



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE TREONINA E TRIPTOFANO  
DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS SEMIPESADAS DE 79 A 95 SEMANAS DE  
IDADE**

CLARIANA SILVA SANTOS

Zootecnista

**AREIA – PB  
FEVEREIRO - 2014**

CLARIANA SILVA SANTOS

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE TREONINA E TRIPTOFANO  
DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS SEMIPESADAS DE 79 A 95 SEMANAS DE  
IDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

**Comitê de Orientação:**

Prof. D. Fernando Guilherme Perazzo Costa – Orientador

Prof. D. Patrícia Emilia Naves Givisiez

Prof. D. Edilson Paes Saraiva

AREIA-PB  
FEVEREIRO – 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

**TÍTULO:** “Exigências nutricionais de treonina e triptofano digestível para poedeiras semipesadas no terceiro ciclo de produção”

**AUTORA:** Clariana Silva Santos

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa

#### JULGAMENTO

**CONCEITO:** APROVADO

**EXAMINADORES:**

Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa  
Presidente  
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Marcelo Luis Gomes Ribeiro  
Examinador  
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado  
Examinador  
Universidade Federal de Campina Grande

Areia, 28 de fevereiro de 2014

## **DEDICO**

A DEUS, pela presença constante em minha vida.

Pelo amor incondicional, carinho, confiança e encorajamento todos os dias a mim  
concedido.

A ELE minha gratidão por mais essa vitória alcançada.

## **OFEREÇO**

Aos meus pais, Valdemir Nunes dos Santos e Maria do Carmo Silva Santos, pela educação que recebi, pelo amor incondicional que sempre me deram, por me apoiarem em meus sonhos, me incentivarem e permitirem meus estudos.

Aos meus irmãos, Valdemir Junior, Hugo Cezar, Henrique Cleber e Dércio Ferreira por toda cumplicidade e amor.

As minhas cunhadas, Leandra Henrique e Rosangela Santos pelo carinho.

Aos meus sobrinhos Gustavo Santos e Maria Luiza, pelo amor sincero e por ser fonte de vida, alegria e inspiração em nossas vidas.

Agradeço a todos vocês por serem meu alicerce familiar.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB), ao Departamento de Zootecnia e a Pro - Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, pela oportunidade e apoio.

À minha FAMÍLIA, sempre.

Meus Pais Valdemir Nunes dos Santos e Maria do Carmo Silva Santos e irmãos Valdemir Junior, Hugo Cezar, Henrique Cleber e Dércio Ferreira.

Ao Profº Drº Fernando Guilherme Perazzo Costa, pela orientação, atenção e pelos ensinamentos.

Ao Drº Cleber Franklin Santos de Oliveira e grande amigo pelos ensinamentos, pela orientação em todos os meus trabalhos de pesquisa e pelas festas também!!

À Ajinomoto Animal Nutrition, pela contribuição nas minhas pesquisas.

Ao Profº Drº Patrícia Emilia Naves Givisiez e o Profº Drº Edilson Paes Saraiva pela participação no Exame de Qualificação de Mestrado e pelas valiosas contribuições para a melhoria deste trabalho.

A Profª Drª Patrícia Givisiez pela atenção sempre dada em todos os momentos.

A minha FAMÍLIA, uma família que Deus me presenteou nesta cidade maravilhosa, uma casa que se tornou minha e Dona Ezir juntamente com seu Luiz me acolheram como filha e dessa forma ganhei irmãos e amigos maravilhosos, em especial Rosangela, Jacely, Suely, Sônia, Solidade, Carlomano, Iza, Mery e um pequenino Marcus.

Aos amigos pelo apoio e companheirismo, estando perto ou longe. Em especial aqueles que estiveram aqui em Areia ao meu lado, em especial a Silvana Lima, Maria Elivania, Ana Jaqueline, Vanessa Santos, Flavia, Vanuza, Ana Barros, Mariana, Cristina Aparecida, Alexandre Lemos, Flavio Gomes, Messias Nogueira, Nagnaldo Tavares, Candice Maria, Maria de Fátima, Heraldo Oliveira, Túlio Montenegro.

Aos colegas do Grupo de Estudos em Tecnologia Avícola (GETA).

Aos funcionários do Setor de Avicultura, CCA/UFPB, Srº Josa, Srº Ramalho e Srº Francisco pela dedicação, ajuda e colaboração.

A Maria das Graças, nossa secretária mais que especial, a quem eu tenho toda admiração e respeito.

Aos professores do programa, que foram mui importantes para que eu conseguisse finalizar o curso.

Aos funcionários do CEPEC, Dona Carmem e Seu Damião, pelo cuidado e receptividade.

Agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente, participaram desta minha conquista.

**Muito obrigada!**

## SUMÁRIO

Lista de tabelas.....	ix
Lista de figuras.....	x
Resumo.....	xi
Abstract .....	xii
Introdução.....	13
CAPÍTULO I- Referencial Teórico.....	16
1. Importância da utilização de aminoácidos digestíveis para aves em postura.....	17
1.1 Treonina.....	18
1.2 Triptofano.....	21
Referência Bibliográfica.....	25
CAPÍTULO II- Exigência nutricional de treonina digestível para poedeiras semipesadas de 79 a 95 semanas de idade.....	30
Resumo.....	31
Abstract.....	32
Introdução .....	33
Material e Métodos.....	34
Resultados e Discussão.....	38
Conclusão.....	46
Referências Bibliográficas.....	47
CAPÍTULO III- Exigência nutricional de triptofano digestível para poedeiras semipesadas de 79 a 95 semanas de idade.....	50
Resumo .....	51
Abstract .....	52
Introdução.....	53
Material e Métodos .....	55
Resultados e Discussão .....	58
Conclusão.....	65
Referências Bibliográficas.....	66

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo II

<b>Tabela 1.</b> Composição nutricional e percentual das rações experimentais.....	30
<b>Tabela 2.</b> Características de desempenho de poedeiras comerciais nos diferentes tratamentos.....	33
<b>Tabela 3.</b> Características de qualidade dos ovos de poedeiras comerciais nos diferentes tratamentos.....	37
<b>Tabela 4.</b> Efeito dos diferentes níveis de triptofano digestível sobre a concentração sérica de ácido úrico (mg/dL).....	38
<b>Tabela 5.</b> Medias do balanço de nitrogênio dos diferentes níveis de triptofano em poedeiras de terceiro ciclo de produção.....	40

### Capítulo III

<b>Tabela 1.</b> Composição nutricional e percentual das rações experimentais.....	51
<b>Tabela 2.</b> Características de desempenho de poedeiras comerciais nos diferentes tratamentos.....	53
<b>Tabela 3.</b> Características de qualidade dos ovos de poedeiras comerciais nos Diferentes tratamentos.....	57
<b>Tabela 4.</b> Efeito dos diferentes níveis de triptofano digestível sobre a concentração sérica de ácido úrico (mg/dL).....	58
<b>Tabela 5.</b> Medias do balanço de nitrogênio dos diferentes níveis de triptofano em poedeiras de terceiro ciclo de produção.....	59

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo II

- Figura 1-** Produção de ovos de poedeiras semipesadas em terceiro ciclo de postura alimentadas com diferentes níveis de treonina digestível.....35
- Figura 2-** Conversão por massa de ovo para poedeiras semipesadas em terceiro ciclo de postura com diferentes níveis de treonina digestível.....36
- Figura 3-** Conversão por dúzia de ovos (kg de ração/dúzia de ovos) para poedeiras semipesadas em terceiro ciclo de postura com diferentes níveis de treonina digestível.....36
- Figura 4-** Percentagem de casca dos ovos das poedeiras semipesadas em função de diferentes níveis de treonina digestível.....38
- Figura 5-** Teores de ácido úrico no soro de poedeiras semipesadas em terceiro ciclo de postura, alimentadas com diferentes níveis de treonina digestível.....39

### Capítulo III

- Figura 1-** Produção de ovos de poedeiras semipesadas em terceiro ciclo de postura alimentadas com diferentes níveis de triptofano digestível.....54
- Figura 2-** Conversão por massa de ovo para poedeiras semipesadas em terceiro ciclo de postura com diferentes níveis de triptofano digestível.....55
- Figura 3-** Teores de ácido úrico no soro de poedeiras semipesadas em terceiro ciclo de postura, alimentadas com diferentes níveis de triptofano digestível.....58

# **EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE TREONINA E TRIPTOFANO DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS SEMIPESADAS DE 79 A 95 SEMANAS DE IDADE**

## **RESUMO GERAL**

Os experimentos foram desenvolvidos no setor de avicultura do CCA/UFPB, Campus II, Areia, Paraíba, no primeiro experimento o objetivo foi determinar as exigências nutricionais de treonina digestível com diferentes relações de treonina: lisina para poedeiras no terceiro ciclo de produção. Foram utilizadas 240 poedeiras semipesadas da linhagem Dekalb Brown, de 79 a 95 semanas de idade, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco níveis crescentes de treonina digestível (0,447; 0,466; 0,486; 0,505; 0,523), mantendo as relações aminoácidos: lisina digestível, exceto a treonina obtendo as seguintes relações crescentes em 69, 72, 75, 78 e 81% e seis repetições com oito aves. Os níveis de treonina apresentaram efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) sobre a produção de ovos e efeito linear sobre conversão por massa e dúzia de ovos e porcentagem de casca. Recomenda-se o nível 0,495% de treonina digestível, o que corresponde à relação treonina: lisina digestível de 76,5. No segundo experimento, o objetivo foi determinar as exigências nutricionais de triptofano digestível com diferentes relações triptofano: lisina para poedeiras de terceiro ciclo, usou-se 240 poedeiras semipesadas da linhagem Dekalb Brown, período de 79 a 95 semanas de idade, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco níveis crescentes de triptofano digestível (0,143; 0,149; 0,156; 0,162 e 0,169 %), seis repetições com oito aves por unidade experimental. As rações foram formuladas mantendo as relações aminoácidos: lisina digestível, exceto para a triptofano, que teve relações crescentes em 22, 23, 24, 25 e 26%. Os níveis de triptofano na ração apresentaram efeito quadrático sobre a produção e massa de ovos. Recomenda-se o nível 0,153% de triptofano digestível, o que corresponde à relação triptofano: lisina digestível de 24%.

## **NUTRITIONAL REQUIREMENTS THREONINE AND TRYPTOPHAN DIGESTIBLE LAYERS FOR A LIGHT 79 95 WEEKS OF AGE**

### **ABSTRACT**

Two experiments were conducted in the poultry sector of the CCA / UFPB, Campus II, Sand Collection. In the first experiment aimed to determine the nutritional requirements of threonine with different ratios of threonine : lysine for laying pullets in the third cycle of production Dekalb Brown during 79-95 weeks of age , distributed in a completely randomized design , with five increasing levels of threonine ( 0.447 , 0 , 466 , 0,486 , 0,505 , 0,523 % ) , six replicates of eight birds per experimental unit . The treatments consisted of diets with levels of 0,648 % digestible lysine . Threonine levels in the diet showed a quadratic effect on egg production and linear effect on egg mass conversion, conversion per dozen eggs and eggshell percentage . We recommend the 0.495 % level of threonine , which corresponds to threonine : lysine ratio of 76.5 % . The second experiment aimed to determine the nutritional requirements of digestible tryptophan with different ratios tryptophan : lysine for laying pullets third cycle of Dekalb Brown during 79-95 weeks of age , distributed in a completely randomized design with five increasing levels of digestible tryptophan ( 0.143 , 0.149, 0.156 , 0.162 and 0.169 % ) , six replicates of eight birds per experimental unit . The treatments consisted of diets with isonutritives digestible lysine level estimated at 0.648 % . The diets were formulated keeping relationships amino acids : lysine , except for tryptophan , which was growing relations 22 , 23 , 24 , 25 and 26 % . Levels of tryptophan in the diet showed significant (  $p < 0.05$  ) quadratic effect on egg production , egg mass and uric acid . It is recommended level of 0.153 % digestible tryptophan , which corresponds to the ratio tryptophan : lysine 24 % .

## INTRODUÇÃO

Com os avanços na nutrição para acompanhar o desenvolvimento no melhoramento genético avícola, tem-se buscado aprimorar cada vez mais as técnicas de manejo, bem como a qualidade nutricional das rações ofertadas para as aves, para que estas possam expressar seu máximo desempenho mantendo a qualidade do produto. O uso de aminoácidos industriais nas rações pode ser uma decisão econômica no sentido de reduzir o custo das dietas. De acordo com Togashi et al., (2002); Ribeiro et al., (2003) a ração constitui mais que 65% do custo de produção de poedeiras.

A produção industrial de aminoácidos essenciais como DL-metionina, L-lisina, L-treonina e L-triptofano, juntamente com a redução dos seus preços de comercialização tem impulsionado pesquisas por melhorias na criação de monogástricos.

As dietas das aves são constituídas basicamente de milho e farelo de soja, que, normalmente suprem as necessidades das aves em energia e proteína, mas não completamente em aminoácidos essenciais, com destaque para os valores referentes ao nível proteico, pois as fontes proteicas constituem os componentes de maior participação no custo das rações e um dos elementos de maior importância na prática comercial, devendo, portanto, estar em quantidades suficientes para suprir as necessidades das aves sem onerar os custos de produção (Pinto et al., 2003).

A proteína é importante, pois influencia no desempenho e produtividade das poedeiras e sua eficiência de utilização depende da quantidade, da composição e da digestibilidade dos aminoácidos (Dale, 1994).

A manipulação da proteína da dieta tem sido proposta como um meio para melhorar o desempenho das aves em ambientes quentes, pela redução da carga metabólica, melhorando o equilíbrio de aminoácidos da dieta, reduzindo dessa forma a ingestão de proteína Waldroup et al., (1976). A redução do nível proteico implicaria em uma queda no catabolismo da proteína, resultando em decréscimo na produção de calor e ajudando a ave a manter seu balanço energético em condições de temperaturas elevadas Daghir, (1995). Assim, uma das alternativas é utilização de dietas com baixo teor proteico, porém suplementadas com aminoácidos industriais a fim de atender as exigências recomendadas para as linhagens.

Em aves de postura de segundo ciclo de produção, o nível de 14% de proteína é suficiente para adequado desempenho, desde que mantidos a quantidade de aminoácidos

essenciais e o balanço aminoacídico Narváez-Solarte et al., (2005). Klasing (1998) afirmou que, em aves adultas, a deficiência de aminoácidos resulta no catabolismo da proteína corporal, principalmente daquela presente no músculo esquelético.

Durante muitos anos, as formulações de rações para aves foram baseadas no conceito de proteína bruta, resultando em dietas com conteúdo de aminoácidos acima do exigido pelos animais. Com o surgimento da produção de aminoácidos industriais, as dietas passaram a ser formuladas com menor nível proteico e com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades da ave com base na proteína ideal.

A proteína ideal é definida como o balanço exato de aminoácidos que é capaz de prover sem excesso ou falta os requerimentos de todos os aminoácidos necessários para a manutenção animal e máxima deposição proteica. O conceito de proteína ideal foi primeiramente definido por Mitchell (1964) como sendo uma mistura de aminoácidos ou proteína, cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento.

De acordo com Parsons & Baker (1994) proteína ideal é uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capazes de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção da ave, para favorecer a deposição proteica com máxima eficiência.

A partir deste conceito foi possível estudar a síntese de proteína dos diferentes tecidos e também avaliar a mudança de proporção dos aminoácidos, de acordo com o crescimento animal. Para formular rações que atendam adequadamente as exigências, os valores de aminoácidos devem ser expressos em termos de aminoácidos digestíveis e não em aminoácidos totais (Rostagno et al., 1995).

Rações com níveis altos de proteína podem sobrecarregar o fígado e os rins, pois aumentam o nível do ácido úrico no sangue, além disso, parte da proteína não utilizada fornecerá o esqueleto carbônico para a formação de gorduras, que serão depositadas no organismo da ave (Best, 1979).

Conforme a proteína bruta é reduzida com a introdução dos aminoácidos industriais, o ajuste fino da relação ideal dos aminoácidos se torna cada vez mais importante. Quando os ingredientes da dieta não são o suficiente pra suprir as necessidades do animal em algum dos aminoácidos, este é chamado de primeiro limitante seguindo a mesma lógica, o nutricionista consegue determinar o segundo, o terceiro, o quarto aminoácido limitante e assim por diante. A ordem de limitação dos

aminoácidos nas dietas é que vão determinar quais são os aminoácidos industriais necessários a serem adicionados, para manter o ótimo balanço dos aminoácidos essenciais.

A lisina é o ponto de partida para a formulação de rações com base no conceito de proteína ideal, pois esta é tida como aminoácido de referência Pack, (1995); Silva et al., (2005), por ser um aminoácido estritamente essencial, não havendo nenhuma via de síntese endógena; possui metabolismo orientado principalmente para deposição de proteína corporal; a sua análise laboratorial para a determinação dos seus níveis nos ingredientes, rações e tecidos é precisa; o conhecimento da sua exigência para todas as fases de produção animal encontra-se disponível; a sua suplementação é economicamente viável nas dietas de aves e suínos e encontra-se disponível economicamente em forma cristalina para ser utilizada nas rações dos animais (Pack, 1995).

Desse modo, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que avaliem os efeitos dos níveis de aminoácidos como treonina e triptofano digestíveis das dietas e as relações destes aminoácidos com a lisina digestível, sobre o desempenho e qualidade dos ovos das poedeiras de 3º ciclos, além de estimar as exigências que possam melhorar os resultados zootécnicos e a viabilidade econômica para manter essas aves no plantel por um período mais extenso de produção com boa produtividade.

## **CAPÍTULO I**

---

### **Referencial Teórico**

#### **EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE TREONINA E TRIPTOFANO DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS SEMIPESADAS DE 79 A 95 SEMANAS DE IDADE**

## **1. IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS PARA AVES EM POSTURA**

O desenvolvimento da nutrição animal mediante o melhor conhecimento do metabolismo proteico, melhor avaliação nutricional dos ingredientes e produção de aminoácidos industriais, possibilitaram a otimização das dietas animais visando atender os requerimentos nutricionais em proteína e aminoácidos com o menor custo e o menor impacto negativo de poluição ambiental (Suida, 2001).

Nas formulações práticas o uso de conceito de aminoácidos digestíveis, em substituição aos de aminoácidos totais, tem sido um grande avanço. A formulação de rações com base em aminoácidos digestíveis tem proporcionado às aves melhora no desempenho, quando comparado às aves alimentadas com rações formuladas com base em aminoácidos totais (Rostagno et al., 1995).

Os aminoácidos são exigidos pelo organismo das poedeiras para atender as necessidades básicas de manutenção, formação de tecidos corporais e deposição de proteínas do ovo. Na produção comercial de ovos, deve-se priorizar a otimização da conversão da proteína dietética em proteína do ovo (Jordão Filho et al., 2006).

A proteína para as poedeiras é um dos nutrientes de maior importância nas formulações, porque influenciam diretamente na produção de ovos. Leeson e Summers, (2001) mencionam que o ovo contém 12% de proteína bruta, sendo que 42% da gema, 55% do albúmen e 3% da casca são proteínas, cada uma com um perfil aminoácido diferentes.

Para Muramatsu et al. (1987), poedeiras alimentadas com dietas baseadas em aminoácidos digestíveis apresentam maiores taxas de síntese proteica da gema no fígado e do albúmen no oviduto, principais órgãos de síntese das proteínas do ovo, em comparação às poedeiras alimentadas com nível subótimos de proteína, assim como dietas formuladas em aminoácidos totais.

Os aminoácidos são importantes para o desempenho produtivo das poedeiras, pois têm relação direta com a produção de ovos, conversão alimentar e eficiência na utilização do nitrogênio. Os aminoácidos são componentes essenciais dos ovos e constituem as moléculas proteicas presentes no albúmen e na gema Leeson & Summers, (2001), além de serem importantes para o desenvolvimento e a manutenção corporal das aves.

## 1.1 TREONINA

A treonina é um aminoácido essencial para aves, sendo encontrado em altas concentrações no coração, músculos, esqueleto e sistema nervoso central, é exigido para formação da proteína e manutenção do turnover proteico corporal, além de auxiliar na formação do colágeno e elastina e atuar na produção de anticorpos.

Segundo Kidd et al. (2005) a treonina, mesmo sendo apenas o terceiro aminoácido limitante para aves é geralmente o ponto crítico em formulações de custo mínimo, pois influencia o nível de proteína bruta (PB) da dieta. De acordo com Berres (2006) a formulação de rações com metionina, lisina, treonina e triptofano industriais permite reduzir a PB da dieta e contribui, em consequência, para a redução da excreção de ácido úrico e água, evitando assim a excreção de N, diminuindo a poluição ambiental e mantendo um ambiente mais agradável dentro dos galpões, não só para os animais como facilitando o manejo dentro das instalações para mão de obra.

A treonina representa aproximadamente 4,9% da proteína das penas Stilborn et al., (1997), e suas funções incluem a síntese da proteína corporal e penas (4-5% da proteína bruta), sistema tegumentar, enzimas e músculos Tillman, (2008). Ademais, encontra-se também no epitélio gastrointestinal (células da mucosa, muco e enzimas digestivas) e algumas imunoproteínas são particularmente ricas em treonina Wu, (1998).

Nas aves, a treonina além de ser importante para os aspectos acima referidos é precursora da glicina e da serina no metabolismo, está envolvida na resposta imune, fazendo parte das moléculas de determinadas globulinas do sistema imunitário (imunoglobulinas) é necessário na produção gastrointestinal de mucina Lemme, (2001); Ojano-Dirain e Waldroup, (2002), atuando diretamente na integridade e no desenvolvimento do intestino, onde grande parte da treonina consumida pelos animais é usada Stoll et al., (1998); Bertolo et al., (1998); Burrin et al., (2001).

A exigência de treonina para a manutenção é alta, devido a sua alta taxa de turnover e perda na forma de mucinas nas secreções intestinais endógenas Fernandez et al., (1994). As aves excretam a maior parte do N do catabolismo proteico na forma de ácido úrico, pois não possuem a carbamoil fosfato sintetase, enzima que fixa o nitrogênio livre em mamíferos Bertechini, (2006). Durante a formação do ácido úrico na célula, existe uma necessidade aumentada de alguns aminoácidos que são chaves no processo como metionina (doadora de metila CH<sub>4</sub>), arginina e glicina Murray et al., (2003).

A sobrevivência e o bom desempenho das aves dependem da obtenção adequada de energia e compostos químicos pelo organismo. Para que isso ocorra é necessário que o trato digestivo apresente características estruturais funcionais desde a ingestão dos alimentos até a sua absorção Romer & Parsons, (1981). Além da síntese proteica, a treonina está envolvida em importantes funções biológicas como a manutenção, integridade e imunidade do trato gastrointestinal e de algumas mucosas, conseqüentemente, sua exigência pode variar de acordo com a importância de cada função (Primot et al., 2008).

De acordo com Le Bellego et al. (2002) 40 a 50% da treonina consumida pelos animais é usada pelo intestino, já Myrie et al. (2003) relataram que 60% da treonina consumida é utilizada para síntese de mucina, já que é encontrada em elevadas concentrações nas secreções gastrointestinais. De acordo com Burrin et al., (2001) isto implica que uma parte da exigência de treonina não está associada com a deposição de proteína muscular, mas com funções do trato gastrointestinal, que parece ter uma grande necessidade desse aminoácido, contribuindo extensivamente para com as exigências totais do animal.

O muco, secreção produzida pelo trato gastrointestinal, é composto principalmente de 95% água e 5% mucinas que são glicoproteínas de alto peso molecular, especialmente rica em treonina. O tipo e quantidade de mucina produzida no trato gastrointestinal influenciam as comunidades microbianas (por servir de substrato para a fermentação bacteriana e para fixação), a disponibilidade de nutrientes (via perda endógena de mucina, bem como pela absorção de nutrientes) e função imune (via controle da população microbiana e disponibilidade de nutrientes (Corzo et al., 2007).

Do mesmo modo que as mucinas, os anticorpos são glicoproteínas globulares que contêm alto nível de treonina, sendo este provavelmente o primeiro aminoácido limitante para a produção de imunoglobulinas G (IgG) Ajinomoto, (2003). Bhargava et al.,(1971) verificaram que a exigência de treonina para a produção de anticorpos contra o vírus de doença de Newcastle foi maior que a exigência de treonina para o crescimento.

Segundo Castañón (1984), o efeito tóxico do excesso de treonina na dieta é considerado pequeno ou nulo, e sugere que o organismo metaboliza com facilidade o aminoácido. Cupertino et al., (2010), avaliando a exigência de treonina digestível para poedeiras leves e semipesadas durante o segundo ciclo de postura, alimentadas com dietas isoproteicas e isoenergéticas, concluíram que dietas com 0,446 e 0,465% de

treonina digestível, equivalente a uma relação treonina:lisina digestível de 68 e 71 para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente, levam ao máximo desempenho das aves.

Sá et al., (2007), trabalhando com níveis de treonina digestível variando de 0,410 a 0,550% em rações para poedeiras de 34 a 50 semanas de idade, não observaram influência ( $P>0,05$ ) dos níveis de treonina sobre o consumo de ração.

Schmidt et al.,(2011), observaram que os valores de taxa de postura, peso de ovos e massa de ovos sofreram influência quadrática ( $P<0,01$ ) dos níveis de treonina na ração (0,380, 0,413, 0,446, 0,479; 0,512%). Esses resultados comprovam que, a partir de determinado nível de treonina na ração, os resultados dessas variáveis pioravam. A exigência estimada de treonina para essas variáveis foram de 0,465; 0,445 e 0,459% de treonina digestível, o que corresponde a um consumo de 455, 433 e 448mg de treonina/ave/dia, respectivamente.

Schmidt et al., (2010) avaliando a exigência nutricional de treonina digestível para poedeiras comerciais de segundo ciclo de produção, período de 79 a 95 semanas de idade, com cinco níveis de treonina digestível (0,380; 0,413; 0,446; 0,479 e 0,512%), os autores verificaram que considerando a conversão alimentar por dúzia de ovos, a exigência de treonina digestível durante o período estudado foi de 0,467%, que corresponde a um consumo de 462 mg de treonina/ave/dia, o que é equivalente a uma relação de 72% com a lisina digestível.

No entanto Valério et al.; (2000) avaliando os níveis de 0,025; 0,050; 0,075; 0,100; e 0,125%, resultando em um total de 0,510; 0,535; 0,560; 0,585; 0,610; e 0,635% de treonina utilizados, não influenciaram o ganho de peso e a qualidade interna dos ovos das poedeiras leves e semipesadas.

De acordo com os dados expostos acima a suplementação de treonina demonstra ser eficiente sobre o desempenho das galinhas poedeiras leves e semipesadas, demonstrando resultados conclusivos e similares quando se leva em consideração as variáveis de produção e qualidade de ovos. A deficiência de treonina e de qualquer outro aminoácido limitante provoca a ineficiência da lisina para a deposição de proteína muscular. Desde modo a melhor maneira de atender as exigências dos aminoácidos é formular dietas com base no conceito de proteína ideal atendendo a exigência e a proporção da lisina garantindo um fornecimento exato dos aminoácidos essenciais assim como a treonina.

## 1.2 TRIPTOFANO

O triptofano pertence aos chamados aminoácidos essenciais, ou seja, não são produzidos pelo animal ou são produzidos em velocidade muito lenta, não satisfazendo às necessidades metabólicas. Dependendo da dieta, ele pode ser considerado como terceiro aminoácido limitante para aves, antecedido pela metionina e a lisina. Nos ingredientes e nas dietas, o triptofano é um aminoácido de difícil mensuração quando comparado aos demais e, em parte, esta situação leva a uma variabilidade nos resultados de pesquisa. Este aminoácido é mais considerado quando se utilizam dietas com considerável quantidade de farinha de carne ou de subprodutos avícolas (Kidd & Hackenhaar, 2006).

O triptofano é também o precursor, por uma via diferente do neurotransmissor serotonina e da niacina. Alguns dos intermediários do catabolismo do triptofano são precursores necessários para a biossíntese de outras biomoléculas importantes, incluindo o nicotinato, um precursor do NAD e do NADP nos animais Nelson & Cox, (2002). O nicotinato, também chamado de niacina ou vitamina B3, é derivado do triptofano e sua síntese é possível devido ao suprimento adequado deste aminoácido na dieta (Berg et al., 2004).

Este aminoácido é bastante relatado pela importância que exerce nas funções terapêuticas, dado que alterações cerebrais causados por níveis de triptofano podem influenciar na síntese de serotonina, mas somente uma pequena proporção de triptofano servirá como precursor para a síntese pelo cérebro, que produz somente 1 a 2% da serotonina corporal Kerr et al.; (2005). Segundo Smith et al. (1983) a via de oxidação do triptofano leva à produção de serotonina no cérebro. A serotonina é produzida diretamente da hidroxilação do triptofano, pela enzima triptofano 5-monooxigenase, resultando na formação de 5-hidroxitriptofano, que é então descarboxilado pela atuação da enzima 5-hidroxitriptofano descarboxilase, produzindo 5- hidroxitriptamina (serotonina).

A serotonina é diretamente proporcional ao triptofano plasmático, relacionado ao suprimento dietético, regulando vários efeitos neurocomportamentais como humor, percepção da dor, saciedade e apetite. O favorecimento da produção de serotonina por meio da manipulação alimentar parece possível por meio do fornecimento de dietas com

baixos teores de proteína e altos teores de triptofano Van Cauwenberghe & Relandeau, (2000). A serotonina também influencia em outros neurotransmissores como a dopamina e a noradrenalina que estão relacionados com a ansiedade, medo, agressividade e na síntese da melatonina. Sua deficiência influencia no consumo de ração, com conseqüente queda no ganho de peso (Peganova & Eder, 2003).

A serotonina também tem sido relatada para bloquear a ovulação, mas este resultado é provavelmente mediado através do seu efeito inibitório sobre a liberação de LH, Johnson, A.L, (2000), pois este neurotransmissor influencia de forma direta num segundo neurotransmissor, a dopamina, que ao sofrer estímulos atua na inibição da liberação de GnRh e LH. (Dungan 2006).

GnRh (Gonadotropin-Releasing Hormone) é um hormônio polipeptídico produzido no hipotálamo, que atua sobre a hipófise e causa a liberação dos hormônios FSH e LH, que vão atuar estimulando as gônadas dos animais, que são os ovários para as fêmeas e os testículos para os machos. Onde a função do FSH (Hormônio Folículo-Estimulante) é a proliferação das células foliculares ovarianas e estimulação da secreção de estrógeno, levando as cavidades foliculares a desenvolverem-se e a crescer, LH (Hormônio Luteinizante), atua aumentando ainda mais a secreção das células foliculares, estimulando a ovulação (Dungan 2006).

A melatonina (5-methoxy-N-acetyltryptamina) derivada da serotonina é um hormônio que quando produzido pela glândula pineal, seu principal efeito é a regulação do ciclo circadiano. O ritmo circadiano regula todos os ritmos materiais bem como muitos dos ritmos psicológicos do corpo humano, com influência sobre, por exemplo, a digestão ou o estado de vigília e sono, a renovação das células e o controle da temperatura do organismo.

Além da glândula pineal, outros tecidos produzem melatonina, porém, com efeito autócrino e parácrino, ou seja, age tanto no local onde é produzida, como também em outros tecidos (Burenik 2008).

O principal órgão produtor de melatonina extra-pineal é o intestino, que interessantemente a qualquer hora do dia ou noite contém pelo menos 400 vezes mais quantidade de melatonina que a glândula pineal Burenik (2008). Portanto, diferentemente da produção pela glândula pineal, a melatonina produzida no intestino não tem sua síntese regulada pelo ciclo circadiano e sim pela ingestão alimentar e pelo processo digestivo. Esta vasta produção de melatonina no intestino mantém a sua

concentração no sangue especialmente sob a influência da ingestão de triptofano, proveniente da alimentação.

O declínio da produção de melatonina pode ter várias causas, entre elas: desnutrição, stress e o envelhecimento. O animal sob stress produz normalmente mais adrenalina e cortisol, para cada molécula de adrenalina formada, quatro moléculas de Radicais Livres irão ser produzidas e com isto a probabilidade de lesão nas células aumenta. Além disto, a adrenalina e o cortisol induzem a formação de uma enzima a "Triptofano Pirolase" capaz de destruir o Triptofano antes que este atinja a Glândula Pineal. Com isto, nem a melatonina é fabricada e nem a serotonina.

Deponti et al.,(2004) verificaram que a produção e a massa de ovos foram negativamente afetadas quando poedeiras receberam dietas com baixos níveis de triptofano (0,13%) durante seis semanas, sendo o desempenho recuperado após uma semana de alimentação com ração contendo 0,21% triptofano. Os autores recomendaram o fornecimento diário de triptofano entre 161 e 188mg/ave/dia para que as aves tenham um melhor desempenho.

Os níveis de triptofano digestível não influenciaram a conversão alimentar por massa e dúzia de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de triptofano (0,12; 0,16; 0,20; 0,24 e 0,28%) segundo Pinheiro et al.,(2008). Assim como os resultados apresentados por Peganova & Eder (2003) e Deponti et al., (2004), trabalhando com diferentes níveis de triptofano total nas dietas de galinhas poedeiras.

Em estudo realizado por Rech, O. A. et al., (2010), o consumo de ração, o peso e a massa dos ovos, a conversão alimentar e a mortalidade das poedeiras não foram afetados ( $P > 0,05$ ) pelos níveis de triptofano nas rações( 0,175; 0,195; 0,392 e 0,591%), no entanto, observou-se redução ( $P < 0,05$ ) da produção de ovos para os níveis crescentes do aminoácido , expresso pela equação  $Y = 100,59 - 5,73X$ ,  $R_2 = 0,72$ . A eficiência da utilização da proteína depende do equilíbrio e da disponibilidade dos aminoácidos que a compõe.

Determinando a exigência de triptofano total para poedeiras leves de 53 a 59 semanas de idade, com diferentes níveis (0,11; 0,13; 0,15; 0,17; 0,19; 0,21 e 0,23%) mantidas em condições de altas temperaturas, Russel & Harms, (1999) observaram aumento na produção de ovo, na massa de ovo, no consumo de ração e no conteúdo dos ovos com o aumento de triptofano na dieta. No entanto, o peso dos ovos não foi alterado. Os autores sugeriram 157mg de triptofano total/ave/dia para uma máxima produção.

Lima et al., (2011), avaliando a melhor relação triptofano digestível: lisina digestível na dieta de poedeiras leves com 29 a 45 semanas de idade, obtiveram uma relação de 23,98, 24,07, 24,11, 24,58 e 25,25% para a produção diária de ovos, peso do ovo, massa dos ovos, conversão em massa de ovos e em dúzia de ovos, respectivamente. Assim, os autores concluíram que, na média das estimativas obtidas, uma dieta com uma relação triptofano digestível: lisina digestível em 24,4% as poedeiras leves em pico de postura têm um desempenho zootécnico mais eficiente.

De acordo com os trabalhos de pesquisa mencionados acima, é possível concluir que existem grandes variações nos resultados publicados sobre exigências nutricionais de triptofano para galinhas poedeiras, necessitando de mais trabalhos sobre o assunto especialmente para aves de 2º e 3º ciclos de produção, visto que suas exigências são calculadas pelas tabelas de aves de 1º ciclo que não apresentam as exigências reais destes animais, devido às diferenças metabólicas e fisiológicas apresentadas nos diferentes ciclos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AJINOMOTO. Lisina Cristal. Ajinomoto Animal Nutrition. 2010. Disponível em: [http://www.lisina.com.br/lisina\\_cristal.aspx](http://www.lisina.com.br/lisina_cristal.aspx). Acessado em: 01/12/2013.

BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 1.059p.

BERRES, J. **Relações crescentes entre treonina e lisina digestível a partir de L-Treonina ou farelo de soja para frangos de corte**. 2006, 146p. Dissertação - (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. Ed. UFLA, Lavras-MG, 2006, 301p.

BERTOLO, R.F.P.; CHEN, C.Z.L.; LAW, G.; PENCHARZ, P.B.; BALL, R.O. Threonine requirement of neonatal piglets receiving total parenteral nutrition is considerably lower than that of piglets receiving an identical diet intragastrically. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 1752-1759, 1998.

BEST, C.H. - Hydrogen ion concentration and the excretion of urine. Best and Taylor's **Physiological Basis of Medical Practice**. Williams & Wilkins, Baltimore, 1979.

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

BUBENIK, G A. Localization and Biological Activities of Melatonin in Intact and Diseased Gastrointestinal Tract (GIT). **Journal Of Physiology Any Pharmacology**, Ontario, v. 3, n. 58, p.381-405, 2007.

BUBENIK, G A. Thirty Four Years Since The Discovery Of Gastrointestinal melatonin. **Journal Of Physiology Any Pharmacology**, Ontario, v. 2, n. 59, p.33-51, 2008.

BURRIN, D.G.; STOLL, B.; JIANG, R.; CHANG, X.; HARTMANN, B.; HOLST, J.J.; CAMPS, D.M. Dietas bajas en proteínas con suplementación de treonina y triptofano en la alimentación de ponedoras comerciales. **Revista Cubana de Ciência Avícola**, v.25, p.131-136, 2001.com/bulletins/ajinomotobulletin\_31\_en. pdf. Acesso em: 12/01/2014 com/bulletins/ajinomotobulletin\_31\_en. pdf. Acesso em: 12/01/2014

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

CUPERTINO, E.S.; GOMES, P.C.; VARGAS JUNIOR, J.G. et al. Níveis nutricionais de treonina digestível para poedeiras comerciais durante o segundo ciclo de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1993-1998, 2010.

DAGHIR, N. J. **Poultry production in hot climates**. Cambridge University Press, 1995, p.303.

DALE, N. Proteína ideal para pollos de engorde. **Avicultura Professional**, v.11, n.3, p.104-107, 1994.

DEPONTI, B.J.; FARIA, D.E.; SILVA, F.H.A. et al. Determinação da exigência de triptofano para poedeiras brancas com 51 semanas de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.6, p.31, 2004

DUNGAN H.M.; CLEFTON D.K.; STEINER R.A.; Microreview: **kisspeptin neurons as central processors in the regulation of gonadotropin-releasing hormone secretion**. *Endocrinology*.147(3):1154-8, 2006.

FERNANDEZ, S.F., AOYAGI, S., HAN, Y., PARSONS, C.M. & BAKER, D.H. Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. **Poultry Science**, v.73, p.1887-1896, 1994.

JOHNSON,A.L. **Sturkie's Avian Physiology**. Chapter 22. Reproduction in the Female.5.ed. Notre Dame: Indiana 46556. 2000. p.583.

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; E.L. et al. Efeito da relação metionina+cistina sobre os desempenhos produtivo e econômico e a qualidade interna e externa dos ovos antes e após 28 dias de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1743-1743. 2006.

KERR, B.J.; MORAN JR, E.T.; KIDD, M.T. Effect of supplementary tryptophan prior to marketing on carcass quality in broilers. **Journal Applied Poultry Research** v.14p.306-314,2005

KIDD, M.T.; HACKENHAAR, L. Dietary threonine for broilers: dietary interactions and feed additive supplement use. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v.1, n.5, 6p. 2006.

KIDD, M.T.; VIRDEN, W.S.; CORZO, A.; DOZIER, W.A.; BURNHAM, D.J. Amino acid density and L-Threonine responses in Ross Broilers. *International Journal of Poultry Science*, v. 4, n. 5, p. 258-262, 2005.

KLASING, C.K. Nutritional modulation of resistance to infections disease. **Poultry Science**, v.77, p.1119-1125, 1998.

LE BELLEGO, L.; RELANDEAU, C.; VAN CAUWENBERGHE, S. Threonine requirement in pigs - Benefits of L-Threonine supplementation. **Ajinomoto Eurolysine**. Technical Information n. 26, 1-23. 2002. Acesso em: 02/02/2014. Disponível em: [http://www.ajinomoto-eurolysine.com/bulletins/ajinomotobulletin\\_26\\_en.pdf](http://www.ajinomoto-eurolysine.com/bulletins/ajinomotobulletin_26_en.pdf)

LEESON, S.; SUMMERS, J.D.; CASTON, L.J. Response of layers to low nutrient density diets. **Journal applied Poultry Research**, v.10, p.46-52. 2001.

- LEMME, A. Responses of broilers to dietary threonine: A survey of the international literature. **Amino News**. Degussa Corporation, v.02, n.01, p.1-6, 2001.
- LIMA, M.R.; COSTA, F.G.P. et al. Digestible tryptophan: digestible lysine ratio on the performance of laying hens. In: International **Poultry Scientific** Forum, Atlanta, GA, USA, 2001a.
- MITCHELL, H. H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. New York: Academic Press, 1964.
- MURAMATSU, T.; HIRAMOTO, K.; TAKASI, I. et al. Effect of protein starvation on protein turnover in liver, oviduct and whole body of laying hens. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.87, p. 227-232, 1987.
- MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V.W. Harper's Illustrated Biochemistry, 26a ed. 2003. Sao Paulo, Ed. Atheneu, 783p.
- MYRIE, S.B.; BERTOLO, R.F.P.; SAUER, W.C.; BALL, R.O. Threonine retention is reduced in diets that increase mucin production in pigs. In Proc 9th Int Symp on Dig Physiol in Pigs (Ed RO Ball), pp 250-252. University of Alberta, Banff, Canada, 2003.
- NARVÁEZ-SOLATE, W.V.; CONTRERAS, W.; PEZZATO, A. C.Efeito da proteína no desempenho de poedeiras leves no segundo ciclo de postura em condições climáticas tropicais. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. 2005, Santos. **Anais**. p.82. Santos: 2005.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. Biossíntese de aminoácidos, nucleotídeos e moléculas. In: **Lehninger princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 975p., 2002.
- OJANO-DIRAIN, C. P. & WALDROUP, P. W. Evaluation of lysine, methionine and PACK, M. Excess protein can depress amino acid utilization. **Feed Mix**, v.3, n.6, p.24-25, 1995.
- PACK, M. Proteína ideal para frangos de corte. Conceito atual. In: COFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, **Anais...** p. 95-110, 1995.
- PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The concept and use of ideal proteins in the feedings of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** p.119-128.
- PEGANOVA, S.; HIRCHE, F.; EDER, K. Requirement of tryptophan in relation to the supply of large neutral amino acids in laying hens. **Poultry Science**, v.82, n.5, p.815-822, 2003.
- PINHEIRO, S. R. F.; BARRETO, S. L. T.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; UMIGI, R. T.; BRITO, C. O.Efeito dos níveis de triptofano digestível em dietas para codornas japonesas em postura. **R. Bras. Zootec**, v.37, n.6, p.1012-1016, 2008.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L.; Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5. p.1182-1189, 2003.

PRIMOT, Y.; CORRENT, E.; MELCHIOR, D.; RELANDEAU, C. Threonine in pigs and broilers: A crucial amino acid for growth and gut function. **Ajinomoto Eurolysine. Technical information** n°31, 2008. Disponível em: [http://www.ajinomotoeurolysine.com/bulletins/ajinomotobulletin\\_31\\_en.pdf](http://www.ajinomotoeurolysine.com/bulletins/ajinomotobulletin_31_en.pdf). Acesso em: 12/01/2014

RECH, O. A.; PINHEIRO, J.P.; FONSECA, N.A.N.; SILVA,C.A.; OBA,A. Efeito da linhagem, espaço na gaiola e nível de triptofano dietético no desempenho de poedeiras comerciais. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1051-1058, out./dez. 2010.

RIBEIRO, M.L.G.; SILVA , J.H.V.; DANTAS, M.O. et al. Exigências nutricionais de lisina para codornas durante a fase de postura, em função do nível de proteína da ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.156-161, 2003.

ROMER, A.S. & PARSONS, T.S. (1981). **Anatomia Comparada**. Mexico, Interamericana

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELLE, J.F.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F. D.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005.

RUSSEL, G.B.; HARMS, R.H. Tryptophan requirement of the commercial hen. **Poultry Science** v.78, p. 1283-1285, 1999.

SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; CECON, P.R. et al. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1846-1853, 2007.

SCHMIDT, M., GOMES, P.C., ROSTAGNO, H.S., TEIXEIRA, A,L,F., NUNES,V,R.,CUPERTINO,E.D. Exigências nutricionais de treonina digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.5, p.1099-1104, 2010.

SCHMIDT, M., GOMES, P.C., ROSTAGNO, H.S., TEIXEIRA, A,L,F.,Nunes,C,G,V., NUNES,V,R. Níveis nutricionais de treonina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.1, p.148-153, 2011.

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; SILVA,E.L. Porque formular dietas para poedeiras com base no conceito de proteína ideal. **Revista Ave World**, v.3, n.3, p.50-57,2005

SMITH, E. L.; HILL, R.L.; LEHMAN, I, R.; LEFKOWITZ, R. J.; HANDLER, P; WHITE, A. **Principles of Biochemistry**. 7ª Ed. P. 639-641, 1983.

STILBORN, H.L.; MORAN, E.T.JR.; GOUS, R.M.; HARRISON, M. D. Effect of age on feather amino acid content in two broiler strain crosses and sexes. *J. Appl. Poult. Res.* 6:205–209, 1997.

STOLL, B.; HENRY, J.; REEDS, P. J.; HUNG, Y.; JAHOOR, F.; BURRIN, D. G. Catabolism dominates the first-pass intestinal metabolism of dietary essential amino acids in milk protein-fed piglets. *Journal of Nutrition*, v. 128, p. 606-614, 1998.

SUIDA, D., 2001. Proteína ideal, energia líquida e modelagem. In: I Simpósio **Technical information** n°31, 2008. Disponível em: <http://www.ajinomotoeurolysine>.

TILLMAN, P. B. **Amino acid nutrition**: Incorporating L-threonine in broiler formula. pp. 66– 75, 2008, in: Proceedings of the 5th Mid-Atlantic Nutrition Conference. N. G. Zimmerman (ed.), Timonium, MD.

TOGASHI, C.K.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N. et al. Determinação de níveis de metionina + cistina para poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo levedura seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p.1426-433, 2002 (supl.).

VALÉRIO, S.R.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, H.S. et al Exigência nutricional de treonina para poedeiras leves e semipesadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, p.518-524, 2000.

VAN CAUWENBERGHE, S.; RELANDEAU, C. **L-Tryptophan supplementation to enhance piglet growth**. Ajinomoto Eurolysine Information, n.23, 2000 (Ajinomoto animal nutrition)

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

WALDROUP, P.W.; MITCHELL, R.J.; PAYNE, J.R. et al. Performance of chicks fed diets formulated to minimize levels of essential amino acids. *Poultry Science*, Champaign, v.55, p.243-253, 1976.

WU, G. Intestinal mucosal amino acid catabolism. *Journal of Nutrition*, v. 128, p. 1249–1252, 1998.

## **CAPÍTULO II**

---

### **EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE TREONINA DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS SEMIPESADAS DE 79 A 95 SEMANAS DE IDADE**

**RESUMO** Objetivou-se determinar as exigências nutricionais de treonina digestível com diferentes relações de treonina: lisina para poedeiras no terceiro ciclo de produção. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da UFPB, Areia PB, Brasil. Foram utilizadas 240 poedeiras semipesadas da linhagem Dekalb Brown, período de 79 a 95 semanas de idade, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco níveis crescentes de treonina digestível (0,447; 0,466; 0,486; 0,505; 0,523%), seis repetições com oito aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em rações com o nível de 0,648% de lisina digestível. Após determinar a lisina digestível, as rações foram formuladas mantendo as relações aminoácidos: lisina digestível, exceto para a treonina, que teve relações crescentes em 69, 72, 75, 78 e 81%. As variáveis avaliadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), produção (%), peso (g), massa de ovo (g/ave/dia), conversão por massa (kg/kg) e por dúzia de ovo (kg/dz), peso (g) e porcentagem (%) de gema, de albúmen e de casca, espessura da casca (mm), gravidade específica, nitrogênio ingerido (g), nitrogênio excretado (g), balanço de nitrogênio (g), coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio (%) e concentração sérica de ácido úrico (mg/dL). Os níveis de treonina na ração apresentaram efeito quadrático sobre a produção de ovos e efeito linear sobre conversão por massa de ovo, conversão por dúzia de ovos e porcentagem de casca. Recomenda-se o nível 0,495% de treonina digestível, o que corresponde à relação treonina: lisina digestível de 76,5%.

**Palavras-chave:** aminoácidos, produção de ovos, proteína ideal, qualidade de ovos

**ABSTRACT:** The objective was to determine the nutritional requirements of different relation with threonine: lysine for laying hens in the third production cycle. The experiment was conducted at the Center for Agricultural Sciences of Paraiba Federal University, Brazil. Were used 240 laying hens of brown-egg lineage Dekalb Brown, a period from 74 to 90 weeks of age, distributed in a completely randomized design with five increasing levels of threonine ( 0.447, 0.466, 0.486, 0.505, 0.523 % ), with six replicates and eight hens/replicate. The treatments consisted of level 0.648 % of digestible lysine. After to estimate the lysine, the diets were formulated keeping relations amino acids: lysine, except for threonine, which had growing relations in 69, 72, 75, 78 and 81 %. It was evaluated: feed intake ( g / bird / day ), production ( % ), weight ( g ), egg mass ( g / bird / day ), egg mass conversions( kg / kg ), egg dozen conversions( kg / dz ), weight (g) and percentage (%) of yolk, albumen and shell , shell thickness (mm ), specific gravity, nitrogen intake (g), nitrogen excretion (g), nitrogen balance (g), coefficient of metabolizable nitrogen (%) and serum uric acid (mg / dL). It was observed a quadratic effect of threonine levels the egg production and linear effect on egg mass conversions, egg dozen conversions and percentage of shell. Recommended level off 0.495% digestible threonine, which corresponds to threonine: digestible lysine and 76.5% which provided optimum results.

**Key Words:** amino acid, egg production, egg quality, ideal protein

## Introdução

A treonina é um aminoácido essencial considerado como terceiro aminoácido limitante para aves (Mc Coy et al. 1935), participando da formação da glicina, que é outro aminoácido essencial, constitui parte das proteínas estruturais, participa da formação da proteína do ovo, além da formação das enzimas digestivas e outras secreções intestinais como muco, células da mucosa, colágeno e proteínas do sistema imunológico (Bisinoto et al., 2007; Sá et al., 2007).

A utilização de L-Treonina industrial oferece flexibilidade para as formulações de ração para poedeiras comerciais, por isso o conhecimento dos requerimentos nutricionais das mesmas em relação a este aminoácido é importante, já que a sua deficiência afeta diretamente na resposta produtiva Huyghebaert & Butler, (1991); Ishibashi et al., (1998); Camps, (2001); Faria et al., (2002).

De acordo com Faria et al. (2002) os resultados disponíveis são divergentes quanto as recomendações de treonina para poedeiras. Teixeira et al. (2005) recomendaram 0,530% ou 625 mg/ave/dia de treonina digestível. Esses níveis variam entre 0,440% (Valério et al., 2000) e 0,538% (Rostagno et al., 2005) para poedeiras semipesadas. Os resultados obtidos por Lima et al., (2009b) corroboram com a recomendação feita por Gomez & Angels, (2009) quando concluíram a pesquisa com diferentes níveis de treonina digestível e metionina digestível, recomendando uma relação ótima de 74% de treonina digestível: lisina digestível.

Cupertino et al (2010) avaliando a exigência de treonina digestível para poedeiras semipesadas durante o segundo ciclo de postura, alimentadas com dietas isoprotéicas e isoenergéticas, concluíram que dietas com 0,465% de treonina digestível, equivalente a uma relação treonina digestível: lisina digestível de 71% para poedeiras semipesadas levam ao máximo desempenho dessas aves. Schmidt et al. (2010) indicaram o nível de 0,467% de treonina digestível para poedeiras semipesadas no período de 79 a 95 semanas de idade.

Com este trabalho objetivou-se determinar as exigências nutricionais de treonina digestível com diferentes relações de treonina: lisina para poedeiras no terceiro ciclo de produção.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Modulo de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, no município de Areia, na região Norte do Estado da Paraíba, a 6°57'48'' de longitude sul e 35o41'30'' de longitude oeste, com altitude de 618 m acima do nível do mar, no período de maio a setembro de 2011.

Foram utilizadas 240 poedeiras semipesadas Dekalb Brown com 79 semanas de idade, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, de acordo com o modelo estatístico:  $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

Onde:

$Y_{ij}$  = observação do tratamento  $i$ , na repetição  $j$ ;

$\mu$  = média geral

$T_i$  = efeito do tratamento  $i$ ;

$e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Contendo cinco tratamentos, seis repetições, com oito aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas, em gaiolas galvanizadas de 25 × 40 × 45 cm. O programa de luz adotado foi o de 16 horas por dia. Nos 15 dias que antecederem o experimento, a produção de ovos foi anotada e a taxa de postura neste período foi utilizada para a uniformização das parcelas. As aves foram avaliadas durante quatro fases de 28 dias cada, totalizando 112 dias.

Os tratamentos possuíam o nível de lisina digestível estimado em 0,648%, este obtido de acordo com a equação sugerida por (Rostagno et al.,2005). Após a obtenção da lisina digestível, as rações foram formuladas mantendo as relações aminoácidos: lisina digestível, exceto para a treonina, que teve relações crescentes em 69, 72, 75, 78 e 81 (Tabela 1). Utilizou-se amido nas rações em níveis decrescente ao aminoácido treonina, para que permanecessem isoenergéticas.

Tabela 1 Composição percentual e nutricional das dietas para poedeiras leves em segundo ciclo de postura.

<b>Ingrediente</b>	
Milho	673,84
Farelo soja	180,91
Calcário	96,97
Farinha de Carne e Ossos	28,4
Óleo de soja	5,37
Fosfato bicálcico	5,16
Sal	4,99
Cloreto de colina	0,70
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,50
Premix mineral <sup>2</sup>	0,50
Antioxidante	0,10
Amido	0,80
DL-Metionina digestível	1,54
L-Triptofano digestível	0,003
L-Treonina digestível	0,20
<b>Total</b>	<b>1000</b>
<b>Composição nutricional calculada</b>	
Energia metabolizável kcal/kg	2800
Proteína bruta (g/kg)	155,10
Cálcio (g/kg)	42,00
Fósforo disponível (g/kg)	3,75
Sódio (g/kg)	2,30
Potássio (g/kg)	5,90
Cloro (g/kg)	3,58
Treonina (g/kg)	4,47
Lisina digestível (g/kg)	6,48
<b>Metionina digestível (g/kg)</b>	<b>3,76</b>
Metionina+cistina digestível (g/kg)	5,90
Triptofano digestível (g/kg)	1,49
Valina digestível (g/kg)	5,83
Arginina digestível (g/kg)	6,48
Isoleucina digestível (g/kg)	5,38
Balanço eletrolítico mEq/kg	155,10
<b>Treonina digestível: lisina digestível</b>	<b>69</b>

<sup>1</sup> Vitamin premix per kg feed: Vit. A - 15.000.000 UI, Vit. D<sub>3</sub> - 1.500.000 UI, Vit. E - 15.000 UI, Vit.B<sub>1</sub> - 2,0 g, Vit.B<sub>2</sub>-4,0 g, Vit B6 - 3,0 g, Vit.B<sub>12</sub> - 0,015 g, Nicotinic acid - 25 g, Pantothenic acid- 10 g, Vit.K<sub>3</sub> - 3,0 g, Folic acid- 1,0 g, <sup>2</sup> Mineral premix per kg feed: Mn, 60 g; Fe, 80 g; Zn, 50 g; Cu, 10 g; Co, 2 g; I, 1 g, Selenium - 250 mg; and vehicle q.s.p., 500 g. <sup>3</sup> Antioxidant.

As variáveis avaliadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), produção (%), peso (g), massa de ovo (g/ave/dia), conversão por massa (kg/kg) e por dúzia de ovo (kg/dz), peso (g) e porcentagem (%) de gema, de albúmen e de casca, espessura da casca (mm), gravidade específica (g/cm<sup>3</sup>), nitrogênio ingerido (g), nitrogênio excretado (g), balanço

de nitrogênio (g), coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio (%) e concentração sérica de ácido úrico (mg/dL).

A avaliação do consumo de ração foi determinada pela diferença entre a ração fornecida e a sobra no final de cada período experimental, sendo corrigida para mortalidade, quando necessário.

A coleta dos ovos foi realizada uma vez ao dia (16:00h), sendo anotados em ficha de frequência de postura, assim como a mortalidade. A produção dos ovos em porcentagem foi calculada dividindo-se a quantidade de ovos totalizados por parcela pelo número de aves, corrigindo pela mortalidade quando existente. Os ovos dos últimos três dias de cada período foram pesados individualmente para a obtenção do peso médio dos ovos.

Os cálculos da massa de ovo foram realizados pelo produto da produção de ovos e do peso médio dos ovos por parcela, dividindo por 100. A conversão alimentar por massa de ovo foi calculada através da relação entre o consumo de ração e massa de ovo produzida. A conversão por dúzia de ovos foi calculada pela relação entre o consumo de ração dividida pelo número de ovos produzidos, sendo esse resultado multiplicado por doze.

Ao final de cada período, foram selecionados quatro ovos por parcela para determinação do peso e porcentagem de gema, de albúmen e de casca, após separação manual destes componentes, onde as cascas foram colocadas em estufa a 105° durante 24 horas. A porcentagem de cada um dos componentes do ovo foi obtida dividindo-se o peso do componente pelo peso do ovo inteiro, multiplicando esse resultado por 100. A espessura da casca foi medida com o auxílio de um micrômetro digital com precisão de 0,001 mm em três pontos na linha mediana do ovo, com os quais se calculou a média aritmética.

A gravidade específica foi determinada pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por Hamilton (1982), antes de cada avaliação, as densidades foram conferidas com decímetro de petróleo. A cada final de período experimental foram selecionados dois ovos por parcela; em seguida, realizou-se imersões dos ovos em diferentes soluções salinas com os devidos ajustes para um volume de 25 litros de água com densidades de variação entre 1,060 a 1,100 com intervalo de 0,0025 g/cbm<sup>3</sup>. Os ovos foram colocados nos baldes com as soluções, da menor para a maior densidade e retirados ao flutuarem, sendo anotados os valores respectivos das densidades correspondentes às soluções dos recipientes.

O ensaio para a determinação do balanço de nitrogênio (BN) foi realizado nos três últimos dias do experimento, quando a ração fornecida foi pesada e acrescida de óxido férrico como marcador. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, por meio de bandejas acondicionadas abaixo das gaiolas, sendo pesadas, homogeneizadas e retiradas amostras de cerca de 20% por parcela. As amostras foram identificadas e congeladas a -20°C para posteriores análises. Ao final dos três dias de coleta, as sobras de rações marcadas foram pesadas para a determinação do consumo pela diferença da ração fornecida. Foi realizada a quantificação do N das dietas experimentais (N ingerido) e das excretas (N excretado) pelo método Micro Kjeldahl para o cálculo do BN, pela diferença entre o N ingerido e o N excretado ( $BN = N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}$ ). O coeficiente de metabolizabilidade foi calculado dividindo-se o valor do BN pelo valor do N ingerido e multiplicando-se por 100.

A excreção de ácido úrico utilizou-se como indicador da qualidade da proteína ingerida pelas aves, pois menos proteína é depositada no músculo e mais ácido úrico é excretado quando as aves recebem na alimentação proteína de baixa qualidade, ou quando são sujeitas ao desequilíbrio de aminoácidos. Foram colhidos 10 ml de sangue por punção cardíaca de uma ave por parcela no último dia do experimento. O soro obtido após a centrifugação do sangue foi estocado a -20°C para posterior análise das concentrações de ácido úrico, através de “kit” comercial (Labtest) e leitura em espectrofotômetro, de acordo com as instruções do fabricante.

As análises estatísticas das variáveis avaliadas foram realizadas de acordo com o programa SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1999) mediante o uso dos modelos de regressão (linear e quadrático).

## Resultados e Discussão

A relação treonina: lisina afetou de forma significativa a produção de ovos, conversão por massa de ovos, conversão por dúzia de ovos, demonstrando que houve aumento da produção de ovos com os níveis crescentes de treonina, assim como melhoras das conversões, os dados sugerem que a treonina proporcionou um ambiente ideal a nível intestinal favorecendo a absorção dos nutrientes no processo digestivo (Tabela 2). As variáveis consumo de ração (CR), peso do ovo (PO) e massa de ovo (MO), não foram afetados de forma significativa pelos níveis de treonina estudados. Cupertino et al.; (2010) estudando as necessidades nutricionais de treonina digestível sendo, 0,380; 0,413; 0,445; 0,478 e 0,511% de treonina digestível e a relação Treonina:Lisina digestível 58, 63, 68, 73 e 78% para aves poedeiras leves e semipesadas no período de 54 a 70 semanas de idade, observaram que os parâmetros produtivos consumo de ração e peso do ovo não foram afetados pelos níveis crescentes de treonina.

Tabela 2 Consumo de ração (CR, g), produção (PR, %), peso (PO, g), massa (MO, g), conversão em massa (CMO, g/g), e em dúzia de ovos (CDZ, g/g) em função das relações treonina: lisina digestível.

Níveis de treonina dig, %	Treonina: Lisina %	CR	PR	PO	MO	CMO	CDZ
0,447	69	116,30	89,79	67,54	60,64	1,92	1,55
0,466	72	114,58	90,27	66,88	60,38	1,89	1,52
0,486	75	114,46	91,01	66,45	60,48	1,89	1,51
0,505	78	111,44	91,34	66,61	60,83	1,83	1,46
0,523	81	110,45	90,40	66,52	60,14	1,83	1,46
Media		113,37	90,56	66,80	60,50	1,88	1,50
CV (%)		2,25	1,99	2,29	3,23	3,69	3,13
Efeito		ns*	Q*	ns*	ns*	L*	L*

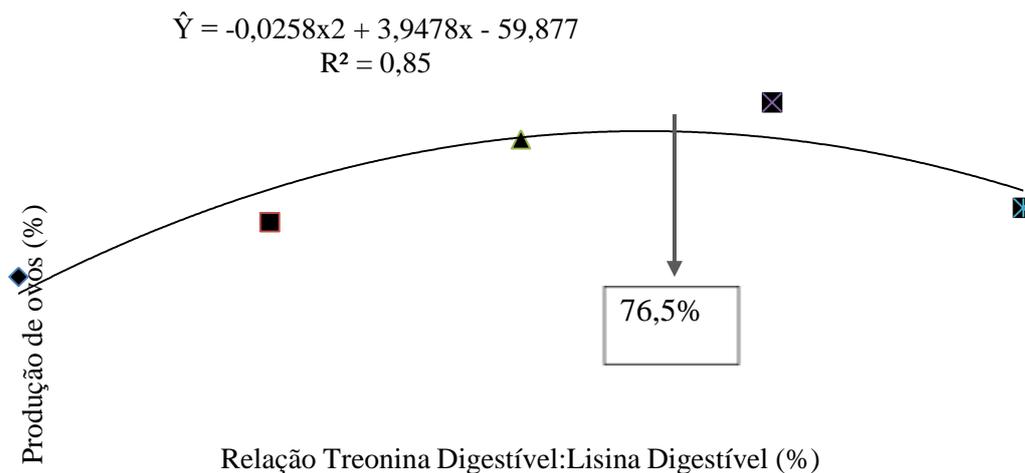
L - efeito linear, Q - efeito quadrático, CV - Coeficiente de variação

Os resultados encontrados para peso de ovo estão de acordo com os resultados encontrados por Huyghebart & Butler., (1991); Ishibashi et al., (1998); Valério et al., (2000) Camps ., (2001); Faria et al., (2002) e Sá et al., (2007) onde não encontraram efeito para essa variável trabalhando com diferentes níveis de treonina.

Assim como apresentados nessa pesquisa, Sá et al., (2007), trabalhando com níveis de treonina digestível variando de 0,410 a 0,550% em rações para poedeiras de

34 a 50 semanas de idade, não observaram influência ( $P>0,05$ ) dos níveis de treonina sobre o consumo de ração, indicando que o menor nível de treonina utilizado na dieta, foi suficiente para suprir as necessidades das aves quanto ao apetite de forma a não alterar o consumo de ração, visto que, de acordo com Andrigueto et al.; (2003), um desequilíbrio aminoácido na ração pode provocar mudanças específicas na concentração de aminoácidos no sangue afetando o apetite das aves. Estes diferem dos resultados Schmidt et al., (2011) que observaram efeitos dos níveis de treonina sobre o consumo de ração estimando a exigência 0,452% o que equivale ao consumo de 441 mg/ave/dia de treonina, e para massa de ovos, o valor encontrado foi 0,501% de treonina, equivalente a um consumo médio diário de 573 mg/ave.

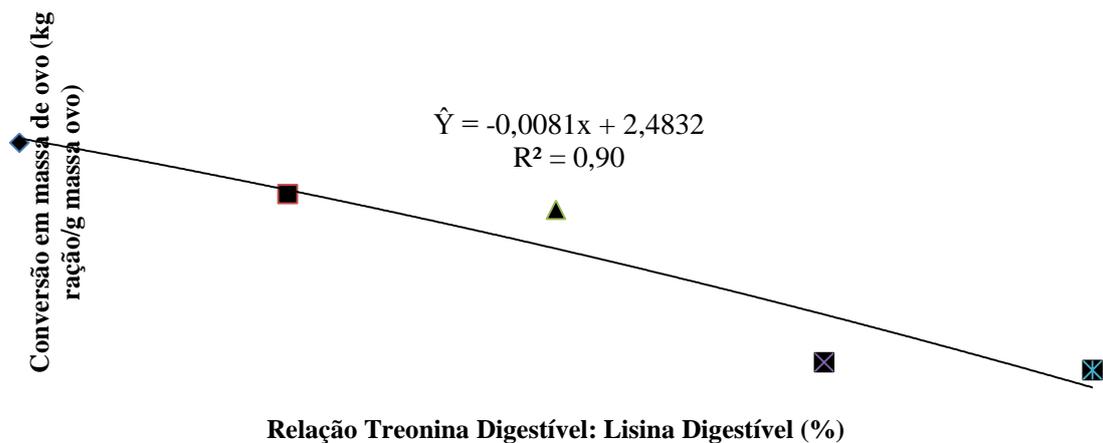
Para a produção de ovos (Figura 1) a análise de regressão revelou comportamento quadrático para esta variável ( $\hat{Y} = -0,0258x^2 + 3,9478x - 59,877$ ;  $R^2 = 0,85$ ) com aumento na produção de ovos, sendo estimada a relação de 76,5% treonina: lisina digestível, correspondendo ao nível de 0,495% de treonina digestível, equivalente a 562 mg/ave/dia de treonina digestível corroborando com Sá et al., (2007) que estimaram a treonina digestível para produção de ovos em 0,499%, correspondente a um consumo médio diário de treonina de 570 mg/ave, resultado este próximo ao encontrado no presente estudo, diferindo dos níveis encontrados por Cupertino et al.; (2010) que observaram que a produção de ovos e a massa de ovos são aumentadas até os níveis de, respectivamente, 0,468 e 0,465%, o que corresponde ao consumo de 508 e 505 mg/ave/dia treonina digestível. Amezcua et al., (1999) indicam uma relação treonina digestível: lisina digestível 68%, Adkins et al., (1958) utilizaram níveis crescente de L-treonina ( 0,42; 0,47; 0,52; 0,57 e 0,62%) obtiveram melhor produção de ovos na ração com 0,42% de L-treonina.



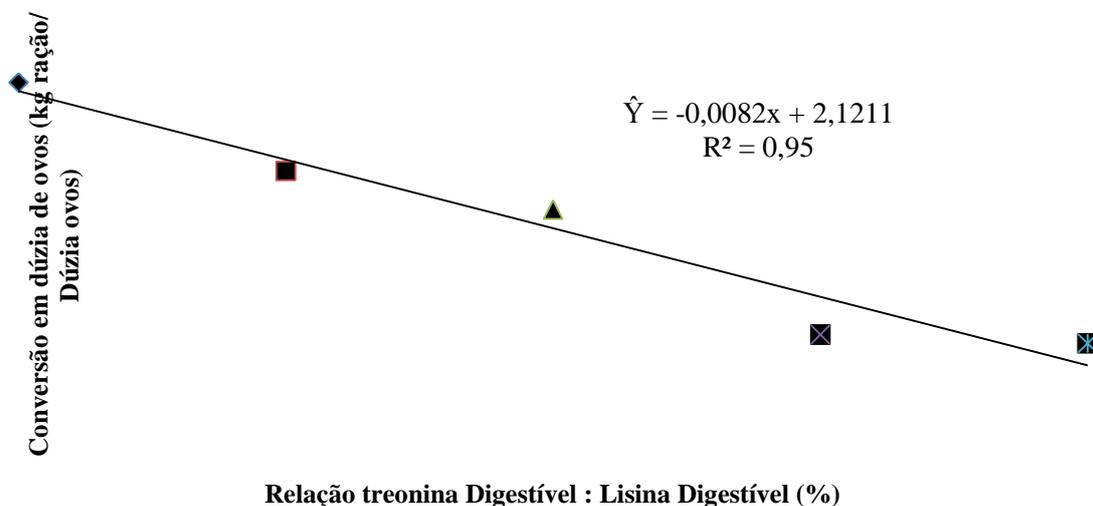
**Figura 1** Produção de ovos das poedeiras semipesadas em função de relações crescentes de treonina digestível: lisina digestível.

Huyghebaert e Butler (1991) ao fornecer rações para poedeiras semipesadas da linhagem Isa-Brown contendo 0,37% de treonina observaram menor taxa de postura (70,7%) quando comparadas com rações contendo 0,51% de treonina e taxa de postura (89,6%). Valério et al.; (2000), ao utilizarem diferentes níveis de treonina (0,025; 0,050; 0,075; 0,100; e 0,125%), observaram que não influenciaram ( $P > 0,01$ ) a produção de ovos das aves leves e semipesadas.

Os níveis de treonina digestível da ração influenciaram de forma significativa a conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos (Tabela 2), (Figuras 2 e 3), observando-se efeito linear. Huyghebaert & Butler, (1991), Yamazaki et al., (1997) e Ishiabashi et al., (1998) também encontraram efeito significativo dos níveis de treonina dietética sobre a melhoria da conversão alimentar. Schmidt et al., (2010) considerando-se a conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos, as exigências de treonina digestível foram estimadas em 0,469; e 0,460%, que correspondem a consumos de, 462 e 446 mg/ave/dia de treonina digestível, respectivamente. Em pesquisa com poedeiras semipesadas de 44 semanas de idade Teixeira et al., (2005) não observaram influência dos níveis de treonina digestível de 0,37 a 0,79% sobre a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, diferindo dos resultados encontrados.



**Figura 2** Conversão alimentar por massa de ovos das poedeiras semipesadas em função de relações crescentes de treonina digestível: lisina digestível.



**Figura 3** Conversão alimentar por dúzia de ovos das poedeiras semipesadas em função de relações crescentes de treonina digestível: lisina digestível.

Não foi observado efeito sobre as variáveis de qualidade de ovos (Tabela 3), concordando com Sá et al.(2007), Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) da influência dos níveis de treonina sobre os índices de gema e de albúmen, durante o período

experimental, corroborando com Valério et al., (2000) e Cupertino et al., (2010) exceto, para porcentagem de casca, que obteve efeito linear. Com o aumento da idade da ave, a porcentagem de casca do ovo tende a diminuir, porem a suplementação com treonina digestível, interferiu de forma positiva, melhorando a porcentagem de casca. Para Fraser et al., (1991), a base da casca do ovo consiste numa matriz proteica, sendo possível que o aumento no consumo de aminoácidos possa influenciar na síntese de proteínas nas membranas da casca. Schmidt et al., (2011) não encontraram efeito significativo ( $P>0,05$ ) quanto a influência dos níveis de treonina sobre os índices de gema e de albúmen para poedeiras leves, seus resultados corroboram com esta pesquisa, e ao avaliarem porcentagem de casca, mostraram que o nível de 0,488% de treonina digestível na ração sofreu um efeito quadrático ( $P<0,01$ ) para porcentagem de casca que equivale a um consumo de 480 mg de treonina/ave/dia.

**Tabela – 3** Efeito dos níveis de treonina digestível: lisina digestível sobre parâmetros de qualidade do ovo. Gravidade específica (GE  $\text{g/cm}^3$ ), espessura de casca (Ecasca mm), porcentagem de casca (casca) e porcentagem de gema (Gema)

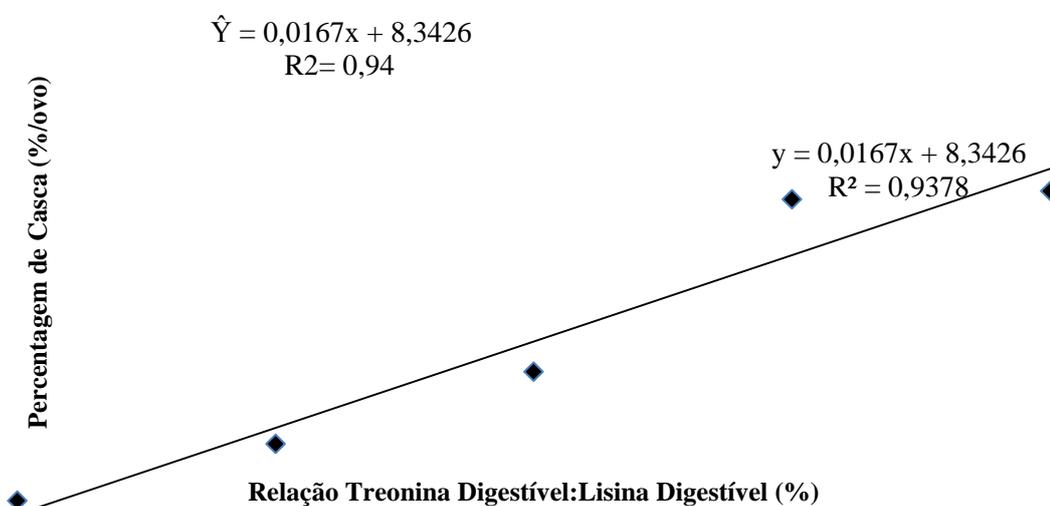
Níveis de treo dig %	Treo: Lis%	GE ( $\text{g/cm}^3$ )	Ecasca (mm)	% Alb	% Casca	% Gema
0,447	69	1,0828	0,583	65,20	9,50	25,30
0,466	72	1,0834	0,588	65,48	9,54	24,98
0,486	75	1,0826	0,585	64,80	9,58	25,62
0,505	78	1,0834	0,587	65,03	9,68	25,29
0,523	81	1,0835	0,592	64,05	9,68	26,27
Media		1,0831	0,587	64,91	9,60	25,49
CV (%)		0,17	2,26	1,93	2,65	4,54
Efeito		ns*	ns*	ns*	L*	ns*

L - efeito linear, Q - efeito quadrático, CV - Coeficiente de variação

Valério et al (2000) afirmam que o nível de 0,510% de treonina não influencia na qualidade interna dos ovos, na conversão alimentar e no ganho de peso sendo suficiente para atender satisfatoriamente ao desempenho e à qualidade interna dos ovos das poedeiras leves e semipesadas, respectivamente. Na análise de ácido úrico no soro (Tabela 4), houve resposta quadrática entre os níveis de treonina digestíveis testados (Figura 5). Os valores de ácido úrico para aves estão relacionados ao metabolismo renal e hepático e são a principal forma de excreção de bases nitrogenadas (Bell, 1971). Estes resultados indicaram que possivelmente tenha ocorrido um desequilíbrio aminoacídico. Pois o possível excesso de aminoácidos na dieta não contribui para melhorar o

desempenho do animal, ou seja, não são utilizados eficientemente. Quando em excesso sofrem desaminação e o nitrogênio é excretado como ácido úrico pelas aves, sendo que esse processo reflete em gasto energético para o animal (Cancherini et al., 2004).

A maior parte do nitrogênio excretado pelas aves está relacionada ao material que não foi digerido e aqueles aminoácidos que estavam em desbalanço em relação aos requeridos para manutenção e produção de ovos (Silva & Costa, 2009). Na Tabela 5, os dados analisados para balanço de nitrogênio apresentaram para todos os tratamentos um balanço de nitrogênio negativo, ou seja, a excreção de nitrogênio foi maior que o consumo. Isto ocorre em aves com idades avançadas devido à alta escamação do epitélio intestinal, reduzindo a capacidade absorviva dos nutrientes.



**Figura 4** Percentagem de casca dos ovos das poedeiras semipesadas em função de relações crescentes de treonina digestível: lisina digestível.

Tabela 4. Efeito dos diferentes níveis de treonina sobre a concentração sérica de ácido úrico (mg/dL), em poedeiras de terceiro ciclo de produção.

Níveis de treonina dig %	Acido Úrico (mg/dL)
0,447	3,43
0,467	3,70
0,487	2,77
0,507	4,27
0,527	5,78
Media	3,99
CV (%)	35,52
Efeito	Q*

Q - efeito quadrático, CV - Coeficiente de variação.

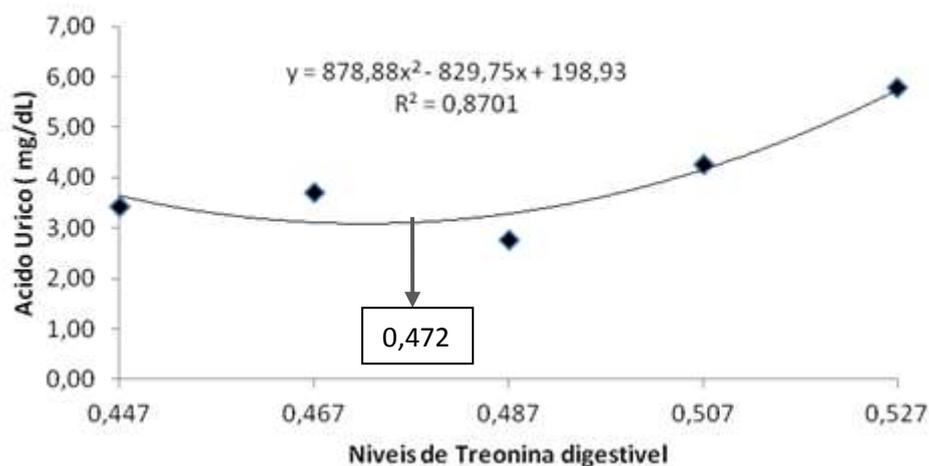


Figura 5. Teores de ácido úrico no soro de poedeiras semipesadas em terceiro ciclo de postura, alimentadas com diferentes níveis de treonina digestível.

Tabela 5. Médias do balanço de nitrogênio dos diferentes níveis de treonina em poedeiras de terceiro ciclo de produção

Níveis de treonina dig %	Treonina: Lis%	N ingerido	N excretado	N retido	BN
0,447	69	1,755	3,427	-1,672	-32,354
0,466	72	1,644	3,362	-1,718	-29,541
0,486	75	1,917	3,177	-1,260	-29,118
0,505	78	2,435	3,578	-1,143	-21,947
0,523	81	1,776	2,922	-1,146	-22,372
Media		1,9053	3,293	-1,388	-27,066
CV (%)		20,01	20,04	-40,21	-49,72

Valério et al. (2000) também recomendaram consumo de treonina digestível de 535 mg/ave/dia (0,440% de treonina digestível) para poedeiras semipesadas de 21 a 36 semanas de idade. Cupertino et al., (2010) recomendou valores de 0,446 e 0,465% de treonina digestível na ração, que correspondem a 487 e 505mg de treonina digestível/ave/dia para poedeiras leves e semipesadas no período de 50 a 70 semanas de idade, respectivamente. Segundo Schmidt et al., (2010) a exigência de treonina digestível de poedeiras semipesadas no período de 79 a 95 semanas de idade é de 0,467%, que corresponde a um consumo de 462 mg de treonina/ave/dia. Amezcua et al., (1999) recomendaram uma relação total treonina:lisina digestível de 0,68%. Sá et al. (2007) estimaram a relação treonina:lisina digestível de 70%, sendo a exigência de

treonina digestível estimada em 0,510 e 0,517% para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente, correspondendo a consumos diários de 583 e 575 mg de treonina/ave para poedeiras leves e semipesadas.

## **CONCLUSÃO**

Recomenda-se um nível de 0,495% de treonina digestível, que corresponde a uma relação treonina: lisina digestível de 76,5% e consumo de 562mg/ave/dia para galinhas poedeiras semipesadas de 79 a 95 semanas de idade.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

- ADKINS, J.S., MILLER, E.C., BIRD, H.R. et al. 1958. An estimate of the threonine requirement of the laying hen. **Poult. Sci.**, 37(6):1362-67.
- AMEZCUA, C.M.; LAPARRA VEGA, J.L.; AVILA GONZALES et al. **Journal Applied Poultry Research**, v. 8, p.236-241, 1999.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I., FLEMMING, J. S., GEMAEL, A., SOUZA G. A., BONA FILHO, A.: *Nutrição Animal*, Editora Nobel, Volume 1 e 2, 2003.
- BELL, D.J., FREEMAN, B.M. (Eds.) **Physiology and biochemistry of the domestic fowl**. London: Academic Press, v.2. p. 921-31, 1971.
- BISINOTO, K.S.; BERTO, D.A.; CALDARA, F.R. et al. Relação treonina:lisina para leitões de 6 a 11kg de peso vivo em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1740-1745, 2007.
- CAMPS, D.M. Dietas bajas en proteínas con suplementación de treonina y triptofano en la alimentación de ponedoras comerciales. **Revista Cubana de Ciencia Avícola**, v.25, p.131-136, 2001.
- CANCHERINI, L.C., JUNQUEIRA, O.M., ANDEREOTTI, M.O. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas para frangos de corte com base no conceito de proteínas bruta e ideal, no período de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2060-2065, 2004.
- CUPERTINO, E.S.; GOMES, P.C.; VARGAS JUNIOR, J.G. et al. Níveis nutricionais de treonina digestível para poedeiras comerciais durante o segundo ciclo de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1993-1998, 2010.
- FARIA, D.E.; HARMS, R.H.; RUSSEL, G.B. et al. Threonine requirement of commercial laying hens fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, v.81, p.809-14, 2002.
- FRASER, C.M. Aspergilose. In: **Manual Merck de Veterinária**. 6.ed. São Paulo: Roca, 1991. p.1439-1440
- GOMEZ, S., ANGELES, M. Effect of threonine and methionine levels in the diet of laying hens in the second cycle of production **J APPL POULT RES** 2009 18: 452- 457.

- HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v.61, p.2022-2039, 1982.
- HUYGHEBAERT, G.; BUTLER, E.A. Optimum threonine requirements of laying hens. **British Poultry Science**, v.32, p.575-582, 1991.
- ISHIBASHI, T.; OGAWA, T.; ITO, S. et al. Threonine requirements of laying hens. **Poultry Science**, v.77, p.998-1002, 1998.
- LIMA, M.R.; COSTA, F.G.P. et al. Qualidade de ovos de poedeiras brancas alimentadas com diferentes relações treonina digestível: lisina digestível. In: Congresso sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos, **CBNA**. Campinas, 2009b.
- MC COY, R.H., MEYER, C.E., ROSE, W.C. Feeding experiments with mixtures of highly purified amino acid. VIII. Isolation and identification of a new essential amino acid. **Journal Biological Chemistry**, v.112, n. 2, p. 195-203, 1935.
- 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, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; CECON, P.R. et al. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1846-1853, 2007.
- SCHMIDT, M., GOMES, P.C., ROSTAGNO, H.S., TEIXEIRA, A,L,F., NUNES, V,R., CUPERTINO, E.D. Exigências nutricionais de treonina digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.5, p.1099-1104, 2010.
- SCHMIDT, M., GOMES, P.C., ROSTAGNO, H.S., TEIXEIRA, A,L,F., NUNES, C,G,V., NUNES, V,R. Níveis nutricionais de treonina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.1, p.148-153, 2011.
- SILVA, J.H.V., COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e européias**. 2ª ed., Ed. FUNEP, Jaboticabal, SP, 110p, 2009

TEIXEIRA, E.N.M.; VILAR DA SILVA, J.H.; SILVA, E.L. et al. Exigência de treonina digestível para poedeiras leves e semipesada. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS** – Trabalhos de Pesquisa. 2005,Santos. Anais... Santos, 2005. p.131.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Central de Processamento de Dados – UFV/CPD. SAEG – **Sistema para análise estatística e genética**. Versão 8.0 Viçosa, MG: UFV, 1999. 54p.

VALÉRIO, S.R.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, H.S. et al Exigência nutricional de treonina para poedeiras leves e semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.518-524, 2000.

YAMAZAKI, M.H.; OHGUCHI, H.; MURAKAMI, M. et al. Available threonine requirement of laying hens. **Japan Poultry Science**, v.34, p.52-57, 1997.

### **CAPÍTULO III**

#### **EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS SEMIPESADAS DE 79 A 95 SEMANAS DE IDADE**

**Resumo** Com o objetivo de determinar as exigências nutricionais de triptofano digestível com diferentes relações triptofano: lisina para poedeiras de terceiro ciclo foi conduzido um experimento no Centro de Ciências Agrárias da UFPB, Brasil. Foram utilizadas 240 poedeiras semipesadas da linhagem Dekalb Brown, período de 79 a 95 semanas de idade, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco níveis crescentes de triptofano digestível (0,143; 0,149; 0,156; 0,162 e 0,169 %), seis repetições com oito aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em dietas isonutritivas com nível de lisina digestível estimado em 0,648%. Após a obtenção da lisina digestível, as rações foram formuladas mantendo as relações aminoácidos: lisina digestível, exceto para a triptofano, que teve relações crescentes em 22, 23, 24, 25 e 26%. As variáveis avaliadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), produção (%), peso de ovo (g), massa de ovo (g/ave/dia), conversão por massa (kg/kg) e por dúzia de ovo (kg/dz), peso (g) e porcentagem (%) de gema, de albúmen e de casca, espessura da casca (mm) e gravidade específica, nitrogênio ingerido (g), nitrogênio excretado (g), balanço de nitrogênio (g) e concentração sérica de ácido úrico (mg/dL). Os níveis de triptofano na ração apresentaram efeito quadrático sobre a produção de ovos e massa de ovo. Recomenda-se o nível 0,153% de triptofano digestível, o que corresponde à relação triptofano: lisina digestível de 24% como sendo a que proporcionou os melhores resultados.

**Palavras-chave:** aminoácido, exigências nutricionais, qualidade de ovos, produção de ovos

**Abstract** The objective of this work is to determine the nutritional requirement of digestible tryptophan of different relation with tryptophan: lysine for laying hens in the third production cycle. The experiment was conducted at the Center for Agricultural Sciences of Paraiba Federal University, Brazil. Were used 240 laying hens of brown-egg lineage Dekalb Brown, a period from 79 to 95 weeks of age, distributed in a completely randomized design with five increasing levels of tryptophan (0,142; 0,149; 0,156; 0,163 e 0,170 % ), with six replicates and eight hens/replicate. The treatments consisted of diets level of 0.648 % digestible lysine. After obtaining the lysine, the diets were formulated keeping relations amino acids: lysine, except for tryptophan, which had growing relations in 22, 23, 24, 25 and 26%. It was evaluated: feed intake ( g / bird / day ), production ( % ), weight ( g ), egg mass ( g / bird / day ), egg mass conversions( kg / kg ), egg dozen conversions( kg / dz ), weight (g) and percentage (%) of yolk, albumen and shell , shell thickness (mm ), specific gravity, nitrogen intake (g), nitrogen excretion (g), nitrogen balance (g), coefficient of metabolizable nitrogen (%) and serum uric acid (mg / dL). It was observed a quadratic effect of tryptophan levels the egg production and egg mass. Recommended level off 0,153% digestible tryptophan, which corresponds to tryptophan: digestible lysine and 24% which provided optimum results.

**Key Words:** amino acid, egg production, egg quality, nutritional requirements

## Introdução

As rações avícolas são constituídas basicamente de milho e farelo de soja, que são fontes de energia e proteína, respectivamente. Entretanto, esses ingredientes não fornecem os aminoácidos essenciais em quantidades suficientes para atender às exigências das aves e maximizar o desempenho.

Os aminoácidos são utilizados predominantemente para a síntese de proteínas, que são os principais componentes estruturais e catalíticos de todos os tecidos. As aves sintetizam alguns aminoácidos, que são chamados de não essenciais ou dispensáveis, porém são incapazes de sintetizar nove deles, que são denominados aminoácidos essenciais ou indispensáveis, os quais devem ser supridos na dieta (D'Mello, 2003).

O triptofano é um dos aminoácidos essenciais que realiza várias funções no metabolismo das aves, atuando como precursor da niacina e da serotonina, além de ser componente das proteínas, importante para o sistema imunológico e tem seus metabólitos envolvidos na regulação do consumo e do estresse. Portanto é fundamental o estabelecimento do nível correto deste aminoácido nas rações, assim como os demais. (Peganova et al., 2003).

A suplementação de L-triptofano contribui para melhor utilização dos outros aminoácidos e da ração em geral, segundo Blundell e Latham (1978), Tackman et al (1990), Mullen e Martin (1992).

As recomendações do NRC (1994) para as exigências de triptofano total de poedeiras leves e semipesadas é de 160 e 175mg/ave/dia, semelhantes às exigências de triptofano total sugeridas por Rostagno et al. (2005) de 171 a 175 mg/ave/dia para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente.

Akiba et al. (1988) demonstraram que o aumento nos níveis de L-triptofano nas dietas reduz a quantidade de gordura no fígado de poedeiras. De acordo com Peganova & Eder (2003a), o aumento das relações de triptofano: lisina de 15 para 24% resultou em aumento no consumo de ração, porém sem efeito sobre os níveis plasmáticos de triptofano ou sobre a massa de ovo produzida.

Quatro experimentos foram realizados por Jensen et al., (1990), que indicaram exigência de triptofano de 168 mg/ave/dia no pico de produção e 124 mg/ave/dia após 50 semanas de idade. Ingram & Little., (1958) constataram que 0,142% era necessário para o desempenho ideal. Bray (1969) verificaram que a exigência de triptofano para galinhas poedeiras e 117 mg /ave/dia.

Ishibashi (1985) utilizou níveis crescentes de 0,086% a 0,32% de triptofano na dieta e verificou que a máxima produção de ovos foi obtida com o nível de 212 mg/ave/dia e que a concentração do triptofano no plasma sanguíneo aumentou com a ingestão do aminoácido, alcançando um platô quando a ingestão foi de 191 mg/ave/dia. Entretanto, Russell & Harms (1999) encontraram valores mais baixos para exigências de triptofano total de (136 mg/ave/dia) para poedeiras leves com 53 semanas de idade.

Tendo em vista os resultados conflitantes sobre a exigência de triptofano, para poedeiras, objetivou-se com este trabalho determinar as exigências nutricionais de triptofano digestível com diferentes relações triptofano: lisina para poedeiras de 79 a 95 semanas de idade.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Modulo de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, no município de Areia, na região Norte do Estado da Paraíba, a 6°57'48'' de longitude sul e 35o41'30'' de longitude oeste, com altitude de 618 m acima do nível do mar, no período de maio a setembro de 2011.

Foram utilizadas 240 poedeiras semipesadas Dekalb Brown de terceiro ciclo de postura, a partir de 79 semanas de idade, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições, com oito aves por unidade experimental. As aves foram avaliadas durante quatro fases de 28 dias cada, totalizando 112 dias.

Nos 15 dias que antecederem o experimento, a produção de ovos foi anotada e a taxa de postura neste período foi utilizada para a uniformização das parcelas.

As dietas foram formuladas de forma que fossem isonutritivas, de acordo com as recomendações sugeridas por Rostagno et al. (2005). O nível de lisina digestível estimado, 0,648%, foi obtido de acordo com a equação sugerida por Rostagno et al. (2005). As rações foram formuladas mantendo as relações aminoácidos: lisina digestível, exceto para triptofano que teve os níveis crescentes de suplementação de 0,00; 0,007; 0,014; 0,021 e 0,028%, obtendo os níveis de 0,143; 0,149; 0,156; 0,162 e 0,169% de triptofano digestível, constituindo-se assim os cinco tratamentos experimentais (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição alimentar e química da ração basal.

<b>Ingrediente</b>	<b>g/kg</b>
Milho	673,84
Farelo soja	180,91
Calcário	96,97
Farinha carne & ossos	28,40
Óleo de soja	5,37
Fosfato bicálcico	5,16
Sal	4,99
Cloreto de colina	0,70
<sup>1</sup> Premix vitamínico	0,50
<sup>2</sup> Premix mineral	0,50
<sup>3</sup> Antioxidante	0,10
Amido	1,00
DL-metionina digestível	1,54
L-triptofano digestível	0,00
<b>Total</b>	<b>1000</b>
<b>Composição nutricional calculada</b>	
Energia metabolizável kcal/kg	2800
Proteína bruta (g/kg)	155,1
Cálcio (g/kg)	42,00
Fósforo disponível (g/kg)	3,75
Sódio (g/kg)	2,30
Potássio (g/kg)	5,90
Cloro (g/kg)	3,58
Treonina (g/kg)	4,27
Lisina digestível (g/kg)	6,48
Metionina digestível (g/kg)	3,76
Metionina+cistina digestível (g/kg)	5,90
<b>Triptofano digestível (g/kg)</b>	<b>1,43</b>
Valina digestível (g/kg)	5,83
Arginina digestível (g/kg)	6,48
Isoleucina digestível (g/kg)	5,38
Balanço eletrolítico mEq/kg	155,16
<b>Triptofano: lisina digestível</b>	<b>22</b>

<sup>1</sup> Vitamin premix per kg feed: Vit. A - 15.000.000 UI, Vit. D<sub>3</sub> - 1.500.000 UI, Vit. E - 15.000 UI, Vit.B<sub>1</sub> - 2,0 g, Vit.B<sub>2</sub>-4,0 g, Vit B<sub>6</sub> - 3,0 g, Vit.B<sub>12</sub> - 0,015 g, Nicotinic acid - 25 g, Pantothenic acid- 10 g, Vit.K<sub>3</sub> - 3,0 g, Folic acid- 1,0 g, <sup>2</sup> Mineral premix per kg feed: Mn, 60 g; Fe, 80 g; Zn, 50 g; Cu, 10 g; Co, 2 g; I, 1 g, Selenium - 250 mg; and vehicle q.s.p., 500 g. <sup>3</sup> Antioxidant.

As aves foram alojadas em gaiolas galvanizadas medindo de 25×40×45 cm o programa de luz adotado foi o de luz por 17 horas.

Os parâmetros avaliados foram consumo de ração (g/ave/dia), produção (%), peso (g), massa de ovo (g/ave/dia), conversão por massa (kg/kg) e por dúzia de ovo (kg/dz), peso (g) e porcentagem (%) de gema, de albúmen e de casca, espessura da casca (mm), gravidade específica e determinação do balanço de nitrogênio.

O consumo de ração foi determinado pela diferença entre a ração fornecida e a sobra no final de cada período experimental, sendo corrigida pela mortalidade, quando necessário.

A coleta dos ovos foi realizada uma vez ao dia às 16h00 h, sendo anotado o número em ficha de frequência de postura, e a mortalidade. A produção dos ovos em porcentagem foi calculada dividindo-se a quantidade de ovos totalizados por parcela pelo número de aves.

A massa de ovo foi determinada pelo produto da produção de ovos e do peso médio dos ovos por parcela. A conversão alimentar por massa de ovo foi calculada através da relação entre o consumo de ração e massa de ovo produzida. A conversão por dúzia de ovos foi calculada pela relação entre o consumo de ração dividida pela produção, sendo esse resultado multiplicado por doze.

Ao final de cada período, os ovos dos três últimos dias de cada período foram pesados individualmente para obtenção do peso médio foram selecionados quatro ovos por parcela, sendo dois para determinação do peso e porcentagem de gema, de albúmen e de casca e dois para gravidade específica.

Após separação e pesagem dos componentes internos dos ovos, as cascas foram colocadas em estufa a  $60^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas. Depois foram pesadas e a espessura da casca foi medida com o auxílio de um micrômetro digital com precisão de 0,001 mm em três pontos na linha mediana do ovo, com os quais se calculou a média aritmética.

A porcentagem de cada um dos componentes do ovo foi obtida dividindo-se o peso do componente pelo peso do ovo inteiro, multiplicando esse resultado por 100.

A gravidade específica foi determinada pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por (Hamilton 1982). Antes de cada avaliação, as densidades foram verificadas e conferidas com decímetro de petróleo, em seguida, realizaram-se imersões dos ovos em diferentes soluções salinas com os devidos ajustes para um volume de 25 litros de água com densidades de variação entre 1,070 a 1,100 com intervalo de  $0,0025\text{ g/cm}^3$ . Os ovos foram colocados nos baldes com as soluções, da menor para a maior densidade e retirados ao flutuarem, sendo anotados os valores respectivos das densidades correspondentes às soluções dos recipientes.

O ensaio para a determinação do balanço de nitrogênio (BN) foi realizado nos três últimos dias do experimento, quando a ração fornecida foi pesada e acrescida de óxido férrico como marcador para indicar o início e final das coletas.

As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, por meio de bandejas acondicionadas abaixo das gaiolas, sendo pesadas, homogeneizadas e retiradas amostras de cerca de 20% por parcela. As amostras foram identificadas e congeladas a -20°C para posteriores análises. Ao final dos três dias de coleta, as sobras de ração marcadas foram pesadas para a determinação do consumo pela diferença da ração fornecida. Foi realizada a quantificação do N das dietas experimentais (N ingerido) e das excretas (N excretado) pelo método Micro Kjeldahl para o cálculo do BN, isto é pela diferença entre o N ingerido e o N excretado (BN = N ingerido – N excretado). O coeficiente de metabolizabilidade foi calculado dividindo-se o valor do BN pelo valor do N ingerido e multiplicando-se por 100.

A excreção de ácido úrico foi avaliada colhendo-se 10 ml de sangue de uma ave por parcela no último dia do experimento. Após centrifugação do sangue, o soro obtido foi estocado a -20°C para posterior análise das concentrações de ácido úrico, através de “kit” comercial (Labtest) e leitura em espectrofotômetro, de acordo com as instruções do fabricante.

As análises estatísticas foram realizadas de acordo com o programa SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1999) mediante o uso dos modelos de regressão a 5% de significância.

### Resultados e Discussão

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos níveis de triptofano digestível no desempenho das aves apenas para produção de ovos e massa de ovo (Tabela2).

Tabela 2. Consumo de ração (CR, g), produção (PR, %), peso (PO, g), massa (MO, g), conversão em massa (CMO, g/g), e em dúzia de ovos (CDZ, g/g) em função das relações triptofano: lisina digestível

<b>Trip %</b>	<b>Trip: Lis%</b>	CR	PR	PO	MO	CMO	CDZ
0,143	22	112,48	87,45	65,75	57,51	1,955	1,543
0,149	23	111,10	88,28	65,97	58,25	1,907	1,510
0,156	24	112,96	88,74	65,91	58,48	1,931	1,527
0,162	25	112,64	88,02	66,15	58,22	1,934	1,535
0,169	26	110,38	85,52	65,62	56,11	1,967	1,548
Média		111,91	87,60	65,88	57,71	1,938	1,532
Efeito		ns	Q*	ns	Q*	ns	ns
CV (%)		1,41	1,41	2,40	3,49	3,88	2,71

Q - efeito quadrático, CV - Coeficiente de variação; ns- não significativo

Observou-se que os níveis de triptofano não influenciaram no consumo de ração das poedeiras. Da mesma forma, Antar et al., (2004) e Deponti et al., (2004) quando trabalharam com galinhas poedeiras avaliando níveis de triptofano nas dietas, não observaram diferenças no consumo de ração entre os tratamentos.

Os resultados obtidos podem ser justificados pelo fato de as aves não terem sido expostas a situações estressantes, ou seja, situações em que o triptofano poderia ser mais exigido, visto que este aminoácido, por ser precursor da serotonina, a mesma promove sensação de bem-estar às aves e, assim, podendo aumentar o consumo.

Para produção de ovos (Figura 1), houve efeito quadrático ( $Y = 223,13 + 26,399x - 0,5586x^2$ ;  $R^2 = 0,97$ ), o nível de 0,153% triptofano digestível proporcionou a máxima resposta para essa variável, correspondendo à relação triptofano: lisina de 24.

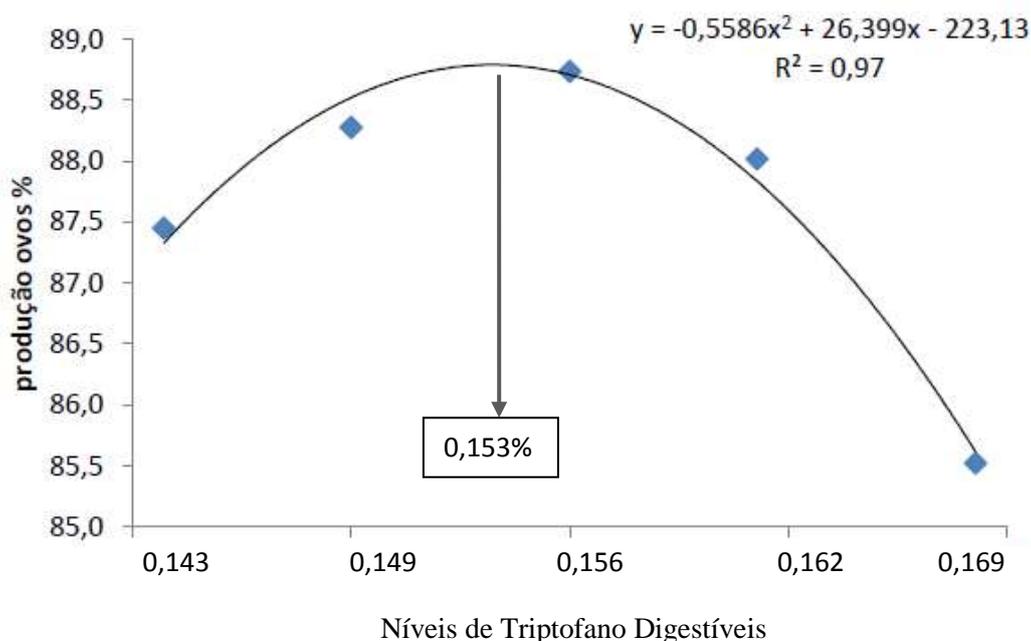


Figura 1. Produção de ovos de poedeiras semipesadas em terceiro ciclo de postura, alimentadas com diferentes níveis de triptofano

Segundo Johnson et al. (2000) a serotonina sintetizada a partir do triptofano pode bloquear a ovulação, pois possui efeito inibitório sobre a liberação do GnRH. Haveria, portanto, menor estímulo para a hipófise liberar os hormônios FSH e LH, que são responsáveis pelo crescimento adequado dos oócitos e pela liberação dos óvulos. É possível que estes fatores tenham contribuído para a queda da produção.

Os resultados corroboram com os encontrados por Harms & Russell (2000), que trabalharam com galinhas poedeiras e verificaram melhoria na produção de 66,2% para

92,7% à medida que níveis crescentes entre 0,12% a 0,18% de triptofano foram adicionados às dietas.

Bregendahl et al. (2008) determinaram para poedeiras leves a exigência de 120mg de triptofano digestível e uma relação ótima de triptofano:lisina de 22%, enquanto que Calderano et al.,(2010) relataram exigência de 142 mg/ave/dia e relação triptofano:lisina de 25,2% para poedeiras leves.

Os dados do presente estudo corroboram com Deponti et al., (2004) que concluíram que níveis abaixo de 15% de triptofano resultaram em queda na produção e massa de ovos.

Não houve efeito sobre peso de ovo nos diferentes tratamentos, corroborando com resultados encontrados por Jensen et al (1990) e Ohtani et al (1989) explica-se pelo fato do peso de ovo está relacionado a uma deficiência de metionina, que é corrigida com níveis crescentes deste aminoácido.

Para massa de ovo verificou-se efeito quadrático ( $Y = -0,4428x^2 + 20,973x - 189,71$ ;  $R^2 = 0,94$ ) ponto de máxima resposta para essa variável corresponde ao nível de 0,153% de triptofano digestível, correspondendo à relação triptofano: lisina digestível de 23,68 (Figura 2).

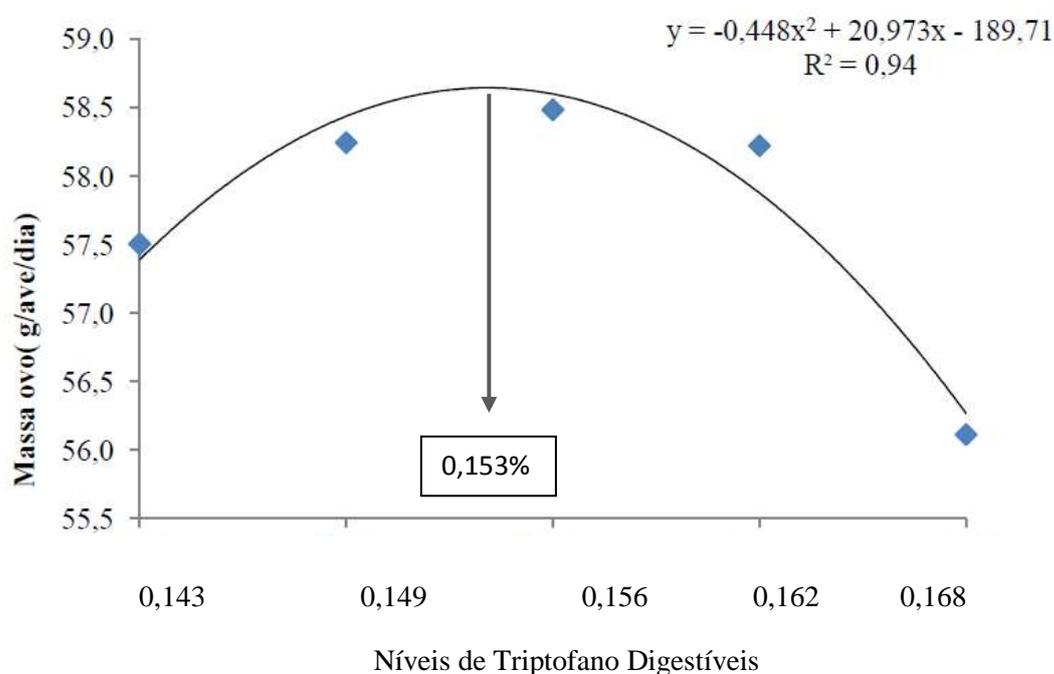


Figura 2. Massa de ovos (g/ave/dia) de poedeiras semipesadas em terceiro ciclo de postura, alimentadas com diferentes níveis de triptofano

Jensen et al. (1990) observaram aumento significativo para massa de ovos, com a suplementação de triptofano, provavelmente associado ao aumento na concentração de proteína. Russell & Harms (1999) encontraram nível de 0,19% de triptofano para melhor obtenção de massa ovo em poedeiras. Ajinomoto (2010) encontrou o nível de 0,15% de triptofano como sendo suficiente para produção de ovos e massa correspondendo a valores de 208,15 mg /ave/dia triptofano total para produção e 214,25 mg /ave/dia de triptofano total para massa de ovo.

Peganova & Eder (2003) e Antar et al (2004) não encontraram efeito significativo dos níveis de triptofano para massa de ovos.

A conversão alimentar não diferiu estatisticamente entre os níveis estudados, estes resultados concordando com Deponti et al. (2004), que não encontraram resultados significativos para essas variáveis trabalhando com diferentes níveis de triptofano nas dietas de galinhas poedeiras.

Ohtani et al. (1989) verificaram que a conversão alimentar de poedeiras alimentadas com rações contendo 0,15% de triptofano aumentou em relação as alimentadas com dietas contendo 0,20% de triptofano. Jensen et al. (1990), encontraram pior conversão ao fornecer rações com teor de triptofano abaixo de 0,16%.

Os níveis de triptofano utilizados não influenciaram a qualidade interna dos ovos, apresentados (Tabela 3). Esses dados corroboram com (Jensen et al 1990), (Ohtani et al 1989) e (Pinheiro et al 2008) quando trabalharam com poedeiras em postura e Deponti et al (2007) determinaram exigências de 161 e 188 mg de triptofano total/ave/dia para produção e massa de ovos respectivamente, porém a qualidade interna dos ovos não foi afetada pelos níveis de triptofano avaliados.

Tabela 3. Efeito dos níveis e relação triptofano digestível: lisina digestível sobre parâmetros de qualidade do ovo, gravidade específica (GE, g/cm<sup>3</sup>), espessura de casca (mm), porcentagem de albúmen (%), casca (%) e gema (%) de poedeiras em terceiro ciclo de produção.

Trip %	Trip : Lis%	GE	Ecasc	%Alb	%casca	%gema
0,143	22	1,0841	0,580	65,14	9,56	25,30
0,149	23	1,0834	0,572	64,72	9,47	25,81
0,156	24	1,0824	0,576	64,79	9,58	25,63
0,162	25	1,0840	0,587	64,93	9,56	25,51
0,169	26	1,0834	0,588	64,74	9,68	25,58
Media		1,0835	0,581	64,86	9,57	25,57
Efeito		ns	ns	ns	ns	ns
C.V(%)		0,14	2,21	1,32	2,74	3,76

L- efeito linear, Q- efeito quadrático, CV- Coeficiente de variação, ns- não significativo.

Não foram encontrados trabalhos envolvendo avaliação de níveis de triptofano sobre ração e a qualidade interna dos ovos. Os dados deste estudo sugerem que a qualidade interna dos ovos não é alterada pela ingestão de triptofano, visto que esse aminoácido não estar relacionado com os constituintes do ovo.

Foi observado que o teor de ácido úrico (Tabela 4) teve resposta quadrática em relação aos diferentes níveis de triptofano utilizados para poedeiras de terceiro ciclo de produção. O nível de 0,146% de triptofano digestível foi o que promoveu um menor efeito sobre o teor de ácido úrico das aves, podendo assim indicar que acima ou abaixo desse nível possivelmente houve um desequilíbrio aminoacídico.

Os valores de ácido úrico para aves estão relacionados ao metabolismo renal e hepático e são a principal forma de excreção de bases nitrogenadas. A excreção de ácido úrico é utilizada como indicador da qualidade da proteína ingerida pelas aves, pois menos proteína é depositada no músculo e mais ácido úrico é excretado quando as aves recebem na alimentação proteína de baixa qualidade, ou quando são sujeitas ao desequilíbrio de aminoácidos (Bell, 1971).

Tabela 4. Efeito dos diferentes níveis de triptofano sobre a concentração sérica de ácido úrico (mg/dL), em poedeiras semipesadas de terceiro ciclo de produção.

Níveis de triptofano digestível %	Ácido Úrico (mg/dL)
0,143	2,67
0,149	3,89
0,156	3,70
0,162	2,31
0,169	4,87
<b>Media</b>	3,49
<b>CV (%)</b>	26,17
<b>Efeito</b>	Q*

Q - efeito quadrático, CV - Coeficiente de variação.

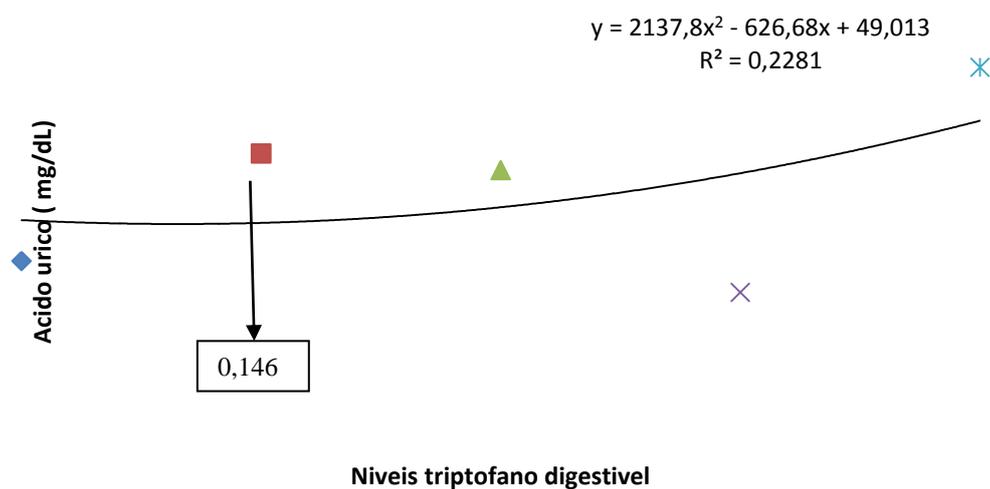


Figura 3. Teor de ácido úrico no soro de poedeiras semipesadas em terceiro ciclo de postura, alimentadas com diferentes níveis de triptofano.

Os dados de balanço de nitrogênio mostram que para os tratamentos houve balanço de nitrogênio negativo, ou seja, a excreção de nitrogênio foi maior que o consumo (Tabela 5). Isto ocorre em aves com idades avançadas devido à alta descamação do epitélio intestinal, reduzindo a capacidade absorptiva dos nutrientes.

Tabela 5. Médias do balanço de nitrogênio dos diferentes níveis de triptofano em poedeiras de terceiro ciclo de produção.

Níveis de trip dig %	N ingerido	N excretado	N retido	BN
0,143	1,789	3,323	-1,533	-30,500
0,149	2,339	3,334	-0,995	-20,182
0,156	1,748	3,563	-1,815	-38,602
0,162	1,965	3,054	-1,089	-23,892
0,169	1,588	3,092	-1,504	-31,812
Media	1,885	3,273	-1,387	-28,997
CV (%)	21,71	24,26	-46,67	-53,74

A maior parte do nitrogênio excretado pelas aves também pode está relacionada ao material que não foi digerido e aqueles aminoácidos que estavam em balanço em relação aos requeridos para manutenção e produção de ovos (Silva & Costa, 2009).

## **CONCLUSÃO**

Recomenda-se o nível 0,153% de triptofano digestível, que corresponde à relação triptofano: lisina digestível de 24% e consumo de 171mg/ave/dia para galinhas poedeiras semipesadas de 79 a 95 semanas de idade em terceiro ciclo de produção.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

- AJINOMOTO. Lisina Cristal. **Ajinomoto Animal Nutrition**.. Disponível em: [http://www.lisina.com.br/lisina\\_cristal.aspx](http://www.lisina.com.br/lisina_cristal.aspx). Acessado em: 01/02/2012. 2010
- AKIBA, J., H. OHTANI, S. SAITOH, H. L-Tryptopnan improves egg production rate and alleviates fatty liver in laying hens. Pages 1034-1036 in: Proc. **XV World's Poultry Congress**, Nagoya, Japan, 7-15-14 Roppengi, Minato-kv, Tokyo, 106, Japan, 1988.
- ANTAR, R.S.; HARMS, R.H.; SHIVAZAD, M. et al. Performance of commercial laying hens when six percent corn oil is added to the diet at various ages and with different levels od tryptophan and protein. **Poultry Science**, v.83, p.447-455, 2004.
- BELL,D.J., FREEMAN,B.M. (Eds.) **Physiology and biochemistry of the domestic fowl**. London: Academic Press,.v.2. p. 921-31,1971.
- BLUNDELL, J. E., AND C. J. LATHAM.. Pharmacological manipulation of feeding behavior: Possible influences of serotonin and dopamine on food intake. Pages 83–109 in Central Mechanism of Anorectic Drugs. S. Garattini and R. Samanin, ed. Raven Press, New York. 1978.
- BRAY,D. J.. Studieswith corn-soya laying diets. Requirements for limiting amino acids—the basal diet and the requirements for isoleucine, lysine and tryptophan. **Poult Science**. 1969
- BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S. S.; KERR, B. et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan and valine relative to lysine for White Leghorn-type hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, v.87, p.744-758, 2008.
- CALDERANO, A. A.; GOMES, P. C. DONZELE, J. L. et al. Níveis de triptofano digestível para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. **In: 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Salvador: UFBA, 27 a 30 de julho de 2010. **Anais**.
- DEPONTI, B.J.; FARIA, D.E.; SILVA, F.H.A. et al. Determinação da exigência de triptofano para poedeiras brancas com 51 semanas de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.6, p.31, 2004.
- D'MELLO, J.P.F. **Amino acids in animal nutrition**. 2nded. Wallingford: CABI Publishing, 2003. 546p.
- HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v.61, p.2022-2039, 1982.
- HARMS, R. H.; RUSSELL, G.B. Evaluation af tryptophan requerimento f the commercial layer by using corn-soybean meal basal diet. **Poultry Science**, v. 79, p. 740-742, 2000.
- INGRAM, G. R., LITTLE, P.L. FURTHER. Studies on methionine, tryptophan and lysine requirements of the laying hens. **Poultry Science**, v.37.p 1214-1215,1958.

- ISHIBASHI, T. Tryptophan requirement of laying hens. *Jpn. Poult. Sci.* 22:256–263, 1985.
- JENSEN, L. S., V. M. CALDERON, AND C. X. MENDONCA, JR. Response to tryptophan of laying hens fed practical diets varying in protein concentration. *Poultry Sci.* 69:1956–1965, 1990
- JOHNSON, A.L. **Sturkie's Avian Physiology**. Chapter 22. Reproduction in the Female. 5.ed. Notre Dame: Indiana 46556..p583, 2000.
- MULLEN, B. J., AND R. J. MARTIN. The effect of dietary fat on diet selection may involve central serotonin. *Am. J. Physiol.* 263:R559, 1992.
- NRC Nutrient requirements of poultry. 9 ed. Washington D.C.: National Academy Press, 155p.1994.
- OHTANI, H., S. SAITOH, H. OHKAWARA, Y. Research note: Production performance of laying hens fed L-tryptophan. *Poultry Sci.* 68:323–326, 1989.
- PEGANOVA, S.; EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine e tryptophan on the performance of laying hens. *Poultry Science*, v.82, n.1, p.100-105, 2003.
- PEGANOVA, S.; HIRCHE, F.; EDER, K. Requirement of tryptophan in relation to the supply of large neutral amino acids in laying hens. *Poultry Science*, v.82, n.5, p.815-822, 2003a.
- PINHEIRO,S.R.F.,BARRETO,S.L.T.,ALBINO,L.F.T. Efeito dos níveis de triptofano digestível em dietas para codornas japonesas em postura. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.6, p.1012-1016, 2008.
- 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, MG: UFV, Departamento de Zootecnia,. 186p, 2005.
- RUSSELL, G. B., AND R. H. HARMS, .Tryptophan requirement of the commercial laying hens. *Poultry Sci.* 78:1283–1285. *Sci.* 48:674–684, 1999.
- SILVA, J.H.V., COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e européias**. 2ª ed., Ed. FUNEP, Jaboticabal, SP, 110p, 2009
- TACKMAN, J. M., J. K. TEWS, AND A. E. HARPER. Dietary disproportions of amino acids in the rat: Effects on food intake, plasma and brain amino acids and brain serotonin. *J. Nutr.* 120:521–533, 1990.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG Sistema para análise estatística e genética**, versão 8.0. Viçosa, MG: Fundação 1999.