           |      |              | NS                                     |       |              |
| CV (%)                    | 22,46                                |       |              | 30,57                        |      |              | 16,63                                  |       |              |

\*Suplemento: adição ou não de 0,75% de Aminogut – Ajinomoto Biolatina;

<sup>1</sup> Uniformidade (em graus °) =  $[(\text{Arc sen} \sqrt{\% / 100}) \times (180 / \pi)]$ .

NS: não significativo ( $P>0,20$ ).

Não foi observada interação entre as diferentes relações treonina:lisina digestíveis e a adição ou não do suplemento contendo glutamina, nem mesmo efeito isolado de cada um dessas variáveis sobre os parâmetros de uniformidade do peso vivo.

Esses dados são semelhantes aos obtidos por Lora et al. (2006) e Nery (2009), que não observaram melhoria na uniformidade do peso vivo quando forneceram o suplemento contendo glutamina na dieta de pintos de corte no período de 1-21 dias de vida.

Os valores médios do escore de lesão intestinal, em função das relações de treonina:lisina digestíveis e da adição ou não do suplemento contendo glutamina, nas diferentes porções do intestino são apresentados na tabela 9.

De maneira geral os escores de lesão intestinal determinados foram baixos, uma vez que esses animais não passaram pela reinfecção, processo de ingestão repetida de oocistos, comum em animais alojados em piso.

Não foram observadas interações entre as relações treonina:lisina digestíveis e adição ou não do suplemento contendo glutamina sobre os parâmetros de escore de lesão intestinal nas diversas porções avaliadas.

As relações treonina:lisina digestíveis não influenciaram o escore de lesão nas porções duodenal, nos cecos e na porção final do intestino. Entretanto, na porção média do intestino (jejuno e íleo) a relação treonina:lisina digestíveis de 65% reduziu ( $P < 0,10$ ) o escore de lesão.

A treonina contribui de forma substancial para a formação do conjunto de glicoproteínas intestinais denominadas mucinas. Essas glicoproteínas, sintetizadas pelas células de Goblet, desempenham importante papel na defesa do trato gastrointestinal, de maneira que de 16 a 30% da proteína constituinte da mucina

Tabela 9 - Escore de lesão intestinal (escala de 1 a 4 pontos) de pintos de corte desafiados no 14º dia de vida, em cada porção intestinal, em função dos tratamentos.

| Relação<br>Tre:Lis<br>(%) | Duodeno<br>(pontos) |                   |       | Intestino Médio<br>(pontos) <sup>1</sup> |                   |                   | Ceco<br>(pontos)  |                   |       | Porção final<br>(pontos) <sup>2</sup> |      |       |
|---------------------------|---------------------|-------------------|-------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|---------------------------------------|------|-------|
|                           | Suplemento*         |                   | Média | Suplemento                               |                   | Média             | Suplemento        |                   | Média | Suplemento                            |      | Média |
|                           | Sem                 | Com               |       | Sem                                      | Com               |                   | Tre               | Sem               |       | Com                                   | Tre  |       |
| 60                        | 1,25                | 1,29              | 1,27  | 1,27                                     | 1,42              | 1,34 <sup>b</sup> | 0,35              | 0,52              | 0,44  | 0,46                                  | 0,35 | 0,41  |
| 65                        | 1,52                | 1,29              | 1,41  | 1,10                                     | 1,16              | 1,13 <sup>a</sup> | 0,40              | 0,69              | 0,54  | 0,67                                  | 0,77 | 0,72  |
| 70                        | 1,54                | 0,94              | 1,24  | 1,22                                     | 1,56              | 1,39 <sup>b</sup> | 0,56              | 1,00              | 0,78  | 0,56                                  | 0,73 | 0,65  |
| Média Sup.                | 1,44 <sup>B</sup>   | 1,17 <sup>A</sup> |       | 1,20 <sup>A</sup>                        | 1,38 <sup>B</sup> |                   | 0,44 <sup>A</sup> | 0,74 <sup>B</sup> |       | 0,56                                  | 0,62 |       |
| ANOVA                     |                     |                   |       |  |                   |                   |                   |                   |       |                                       |      |       |
| Treonina                  | NS                  |                   |       | P<0,09                                   |                   |                   | NS                |                   |       | NS                                    |      |       |
| Suplem.                   | P<0,10              |                   |       | P<0,09                                   |                   |                   | P<0,02            |                   |       | NS                                    |      |       |
| Tre x Sup.                | NS                  |                   |       | NS                                       |                   |                   | NS                |                   |       | NS                                    |      |       |
| Regressão                 | NS                  |                   |       | NS                                       |                   |                   | NS                |                   |       | NS                                    |      |       |
| CV (%)                    | 37,11               |                   |       | 26,62                                    |                   |                   | 67,30             |                   |       | 82,24                                 |      |       |

<sup>1</sup> Jejunio e Íleo;

<sup>2</sup> Após junção ileocecal;

\*Suplemento: adição ou não de 0,75% de Aminogut – Ajinomoto Biolatina;

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F (10%);

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK (10%);

NS: não significativo (P>0,20).

intestinal é composta por treonina (DOZIER et al. 2001; CORZO et al. 2007; FAURE et al. 2005).

Uni et al. (2003) observaram maior proporção de células secretoras de mucina e aumento antecipado na densidade desse tipo de células no jejuno e íleo em relação ao duodeno. Smirnov et al. (2004) também observaram maior densidade de células produtoras de mucina (Goblet) no jejuno e íleo e menor concentração de glicoproteínas da mucina na porção duodenal de pintos de corte.

O padrão observado para escore de lesão na porção média do intestino em função das relações treonina:lisina digestíveis seguem as observações de UNI et al. (2003) e SMIRNOV et al. (2004).

A adição do suplemento contendo glutamina na dieta proporcionou redução ( $P < 0,10$ ) no escore de lesão duodenal. Associado a esse fator, a principal espécie de *Eimeria* spp. que acomete essa porção é a *E. acervulina*, que apresenta período pré-patente de 96 horas e elevada capacidade reprodutiva, sendo dentre as sete espécies que acometem galinhas, a que produz maior quantidade de oocistos (DICKISON, 1941; FREITAS et al. 2008). Dessa forma, a redução observada ( $P > 0,10$ ) na excreção de oocistos (tabela 7) em mais de 25% pelos animais que receberam o suplemento na dieta, pode estar relacionada ao benefício desse produto sobre essa porção intestinal.

Por outro lado, na porção média, a presença do suplemento aumentou ( $P < 0,10$ ) o escore de lesão, assim como nos cecos. Dessa forma, maior benefício da inclusão desse suplemento foi observado sobre o duodeno.

De maneira geral, os dados de excreção de oocistos, do escore de lesão intestinal e do desempenho em função das variáveis estudadas são similares as observações de WILLIAMS & CATCHPOLE (2000). Esses autores observaram

baixa correlação entre a produção de oocistos e a severidade de lesões intestinais com o desempenho zootécnico. Propuseram ainda um protocolo de avaliação do efeito do fornecimento de vacinas vivas contendo oocistos vivos de várias espécies para frangos de corte.

De maneira cronológica, esses autores, propuseram a vacinação seguida de desafio das aves com espécies isoladas de *Eimeria* spp. utilizando como primeiro critério resposta, o ganho de peso seguido da conversão alimentar. Ao aplicar esse método observaram menor erro durante a identificação visual da lesão proporcionada por cada espécie. Nesse caso a maior dificuldade seria obter, manter e proporcionar a esporulação dos oocistos das diversas espécies de *Eimeria* spp. isoladamente e em preparar o inóculo em concentração conhecida contendo somente oocistos esporulados para o desafio com espécies isoladas.

## CONCLUSÕES

O aumento nas relações treonina:lisina digestíveis na dieta de 60 para 70%, melhora a conversão alimentar entre 10 e 21 dias de idade, mas não altera a excreção de oocistos pelas aves. A relação treonina:lisina digestível de 65% melhora a saúde intestinal das aves quando comparada com as demais relações estudadas de 60 e 70%.

A utilização do suplemento contendo glutamina não altera o desempenho de pintos de corte entre 10 e 21 dias de idade desafiados com vacina virulenta contra coccidiose, contudo, reduz as lesões intestinais no duodeno e a contagem de oocistos por grama de excreta em mais de 25%.

A relação treonina:lisina digestíveis de 65% associada a adição 0,75% de suplemento contendo glutamina na dieta, são suficientes para atender as exigências de pintos de corte entre 10 e 21 dias de vida e apresentam efeito benéfico quanto à saúde nas porções proximais do intestino, quando as aves são desafiadas com oocistos de diferentes espécies de *Eimeria* spp.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; et al. Exigências de treonina para frangos de corte machos nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade. **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.4, p.880-893, 2004.

BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T.M.; et al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v.81, p.485-494, 2002.

BERNARDINO V.M.P.; PEREIRA, C.M.C.; MAIA, R.C.; et. al. Desempenho de pintos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações treonina/lisina, suplementadas ou não com glicina. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2008, Campinas - SP. **Anais** - Campinas - SP: FACTA - Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2008, p.60.

BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; CONEGLIAN, J.L.B.; et al. Respostas de frangos de corte a aumentos graduais na relação entre treonina e lisina. **Rev. Ciência Rural**, v.37, n.2, p.510-517, 2007.

CARVALHO, T.A.; NERY, L.R.; RIBEIRO JÚNIOR, V.; et. al. Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes relações treonina/lisina digestíveis e avaliação do número de oocistos de *eimeria spp.* por grama de excreta. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2008, Campinas - SP. **Anais** - Campinas - SP: FACTA - Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia avícolas, 2008, p.42.

CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER, W.A.; et al. Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. **J. Appl. Poultry Res.**, v.16, p.574-582, 2007.

DANFORTH, H.D.; LEE, E.H.; MARTIN, A. et al. Evaluation of gel-immunization technique used with two different immucox vaccine formulations in battery and floor trials with broiler chickens. **Parasitology Research**, v.83, p.445-451, 1997.

DAVIS, A.T.; AUSTIC, R.E. Threonine imbalance and threonine requirement of the chicken. **J. Nutrition**, v.112, p.2170-2176, 1982.

DICKINSON, E.M. The effects of variable dosages of sporulated *Eimeria acervulina* oocysts on chickens. **Poultry Science**, v. 20, n. 1, p.413-424, 1941.

DOZIER, W.A.; MORAN JR., E.T.; KIDD, M.T. Male and female broiler responses to low and adequate dietary threonine on nitrogen and energy balance. **Poultry Science**, v.80, p.926-930, 2001.

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

FREITAS, F.L.C.; ALMEIDA, K.S.; NASCIMENTO, A.A.; et al. Aspectos clínicos e patológicos em frangos de corte (*Gallus gallus domesticus*), infectados experimentalmente com oocistos esporulados de *Eimeria acervulina* Tyzzer, 1929. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v.17, n.1, p.16-20, 2008.

FAURE, M; MOENNOZ, D.; MONTIGON, F.; et al. Dietary threonine restriction specifically reduces intestinal mucin synthesis in rats. **J. Nutrition**, v.135, p.486-491, 2005.

HODGSON, J.N. Coccidiosis: oocyst counting technique for coccidiostat evaluation. **Exp. Parasitol.** V.28 p.99-102; 1970.

JOHNSON, J; REID, W.M. Anticoccidial drugs: lesion scoring techniques in battery and floor pen experiments with chickens. **Exp. Parasitology** v.28 p.30-36, 1970.

KIDD, M.T.; KERR, B.J.; ANTHONY, N.B. Dietary Interactions between Lysine and Threonine in Broilers. **Poultry Science**, v.76, p.608-614, 1997.

KIDD, M.T.; GERARD, P.D.; HEGER, J.; et al. Threonine and Crude Protein Responses in Broiler Chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v.94, p.57-64, 2001.

KIDD, M.T.; ZUMWALT, C.D.; CHAMBLEE, D.W.; et al. Broiler Growth and Carcass Responses to Diets Containing L-Threonine Versus Diets Containing Threonine from Intact Protein Sources. **J. Appl. Poultry Res.**, v.11, p.83-89, 2002.

LORA, A.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; et al. Níveis De Inclusão De Aminogut® Em Rações De Frangos De Corte. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2006, Campinas - SP. **Anais** - Campinas - SP: FACTA - Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia avícolas, 2006, p.118.

NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; et. al. Efeito Da Utilização De Dieta Pré-Alojamento Sobre O Desempenho De Frangos De Corte In: CONFERÊNCIA APINCO, 2006, Campinas - SP. **Anais** - Campinas - SP: FACTA - Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia avícolas, 2006, p.120.

NERY, L.R. **Relações treonina/lisina digestível em rações suplementadas ou não com anticoccidiano, glicina e glutamina/ácido glutâmico para frangos de corte alojados em ambiente de desafio sanitário**. 2009. 101p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 2009.

PÁEZ, L.E.B. **Relação treonina:lisina em rações de alta e de baixa digestibilidade para frangos de corte, criados em ambiente limpo e sujo**. 82p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 2004.

RANGEL-LUGO, M.; SU, C.L.; AUSTIC, R.E. Threonine requirement and threonine imbalance in broiler chickens. **Poultry Science**, v.73, p.670-681, 1994.

ROSA, A.P.; PESTI, G.M.; EDWARDS JR., H.M.; et al. Threonine requirements of different broiler genotypes. **Poultry Science**, v.80, p.1710-1717, 2001.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais - 2.ed.**- Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.

SMIRNOV, A.; SKLAN, D.; UNI, Z. Mucin dynamics in the chick small intestine are altered by starvation. **J. Nutrition**. v.134, p.736–742, 2004.

SMITH, N.K.; JR.; WALDROUP, P. Investigations of threonine requirements of broiler chicks fed diets based on grain sorghum and soybean meal. **Poultry Science**, v.67, p.108-112, 1988.

UNI, Z.; SMIRNOV, A.; SKLAN, D. Pre- and posthatch development of goblet cells in the broiler small intestine: effect of delayed access to feed. **Poultry Science**, v.82, p.320-327, 2003.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

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. **Int. J. Poultry Science**, v.4, n.5, p.250-257, 2005.

WILLIAMS, R.B.; CATCHPOLE, J. A new protocol for a challenge test to assess the efficacy of live anticoccidial vaccines for chickens. **Vaccine**, v.18, p.1178-1185, 2000.

## CAPÍTULO 2

### **Relações treonina:lisina digestíveis na dieta de pintos de corte com ou sem adição de glicina**

**RESUMO:** Foram utilizados 1440 pintos de corte, machos, Cobb, alojados em boxes com cama de maravalha reutilizada, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 3x2 (três relações treonina:lisina digestíveis - 55, 65 e 75% - com suplementação ou não de 0,4% de glicina contendo oito repetições e trinta aves por unidade experimental). Os períodos de avaliação foram: 1 a 6, 1 a 12 e 1 a 18 dias de idade. Não foi observada interação entre as relações treonina:lisina digestíveis e a suplementação de glicina para os parâmetros de desempenho nas diversas fases experimentais. As relações treonina:lisina digestíveis de 65 e 75% proporcionaram consumo de ração e ganho de peso similares em todas as fases. O aumento nas relações treonina:lisina digestíveis melhorou linearmente a conversão alimentar das aves apenas na fase de 1 a 6 dias de idade. A suplementação de glicina não alterou o consumo de ração. Nas fases de 1 a 6 e 1 a 12 dias de vida, maior ganho de peso foi observado quando a dieta foi suplementada com glicina. A adição de 0,4% de glicina na dieta melhorou a conversão alimentar das aves nas fases de 1-12 e 1-18 dias de vida. As relações treonina:lisina digestíveis e a suplementação de 0,4% de glicina na dieta não alteraram a glicemia de pintos de corte entre 1 e 18 dias, entretanto, diferentes teores de glicose sanguínea foram obtidos em função da idade das aves. A relação treonina:lisina digestíveis de 65% associada à 2,23% de glicina+serina na dieta é suficiente para atender as exigências de pintos de corte entre 1 e 18 dias de idade.

## CHAPTER 2

### **Digestible threonine:lysine ratios in broiler diet, with or without glycine addition**

**ABSTRACT:** One thousand four hundred forty, male broilers, Coob were housed in floor pens with used wood shavings, and distributed in a completely randomized design in factorial 3x2 (three digestible threonine:lysine ratios - 55, 65 e 75% - with or without 0,4% of glycine consisting of eight replications with thirty animals for experimental unit). The evaluation periods were: 1 to 6, 1 to 12 and 1 to 18 days of age. There was no interaction between digestible threonine:lysine ratio and supplementation of glycine for none parameters of performance evaluated in different phases. Digestible threonine:lysine ratio of 65 e 75% provided feed intake and weight gain similar in all phases. The increase in digestible threonine:lysine ratio improved feed conversion of broilers only at the phase 1 to 6 days of age. The addition of glycine did not modify the feed intake. In phases 1 to 6 and 1 to 12 days old, greater weight gain was observed when the diet was supplemented with glycine. The addition of 0.4% glycine in diet improved feed conversion of broilers in phases 1 to 12 and 1 to 18 days of age. The digestible threonine:lysine ratio and supplementation of 0,4% of glycine in the diet, did not affect the blood glucose level between 1 to 18 days, however, different blood glucose levels were obtained according to the age of birds. The digestible threonine:lysine ratio of 65% associate with 2.23% of glycine+serine in diet is sufficient to meet the requirements of broilers between 1 to 18 days of age.

## INTRODUÇÃO

Com os recentes avanços da avicultura industrial, em busca de maior eficiência econômica em toda a cadeia produtiva, nutricionistas, geneticistas, sanitaristas e outros profissionais envolvidos na produção avícola têm se empenhado para melhorar os índices produtivos os quais estão diretamente relacionados com a eficiência econômica da atividade.

Diversos programas de formulação de dietas vêm sendo desenvolvidos, os quais consideram a qualidade nutricional, as peculiaridades de cada ingrediente e os fatores econômicos. Para tanto, a utilização do conceito de proteína ideal para a formulação de dietas, tem sido atualmente preconizado. A utilização desse conceito permite a formulação de dietas com teores reduzidos em proteína bruta, o que proporciona menor excreção de nitrogênio.

Por outro lado, a aplicação desse conceito pode proporcionar excessiva redução protéica, competindo para reduzida disponibilidade de nitrogênio para a formação endógena de aminoácidos não-essenciais, constituindo dessa forma, um fator limitante em dietas de baixa proteína bruta.

Dessa forma, a suplementação com aminoácidos não-essenciais em dietas com baixos teores protéicos como a glicina, têm ganhado importância. Esse aminoácido está associado à síntese de ácido úrico, relacionado à excreção de nitrogênio e à melhoria no *turnover* protéico em aves jovens, além de atuar como fonte de nitrogênio para síntese endógena de outros aminoácidos.

Leeson et al. (2006) e Gannon (2002), observaram influência de serina e de glicina sobre a glicemia em pintos de corte e em humanos respectivamente.

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho, determinar a influência de três relações treonina:lisina digestíveis com adição ou não de glicina na dieta sobre o desempenho e a glicemia de pintos de corte entre 1-18 dias de vida.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 16 de janeiro a 03 de fevereiro de 2009.

Foram utilizados 1440 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb, com peso médio inicial de  $42,23 \pm 2,46$ g distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, num arranjo fatorial 3X2, sendo três relações treonina:lisina digestíveis (55, 65 e 75%), com adição ou não de 0,4 % de glicina contendo de oito repetições e trinta animais por unidade experimental.

As aves foram submetidas a 24 h de luz durante todo o período experimental e foram alojadas em boxes (2m<sup>2</sup>) com utilização de cama de maravalha reutilizada, contendo lâmpada de aquecimento, bebedouro e comedouro infantil do tipo bandeja, mantidos até o sexto dia de vida, quando então, foram substituídos por bebedouro do tipo “nipple” e comedouro tubular semi-automático, mantidos até o final do período experimental.

Objetivando determinar o efeito da idade sobre a glicemia das aves, durante o período experimental foi utilizada apenas um tipo de dieta, formulada para atender o conceito de proteína ideal sugerido por Rostagno et al. (2005), exceto para treonina e glicina+serina. O nível de lisina digestível utilizado para a formulação das dietas experimentais foi marginal às sugestões de Rostagno et al. (2005).



Tabela 10 – Composição centesimal e nutricional calculada da dieta basal.

| Ração basal                                |        |
|--|--------|
| Ingredientes                               | (%)    |
| Milho                                      | 33,750 |
| Sorgo baixo tanino                         | 30,000 |
| Farelo de soja                             | 23,240 |
| Glúten de milho                            | 5,000  |
| Óleo de soja                               | 0,821  |
| Fosfato bicálcico                          | 1,831  |
| Calcário                                   | 0,935  |
| Sal  | 0,501  |
| DL-Metionina (99%)                         | 0,254  |
| L-Lisina HCl (79%)                         | 0,492  |
| L-Arginina (98%)                           | 0,153  |
| L-Triptofano (98%)                         | 0,021  |
| L-Valina (99%)                             | 0,034  |
| Ácido glutâmico                            | 2,000  |
| Suplemento mineral-vitaminico <sup>1</sup> | 0,260  |
| Anticoccidiano <sup>2</sup>                | 0,055  |
| Amido <sup>3</sup>                         | 0,650  |
| Valores Calculados                         |        |
| Energia Metabolizável, Kcal/Kg             | 3.000  |
| Proteína bruta, %                          | 20,410 |
| Met. + Cis. total, %                       | 0,887  |
| Lisina total, %                            | 1,224  |
| Treonina total, %                          | 0,720  |
| Triptofano total, %                        | 0,231  |
| Arginina total, %                          | 1,259  |
| Isoleucina total, %                        | 0,824  |
| Valina total, %                            | 0,954  |
| Glicina + Serina total %                   | 1,682  |
| Met. + Cis. digestível %                   | 0,814  |
| Lisina digestível %                        | 1,146  |
| Treonina digestível %                      | 0,631  |
| Triptofano digestível %                    | 0,209  |
| Arginina digestível %                      | 1,203  |
| Isoleucina digestível %                    | 0,756  |
| Valina digestível %                        | 0,860  |
| Cálcio, %                                  | 0,884  |
| Fósforo disponível %                       | 0,442  |
| Sódio %                                    | 0,217  |

<sup>1</sup> Níveis de garantia por quilo de ração: Suplemento mineral - Manganês 80,0 mg ; Ferro - 50,0 mg; Zinco – 50,0 mg; Cobre - 10,0 mg ; Cobalto - 1,0 mg ; Iodo - 1,0 mg. Suplemento vitamínico - vit.A - 10.000 UI; vit. D3 - 2.000 UI; vit. E - 30 UI; vit. B1 - 2,0 mg ; vit. B6 - 4,0 mg; Ac Pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,10 mg; Vit. K3 - 3,0 mg ; Ácido fólico - 1,0 mg ; Ácido nicotínico- 50,0 mg ; Vit. B12 - 15 mcg ; Selênio - 0, 25 mg; Cloreto de Colina 0,6g; BHT (hidroxi butil tolueno): 0,1g.

<sup>2</sup> Saligran 12% - fornecendo ionóforo salinomicina em 66 ppm;

<sup>3</sup> A L-treonina e L-glicina foram incluídos em substituição ao amido de milho.

As dietas experimentais foram formuladas pela técnica de suplementação, garantidos pela inclusão de L-Treonina (98%), e de L-glicina, em substituição ao amido de milho da dieta basal (Tabela 11).

Tabela 11 – Inclusão de L-treonina e L-glicina e composição nutricional calculada dos diferentes tratamentos

| Relação treo/lis     | 55                 |                    | 65     |        | 75     |        |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| Composição           | S/GLI <sup>1</sup> | C/GLI <sup>2</sup> | S/GLI  | C/GLI  | S/GLI  | C/GLI  |
| Dieta basal          | 99,350             | 99,350             | 99,350 | 99,350 | 99,350 | 99,350 |
| L- treonina (98%)    | 0,000              | 0,000              | 0,116  | 0,116  | 0,233  | 0,233  |
| Glicina              | 0,000              | 0,400              | 0,000  | 0,400  | 0,000  | 0,400  |
| Amido de milho       | 0,650              | 0,250              | 0,534  | 0,134  | 0,417  | 0,017  |
| Composição Calculada |                    |                    |        |        |        |        |
| Lisina dig. (%)      | 1,146              | 1,146              | 1,146  | 1,146  | 1,146  | 1,146  |
| Lisina total (%)     | 1,224              | 1,224              | 1,224  | 1,224  | 1,224  | 1,224  |
| Treonina dig. (%)    | 0,631              | 0,631              | 0,745  | 0,745  | 0,859  | 0,859  |
| Treonina total (%)   | 0,720              | 0,720              | 0,775  | 0,775  | 0,830  | 0,830  |
| Glicina+Serina (%)   | 1,682              | 2,082              | 1,682  | 2,082  | 1,682  | 2,082  |

<sup>1</sup>S/GLI – Sem adição de L-glicina;

<sup>2</sup>C/GLI – Com adição de L-glicina.

Os valores analisados de proteína bruta e de aminoácidos com base na matéria natural são apresentados na tabela 12. As aves receberam ração e água “*ad libitum*”.

Tabela 12 – Teor de aminoácidos<sup>1</sup> e de proteína bruta<sup>2</sup> das dietas experimentais com base na matéria natural

| Análises (%)    | 55                 |                    | 65           |              | 75           |              |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                 | S/GLI <sup>3</sup> | C/GLI <sup>4</sup> | S/GLI        | C/GLI        | S/GLI        | C/GLI        |
| Proteína bruta  | 20,140             | 21,180             | 19,700       | 20,010       | 20,260       | 20,590       |
| Metionina       | 0,579              | 0,618              | 0,607        | 0,575        | 0,614        | 0,573        |
| Cistina         | 0,238              | 0,265              | 0,273        | 0,305        | 0,225        | 0,195        |
| Met+Cis         | 0,818              | 0,883              | 0,880        | 0,880        | 0,839        | 0,768        |
| <b>Lisina</b>   | <b>1,202</b>       | <b>1,326</b>       | <b>1,271</b> | <b>1,333</b> | <b>1,325</b> | <b>1,349</b> |
| <b>Treonina</b> | <b>0,748</b>       | <b>0,809</b>       | <b>0,908</b> | <b>0,930</b> | <b>1,026</b> | <b>0,995</b> |
| <b>Glicina</b>  | <b>0,732</b>       | <b>1,172</b>       | <b>0,758</b> | <b>1,171</b> | <b>0,746</b> | <b>1,157</b> |
| Serina          | 1,005              | 1,060              | 1,037        | 1,098        | 1,048        | 1,041        |
| Glicina+Serina  | 1,737              | 2,232              | 1,795        | 2,269        | 1,794        | 2,198        |
| Arginina        | 1,178              | 1,399              | 1,313        | 1,332        | 1,382        | 1,403        |
| Lisina *        | 0,362              | 0,426              | 0,381        | 0,389        | 0,370        | 0,428        |
| Treonina *      | 0,017              | 0,016              | 0,117        | 0,112        | 0,213        | 0,216        |

<sup>1</sup>Análises realizadas pela Ajinomoto Biolatina;

<sup>2</sup>Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia – UFV;

<sup>3</sup>S/GLI – Sem adição de glicina;

<sup>4</sup>C/GLI – Com adição de glicina

\* Aminoácidos adicionados.

Os animais e a ração foram pesados no primeiro, no sexto, no décimo segundo e no final do período experimental (décimo oitavo dia de vida). As variáveis de desempenho avaliadas foram o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. As temperaturas e as umidades, mínimas e máximas, foram obtidas utilizando termo-higrômetro digital.

A mortalidade das aves foi registrada e considerada para correção dos dados de desempenho. Os dados de viabilidade de acordo com os tratamentos foram transformados aplicando-se o arco seno da raiz quadrada da razão entre o percentual/100. Esse valor foi multiplicado por  $(180/\pi)$  para obtenção dos dados em graus. A transformação pode ser resumida em:

$$\text{Viabilidade (em graus)} = [(\text{Arc sen} \sqrt{\% / 100}) \times (180/\pi)].$$

Foram analisados os consumos de treonina, glicina, serina e serina+glicina para compreensão dos efeitos dos tratamentos sobre os parâmetros estudados. Foram realizadas ainda, avaliações da glicemia no início, no sexto, no décimo segundo e no décimo oitavo dias de vida das aves. No primeiro dia de vida foram utilizados 21 animais com peso de 42g, anterior a distribuição dos animais para a avaliação da glicemia. No sexto dia de vida, em cada unidade experimental, foram escolhidos ao acaso, três animais que aparentassem clinicamente sadios e desenvolvimento compatível, perfazendo vinte e quatro animais por tratamento.

Objetivando eliminar o efeito da variação individual sobre a glicemia das aves, os três animais escolhidos em cada repetição no sexto dia de vida foram identificados com anilha numerada, e utilizados para as avaliações posteriores, sendo pesados em cada uma dessas idades.

A glicemia foi determinada individualmente, sem a formação de pool de sangue de diferentes animais. A alíquota de sangue foi obtida pela punção da veia braquial, após assepsia.

O método de determinação utilizado foi a amperometria, a qual uma corrente elétrica emitida pela transformação da glicose em gluconolactona, proporcionada pela atividade da glicose desidrogenase é quantificada por um receptor, denominado monitor glicêmico.

O monitor glicêmico utilizado foi o aparelho Accu-Chek<sup>®</sup> Advantage da empresa Roche<sup>®</sup>, com utilização de tiras reativas de teste Accu-Chek<sup>®</sup> Advantage II.

Os dados de desempenho e glicemia foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas aplicando-se o teste SNK ( $P < 0,05$ ). Em paralelo, foi realizada análise de regressão linear, objetivando-se identificar o comportamento de cada parâmetro em função da variável relação treonina:lisina digestível. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAEG – Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas, versão 9.1, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de temperatura e umidade relativa durante as diferentes fases do período experimental são resumidos na tabela 13.

Tabela 13 – Média das temperaturas e umidades mínimas e máximas, ambientais na altura das aves no galpão experimental.

| Idade das aves (dias) | Temperatura mínima | Temperatura máxima | Umidade mínima | Umidade máxima |
|-----------------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------|
| 1 a 6                 | 23,0 (22,3)        | 31,8 (33,0)        | 55 (48)        | 88 (90)        |
| 6 a 12                | 22,1 (21,2)        | 28,0 (29,7)        | 63 (57)        | 88 (90)        |
| 12 a 18               | 21,8 (21,1)        | 31,7 (33,4)        | 53 (45)        | 91 (92)        |

\*Valores entre parênteses referem-se às temperaturas e umidades mínimas e máximas observadas durante o período experimental.

A viabilidade média na fase de 1-6 dias de vida foi superior a 99,3 %, não sendo evidenciado efeito dos tratamentos sobre esse parâmetro. Não foi observada mortalidade dos animais identificados para a avaliação da glicemia durante todo o período experimental.

Os valores médios para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de acordo com as relações de treonina:lisina digestíveis e a adição ou não de glicina, para a fase de 1-6 dias são apresentados na tabela 14.

Tabela 14 – Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 6 dias de vida em função dos tratamentos.

| Relação<br>Tre:Lis (%) | Consumo de<br>ração (g) |       |              | Ganho de<br>peso (g) |                    |                           | Conversão<br>alimentar |       |                           |
|------------------------|-------------------------|-------|--------------|----------------------|--------------------|---------------------------|------------------------|-------|---------------------------|
|                        | Glicina                 |       | Média<br>Tre | Glicina              |                    | Média <sup>1</sup><br>Tre | Glicina                |       | Média <sup>2</sup><br>Tre |
|                        | Sem                     | Com   |              | Sem                  | Com                |                           | Sem                    | Com   |                           |
| 55                     | 133,0                   | 132,6 | 132,8        | 97,4                 | 98,9               | 98,1 <sup>b</sup>         | 1,364                  | 1,341 | 1,352 <sup>b</sup>        |
| 65                     | 132,6                   | 133,4 | 133,0        | 102,2                | 105,4              | 103,8 <sup>a</sup>        | 1,291                  | 1,265 | 1,278 <sup>a</sup>        |
| 75                     | 132,4                   | 134,1 | 133,3        | 101,3                | 105,2              | 103,2 <sup>a</sup>        | 1,299                  | 1,271 | 1,285 <sup>a</sup>        |
| Média Glic.            | 132,7                   | 133,4 |              | 100,3 <sup>B</sup>   | 103,1 <sup>A</sup> |                           | 1,318                  | 1,292 |                           |
| ANOVA                  |                         |       |              |                      |                    |                           |                        |       |                           |
| Treonina               | NS                      |       |              | P<0,01               |                    |                           | P<0,01                 |       |                           |
| Glicina                | NS                      |       |              | P<0,01               |                    |                           | NS                     |       |                           |
| Tre x Glic.            | NS                      |       |              | NS                   |                    |                           | NS                     |       |                           |
| Regressão              | NS                      |       |              | L <sup>1</sup>       |                    |                           | L <sup>2</sup>         |       |                           |
| CV (%)                 | 4,99                    |       |              | 2,90                 |                    |                           | 5,05                   |       |                           |

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK (1%);

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F (1%)

L<sup>1</sup> Y = 84,3313 + 0,2725 X; R<sup>2</sup>= 0,69 Efeito linear (P<0,01);

L<sup>2</sup> Y = 1,5246 - 0,0034 X ; R<sup>2</sup>= 0,67 Efeito linear (P<0,01)

NS: não significativo (P>0,05)

Não foi observada interação (P>0,05) entre as relações treonina: lisina digestíveis e a adição ou não de glicina para os parâmetros de desempenho na primeira fase de avaliação, de 1 a 6 dias de vida.

O consumo de ração das aves nessa fase não foi influenciado pelas variáveis estudadas (P>0,05). O ganho de peso e a conversão alimentar foram similares entre

as relações 65 e 75% de treonina: lisina digestíveis, entretanto efeito linear pôde ser observado para esses parâmetros ( $P < 0,05$ ) em função das diferentes relações estudadas (tabela 14). A relação treonina: lisina de 55% proporcionou redução no ganho de peso e piora na conversão alimentar.

A suplementação de glicina aumentou ( $P < 0,05$ ) o ganho de peso no período de 1 a 6 dias de vida entretanto não modificou a conversão alimentar ( $P > 0,05$ ). Esses dados são similares aos observados por Graber & Baker (1973), que obtiveram aumento no ganho de peso das aves entre 1 e 7 dias de vida quando forneceram ração contendo glicina em relação à dieta isenta nesse aminoácido. Nesse sentido, Ngo & Coon (1976), também observaram melhoria no ganho de peso com inclusão de 1,3% de glicina, em dieta a base de milho e caseína, correspondendo a 2,15% de glicina+serina para pintos de corte entre 1 e 9 dias de vida.

A possibilidade de síntese de glicina a partir de outros aminoácidos em aves jovens foi verificada por Alquist & Grau (1944), entretanto, essa síntese seria limitada, proporcionando redução no desempenho de animais que não recebessem glicina na dieta. Dados similares foram obtidos por Akarabawi & Kratzer (1967) em diversos ensaios, os quais observaram redução, e até eliminação, dos efeitos negativos da ausência de glicina quando forneceram serina na dieta. Esses autores observaram que limitação na formação de serina a partir de outras fontes poderia ocorrer quando os níveis de glicina fossem limitantes.

As médias dos consumos de treonina, glicina, serina e glicina+serina no período de 1 a 6 dias, bem como a glicemia das aves no sexto dia de vida são apresentados na tabela 15.

Tabela 15 – Consumos de treonina, glicina, serina, glicina+serina de pintos de corte no período de 1 a 6 dias e glicemia no sexto dia de vida em função dos tratamentos.

| Relação<br>Tre:Lis<br>(%) | Consumo de treonina (g) |       |                    | Consumo de glicina (g) |                    |       | Consumo de serina (g) |                    |       | Consumo de glicina+serina (g) |                    |       | Glicemia (mg/dL) |       |       |
|---------------------------|-------------------------|-------|--------------------|------------------------|--------------------|-------|-----------------------|--------------------|-------|-------------------------------|--------------------|-------|------------------|-------|-------|
|                           | Glicina                 |       | Média <sup>1</sup> | Glicina                |                    | Média | Glicina               |                    | Média | Glicina                       |                    | Média | Glicina          |       | Média |
|                           | Sem                     | Com   | Tre                | Sem                    | Com                | Tre   | Sem                   | Com                | Tre   | Sem                           | Com                | Tre   | Sem              | Com   | Tre   |
| 55                        | 0,995                   | 1,073 | 1,034 <sup>c</sup> | 0,973                  | 1,554              | 1,264 | 1,336                 | 1,406              | 1,371 | 2,310                         | 2,960              | 2,635 | 210,9            | 207,1 | 209,0 |
| 65                        | 1,204                   | 1,241 | 1,223 <sup>b</sup> | 1,005                  | 1,562              | 1,284 | 1,376                 | 1,465              | 1,420 | 2,381                         | 3,027              | 2,704 | 210,0            | 209,1 | 209,6 |
| 75                        | 1,359                   | 1,334 | 1,346 <sup>a</sup> | 0,987                  | 1,551              | 1,269 | 1,388                 | 1,396              | 1,392 | 2,375                         | 2,947              | 2,661 | 208,9            | 206,8 | 207,8 |
| Média Glic.               | 1,186                   | 1,216 |                    | 0,988 <sup>B</sup>     | 1,556 <sup>A</sup> |       | 1,367 <sup>B</sup>    | 1,422 <sup>A</sup> |       | 2,355 <sup>B</sup>            | 2,978 <sup>A</sup> |       | 209,9            | 207,7 |       |
| ANOVA                     |                         |       |                    |                        |                    |       |                       |                    |       |                               |                    |       |                  |       |       |
| Treonina                  | P<0,01                  |       |                    | NS                     |                    |       | NS                    |                    |       | NS                            |                    |       | NS               |       |       |
| Glicina                   | NS                      |       |                    | P<0,01                 |                    |       | P<0,01                |                    |       | P<0,01                        |                    |       | NS               |       |       |
| Tre x Glic.               | NS                      |       |                    | NS                     |                    |       | NS                    |                    |       | NS                            |                    |       | NS               |       |       |
| Regressão                 | L <sup>1</sup>          |       |                    | NS                     |                    |       | NS                    |                    |       | NS                            |                    |       | NS               |       |       |
| CV (%)                    | 5,11                    |       |                    | 5,26                   |                    |       | 4,98                  |                    |       | 5,09                          |                    |       | 6,50             |       |       |

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F (1%);

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK (1%);

L<sup>1</sup> Y = 0,1870 + 0,0156 X ; R<sup>2</sup> = 0,99 Efeito linear (P<0,01);

NS: não significativo (P>0,05).

Não foi observada interação entre as relações treonina:lisina digestíveis e a suplementação ou não de glicina na dieta sobre os consumos de treonina, glicina, serina e glicina+serina ( $P>0,05$ ). O consumo de treonina aumentou ( $P<0,05$ ) com o aumento das relações treonina:lisina digestíveis e não foi influenciado pela suplementação ou não de 0,4% de glicina. O consumo de glicina, serina e glicina+serina pelas aves não foram alterados ( $P>0,05$ ) pelas relações treonina:lisina digestíveis na dieta, entretanto, a suplementação de 0,4% de glicina aumentou o consumo desses aminoácidos ( $P<0,05$ ).

A glicemia dos animais no sexto dia de vida não foi alterada pelos tratamentos ( $P>0,05$ ), contudo, foi observada pequena diferença absoluta na glicemia das aves que receberam dieta suplementada com glicina.

Esses dados contrastam com os observados por Leeson et al. (2006) que observaram diferença significativa entre a glicemia de pintos de corte Hubbard, fêmeas, que receberam dieta contendo 0,83% de glicina suplementada com 1,4% de serina, em relação ao tratamento controle, composto somente por ingredientes vegetais (0,83% de glicina e 0,97% de serina). Essa modificação do comportamento da glicemia em função da adição de glicina ou serina pode estar relacionada à disponibilidade plasmática de cada um desses aminoácidos quando fornecidos em diferentes proporções na dieta. Nesse sentido, Coon et al. (1974) observaram aumento nos níveis de glicina e serina séricas quando suplementou a dieta de pintos com glicina, por outro lado, após a suplementação com serina apenas os níveis séricos de serina aumentaram. Esses autores observaram ainda aumento na atividade da enzima serina hidroximetiltransferase hepática quando suplementaram a dieta com 1 e 2% de glicina o que não foi observado quando serina foi suplementada, o que justificaria os diferentes níveis desses aminoácidos no plasma.



Por outro lado, Corzo et al. (2004) não observaram modificação dos níveis de treonina e serina no plasma de pintos de corte que receberam dieta exclusivamente vegetal suplementada com níveis crescentes de glicina entre 7-20 dias de vida, contudo, os níveis de glicina plasmática aumentaram linearmente.

Os diferentes tratamentos não influenciaram a viabilidade média das aves até o décimo segundo dia de vida, que foi de 98,1%. Também foi observada interação ( $P>0,05$ ) entre as relações treonina:lisina digestíveis e a adição ou não de glicina para os parâmetros de desempenho para a fase de 1 a 12 dias de vida.

Os valores médios para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de acordo com as relações de treonina: lisina digestíveis e a adição ou não de glicina para a fase de 1-12 dias são apresentados na tabela 16.

Tabela 16 – Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 12 dias de vida em função dos tratamentos.

| Relação<br>Tre:Lis (%) | Consumo de<br>ração (g) |       |                    | Ganho de<br>peso (g) |                    |                    | Conversão<br>alimentar |                    |                    |
|------------------------|-------------------------|-------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
|                        | Glicina                 |       | Média <sup>1</sup> | Glicina              |                    | Média <sup>2</sup> | Glicina                |                    | Média <sup>3</sup> |
|                        | Sem                     | Com   |                    | Sem                  | Com                |                    | Sem                    | Com                |                    |
| 55                     | 390,4                   | 386,5 | 388,5 <sup>b</sup> | 290,2                | 292,3              | 291,3 <sup>b</sup> | 1,346                  | 1,320              | 1,333              |
| 65                     | 402,8                   | 399,3 | 401,1 <sup>a</sup> | 301,1                | 308,5              | 304,8 <sup>a</sup> | 1,337                  | 1,294              | 1,316              |
| 75                     | 396,1                   | 399,5 | 397,8 <sup>a</sup> | 297,6                | 308,6              | 303,1 <sup>a</sup> | 1,331                  | 1,295              | 1,313              |
| Média Glic.            | 396,4                   | 395,1 |                    | 296,3 <sup>B</sup>   | 303,1 <sup>A</sup> |                    | 1,338 <sup>B</sup>     | 1,303 <sup>A</sup> |                    |
| ANOVA                  |                         |       |                    |                      |                    |                    |                        |                    |                    |
| Treonina               | P<0,01                  |       |                    | P<0,01               |                    |                    | NS                     |                    |                    |
| Glicina                | NS                      |       |                    | P<0,02               |                    |                    | P<0,01                 |                    |                    |
| Tre x Glic.            | NS                      |       |                    | NS                   |                    |                    | NS                     |                    |                    |
| Regressão              | L <sup>1</sup>          |       |                    | L <sup>2</sup>       |                    |                    | NS                     |                    |                    |
| CV (%)                 | 2,84                    |       |                    | 3,11                 |                    |                    | 2,35                   |                    |                    |

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK (1%);

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F (5%)

L<sup>1</sup> Y = 365,474 + 0,4660 X; R<sup>2</sup>= 0,51 Efeito linear (P<0,05);

L<sup>2</sup> Y = 261,455 - 0,5888 X; R<sup>2</sup>= 0,64 Efeito linear (P<0,01);

NS: não significativo (P>0,05)

As relações de treonina:lisina digestíveis alteraram significativamente ( $P < 0,05$ ) o consumo de ração e o ganho de peso dos pintos no período de 1-12 dias de vida. Assim como na fase anterior de 1 a 6 dias de vida a relação de 55% de treonina:lisina digestíveis piorou o desempenho das aves.

Esses resultados são semelhantes aos verificados por Rangel-Lugo et al. (1994) que determinaram exigência de treonina total para o máximo ganho de peso em dieta contendo 20% de proteína bruta de 0,77%. Porém diferem dos obtidos por Smith & Waldroup (1988), que não observaram aumento no ganho de peso de pintos de corte entre 8-21 dias de idade quando forneceram níveis de treonina total acima de 0,68%. Bernardino et al. (2008), também não observaram diferenças no consumo de ração e no ganho de peso das aves, trabalhando com relações de 55, 65 e 75% de treonina:lisina digestíveis na dieta de pintos de corte, machos, de 8-21 dias de idade.

A conversão alimentar nessa fase não foi influenciada pelas relações treonina:lisina digestíveis ( $P > 0,05$ ). Esses dados diferem dos dados obtidos por Kidd et al. (2001) que observaram melhoria na conversão alimentar quando o teor de treonina total na dieta de pintos de corte de 5-15 dias de vida aumentou de 0,6 para 0,7%, independente do teor protéico da dieta. Contudo, quando o teor de treonina foi aumentado para 0,8%, os animais que receberam dieta contendo 22,5% de proteína apresentaram melhor conversão alimentar em relação a animais que receberam dieta contendo 19% de proteína bruta.

Entretanto, Baker et al. (2002) determinaram a exigência de treonina digestível utilizando o modelo broken-line para frangos de corte entre 8-22 dias de vida, obtendo para o máximo ganho de peso o teor de 0,53% de treonina digestível, correspondente à relação de 55,7% de treonina: lisina digestíveis. Por outro lado, a aplicação de 95% da assíntota da equação quadrática obtida determina exigência de

0,64% de treonina digestível, perfazendo uma relação treonina:lisina digestíveis de 67%.

A suplementação com glicina não modificou o consumo de ração ( $P>0,05$ ), entretanto, proporcionou melhoria no ganho de peso ( $P<0,05$ ) e na conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 12 dias de vida. Esses dados diferem dos obtidos por Bernardino (2008), que observaram redução no consumo de ração de pintos de corte entre oito e 21 dias de vida, quando suplementaram a dieta com 0,4% de glicina.

Corzo et al. (2004) estimaram o requerimento de glicina em 0,98% (1,76% de glicina+serina) para o máximo ganho de peso de pintos de corte entre 7-20 dias de vida e 1,02% de glicina para melhoria da conversão alimentar (1,8% de glicina+serina) utilizando dieta exclusivamente vegetal. Entretanto, esses teores de glicina+serina assemelham-se aos obtidos com as dietas sem a suplementação de 0,4% glicina, as quais proporcionaram desempenho inferior em relação às aves que receberam dieta suplementada com esse aminoácido, as quais continham teor médio de 2,23% de glicina+serina.

Nesse sentido, Rostagno et al. (2003) observaram aumento linear no ganho de peso em função da adição de L-glicina em dietas exclusivamente vegetais de pintos de corte, machos, de 8-21 dias de vida. Esses autores propuseram nível mínimo de glicina+serina de 2,108% para dietas contendo nível inferior a 19% de proteína bruta.

As médias dos consumos de treonina, glicina, serina e de glicina+serina, no período de 1 a 12 dias de vida são apresentados na tabela 17.

Em função da variação entre os teores analisados de treonina e pela similaridade no consumo de ração, foi observada interação ( $P<0,05$ ) entre as relações treonina:lisina digestíveis e a suplementação ou não de glicina sobre o consumo de

Tabela 17 – Consumos de treonina, glicina, serina e glicina+serina de pintos de corte no período de 1-12 dias e glicemia no décimo segundo dia de vida em função dos tratamentos.

| Relação<br>Tre:Lis<br>(%) | Consumo de treonina (g) |                     |              | Consumo de glicina (g) |                    |                           | Consumo de serina (g) |                     |              | Consumo de glicina + serina (g) |                    |                           | Glicemia (mg/dL) |       |              |
|---------------------------|-------------------------|---------------------|--------------|------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|--------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------|------------------|-------|--------------|
|                           | Glicina                 |                     | Média<br>Tre | Glicina                |                    | Média <sup>1</sup><br>Tre | Glicina               |                     | Média<br>Tre | Glicina                         |                    | Média <sup>2</sup><br>Tre | Glicina          |       | Média<br>Tre |
|                           | Sem                     | Com                 |              | Sem                    | Com                |                           | Sem                   | Com                 |              | Sem                             | Com                |                           | Sem              | Com   |              |
| 55                        | 2,920 <sup>Bc</sup>     | 3,127 <sup>Ac</sup> | 3,024        | 2,858                  | 4,530              | 3,694 <sup>b</sup>        | 3,924 <sup>Bb</sup>   | 4,097 <sup>Ab</sup> | 4,010        | 6,781                           | 8,627              | 7,704 <sup>c</sup>        | 203,6            | 206,7 | 205,2        |
| 65                        | 3,658 <sup>Ab</sup>     | 3,713 <sup>Ab</sup> | 3,685        | 3,053                  | 4,676              | 3,865 <sup>a</sup>        | 4,177 <sup>Ba</sup>   | 4,384 <sup>Aa</sup> | 4,280        | 7,230                           | 9,060              | 8,145 <sup>a</sup>        | 208,7            | 211,4 | 210,1        |
| 75                        | 4,064 <sup>Aa</sup>     | 3,975 <sup>Aa</sup> | 4,019        | 2,951                  | 4,622              | 3,786 <sup>a</sup>        | 4,151 <sup>Aa</sup>   | 4,158 <sup>Ab</sup> | 4,155        | 7,633                           | 8,780              | 7,941 <sup>b</sup>        | 210,2            | 204,4 | 207,3        |
| Média Glic.               | 3,547                   | 3,605               |              | 2,954 <sup>B</sup>     | 4,609 <sup>A</sup> |                           | 4,084                 | 4,213               |              | 7,215 <sup>B</sup>              | 8,823 <sup>A</sup> |                           | 207,5            | 207,5 |              |
| ANOVA                     |                         |                     |              |                        |                    |                           |                       |                     |              |                                 |                    |                           |                  |       |              |
| Treonina                  | P<0,01                  |                     |              | P<0,01                 |                    |                           | P<0,01                |                     |              | P<0,01                          |                    |                           | NS               |       |              |
| Glicina                   | NS                      |                     |              | P<0,01                 |                    |                           | P<0,01                |                     |              | P<0,01                          |                    |                           | NS               |       |              |
| Tre x Glic.               | P<0,01                  |                     |              | NS                     |                    |                           | P<0,05                |                     |              | NS                              |                    |                           | NS               |       |              |
| Regressão                 | NS                      |                     |              | L <sup>1</sup>         |                    |                           | NS                    |                     |              | L <sup>2</sup>                  |                    |                           | NS               |       |              |
| CV (%)                    | 2,93                    |                     |              | 2,95                   |                    |                           | 2,83                  |                     |              | 2,87                            |                    |                           | 5,24             |       |              |

Letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste F (5%);

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK (5%);

L<sup>1</sup> Y = 3,4827 + 0,0046 X; R<sup>2</sup> = 0,29 Efeito linear (P<0,05);

L<sup>2</sup> Y = 7,1597 + 0,0119 X; R<sup>2</sup> = 0,29 Efeito linear (P<0,01);

NS: não significativo (P>0,05).

treonina. O consumo de treonina apresentado pelas aves que receberam dieta contendo relação 55% de treonina:lisina digestíveis com suplementação de glicina foi superior ao consumo das aves que receberam dieta com essa mesma relação sem adição de glicina na dieta. Esse fato pode ser explicado, pela diferença no teor de treonina analisada entre esses dois tratamentos (tabela 12).

O consumo de glicina pelas aves foi influenciado pelas relações treonina: lisina digestíveis ( $P<0,05$ ). As aves que receberam dieta com relação treonina: lisina de 65 e 75% apresentaram consumo de glicina superior, às que receberam relação treonina: lisina de 55%. Essa diferença acompanha a variação no parâmetro consumo de ração.

Analisando-se o consumo de serina, verificou-se interação ( $P<0,05$ ) entre as relações treonina:lisina digestíveis e a suplementação ou não de glicina na dieta, sendo que as aves que receberam relações treonina:lisina digestíveis de 55 e 65% com adição de glicina apresentaram maior consumo de serina em relação às que não receberam dieta suplementada com glicina. Essa diferença pode ser atribuída principalmente à variação nos teores analisados desse aminoácido, entre esses tratamentos, associado à similaridade no consumo de ração nessa fase (tabelas 12 e 16). Não foi observada variação no consumo de serina entre os animais que receberam dieta contendo relação treonina:lisina digestíveis de 75% com adição ou não de glicina.

Não foi observada interação entre os tratamentos para o consumo de glicina+serina ( $P>0,05$ ), porém verificou-se efeito isolado ( $P<0,05$ ) das relações treonina:lisina digestíveis e da adição de glicina sobre esse parâmetro. Dessa forma, a relação treonina:lisina digestíveis de 65% foi a que proporcionou maior consumo de glicina+serina pelas aves, suportado pelo comportamento do consumo de glicina e de serina isoladamente. Contudo, assim como para os parâmetros consumo de ração

e consumo de glicina, um efeito linear significativo ( $P < 0,05$ ) sobre o consumo de glicina+serina em função dos teores de treonina:lisina digestíveis foi observado (tabela 17). As aves que receberam dieta com adição de glicina apresentaram maior consumo de glicina+serina ( $P < 0,05$ ).

As relações treonina:lisina digestíveis e a suplementação ou não de glicina na dieta também não modificaram ( $P > 0,05$ ) a glicemia das aves ao 12º dia de vida.

Para a fase de 1 a 18 dias de vida, a viabilidade média observada foi de 96,8 %, não evidenciando influencia dos tratamentos sobre esse parâmetro.

Os valores médios para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de acordo com as relações de treonina:lisina digestíveis e a adição ou não de glicina para a fase de 1-18 dias são apresentados na tabela 18.

Tabela 18 – Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 18 dias de vida em função dos tratamentos.

| Relação<br>Tre:Lis<br>(%) | Consumo de<br>ração (g) |       |                           | Ganho de<br>peso (g) |       |                           | Conversão<br>alimentar |                    |       |
|---------------------------|-------------------------|-------|---------------------------|----------------------|-------|---------------------------|------------------------|--------------------|-------|
|                           | Glicina                 |       | Média <sup>1</sup><br>Tre | Glicina              |       | Média <sup>2</sup><br>Tre | Glicina                |                    | Média |
|                           | Sem                     | Com   |                           | Sem                  | Com   |                           | Sem                    | Com                |       |
| 55                        | 818,4                   | 805,3 | 811,9                     | 547,3                | 550,7 | 549,0                     | 1,496                  | 1,465              | 1,48  |
| 65                        | 850,4                   | 839,2 | 844,8                     | 574,5                | 583,9 | 579,2                     | 1,480                  | 1,437              | 1,45  |
| 75                        | 834,7                   | 833,3 | 834,0                     | 561,9                | 581,6 | 571,7                     | 1,487                  | 1,434              | 1,46  |
| Média                     | 834,5                   | 825,9 |                           | 561,2                | 572,1 |                           | 1,488 <sup>B</sup>     | 1,445 <sup>A</sup> |       |
| ANOVA                     |                         |       |                           |                      |       |                           |                        |                    |       |
| Treonina                  | P<0,01                  |       |                           | P<0,01               |       |                           | NS                     |                    |       |
| Glicina                   | NS                      |       |                           | NS                   |       |                           | P<0,01                 |                    |       |
| Tre x Glic                | NS                      |       |                           | NS                   |       |                           | NS                     |                    |       |
| Regressão                 | L <sup>1</sup>          |       |                           | L <sup>2</sup>       |       |                           | NS                     |                    |       |
| CV (%)                    | 2,77                    |       |                           | 3,49                 |       |                           | 1,93                   |                    |       |

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK (1%);

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F.

L<sup>1</sup> Y = 758,304 + 1,106 X; R<sup>2</sup> = 0,43 Efeito linear (P<0,01);

L<sup>2</sup> Y = 492,700 + 1,137 X; R<sup>2</sup> = 0,52 Efeito linear (P<0,01);

NS: não significativo (P>0,05)

Não foram observadas interações ( $P>0,05$ ) entre as relações treonina:lisina digestíveis e a suplementação ou não de glicina para os parâmetros de desempenho durante o período de 1-18 dias de vida das aves.

As relações de treonina: lisina digestíveis influenciaram significativamente o consumo de ração e o ganho de peso das aves entre 1 e 18 dias de vida ( $P<0,05$ ). As relações 65 e 75% de treonina:lisina proporcionaram maior consumo de ração e ganho de peso. Foram observados efeitos lineares significativos ( $P<0,05$ ) sobre esses parâmetros em função do aumento nas relações treonina:lisina digestíveis (tabela 18). Esses dados são similares aos obtidos por Bhargava et al. (1971) e Dozier et al. (2003), os quais observaram aumento no consumo de ração e no ganho de peso de pintos de corte entre 1 e 21 dias de vida em função da suplementação de treonina na dieta.

Por outro lado, Kidd et al. (1997) e Kidd et al. (2002) obtiveram dados divergentes, sendo que esses autores não observaram melhoria no ganho de peso e na conversão alimentar ao suplementar a dieta de pintos de corte entre 1 e 20 dias de vida com treonina.

Os dados obtidos de consumo de ração e ganho de peso de pintos de corte entre 1 e 18 dias de vida assemelham-se aos dados obtidos por Atencio et al. (2004), que avaliaram a exigência de treonina digestível em dieta de pintos de corte de 1-20 dias de idade, com dieta contendo 21,9% de proteína bruta e obtiveram resposta quadrática para o ganho de peso e consumo de ração com níveis ajustados, segundo esse modelo de 0,796% de treonina digestível, correspondendo à relação treonina:lisina digestíveis de 68,6%.

A conversão alimentar entre 1-18 dias de vida não foi modificada pelas diferentes relações treonina:lisina digestíveis ( $P>0,05$ ). Esses dados também se

assemelham aos obtidos por Atencio et al. (2004) que não obtiveram resposta dos níveis de treonina sobre a conversão alimentar de pintos de corte de 1-20 dias de idade. Contudo, divergem dos obtidos por Dozier et al. (2003) que observaram melhoria linear na conversão alimentar quando suplementaram a dieta de pintos de corte entre 1 e 21 dias de idade com treonina. Sob o mesmo aspecto, Soares et al. (1999) também observaram efeito significativo dos teores de treonina sobre a conversão alimentar, determinando como nível ótimo para melhoria desse parâmetro o teor de 0,86% de treonina total, correspondente a 0,73% de treonina digestível para pintos de corte de 1 a 21 dias de vida, recebendo dietas contendo 21,15% de proteína bruta.

A suplementação com glicina, não alterou o consumo de ração e o ganho de peso ( $P>0,05$ ), entretanto, melhorou a conversão alimentar ( $P<0,05$ ) no período de 1-18 dias de vida das aves. Os dados de ganho de peso se assemelham às observações de Ngo & Coon (1976), que ao adicionarem 0,6% de glicina na dieta de pintos de corte até o nono dia e 1,6% de glicina entre 10-21 dias de vida observaram menor ganho de peso em relação ao obtido com animais expostos à ordem inversa desses tratamentos. Evidenciaram, portanto que a exigência de glicina de 10-21 dias é inferior em relação à fase anterior de 1-9 dias de vida.

Essa diferença pode estar relacionada com a síntese de produtos que têm a glicina como precursora. Dessa forma, Ngo et al. (1977) determinaram o teor de creatina muscular durante as três primeiras semanas de vida na musculatura do peito de pintos de corte e observaram aumento desse componente até o 14º dia após a eclosão, com manutenção dos teores a partir de então. Dessa forma, a partir da segunda semana de vida, o suprimento nutricional dos precursores de creatina passam a desempenhar papel de menor importância.



Os resultados obtidos em função da adição ou não de glicina são semelhantes aos encontrados por Dean et al. (2006) que obtiveram efeito linear sobre a eficiência alimentar ao adicionar glicina em dieta de pintos de corte, fêmeas, com baixo teor de proteína bruta na fase de 1 a 17 dias de vida e sugeriram exigência de 2,32% de glicina+serina. Esses autores relataram ainda, a importância de se considerar os níveis de treonina, serina, colina e outros componentes precursores de glicina em dietas durante a avaliação das exigências desse aminoácido. O teor recomendado de glicina+serina por esses pesquisadores é superior ao teor obtido com a suplementação de 0,4% de glicina (2,23% de glicina+serina).

As médias dos consumos de treonina, glicina, serina e glicina+serina, para o período de 1 a 18 dias de vida são apresentados na tabela 19.

De maneira similar ao ocorrido na fase de 1-12 dias de vida, foi observada interação entre as relações treonina:lisina digestíveis e a suplementação de glicina para o consumo de treonina, sustentada pela variação entre os teores analisados de treonina e pelo comportamento no consumo de ração entre os tratamentos (tabela 12 e 18). O consumo de treonina das aves que receberam dieta contendo relação de 55% de treonina:lisina digestíveis com adição de glicina foi superior ao consumo de treonina das aves que receberam dieta sem suplementação de glicina. Por outro lado, o consumo de treonina pelas aves que receberam dieta contendo relação treonina:lisina digestíveis de 75% com glicina foi inferior ao consumo de treonina observado pelas aves que receberam dieta sem a adição de glicina.

Não foi observada interação entre os tratamentos sobre o consumo de glicina, entretanto, foi influenciado pelas diferentes relações treonina:lisina digestíveis ( $P < 0,05$ ) assim como pela suplementação de glicina na dieta.

Tabela 19 – Consumos de treonina, glicina, serina, glicina+serina de pintos de corte no período de 1 a 18 dias e glicemia no décimo oitavo dia de vida em função dos tratamentos.

| Relação<br>Tre:Lis<br>(%) | Consumo de<br>treonina (g) |                     |       | Consumo de<br>glicina (g) |                    |                    | Consumo de<br>serina (g) |                     |       | Consumo de<br>glicina + serina (g) |                     |                     | Glicemia<br>(mg/dL) |       |        |
|---------------------------|----------------------------|---------------------|-------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|-------|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|--------|
|                           | Glicina                    |                     | Média | Glicina                   |                    | Média <sup>1</sup> | Glicina                  |                     | Média | Glicina                            |                     | Média <sup>2</sup>  | Glicina             |       | Média  |
|                           | Sem                        | Com                 |       | Tre                       | Sem                |                    | Com                      | Tre                 |       | Sem                                | Com                 |                     | Tre                 | Sem   |        |
| 55                        | 6,122 <sup>Bc</sup>        | 6,515 <sup>Ac</sup> | 6,318 | 5,991                     | 9,438              | 7,715 <sup>c</sup> | 8,225 <sup>Bb</sup>      | 8,536 <sup>Ab</sup> | 8,381 | 14,216                             | 17,975              | 16,095 <sup>c</sup> | 195,2               | 198,1 | 196,69 |
| 65                        | 7,722 <sup>Ab</sup>        | 7,804 <sup>Ab</sup> | 7,763 | 6,446                     | 9,827              | 8,136 <sup>a</sup> | 8,819 <sup>Ba</sup>      | 9,214 <sup>Aa</sup> | 9,016 | 15,265                             | 19,041              | 17,153 <sup>a</sup> | 207,5               | 193,1 | 200,31 |
| 75                        | 8,564 <sup>Aa</sup>        | 8,291 <sup>Ba</sup> | 8,428 | 6,219                     | 9,641              | 7,930 <sup>b</sup> | 8,748 <sup>Aa</sup>      | 8,675 <sup>Ab</sup> | 8,711 | 14,966                             | 18,316              | 16,641 <sup>b</sup> | 200,9               | 199,7 | 200,31 |
| Média                     | 7,469                      | 7,537               |       | 6,218 <sup>B</sup>        | 9,635 <sup>A</sup> |                    | 8,597                    | 8,808               |       | 14,816 <sup>B</sup>                | 18,444 <sup>A</sup> |                     | 201,2               | 197,0 |        |
| ANOVA                     |                            |                     |       |                           |                    |                    |                          |                     |       |                                    |                     |                     |                     |       |        |
| Treonina                  | P<0,01                     |                     |       | P<0,01                    |                    |                    | P<0,01                   |                     |       | P<0,01                             |                     |                     | NS                  |       |        |
| Glicina                   | NS                         |                     |       | P<0,01                    |                    |                    | P<0,01                   |                     |       | P<0,01                             |                     |                     | NS                  |       |        |
| Tre x Glic.               | P<0,01                     |                     |       | NS                        |                    |                    | P<0,03                   |                     |       | NS                                 |                     |                     | NS                  |       |        |
| Regressão                 | NS                         |                     |       | L <sup>1</sup>            |                    |                    | NS                       |                     |       | L <sup>2</sup>                     |                     |                     | NS                  |       |        |
| CV (%)                    | 2,84                       |                     |       | 2,85                      |                    |                    | 2,77                     |                     |       | 2,79                               |                     |                     | 6,38                |       |        |

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste F (5%);

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK (1%);

L<sup>1</sup> Y = 0,0108 X + 7,2282 R<sup>2</sup>= 0,26 Efeito linear (P<0,01);

L<sup>2</sup> Y = 0,0273 X + 14,8552 R<sup>2</sup>= 0,27 Efeito linear (P<0,01);

NS: não significativo (P>0,05).

Apesar da obtenção de efeito linear significativo ( $P < 0,05$ ) para o consumo de glicina, em função das relações treonina:lisina digestíveis, o coeficiente de determinação foi baixo ( $R^2:0,26$ ; tabela 19). Dessa forma, pelo teste SNK, os animais que receberam dieta com relação treonina:lisina digestíveis de 65% apresentaram consumo de glicina superior ( $P < 0,05$ ) em relação aos animais que receberam as relações de 75%.

Durante avaliação do consumo de serina, verificou-se a mesma tendência de interação entre as relações treonina:lisina digestíveis e a adição ou não de glicina na dieta observada na fase de 1 a 12 dias de vida das aves ( $P < 0,05$ ), contudo o consumo de serina pelos animais que receberam a relação de 75% de treonina:lisina digestíveis foi similar entre os que receberam ou não suplementação de glicina na dieta, o que não foi verificado para as demais relações treonina:lisina digestíveis. Dessa forma, os animais que receberam dieta contendo relação treonina:lisina digestíveis de 55 ou 65% com adição de glicina consumiram mais serina em relação aos animais que não receberam dieta com adição de glicina. Dentre as aves que não receberam adição de 0,4% de glicina na dieta, o consumo de serina foi similar entre as relações 65 e 75% de treonina:lisina digestíveis, entretanto, os animais que receberam relação 55% de treonina:lisina digestíveis apresentaram menor consumo de serina. Por outro lado, as aves que receberam relação treonina:lisina digestíveis de 65% e suplementação de glicina na dieta, apresentaram maior consumo de serina comparados aos animais expostos às demais relações de 55 e 75% de treonina:lisina digestíveis.

Avaliando-se o consumo de glicina+serina, não se verificou interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. Entretanto as variáveis influenciaram isoladamente esse parâmetro, sendo que a relação treonina: lisina digestíveis de

65% proporcionou aumento no consumo de glicina+serina em comparação às demais relações, assim como, a adição de glicina na dieta aumentou o consumo de glicina+serina. Esse comportamento é suportado pelo consumo de ração, bem como pelo consumo desses aminoácidos isoladamente.

A glicemia no 18º dia de vida não foi influenciada pela interação entre as variáveis bem como pelo efeito isolado de cada uma delas ( $P>0,05$ ). Pequena redução absoluta nesse parâmetro em função da adição de glicina pôde ser observada.

Considerando as diferenças de peso molecular entre serina e glicina, a eficiência de transformação de serina em glicina é de 71,4%. Dessa forma, para se obter quantidades equimolares de serina e glicina, a proporção em massa deve ser de 1,4:1,0 respectivamente. Sendo assim, a concentração individual desses aminoácidos na dieta torna-se de extrema importância para a avaliação das exigências nutricionais principalmente de aves jovens.

Considerando que a glicemia não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelos tratamentos em cada período de avaliação, e que um mesmo animal foi utilizado para as análises nas diferentes idades, os dados foram agrupados para avaliação do efeito da idade sobre a glicemia. Dessa forma, a tabela 20 apresenta os dados de glicemia das aves em diferentes idades.

Tabela 20 – Glicemia de pintos de corte em função das diferentes idades de avaliação.

| Idade das aves<br>(dias) | Glicemia<br>(mg/dL) | n <sup>1</sup> |
|--------------------------|---------------------|----------------|
| 1                        | 186,19 c            | 21             |
| 6                        | 208,79 a            | 144            |
| 12                       | 207,52 a            | 144            |
| 18                       | 199,10 b            | 144            |
| CV(%)                    | 9,02                |                |

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK (1%);

<sup>1</sup> n = número de observações

A idade das aves modificou significativamente a glicemia ( $P < 0,01$ ). Dessa forma, no primeiro dia de vida a glicemia das aves foi inferior à observada nas demais idades de avaliação, provavelmente em função do jejum após a eclosão. Não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) da glicemia de animais entre o sexto e o décimo segundo dias de idade, entretanto, no décimo oitavo dia os animais apresentaram glicemia intermediária entre o primeiro dia de vida e as demais idades de avaliação.

Os dados obtidos divergem das observações de Peebles et al. (1997) que observaram aumento na glicose sérica de pintos, machos, entre as idades de 14 e 21 dias de vida. Por outro lado, Leeson et al. (2006) não observaram efeito da idade sobre a glicemia pintos de corte, fêmea, da linhagem Hubbard, nas idades de sete; quatorze e vinte e um dias de vida.

Contudo, Shapiro et al. (1997) obtiveram dados semelhantes, ao observarem níveis glicêmicos plasmáticos superiores para a segunda semana de vida entre avaliações realizadas nas três primeiras semanas de vida de pintos de corte.

A metodologia de determinação da glicemia, com a obtenção de diferentes vias para avaliação como, o soro, plasma ou sangue total pode contribuir para diferenças na glicemia em função da idade. Dessa forma, Hazelwood (1968), relata que diferenças na glicemia entre diferentes idades, quando se utiliza para a análise o sangue total, podem estar em parte, atribuídas à modificação no volume globular dos animais.

Outros fatores de relevância quando se deseja comparar o efeito de diferentes tratamentos sobre a glicemia, em uma mesma idade, seria o período de jejum prévio, para garantia de uniformidade no consumo de ração pelos animais

durante a realimentação, e o período entre o final da realimentação e a determinação da glicemia, que em nosso estudo foi de 3 e 2 horas respectivamente.

## CONCLUSÕES

A relação treonina:lisina digestível de 65% melhora o ganho de peso de pintos de corte entre 1 e 18 dias de idade e a conversão alimentar entre 1 e 6 dias de idade.

A suplementação da dieta de pintos de corte entre 1 e 18 dias de idade com 0,4% de glicina, que garantiu nível de glicina+serina total de 2,23% na dieta, aumenta o ganho de peso das aves nas fases 1-6 e 1-12 dias e melhora a conversão alimentar nas fases 1 a 12 e 1 a 18 dias de idade.

As relações treonina:lisina digestível associada a suplementação ou não de 0,4% de glicina na dieta não altera a glicemia de pintos de corte entre 1 e 18 dias, entretanto, diferentes teores de glicose sanguínea foram obtidos em função da idade das aves.

A relação treonina:lisina digestível de 65% associada à 2,23% de glicina+serina na dieta são suficientes para atender as exigências de pintos de corte entre 1 e 18 dias de idade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKRABAWI, S.S.; KRATZER, F.H. Effects of Arginine or Serine on the Requirement for Glycine by Chick. **J. Nutrition**, v.95, p.41-48, 1967.
- ALMQUIST, H.J.; GRAU C. R. The Amino Acid Requirements Of The Chick. **J. Nutrition**, v.28, p. 325-331, 1944.
- ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; et al. Exigências De Treonina Para Frangos De Corte Machos Nas Fases De 1 a 20, 24 a 38 E 44 a 56 Dias De Idade. **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.4, p.880-893, 2004.
- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T.M.; et al. Ideal Ratio (Relative to Lysine) of Tryptophan, Threonine, Isoleucine and Valine for Chicks During the Second and Third Weeks Posthatch. **Poultry Science**, v.81, p.485-494, 2002.
- BHARGAVA, K.K.; HANSON, R.P.; SUNDE, M.L. Effects of Threonine on Growth and Antibody Production in Chicks Infected with Newcastle Disease Virus. **Poultry Science**, v.50, p.710-713, 1971.
- BERNARDINO V.M.P.; PEREIRA, C.M.C.; MAIA, R.C.; et. al. Desempenho De Pintos De Corte Alimentados Com Dietas Contendo Diferentes Relações Treonina/Lisina, Suplementadas ou Não Com Glicina. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2008, Campinas - SP. **Anais** - Campinas - SP: FACTA - Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia avícolas, 2008, p.60.
- COON, C.N., LUTHER, L.W., COUCH, J.R. Effect of Glycine and Serine in Synthetic Amino Acid Diets Upon Glycine and Serine Metabolism in Chicks. **J. Nutrition**, v.104, p.1018-1023, 1974.
- CORZO, A.; KIDD, M.T.; BURNHAM, D.J. et al. Dietary Glycine Needs of Broiler Chicks. **Poultry science**, v.83, p.1382-1384, 2004.



- DOZIER, W. A., MORAN JR, E. T., KIDD, M. T. Broiler Chick Utilization Of Threonine From Fermentation By-Product Broth. **Journal Applied Poultry Research**, v.12, p.299-305, 2003.
- DEAN, D.W.; BIDNER, T.D.; SOUTHERN, L.L. Glycine Supplementation to Low Protein, Amino Acid-Supplemented Diets Supports Optimal Performance of Broiler Chicks. **Poultry science**, v.85, p.288-296, 2006.
- GANNON, M.C.; NUTTALL, J.A.; NUTTALL F.Q. The Metabolic Response to Ingested Glycine. **Am. J. Clin. Nutrition**, v.76, p.1302-1307, 2002
- GRABER, G.; BAKER, D.H. The Essential Nature Of Glycine And Proline For Growing Chickens. **Poultry Science**, v.52, p.892-896, 1973.
- HAZELWOOD, R. L. Metabolismo de los Hidratos de Carbono. STURKIE, P. D. Fisiología Aviar. 2<sup>a</sup> ed. Zaragoza, p.252-290, 1968.
- KIDD, M.T.; GERARD, P.D.; HEGER, J.; et al. Threonine and Crude Protein Responses in Broiler Chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v.94, p.57-64, 2001.
- LEESON, A.S.; LEE, E.H.; LEESON, S. Role of Serine in Maintaining Blood Glucose Levels of Broilers Fed All-Vegetable Diets. **Can. J. Anim. Science**, v.86, p.379-381, 2006.
- NGO, A.; COON, C.N. The Effect Of Feeding Various Levels Of Dietary Glycine In A Pre-Experimental Diet To One-Day Old Chicks On Their Subsequent Glycine Plus Serine Requirement. **Poultry Science**, v. 55, p.1672-1677, 1976.
- NGO, A.; COON, C.N.; BEECHER, G.R. Dietary Glycine Requerements for Growth and Cellular Development in Chicks. **J. Nutrition**, v.107, p.1800-1808, 1977.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL - **Nutrients Requirements of Poultry**.  
9ª ed. Washington, DC.: National, Academy, 1994. 155p.

PEEBLES, D.E.; CHEANEY, J.D.; BRAKE, J.D. Effects Of Added Lard Fed To Broiler Chickens During The Starter Phase. 1. Body And Selected Organ Weights, Feed Conversion, Hematology, And Serum Glucose. **Poultry Science**, v.76, p. 1641-1647, 1997.

RANGEL-LUGO, M.; SU, C.L.; AUSTIC, R.E. Threonine Requirement and Threonine Imbalance in Broiler Chickens. **Poultry Science**, v.73, p.670-681, 1994.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras Para Aves E Suínos: Composição De Alimentos E Exigências Nutricionais** - 2.ed.- Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H.S.; GERALDO, JR, J; ALBINO, L.F. T.; et al. Níveis De Glicina + Serina Em Rações De Pintos De Corte. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2003, Campinas - SP. **Anais** - Campinas - SP: FACTA - Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia avícolas, 2003, p.48.

SMITH, N.K.; JR.; WALDROUP, P. Investigations of Threonine Requerements of Broiler Chicks Fed Diets Based on Grain Sorghum and Soybean Meal. **Poultry Science**, v.67, p.108-112, 1988.

SOARES, R.T.R.N.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Exigência De Treonina Para Pintos De Corte No Período De 1 A 21 Dias De Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.122-126, 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

## CONCLUSÕES GERAIS

Foram realizados dois experimentos com objetivo de avaliar o efeito de diferentes relações treonina:lisina digestíveis na dieta de pintos de corte, com a adição ou não de suplemento contendo glutamina ou de glicina.

O aumento nas relações treonina:lisina digestíveis na dieta de 60 para 70%, melhora a conversão alimentar de pintos de corte entre 10 e 21 dias de vida, mas não altera a excreção de oocistos pelas aves. A relação treonina:lisina digestível de 65% melhora a saúde intestinal das aves quando comparada com as demais relações estudadas.

A utilização do suplemento contendo glutamina não altera o desempenho de pintos de corte entre 10-21 dias de vida desafiados com vacina virulenta contra coccidiose, mas minimiza as lesões intestinais no duodeno e a contagem de oocistos por grama de excreta em mais de 25%.

A relação treonina:lisina digestíveis de 65% melhora o ganho de peso de pintos de corte entre 1 e 18 dias de idade e a conversão alimentar entre 1 e 6 dias de idade.

A suplementação da dieta de pintos de corte entre 1 e 18 dias de idade com 0,4% de glicina, que garantiu nível de glicina+serina total de 2,23% na dieta, aumenta o ganho de peso das aves nas fases 1-6 e 1-12 dias e melhora a conversão alimentar nas fases de 1 a 12 e 1 a 18 dias de idade.

A relação treonina:lisina digestíveis de 65% associada à 2,23% de glicina+serina na dieta são suficientes para atender as exigências de pintos de corte entre 1 e 18 dias de idade. A glicemia das aves não é modificada pelo aumento nas

relações treonina:lisina digestíveis, bem como pela suplementação de 0,4% de glicina na dieta.

APÊNDICE

Apêndice 1 – Análise de variância do consumo de ração de pintos de corte de 10-21 dias de vida. (Capítulo 1).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,00042               | *****         |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,84   | 1     | 0,00077               | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,00014               | *****         |
| Suplemento                     | 1     | 0,00418               | 0,1243        |
| Treonina*Suplemento            | 2     | 0,00161               | *****         |
| Residuo                        | 42    | 0,00169               |               |
| CV (%)                         | 4,52  |                       |               |
| Média Geral                    | 0,910 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 2 – Análise de variância do ganho de peso de pintos de corte de 10-21 dias de vida. (Capítulo 1).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,00061               | 0,2239        |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,49   | 1     | 0,00060               | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,00062               | *****         |
| Suplemento                     | 1     | 0,00000               | *****         |
| Treonina*Suplemento            | 2     | 0,00051               | 0,2849        |
| Residuo                        | 42    | 0,00393               |               |
| CV (%)                         | 3,04  |                       |               |
| Média Geral                    | 0,653 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 3 - Análise de variância da conversão alimentar de pintos de corte de 10-21 dias de vida. (Capítulo 1).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,00757               | 0,1415        |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,73   | 1     | 0,01106               | 0,0910        |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,00409               | 0,2989        |
| Suplemento                     | 1     | 0,00837               | 0,1397        |
| Treonina*Suplemento            | 2     | 0,00202               | *****         |
| Residuo                        | 42    | 0,00369               |               |
| CV (%)                         | 4,36  |                       |               |
| Média Geral                    | 1,393 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 4 - Análise de variância do consumo de treonina de pintos de corte de 10-21 dias de vida. (Capítulo 1).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 7,0445                | <0,00001      |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,94   | 1     | 13,2061               | <0,00001      |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,8830                | 0,0141        |
| Suplemento                     | 1     | 0,9054                | *****         |
| Treonina*Suplemento            | 2     | 0,1870                | 0,2603        |
| Residuo                        | 42    | 0,1346                |               |
| CV (%)                         | 4,61  |                       |               |
| Média Geral                    | 7,961 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 5 - Análise de variância da uniformidade (% de animais com peso vivo entre  $\pm 10\%$  da média) de pintos de corte ao 21º dia de vida. (Capítulo 1).

| Fontes de variação             | GL     | QM                    | Significância |
|--------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2      | 173,382               | *****         |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,01   | 1      | 3,048                 | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1      | 343,715               | 0,2571        |
| Suplemento                     | 1      | 313,330               | 0,2789        |
| Treonina*Suplemento            | 2      | 5,167                 | *****         |
| Residuo                        | 42     | 260,423               |               |
| CV (%)                         | 22,46  |                       |               |
| Média Geral                    | 71,860 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 6 - Análise de variância do desvio padrão da uniformidade do peso vivo de pintos de corte ao 21º dia de vida. (Capítulo 1).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,00039               | *****         |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,22   | 1     | 0,00017               | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,00061               | *****         |
| Suplemento                     | 1     | 0,00042               | *****         |
| Treonina*Suplemento            | 2     | 0,00001               | *****         |
| Residuo                        | 42    | 0,00038               |               |
| CV (%)                         | 30,57 |                       |               |
| Média Geral                    | 0,635 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 7 - Análise de variância do coeficiente de variação da uniformidade do peso vivo de pintos de corte ao 21º dia de vida. (Capítulo 1).

| Fontes de variação             | GL     | QM                    | Significância |
|--------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2      | 7,460                 | 0,3250        |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,04   | 1      | 0,624                 | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1      | 14,301                | 0,1443        |
| Suplemento                     | 1      | 4,022                 | *****         |
| Treonina*Suplemento            | 2      | 0,433                 | *****         |
| Residuo                        | 42     | 6,461                 |               |
| CV (%)                         | 16,63  |                       |               |
| Média Geral                    | 15,284 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 8 - Análise de variância da contagem de oocistos por grama (OPG) de pintos de corte ao 22º dia de vida. (Capítulo 1).

| Fontes de variação             | GL      | QM                    | Significância |
|--------------------------------|---------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2       | 3397333               | 0,2256        |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,52   | 1       | 3528000               | 0,2117        |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1       | 3266667               | 0,2289        |
| Suplemento                     | 1       | 4961333               | 0,1412        |
| Treonina*Suplemento            | 2       | 1381333               | *****         |
| Residuo                        | 24      | 2143333               |               |
| CV (%)                         | 54,76   |                       |               |
| Média Geral                    | 2673,33 | Nº de observações: 30 |               |

Apêndice 9 - Análise de variância do escore de lesão no duodeno de pintos de corte. (Capítulo 1).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,12583               | *****         |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,61   | 1     | 0,15263               | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,09903               | *****         |
| Suplemento                     | 1     | 0,66348               | 0,0965        |
| Treonina*Suplemento            | 2     | 0,22145               | *****         |
| Residuo                        | 42    | 0,22955               |               |
| CV (%)                         | 37,11 |                       |               |
| Média Geral                    | 1,29  | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 10 - Análise de variância do escore de lesão no intestino médio (jejuno e íleo) de pintos de corte. (Capítulo 1).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,3069                | 0,0853        |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,03   | 1     | 0,0170                | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,5970                | 0,0295        |
| Suplemento                     | 1     | 0,3770                | 0,0805        |
| Treonina*Suplemento            | 2     | 0,0823                | *****         |
| Residuo                        | 42    | 5,0063                |               |
| CV (%)                         | 26,62 |                       |               |
| Média Geral                    | 1,288 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 11 - Análise de variância do escore de lesão no ceco de pintos de corte. (Capítulo 1).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,16870               | 0,2903        |
| Linear R <sup>2</sup> : 1,00   | 1     | 0,33737               | 0,1179        |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,00002               | *****         |
| Suplemento                     | 1     | 0,83564               | 0,0159        |
| Treonina*Suplemento            | 2     | 0,03009               | *****         |
| Residuo                        | 42    | 0,13242               |               |
| CV (%)                         | 67,30 |                       |               |
| Média Geral                    | 0,541 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 12 - Análise de variância do escore de lesão na porção final do intestino (após junção íleo-cecal) de pintos de corte. (Capítulo 1).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,4016                | 0,1812        |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,41   | 1     | 0,3253                | 0,2366        |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,4779                | 0,1530        |
| Suplemento                     | 1     | 0,0784                | *****         |
| Treonina*Suplemento            | 2     | 0,1218                | *****         |
| Residuo                        | 42    | 0,2256                |               |
| CV (%)                         | 82,24 |                       |               |
| Média Geral                    | 0,578 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 13 – Análise de variância do consumo de ração de pintos de corte de 1-6 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL     | QM                    | Significância |
|--------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2      | 0,884                 | *****         |
| Linear R <sup>2</sup> : 1,00   | 1      | 1,767                 | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1      | 0,000                 | *****         |
| Glicina                        | 1      | 5,755                 | *****         |
| Treonina*Glicina               | 2      | 3,966                 | *****         |
| Residuo                        | 42     | 44,031                |               |
| CV (%)                         | 4,99   |                       |               |
| Média Geral                    | 133,03 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 14 – Análise de variância do ganho de peso de pintos de corte de 1-6 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL     | QM                    | Significância |
|--------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2      | 172,49                | 0,00000       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,69   | 1      | 237,62                | 0,00001       |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1      | 107,36                | 0,00111       |
| Glicina                        | 1      | 77,16                 | 0,00492       |
| Treonina*Glicina               | 2      | 5,30                  | *****         |
| Residuo                        | 42     | 8,75                  |               |
| CV (%)                         | 2,90   |                       |               |
| Média Geral                    | 102,04 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 15 - Análise de variância da conversão alimentar de pintos de corte de 1-6 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,02703               | 0,00433       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,67   | 1     | 0,03645               | 0,00601       |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,01761               | 0,05073       |
| Glicina                        | 1     | 0,00775               | 0,18914       |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,00002               | *****         |
| Residuo                        | 42    | 0,00435               |               |
| CV (%)                         | 5,05  |                       |               |
| Média Geral                    | 1,305 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 16 - Análise de variância da viabilidade de pintos de corte de 1-6 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,4113                | *****         |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,75   | 1     | 0,6170                | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,2057                | *****         |
| Glicina                        | 1     | 13,5290               | *****         |
| Treonina*Glicina               | 2     | 7,6857                | *****         |
| Residuo                        | 42    | 15,533                |               |
| CV (%)                         | 4,45  |                       |               |
| Média Geral                    | 88,59 | Nº de observações: 48 |               |



Apêndice 17 - Análise de variância do consumo de treonina de pintos de corte de 1-6 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,39703               | <0,0001       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,99   | 1     | 0,78281               | <0,0001       |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,01124               | 0,0912        |
| Glicina                        | 1     | 0,01071               | 0,0991        |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,01076               | 0,0686        |
| Residuo                        | 42    |                       |               |
| CV (%)                         | 5,11  |                       |               |
| Média Geral                    | 1,201 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 18 - Análise de variância do consumo de Glicina (g) de pintos de corte de 1-6 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,00173               | *****         |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,07   | 1     | 0,00023               | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,00323               | *****         |
| Glicina                        | 1     | 3,86511               | <0,0001       |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,00061               | *****         |
| Residuo                        | 42    | 0,00447               |               |
| CV (%)                         | 5,26  |                       |               |
| Média Geral                    | 1,272 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 19 - Análise de variância do consumo de Serina (g) de pintos de corte de 1-6 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,00977               | 0,1444        |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,18   | 1     | 0,00348               | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,01607               | 0,0751        |
| Glicina                        | 1     | 0,03702               | 0,0083        |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,00719               | 0,2367        |
| Residuo                        | 42    | 0,00482               |               |
| CV (%)                         | 4,98  |                       |               |
| Média Geral                    | 1,394 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 20 - Análise de variância do consumo de Glicina+Serina (g) de pintos de corte de 1-6 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,01949               | 0,3563        |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,14   | 1     | 0,00544               | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,03356               | 0,1845        |
| Glicina                        | 1     | 4,65932               | <0,0001       |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,00767               | *****         |
| Residuo                        | 42    | 0,01843               |               |
| CV (%)                         | 5,09  |                       |               |
| Média Geral                    | 2,667 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 21 - Análise de variância da glicemia (mg/dL) de pintos de corte ao 6º dia de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL     | QM                    | Significância |
|--------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2      | 12,771                | *****         |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,44   | 1      | 11,281                | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1      | 14,260                | *****         |
| Glicina                        | 1      | 60,750                | *****         |
| Treonina*Glicina               | 2      | 8,312                 | *****         |
| Residuo                        | 42     | 183,929               |               |
| CV (%)                         | 6,49   |                       |               |
| Média Geral                    | 208,79 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 22 – Análise de variância do consumo de ração de pintos de corte de 1-12 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL     | QM                    | Significância |
|--------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2      | 683,279               | 0,00812       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,51   | 1      | 694,992               | 0,02380       |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1      | 671,565               | 0,02614       |
| Glicina                        | 1      | 21,561                | *****         |
| Treonina*Glicina               | 2      | 66,342                | *****         |
| Residuo                        | 42     | 126,316               |               |
| CV (%)                         | 2,84   |                       |               |
| Média Geral                    | 395,77 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 23 – Análise de variância do ganho de peso de pintos de corte de 1-12 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL     | QM                    | Significância |
|--------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2      | 864,008               | 0,00029       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,64   | 1      | 1109,205              | 0,00090       |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1      | 618,812               | 0,01074       |
| Glicina                        | 1      | 557,035               | 0,01512       |
| Treonina*Glicina               | 2      | 79,894                | *****         |
| Residuo                        | 42     | 86,781                |               |
| CV (%)                         | 3,11   |                       |               |
| Média Geral                    | 299,72 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 24 - Análise de variância da conversão alimentar de pintos de corte de 1-12 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL   | QM                    | Significância |
|--------------------------------|------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2    | 0,0019                | 0,15149       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,84   | 1    | 0,0032                | 0,07533       |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1    | 0,0006                | *****         |
| Glicina                        | 1    | 0,0150                | 0,00030       |
| Treonina*Glicina               | 2    | 0,0003                | *****         |
| Residuo                        | 42   | 0,0010                |               |
| CV (%)                         | 2,35 |                       |               |
| Média Geral                    | 1,32 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 25 - Análise de variância da viabilidade de pintos de corte de 1-12 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,0555                | *****         |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,75   | 1     | 0,0833                | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,0278                | *****         |
| Glicina                        | 1     | 13,5287               | *****         |
| Treonina*Glicina               | 2     | 9,9933                | *****         |
| Residuo                        | 42    | 38,5376               |               |
| CV (%)                         | 7,29  |                       |               |
| Média Geral                    | 85,15 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 26 - Análise de variância do consumo de treonina de pintos de corte de 1-12 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 4,1102                | <0,0001       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,97   | 1     | 7,9331                | <0,0001       |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,2872                | <0,0001       |
| Glicina                        | 1     | 0,0400                | 0,0635        |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,0875                | 0,0012        |
| Residuo                        | 42    |                       |               |
| CV (%)                         | 2,93  |                       |               |
| Média Geral                    | 3,576 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 27 - Análise de variância do consumo de Glicina (g) de pintos de corte de 1-12 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,11681               | 0,0004        |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,29   | 1     | 0,06838               | 0,0239        |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,16523               | 0,0007        |
| Glicina                        | 1     | 32,8777               | <0,0001       |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,00319               | *****         |
| Residuo                        | 42    | 0,01244               |               |
| CV (%)                         | 2,95  |                       |               |
| Média Geral                    | 3,782 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 28 - Análise de variância do consumo de Serina (g) de pintos de corte de 1-12 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,29247               | <0,0001       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,29   | 1     | 0,16682               | 0,0012        |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 0,41811               | <0,0001       |
| Glicina                        | 1     | 0,20105               | 0,0004        |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,04600               | 0,0455        |
| Residuo                        | 42    | 0,01382               |               |
| CV (%)                         | 2,83  |                       |               |
| Média Geral                    | 4,148 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 29 - Análise de variância do consumo de Glicina+Serina (g) de pintos de corte de 1-12 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,78024               | <0,0001       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,29   | 1     | 0,44954               | 0,0053        |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 1,11095               | <0,0001       |
| Glicina                        | 1     | 38,2261               | <0,0001       |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,03437               | *****         |
| Residuo                        | 42    | 0,05189               |               |
| CV (%)                         | 2,87  |                       |               |
| Média Geral                    | 7,930 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 30 - Análise de variância da glicemia (mg/dL) de pintos de corte ao 12º dia de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL     | QM                    | Significância |
|--------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2      | 95,583                | *****         |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,19   | 1      | 36,125                | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1      | 155,04                | 0,2583        |
| Glicina                        | 1      | 0,0208                | *****         |
| Treonina*Glicina               | 2      | 102,33                | *****         |
| Residuo                        | 24     | 118,05                |               |
| CV (%)                         | 5,24   |                       |               |
| Média Geral                    | 207,52 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 31 – Análise de variância do consumo de ração de pintos de corte de 1-18 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL     | QM                    | Significância |
|--------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2      | 4511,28               | 0,00079       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,43   | 1      | 3917,67               | 0,00951       |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1      | 5104,89               | 0,00343       |
| Glicina                        | 1      | 882,196               | 0,20416       |
| Treonina*Glicina               | 2      | 157,183               | *****         |
| Residuo                        | 42     | 530,232               |               |
| CV (%)                         | 2,77   |                       |               |
| Média Geral                    | 830,22 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 32– Análise de variância do ganho de peso de pintos de corte de 1-18 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL     | QM                    | Significância |
|--------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2      | 3961,837              | 0,00026       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,52   | 1      | 4140,73               | 0,00229       |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1      | 3782,95               | 0,00340       |
| Glicina                        | 1      | 1407,900              | 0,06504       |
| Treonina*Glicina               | 2      | 270,1923              | *****         |
| Residuo                        | 42     | 392,1795              |               |
| CV (%)                         | 3,49   |                       |               |
| Média Geral                    | 566,64 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 33 - Análise de variância da conversão alimentar de pintos de corte de 1-18 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL   | QM                    | Significância |
|--------------------------------|------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2    | 0,00235               | 0,06419       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,68   | 1    | 0,00320               | 0,05225       |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1    | 0,00150               | 0,1780        |
| Glicina                        | 1    | 0,02167               | 0,00001       |
| Treonina*Glicina               | 2    | 0,00051               | *****         |
| Residuo                        | 42   | 0,00080               |               |
| CV (%)                         | 1,93 |                       |               |
| Média Geral                    | 1,47 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 34 - Análise de variância da viabilidade de pintos de corte de 1-18 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 7,24165               | *****         |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,01   | 1     | 0,08331               | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 14,4000               | *****         |
| Glicina                        | 1     | 43,2263               | *****         |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,26645               | *****         |
| Residuo                        | 42    | 49,3479               |               |
| CV (%)                         | 8,51  |                       |               |
| Média Geral                    | 82,53 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 35 - Análise de variância do consumo de treonina de pintos de corte de 1-18 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 18,6108               | <0,0001       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,96   | 1     | 35,5978               | <0,0001       |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 1,62370               | <0,0001       |
| Glicina                        | 1     | 0,05481               | 0,2786        |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,44404               | 0,0003        |
| Residuo                        | 42    | 0,04549               |               |
| CV (%)                         | 2,84  |                       |               |
| Média Geral                    | 7,503 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 36 - Análise de variância do consumo de Glicina (g) de pintos de corte de 1-18 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 0,71222               | <0,0001       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,26   | 1     | 0,37077               | 0,0100        |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 1,05367               | <0,0001       |
| Glicina                        | 1     | 140,105               | <0,0001       |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,00457               | *****         |
| Residuo                        | 42    | 0,05094               |               |
| CV (%)                         | 2,85  |                       |               |
| Média Geral                    | 7,927 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 37 - Análise de variância do consumo de Serina (g) de pintos de corte de 1-18 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL    | QM                    | Significância |
|--------------------------------|-------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2     | 1,61756               | <0,0001       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,27   | 1     | 0,87397               | 0,0003        |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1     | 2,36116               | <0,0001       |
| Glicina                        | 1     | 0,53565               | 0,0042        |
| Treonina*Glicina               | 2     | 0,24975               | 0,0203        |
| Residuo                        | 42    | 0,05831               |               |
| CV (%)                         | 2,77  |                       |               |
| Média Geral                    | 8,703 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 38 - Análise de variância do consumo de Glicina+Serina (g) de pintos de corte de 1-18 dias de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL     | QM                    | Significância |
|--------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2      | 4,4784                | <0,0001       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,27   | 1      | 2,3832                | 0,0019        |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1      | 6,5736                | <0,0001       |
| Glicina                        | 1      | 157,971               | <0,0001       |
| Treonina*Glicina               | 2      | 0,23358               | 0,3482        |
| Residuo                        | 42     | 0,21591               |               |
| CV (%)                         | 2,79   |                       |               |
| Média Geral                    | 16,630 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 39 - Análise de variância da glicemia (mg/dL) de pintos de corte ao 18º dia de vida. (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL     | QM                    | Significância |
|--------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| Treonina                       | 2      | 70,0833               | *****         |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,75   | 1      | 105,125               | *****         |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 1,00 | 1      | 35,0417               | *****         |
| Glicina                        | 1      | 212,520               | 0,25750       |
| Treonina*Glicina               | 2      | 326,083               | 0,14509       |
| Residuo                        | 24     | 161,277               |               |
| CV (%)                         | 6,38   |                       |               |
| Média Geral                    | 199,10 | Nº de observações: 48 |               |

Apêndice 40 - Análise de variância da glicemia (mg/dL) de pintos de corte em função das idades 1, 6, 12 e 18 dias (Capítulo 2).

| Fontes de variação             | GL     | QM                     | Significância |
|--------------------------------|--------|------------------------|---------------|
| Idade                          | 3      | 5150,245               | 0,00000       |
| Linear R <sup>2</sup> : 0,10   | 1      | 1478,684               | 0,03743       |
| Quadrát. R <sup>2</sup> : 0,84 | 1      | 11441,77               | 0,00000       |
| Cúbico R <sup>2</sup> : 1,00   | 1      | 2530,275               | 0,00655       |
| Residuo                        | 449    | 339,5558               |               |
| CV (%)                         | 9,02   |                        |               |
| Média Geral                    | 200,45 | Nº de observações: 453 |               |