

SANDRA REGINA FREITAS PINHEIRO

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO EM DIETAS PARA CODORNA JAPONESA  
EM POSTURA**

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

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006**

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

T

P654n  
2006

Pinheiro, Sandra Regina Freitas, 1971-  
Níveis de triptofano em dietas para codorna japonesa  
em postura / Sandra Regina Freitas Pinheiro. – Viçosa :  
UFV, 2006.  
vi, 52f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 42-45.

1. Codorna - Alimentação e rações. 2. Codorna -  
Nutrição. 3. Aminoácidos na nutrição animal.  
4. Triptofano. I. Universidade Federal de Viçosa. II.Título.

CDD 22.ed. 598.627

SANDRA REGINA FREITAS PINHEIRO

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO EM DIETAS PARA CODORNA JAPONESA  
EM POSTURA**

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

APROVADA: 20 de fevereiro de 2006

---

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino  
(Conselheiro)

---

Prof. Horácio Santiago Rostagno  
(Conselheiro)

---

Prof. Rogério Pinto

---

Dra. Débora Cristine de O. Carvalho

---

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto  
(Orientador)

*A Deus, pela força e ajuda nos momentos difíceis.*

*Aos meus pais, Orestes Rodrigues Pinheiro e Sônia Maria de Oliveira Pinheiro,  
pela minha formação, pelo amor a mim dedicado e pelas orações.*

*Aos meus irmãos, Cláudio, Vânia e Marcelo,  
pela amizade, apoio e paciência.,*

*Aos amigos, pela ajuda necessária.*

**Dedico este trabalho.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa, através do Departamento de Zootecnia, pela acolhida, apoio logístico e oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Sérgio Luiz de Toledo Barreto, pela amizade, ensinamentos, e orientação.

Aos Professores Luiz Fernando Teixeira Albino e Horácio Santiago Rostagno, pela amizade, ensinamentos e sugestões.

Ao professor Rogério Pinto e à Dra. Débora Cristine de Oliveira Carvalho pela colaboração.

Ao professor José Francisco da Silva (Juquinha), pela sincera amizade, força e apoio.

Aos amigos Claudson, Regina, Maurício, Marcelle, Renata, Roque, Robson Jr., Carlos, Weylison, Alfredo, Priscila e Daniel pela ajuda e dedicação na condução do experimento.

Aos Funcionários do setor de Avicultura da UFV, Elísio, José Lino e Mauro.

Aos Funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, Fernando, Vera e Wellington.

Aos Funcionários do departamento de Zootecnia, Márcia, Rosana, Adilson, Venâncio.

À secretária da pós-graduação do DZO/UFV, Celeste pela boa vontade e ajuda em certas ocasiões.

Aos demais colegas de curso, Darcilene, Rafaela, Tatiana, Gustavo, Jefferson, Juliana, Lídson e Roberta, pelo companheirismo e alegrias compartilhadas juntos.

Às demais pessoas que de alguma forma, colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

E ainda, agradeço aos animais que me serviram de suporte para realização desta pesquisa.

## **BIOGRAFIA**

Sandra Regina Freitas Pinheiro, filha de Orestes Rodrigues Pinheiro e Sônia Maria de Oliveira Pinheiro, nasceu em Muriaé, em 05 de janeiro de 1971.

Concluiu o ensino médio em Muriaé, Minas Gerais, em 1988. Em 1999, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em Zootecnia em janeiro de 2004.

Iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia em março de 2004, na mesma universidade, na área de Nutrição de Monogástricos, defendendo tese em 20 de fevereiro de 2006.

## CONTEÚDO

|  | Página |
|--|--------|
| RESUMO   | viii   |
| ABSTRACT   | x      |
| 1 – INTRODUÇÃO   | 1      |
| 2 – REVISÃO DE LITERATURA  | 3      |
| 2.1 – Efeitos dos níveis de proteína bruta da dieta sobre o desempenho 3<br>de codornas e galinhas poedeiras na fase de produção |        |
| 2.2 – Alguns aspectos bioquímicos, metabólicos e nutricionais do 7<br>triptofano   |        |
| 2.3 – Exigência de triptofano para codornas e galinhas poedeiras na 9<br>fase de produção  |        |
| 2.4 – O conceito de proteína ideal na nutrição de codornas   | 12     |
| 3 - MATERIAL e MÉTODOS   | 13     |
| 3.1 - Local e Instalações  | 13     |
| 3.2 - Aves Utilizadas e Manejo   | 13     |
| 3.3 - Delineamento Experimental e Tratamentos  | 14     |
| 3.4 - Variáveis Analisadas   | 17     |
| 3.4.1 – Consumo de ração   | 17     |
| 3.4.2 – Consumo de triptofano  | 17     |
| 3.4.3 – Produção de ovos   | 17     |
| 3.4.4 – Produção de ovos comercializáveis  | 17     |
| 3.4.5 – Peso médio dos ovos  | 18     |
| 3.4.6 – Massa de ovos  | 18     |
| 3.4.7 – Conversão alimentar  | 18     |
| 3.4.8 – Peso de gema, de albúmen e de casca  | 18     |
| 3.4.9 – Porcentagem de gema, de albúmen e de casca   | 19     |
| 3.4.10 – Gravidade específica  | 19     |
| 3.4.11 – Unidade Haugh   | 19     |
| 3.4.12 – Altura do ovo   | 19     |
| 3.4.13 – Diâmetro do ovo   | 20     |
| 3.5 - Análises Laboratoriais e Estatísticas  | 20     |

|  |    |
|--|----|
| 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO                                   | 22 |
| 4.1 - Parâmetros de desempenho produtivo                     | 22 |
| 4.1.1 - Consumo de ração e consumo de triptofano             | 22 |
| 4.1.2 – Produção de ovos e produção de ovos comercializáveis | 25 |
| 4.1.3 – Peso médio dos ovos e massa de ovos                  | 26 |
| 4.1.4 - Conversão alimentar massa de ovos e dúzia de ovos    | 29 |
| 4.2 – Parâmetros de Qualidade do Ovo                         | 30 |
| 4.2.1 – Peso de gema, albúmen e casca do ovo                 | 30 |
| 4.2.2 – Porcentagem de gema, albúmen e casca                 | 32 |
| 4.2.3 – Altura e diâmetro do Ovo                             | 33 |
| 4.2.4 – Gravidade específica e unidade Haugh                 | 35 |
| 5 – CONCLUSÕES   | 37 |
| 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS                               | 38 |
| APÊNDICE   | 42 |

## RESUMO

PINHEIRO, Sandra Regina Freitas. M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2006. **Níveis de triptofano em dietas para codorna japonesa em postura.** Professor Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Professores Conselheiros: Horácio Santiago Rostagno e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Desenvolveu-se um experimento, na seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de determinar a exigência nutricional de triptofano para codornas japonesas de 21 a 30 semanas de idade. Foram utilizadas 400 codornas, com peso inicial de 158,50 gramas e postura média de 84,50%. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, contendo oito blocos, em esquema fatorial 5x3, sendo cinco tratamentos e três períodos experimentais de 21 dias, com oito repetições de dez aves/repetição. Os tratamentos consistiram de cinco dietas com 20% de proteína bruta, suplementada com cinco níveis de L-triptofano (0,000; 0,040; 0,080; 0,120 e 0,160%), fornecendo um total de 0,120; 0,160; 0,200; 0,240 e 0,280% de triptofano digestível, respectivamente. As aves foram homogenizadas segundo a taxa de produção de ovos e distribuídas nas gaiolas. As variáveis estudadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), consumo de triptofano (mg/ave/dia), produção de ovos (%/ave/dia), produção ovos comercializáveis (%/ave/dia), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar (kg de ração/dúzia de ovos e por massa de ovos), peso de gema (g), peso de albúmen (g), peso de casca (g), porcentagem de gema (%), porcentagem de albúmen (%), porcentagem de casca (%), diâmetro do ovo (mm), altura do ovo (mm), gravidade específica (g/cm<sup>3</sup>) e unidade Haugh. As

variáveis consumo de triptofano, produção de ovos, peso de albúmen, peso de casca, porcentagem de casca, altura do ovo, gravidade específica e unidade Haugh apresentaram efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) dos níveis de triptofano nas dietas experimentais. As respostas de desempenho das codornas em postura, respeitando o ajuste estatístico obtido por meio de modelos de regressão linear e quadrática e do modelo descontínuo LRP, e a interpretação biológica, permitem concluir que para se obter o melhor desempenho produtivo, as dietas de codornas devem conter o nível de 0,21% de triptofano digestível, o que resulta no consumo diário de 45,0 mg/ave de triptofano, correspondendo à relação triptofano digestível: lisina digestível de 21%.

## ABSTRACT

PINHEIRO, Sandra Regina Freitas. M.S. Universidade Federal de Viçosa, February of 2006. **Levels of tryptophan in diets for japanese quail in laying.** Adviser: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Committee Members: Horácio Santiago Rostagno and Luis Fernando Teixeira Albino.

An experiment was carried out in the Animal Science Department at the Universidade Federal de Viçosa. The objective was to determine the nutritional requirement of tryptophan for Japanese quail from 21 to 30 weeks of age. Four hundred Japanese quail, with initial weight of 158,49 grams and egg production average of 84,50%. The experimental design was completely randomized blocks, with eight blocks, in a factorial system of 5x3, with five levels of tryptophan and three experimental periods of 21 days each, all treatments were composed by eight repetitions of ten birds per repetition. The treatments consisted in five diets with 20% of crude protein, supplemented with five levels of L-tryptophan (0,000; 0,040; 0,080; 0,120 and 0,160%), providing a total of 0,120; 0,160; 0,200; 0,240 and 0,280% of digestible tryptophan, respectively. The birds were homogeneous according to the egg production rate and distributed in the cages, totally ten birds per cages. The studied variables were: feed intake (g/bird/day), tryptophan intake (mg/bird/day), egg production (%), production of marketable eggs (%/bird/day), egg medium weight (g), egg mass (kg/bird/day), feed conversion (kg intake feed per dozen eggs and kg eggs), weight of yolk (g), weight of albumen (g), weight of shell (g), percentage of yolk (%), percentage of albumen (%), percentage of shell (%), egg width (mm), egg length (mm), specific gravity (g/cm<sup>3</sup>) and units Haugh. Only the tryptophan intake, egg production rate, albumen weight, shell weight,

percentage of shell, specific gravity and unit Haugh show significant effects ( $P < 0,05$ ) by tryptophan levels in the experimental diets. The performance of the quails in posture, respecting the statistical adjustment obtained through models of linear and quadratic regression and broken-line regression model, and the biological interpretation, allow us to conclude that to obtain the best productive performance, the quails diets should contain the level of 0,21% digestible tryptophan, what results in the daily intake of 45,0 mg per bird of tryptophan, corresponding to the relation of digestible tryptophan: digestible lysine ratio of 21%.

## **1- INTRODUÇÃO**

A avicultura brasileira representa um importante setor da atividade econômica, colocando o país em um patamar elevado de produção, gerando rendas e divisas com a comercialização de seus produtos.

A criação de codornas japonesas, destinada à produção de ovos e de carne, tem-se destacado devido a seu rápido crescimento, baixo consumo de ração, maturidade sexual precoce, longevidade em alta produção, pequeno espaço para criação, baixo investimento e rápido retorno financeiro. Assim, ela tem recebido lugar de destaque na avicultura brasileira, surgindo interesse por parte dos produtores rurais na criação destas aves, o que tem impulsionado sua evolução e aumentado as pesquisas com o intuito de melhorar cada vez mais a qualidade de seus produtos.

Os estudos dos níveis nutricionais na produção avícola são um dos fatores que merecem destaque, uma vez que aproximadamente 70% do custo de produção são provenientes da alimentação.

Existem poucos trabalhos de pesquisa no Brasil, sobre as exigências nutricionais de codornas japonesas. Dentre estes, há controvérsias entre os resultados já publicados, fazendo-se necessário realizar mais pesquisas referentes às exigências nutricionais na fase de postura, para a adoção de programas corretos de alimentação (Murakami, 2002).

O uso freqüente das tabelas estrangeiras para a formulação de dietas é devido ao fato de que ainda não possuímos uma tabela brasileira de exigência nutricional para codornas.

Vale ressaltar, que dentre as pesquisas na área de nutrição de codornas japonesas em fase de postura, aquelas referentes à proteína e à energia são as mais estudadas, e na avaliação dos níveis de exigências dos aminoácidos essenciais, a maioria das pesquisas têm se concentrado nos aminoácidos: lisina, metionina e metionina + cistina (met + cis), sendo que com treonina e com triptofano ainda não possuem pesquisas nacionais investigando suas exigências, evidenciando uma carência em pesquisas abrangendo todos os aminoácidos essenciais para codornas japonesas.

A proteína e a energia são responsáveis pela maior parte dos custos de produção das dietas para as aves, podendo representar até 90% dos custos, influenciando o retorno financeiro da criação (Oliveira & Almeida, 2004).

Sabe-se que a dieta contendo excesso de um aminoácido leva à redução do consumo de alimento e à diminuição do metabolismo, gerando incremento calórico desnecessário com produção elevada de ácido úrico e excessivo consumo de água (Zavieiro, 1993).

Neste contexto, fica evidente a importância do estudo da suplementação aminoacídica em dietas com redução de proteína bruta (PB), para codornas japonesas na fase de postura, buscando a maximização do desempenho dos animais e a redução dos custos, bem como a redução dos efeitos poluentes. Portanto, torna-se necessário estabelecer o nível de exigência dos aminoácidos essenciais para esta espécie, visto que existem poucas pesquisas nesta área e que, muitas vezes, as formulações das dietas tem-se baseado em tabelas internacionais ou naquelas de outras espécies de aves.

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho determinar a exigência nutricional de triptofano digestível para codorna japonesa no período de 21 a 30 semanas de idade.

## **2- REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1- Efeito dos níveis de proteína bruta da dieta sobre o desempenho de codornas e de galinhas poedeiras na fase de produção.**

Os alimentos protéicos são responsáveis pela grande parcela dos custos das dietas, e como a maioria dos custos de produção animal são devidos à alimentação, torna-se necessário a formulação de dietas balanceadas, evitando o excesso de nutrientes que não serão metabolizados, gerando aumento de custos e poluição ambiental.

Muitos fatores estão envolvidos na exigência de proteína, como por exemplo, a taxa de crescimento, balanço e disponibilidade de aminoácidos, produção e peso das aves e peso dos ovos. Assim, à medida que a produção de ovos declina durante o ciclo de postura, as necessidades de proteína diminuem também, uma vez que a exigência depende da proteína necessária para manutenção da ave e para a produção de ovos (Murakami, 2002).

Tendo em vista este fato, o conhecimento da exigência protéica para poedeiras em fase de produção é de fundamental importância, pelo fato de que ao contrário da energia, a proteína não é, segundo Oliveira & Almeida (2004), armazenada no organismo, logo há necessidade de fornecimento diário.

Sabe-se ainda que, a exigência protéica está relacionada com o valor energético da dieta, uma vez que as aves reduzem o consumo quando alimentadas com dietas possuem um alto teor energético.

A qualidade da proteína, devido ao balanço de aminoácidos contidos, também é um importante aspecto a ser considerado na formulação de dietas. Estudando a exigência de proteína e o desequilíbrio de aminoácidos para codornas japonesas, Straznicka (1990), utilizou duas diferentes fontes de proteína na dieta, caseína e albúmen de ovos, e verificou que a dieta com caseína por ser rica nos aminoácidos lisina, histidina e tirosina, causou um desequilíbrio, afetando o desempenho das aves, principalmente nas dietas que possuíam baixa concentração protéica. Este mesmo autor, relatou ainda que os animais conseguem tolerar uma concentração elevada de aminoácidos, porém isso irá depender do conteúdo protéico da dieta, ou seja, dietas que possuem um desequilíbrio em aminoácidos irão demandar maior concentração protéica. Os mecanismos pelos quais os animais conseguem tolerar essa concentração mais elevada em aminoácidos, segundo o autor ainda é pouco compreendido. Sabe-se que, concentrações elevadas dos aminoácidos provocam diminuição no consumo de ração e conseqüentemente diminui o crescimento, estes são, portanto, indícios de uma dieta que possui desequilíbrio em aminoácidos.

As exigências para formulação das dietas para codornas têm sido baseadas na percentagem de PB. O National Research Council (NRC) (1994), recomenda os níveis de 20% de PB para codornas em fase de produção e 15 e 16,5% PB, para um consumo de 100 e 110 g ração/ave/dia, para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente. Rostagno et al. (2005) recomendam 15% PB, para um consumo de 110 g/dia com 2.700 Kcal de energia metabolizável (EM)/kg, para galinhas poedeiras leves.

Avaliando o efeito de diferentes níveis de proteína na dieta de codornas japonesas, nas fases de crescimento e de postura, Annaka et al. (1993) verificaram que o ganho de peso, a produção, o tamanho e a massa de ovos, aumentaram devido ao aumento de PB das dietas. Desse modo, foi sugerido para o máximo ganho de peso e massa de ovos, os níveis de 20,8 e 19,4% PB em dietas contendo 3.000 e 2.900 Kcal de EM/kg, respectivamente.

Estudando diferentes níveis de proteína em dietas para codornas durante a fase de postura, Mattos Filho et al. (1999), testaram dietas com 16, 20 e 24% de PB, sendo todas isoenergéticas (2.700 Kcal de EM/kg) e concluíram que para obtenção de melhores pesos dos ovos, estas deveriam ter 20 ou 24% de PB, todavia, como não há

remuneração para o tamanho dos ovos, a recomendação foi para a utilização de dietas com 16% de PB.

Utilizando codornas japonesas, Soares et al. (2003), avaliaram a exigência de proteína durante o período de crescimento (7 a 35 dias) e de produção (42 a 98 dias), e sugeriram que para melhor ganho de peso, produção de ovos e conversão alimentar, os níveis de 23,08 e 21,95% de PB na dieta seriam os mais indicados, nos respectivos períodos.

Trabalhando com diferentes níveis de proteína e energia em dietas para codornas japonesas na fase de produção, Murakami et al. (1993) concluíram que o melhor desempenho produtivo, foi obtido para o grupo de aves alimentadas com dieta contendo 18% de PB e 2.700 Kcal de EM/kg. No entanto, Shrivastav (2002), utilizando o mesmo nível de energia (2.700 kcal de EM/kg), sugere que na fase de produção, as dietas para codornas japonesas deveriam ser formuladas com 19% de PB.

Estudando os efeitos de níveis de proteína (16, 18, 20, 22 e 24% PB) e níveis de energia (2.850, 2.950 e 3.050 Kcal de EM/kg) para codornas japonesas em postura, Pinto et al. (2002) verificaram que para melhor produção de ovos, peso e massa de ovos, a dieta deveria conter 22,42% de PB e 2.850 Kcal de EM/kg. Posteriormente, Freitas et al. (2005) avaliando diferentes níveis de PB (16, 18, 20 e 22%) e de energia metabolizável (2.585, 2.685, 2.785 e 2.885 Kcal de EM/kg) na dieta sobre o desempenho de codornas em postura, verificaram que para maior produção de ovos e melhor conversão alimentar, a dieta deveria conter 18% de PB e 2.585 Kcal de EM/kg. Entretanto, se o objetivo for a obtenção de ovos mais pesados, o nível de proteína deveria ser aumentado para 21,16%.

Andrade et al. (2003), testando dietas para poedeiras em pico de produção, com diferentes níveis de proteína, suplementadas com aminoácidos sintéticos, não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis produção de ovos, conversão alimentar (kg/kg e kg/dz de ovos), consumo de ração e peso dos ovos. Desse modo, concluíram, que é possível reduzir a proteína da dieta para 15% quando suplementada com metionina e lisina, sem prejuízo no desempenho das aves. Já Silva et al. (2003), avaliando o efeito da redução de PB da dieta de 16,5 para 15,2 e para 14%, suplementadas com diferentes níveis de aminoácidos essenciais, lisina e met

+ cis; observaram que a redução da proteína de 16,5 para 15,2%, atendendo as exigências de lisina ou met + cis, poderia ser usado sem afetar o desempenho das poedeiras comerciais.

As codornas e as galinhas poedeiras apresentam comportamento semelhante, alterando o consumo de ração em função do nível de energia da dieta, causando conseqüentemente, menor consumo protéico para aquelas aves alimentadas com dietas contendo níveis mais baixos de proteína, refletindo assim no peso dos ovos.

Visando avaliar o desempenho de galinhas poedeiras em várias idades (18 a 30 semanas), com a adição de 6% de óleo de milho na dieta e com diferentes níveis de triptofano (0,166; 0,176 e 0,193%), proteína (14; 15 e 16%) e energia (2.800 e 3.200 Kcal de EM/kg), Antar et al. (2004), conduziram três experimentos e verificaram que, o consumo de ração de todas as aves alimentadas com dietas que continham 6% de óleo de milho, foi reduzido significativamente em média seis gramas. Esses autores concluíram que a dieta de poedeiras deveria conter um alto nível de triptofano (0,193%) para obter aumento no peso dos ovos, quando fosse adicionado óleo de milho na dieta. Relataram ainda que, as poedeiras consomem ração para adquirir o necessário para máxima produção de ovos e que o consumo em aminoácidos irá determinar o peso dos ovos. Como pode ser observado, o peso dos ovos é positivamente influenciado pela ingestão diária de proteína, visto que as poedeiras não conseguem reservar proteína eficientemente, dependendo de um consumo diário adequado. Dessa forma, o aumento no peso dos ovos, é devido a uma quantidade de proteína diária ingerida, sendo suficiente para suprir as exigências de produção de ovos mais pesados (Pinto et al., 2002). Conseqüentemente, haverá melhoria sobre a massa de ovos, devido ao adequado consumo protéico, já que essas variáveis peso de ovos e massa de ovos estão positivamente correlacionadas.

Assim, é fundamental que a concentração de proteína e o consumo de ração estejam adequados para que as aves possam atingir a produção de ovos desejada.

## **2.2- Alguns aspectos bioquímicos, metabólicos e nutricionais do triptofano**

Os aminoácidos constituem as proteínas e são resultantes da digestão e absorção das proteínas dietéticas ou podem ser adicionados à dieta na sua forma livre (sintéticos), sendo necessários para a manutenção e produção em todas as espécies animais, incluindo as aves. Dessa forma, os aminoácidos podem servir para uma variedade de funções metabólicas e ainda como precursores de muitos constituintes não protéicos no corpo.

Devido à proteína corporal estar em estado dinâmico de síntese e de degradação, simultaneamente uma ingestão adequada de aminoácidos dietéticos é exigido diariamente (Murakami, 2002).

Os aminoácidos têm funções específicas, ou seja, não são importantes apenas por fazer parte das proteínas, e isto deve ser considerado, quando suas exigências são determinadas.

O triptofano pertence ao grupo dos aminoácidos R-aromáticos, com cadeias laterais aromáticas e relativamente apolar, hidrofóbico. A quebra do triptofano é a mais complexa de todas as vias do catabolismo dos aminoácidos nos tecidos animais. Porções do triptofano (que possui um total de seis átomos de carbono) liberam acetil-CoA por duas vias diferentes, uma por meio do piruvato e a outra por meio do acetoacetil-CoA. Alguns dos intermediários no 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 que é também chamado de niacina ou vitamina B<sub>3</sub>, é derivado do triptofano e sua síntese é possível devido ao suprimento adequado de triptofano na dieta. Uma dieta deficiente em triptofano e em nicotinato pode levar à dermatite, diarreia e demência (Berg, 2001).

O triptofano é também o precursor, por uma via diferente, do neurotransmissor serotonina. 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).

Alguns trabalhos são realizados visando testar o efeito sedativo do triptofano, via serotonina. Savory et al. (1999), utilizaram uma dieta suplementada com 20 g triptofano/kg, e verificaram a redução significativa nos danos causados pela bicagem nas penas em galinhas da raça bantam (galinhas anãs) de 4 e 6 semanas de idade com a dieta teste em comparação com a dieta controle, sem suplementação de triptofano. Entretanto, Guandolini et al. (2004), avaliando a imobilidade tônica e a agressividade em codornas na fase de recria, com a inclusão de triptofano na dieta, relataram que não houve diferença nas alterações de agressividade e nem na resposta de imobilidade tônica, nos níveis de triptofano que foram testados.

O triptofano pertence à classe dos aminoácidos ditos como essenciais, ou seja, não são produzidos pelo animal ou são produzidos em velocidade muito lenta, não satisfazendo às suas necessidades. Dependendo da dieta, ele pode ser considerado como terceiro aminoácido limitante para aves, seguido da metionina e de lisina.

O triptofano pode ser suplementado em dietas, na sua forma sintética L-triptofano, com 99,3% de digestibilidade para aves. Atualmente não é economicamente viável a sua suplementação, visto que, normalmente as dietas compostas de milho e de farelo de soja possuem quantidades adequadas deste aminoácido. No caso da utilização de ingredientes alternativos, deficientes em triptofano e em dietas formuladas com base na proteína ideal, a sua suplementação é indicada, pois oferece aos nutricionistas, a possibilidade de balanceamento das dietas, permitindo maior flexibilidade na formulação das mesmas.

### **2.3- Exigência de triptofano para codornas e galinhas poedeiras na fase de produção.**

Atualmente os níveis de exigências dos aminoácidos essenciais estabelecidos para codornas têm sido, muitas das vezes, baseados em tabelas estrangeiras, envolvendo aves que possuem linhagens, manejo e condições ambientais diferentes das encontradas em nosso país. Isso é atribuído à escassez de pesquisas nacionais para esta espécie animal.

Como são poucos os trabalhos de pesquisas, principalmente no Brasil, avaliando os níveis de exigências nutricionais dos aminoácidos essenciais para codornas, muitos pesquisadores têm feito extrapolações dos resultados encontrados com galinhas poedeiras para codornas. A princípio, esta extrapolação parece incorreta, uma vez que um dos fatores que influenciam no aproveitamento de um determinado alimento, é a taxa de passagem pelo trato digestivo, que está relacionada com uma série de variáveis, como a quantidade de alimento ingerido, a composição do alimento, o conteúdo de umidade, frequência e tempo de fornecimento do alimento, além das variáveis individuais (Murakami, 2002). Embora, conscientes das diferenças existentes entre as codornas japonesas e galinhas poedeiras comerciais, muitos trabalhos avaliando as exigências nutricionais para codornas são comparados às exigências de poedeiras, visto que esta espécie animal é a que mais se assemelha às codornas japonesas.

De acordo com o NRC (1994), a exigência de triptofano total para codornas japonesas em fase inicial e de reprodução é de 0,22 e 0,19%, com 24 e 20% de PB e 2900 Kcal de EM/kg de ração, respectivamente.

Shim & Lee (1993), reportaram que para ótima produção de ovos e eficiência alimentar, as dietas de codornas em postura devem conter em aminoácidos totais, 1,0% de lisina, 0,43% de metionina, 0,18% de triptofano e 0,63% de treonina.

Segundo a tabela do INRA (1999), as dietas para codornas na fase de produção formuladas com 2.800 e 3.000 Kcal de EM/kg, devem conter 0,21 e 0,22% de triptofano total, respectivamente.

Allen & Young (1980), utilizando uma dieta de farelo de soja e de caseína, suplementadas com aminoácidos essenciais e ácido glutâmico, procurando determinar

as exigências de proteína e de aminoácidos essenciais totais para codornas, visando a máxima produção de ovos, concluíram que a exigência de lisina é 0,86; met + cis é 0,68; triptofano é 0,17; treonina é 0,67; arginina é 1,13; histidina é 0,38; isoleucina é 0,81; leucina é 1,28; fenilalanina + tirosina é 1,25 e valina é 0,83%.

Trabalhos realizados por Shim & Vohra (1984), determinaram a exigência de 0,25% de triptofano total; porém Shrivastav & Panda (1990), quando determinaram a exigência de triptofano total para codornas japonesas, relataram a exigência de 0,18%. Entretanto, Leeson & Summers (1991), discordaram dos autores anteriores, recomendando 0,22% de triptofano total na dieta de codornas na fase de produção.

A tabela AEC (1987), recomenda a exigência de 0,20% triptofano total para a fase de 0 a 3 e 0,19% para a fase de 4 a 7 semanas de idade, com 24,50 e 19,50% de PB e 2.900 e 3.100 de Kcal EM/kg de ração, respectivamente.

Parece que a exigência de triptofano para codornas são próximas daquelas sugeridas para galinhas poedeiras comerciais. Todavia, o consumo de ração das codornas é grandemente diferenciado daqueles observados para poedeiras comerciais, assim, o consumo de triptofano exigido para codornas em termos de mg/dia é bem inferior ao exigido por galinhas poedeiras. Rostagno et al. (2005) recomendam 0,174 e 0,155% de triptofano digestível para galinhas poedeiras leves, com o consumo de 105 e 108 g/dia, em dietas contendo 2.900 e 2.800 kcal de EM/kg, respectivamente.

Determinando a exigência de triptofano total para poedeiras leves de 53 a 59 semanas de idade, mantidas em condições de altas temperaturas, Russell & Harms (1999), observaram aumento na produção de ovo, na massa do ovo, no consumo de ração e no conteúdo dos ovos com o aumento de triptofano na dieta. No entanto, o peso dos ovos não foram alterados. Os autores sugeriram 157 mg de triptofano total/ave/dia para uma máxima produção.

Em outro experimento, Harms & Russell (2000) avaliando a exigência de triptofano total para poedeiras leves de 28 a 36 semanas de idade, submetidas a condições de altas temperaturas, utilizaram diferentes níveis de triptofano variando de 0,12 a 0,18% nas dietas e uma dieta controle com 0,20% deste aminoácido. Os níveis de proteína e de outros aminoácidos, também variaram com o aumento dos níveis de triptofano nas dietas, visando assegurar que o triptofano sempre fosse o primeiro

aminoácido limitante. Os autores observaram que a produção de ovos, peso dos ovos, consumo de ração e conteúdo dos ovos aumentaram, conforme níveis crescentes de triptofano foram adicionados nas dietas. A produção de ovos das galinhas que receberam dieta com 0,12% em relação às alimentadas com dieta contendo 0,17% de triptofano total aumentou em 40%. Desta forma, foram sugeridos 139,8 e 185mg de triptofano total/ave/dia para máxima produção e peso dos ovos, respectivamente.

Para máxima produção de massa de ovos diária, Peganova & Eder (2003), quando trabalharam com poedeiras Lohmann Brown de 25 a 28 semanas de idade, concluíram que o consumo de 175 mg de triptofano total/ave/dia seria suficiente para máxima massa de ovos e este resultado está de acordo com NRC (1994).

Em outro momento, Peganova et al. (2003), realizaram um experimento com seis níveis de triptofano total (1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0 e 2,5) e dois níveis de aminoácidos neutros de cadeia ramificada (LNAA) - isoleucina, valina, leucina, fenilalanina e tirosina - suplementados em adequado e em altas concentrações nas dietas. Os autores estavam preocupados com a possível depressão no desempenho causado pela excessiva concentração de isoleucina nas dietas, pois de acordo com Tackman et al. (1990), o triptofano também compete com os aminoácidos de cadeia ramificada nos processos de passagem pela barreira hemato-encefálica. Os resultados deste experimento mostraram que o grupo de aves que receberam dietas com altos níveis de LNAA requerem menor quantidade de triptofano para obter uma ótima produção e massa de ovos diária. Todavia, em altas concentrações de LNAA, as aves perderam mais peso, para aqueles níveis em que o triptofano apresentaria melhor produção e massa de ovos, sugerindo que dietas com suplementação de LNAA combinado com baixos níveis de triptofano, aumenta a mobilização do triptofano corporal, para ser utilizado na formação de massa de ovos. Os autores sugeriram o consumo de triptofano para ótima produção e massa de ovos diária de 184 e 198 mg/ave/dia, respectivamente, para dietas que contenham concentrações adequadas de LNAA. Por outro lado, quantias maiores foram recomendadas por Deponti et al. (2004), quando determinaram a exigência de triptofano total para poedeiras comerciais Hisex White, com 51 semanas de idade. Esses autores concluíram que níveis abaixo de 0,15% de triptofano resultaram em queda na produção e massa de ovos e sugeriram a ingestão de

208 e 214 mg de triptofano total/ave/dia, o que resulta em máxima produção e massa de ovos, respectivamente.

De acordo com os trabalhos de pesquisas mencionados acima, é possível concluir que existem grandes variações nos resultados publicados sobre as exigências nutricionais de triptofano para codornas japonesas e galinhas poedeiras. Somente algumas características de desempenho das poedeiras, são negativamente afetadas por níveis dietários baixos de triptofano como 0,13% e que a determinação das exigências de triptofano é influenciada pela característica considerada e pelo modelo de análise de regressão utilizado para o ajuste dos dados obtidos (Faria & Santos, 2005).

#### **2.4 – O Conceito de proteína ideal na nutrição de codornas**

A formulação de dietas para codornas japonesas têm sido baseada no conceito de proteína bruta, resultando em dietas com conteúdo de aminoácidos em excesso. Qualquer aminoácido que esteja em excesso relativo em comparação ao primeiro aminoácido limitante será oxidado e o nitrogênio, excretado.

Com o avanço nas pesquisas sobre as exigências nutricionais para codornas japonesas, será possível formular dietas com o conceito de proteína ideal, com redução no teor de proteína bruta e suplementação dos aminoácidos essenciais, obtendo redução nos custos de produção devido ao aumento na eficiência de utilização da proteína, visto que, o máximo uso de aminoácidos será para a síntese protéica e o mínimo como fonte de energia.

As exigências de aminoácidos essenciais variam entre diversas situações, mas as relações entre os aminoácidos permanecem razoavelmente estáveis. Assim, deve ser avaliado as respostas de um único aminoácido de referência – lisina – às diversas mudanças nas condições de produção e os outros aminoácidos serão ajustados através de relações ideais entre estes e a lisina (Lemme, 2003).

## **3 – MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 – Local e Instalações**

O experimento foi realizado nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, no período de 13 de julho a 13 de setembro de 2005.

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria e distribuídas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 1,0 m de comprimento x 0,23 m largura x 0,20 m altura, dispostas em três andares, montadas em esquema de escada. Cada gaiola foi subdividida em duas repartições iguais de 0,50 m, nas quais foram alojadas dez aves, fornecendo área de 115 cm<sup>2</sup> /ave. Sobre o piso de cimento, logo abaixo das gaiolas, foi colocada uma camada de maravalha, para absorção da umidade das excretas. O comedouro e o bebedouro foram do tipo calha, em chapa metálica galvanizada, e ambos colocados percorrendo toda a extensão das gaiolas, sendo o comedouro posicionado na parte frontal e o bebedouro na parte posterior da gaiola.

### **3.2 - Aves Utilizadas e Manejo**

Foram utilizadas 400 codornas fêmeas (*Coturnix coturnix japonica*) com 21 semanas de idade, as quais foram submetidas a três períodos experimentais de 21 dias cada.

As codornas já estavam alojadas nas gaiolas de produção e foram redistribuídas em blocos ao acaso, estabelecidos segundo a taxa de postura.

Uma semana antes de iniciar o experimento, foi feita uma redebicagem suave nas aves, com o intuito de evitar o canibalismo e o desperdício da dieta.

A coleta dos ovos foi realizada diariamente, às 8:00 horas.

As dietas e a água foram fornecidas à vontade durante todo período experimental.

As temperaturas de máxima e mínima e a umidade relativa do ar foram registradas diariamente, durante todos os períodos experimentais, por meio de termômetros de máxima e mínima e de bulbo seco e bulbo úmido, localizados num ponto central entre as fileiras de gaiolas, conforme Tabela 1.

O programa de luz utilizado foi de 17 horas de luz (natural + artificial), com o uso de um controlador de luz do tipo “timer”, durante todo o período experimental.

Tabela 1. Temperatura média e umidade relativa do ar média no interior do galpão, de acordo com os períodos experimentais.

| Períodos | Temperatura do ar (°) |            | Umidade relativa do ar (%) |
|----------|-----------------------|------------|----------------------------|
|          | Máxima                | Mínima     |                            |
| 1°       | 22,6 ± 3,7            | 13,0 ± 3,3 | 68,0 ± 5,9                 |
| 2°       | 26,5 ± 1,2            | 14,7 ± 2,4 | 67,0 ± 4,3                 |
| 3°       | 27,0 ± 2,2            | 17,0 ± 1,7 | 70,0 ± 5,8                 |
| Média    | 25,4 ± 2,4            | 14,9 ± 2,5 | 68,3 ± 5,3                 |

### 3.3 - Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com oito blocos, para evitar o efeito da produção de ovos sobre os tratamentos. Os tratamentos foram constituídos de cinco relações triptofano digestível: lisina digestível e oito repetições, com 10 aves por unidade experimental.

As dietas foram formuladas de forma que todas fossem isocalóricas e isoprotéicas, variando em cinco níveis de suplementação de L-triptofano (0,00; 0,04; 0,08; 0,12 e 0,16%), perfazendo 0,120; 0,160; 0,200; 0,240 e 0,280% de triptofano

digestível, contendo 20% de PB, 2.900 Kcal de EM/kg, constituindo-se assim os tratamentos experimentais, correspondendo à relação triptofano: lisina digestível de 12,0; 16,0; 20,0; 24,0 e 28,0%, respectivamente. As diferenças, entre os equivalentes protéicos de triptofano e de ácido glutâmico nos diferentes níveis de triptofano em avaliação, foram compensados pelo amido de milho.

A composição percentual e calculada das dietas encontram-se na Tabela 2.

As dietas foram formuladas com base nas composições dos ingredientes apresentados por Rostagno et al. (2000) e as exigências nutricionais das codornas de acordo com o NRC (1994), exceto para alguns nutrientes. Na exigência dos aminoácidos sugerida pelo NRC (1994), foram acrescentados 4%, para assegurar que não ocorresse nenhuma deficiência dos mesmos, exceto para lisina, metionina + cistina e treonina digestíveis.

A exigência em lisina digestível seguiu as recomendações de Pinto et al. (2003), sendo utilizada em nível sub-ótimo, fixada para manter-se em 1%. Já a exigência em metionina + cistina foi baseada na recomendação de Pinto et al. (2003), acrescentadas em 4%. E a de treonina digestível na recomendação de Umigi (2006) (dados não publicados). A exigência de cálcio seguiu a recomendação de Pereira (2004), prosseguindo às pesquisas sobre exigências nutricionais desenvolvidos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para a espécie *Coturnix coturnix japonica*.

Tabela 2. Composições percentuais e valores nutricionais das dietas para codornas na fase de postura, na base da matéria natural.

| Ingredientes                            | Níveis de triptofano digestível (%) |                |                |                |                |
|---|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|   | 0,12                                | 0,16           | 0,20           | 0,24           | 0,28           |
| Milho                                   | 58,437                              | 58,437         | 58,437         | 58,437         | 58,437         |
| Farelo de glúten 60%                    | 10,000                              | 10,000         | 10,000         | 10,000         | 10,000         |
| Farelo de soja                          | 5,808                               | 5,808          | 5,808          | 5,808          | 5,808          |
| Farelo de trigo                         | 7,000                               | 7,000          | 7,000          | 7,000          | 7,000          |
| Farinha peixe 55%                       | 3,000                               | 3,000          | 3,000          | 3,000          | 3,000          |
| Farinha carne ossos 45%                 | 2,900                               | 2,900          | 2,900          | 2,900          | 2,900          |
| Óleo soja                               | 1,725                               | 1,725          | 1,725          | 1,725          | 1,725          |
| Fosfato bicálcico                       | 0,110                               | 0,110          | 0,110          | 0,110          | 0,110          |
| Calcário                                | 6,806                               | 6,806          | 6,806          | 6,806          | 6,806          |
| Sal                                     | 0,212                               | 0,212          | 0,212          | 0,212          | 0,212          |
| L- Lisina HCl (78%)                     | 0,586                               | 0,586          | 0,586          | 0,586          | 0,586          |
| DL- Metionina (99%)                     | 0,248                               | 0,248          | 0,248          | 0,248          | 0,248          |
| L- Treonina (99%)                       | 0,092                               | 0,092          | 0,092          | 0,092          | 0,092          |
| L- Valina (99%)                         | 0,055                               | 0,055          | 0,055          | 0,055          | 0,055          |
| Mistura vitamínica <sup>1</sup>         | 0,100                               | 0,100          | 0,100          | 0,100          | 0,100          |
| Mistura mineral <sup>2</sup>            | 0,050                               | 0,050          | 0,050          | 0,050          | 0,050          |
| BHT <sup>3</sup>                        | 0,010                               | 0,010          | 0,010          | 0,010          | 0,010          |
| Cloreto de colina 60%                   | 0,060                               | 0,060          | 0,060          | 0,060          | 0,060          |
| Avilamicina 10% <sup>4</sup>            | 0,055                               | 0,055          | 0,055          | 0,055          | 0,055          |
| L- Triptofano (99%)                     | 0,000                               | 0,040          | 0,080          | 0,120          | 0,160          |
| Ácido glutâmico                         | 2,714                               | 2,630          | 2,547          | 2,464          | 2,381          |
| Amido                                   | 0,032                               | 0,076          | 0,119          | 0,162          | 0,205          |
| <b>Total</b>                            | <b>100,000</b>                      | <b>100,000</b> | <b>100,000</b> | <b>100,000</b> | <b>100,000</b> |
| <b>Composição calculada</b>             |                                     |                |                |                |                |
| E. M. (Kcal/kg)                         | 2900                                | 2900           | 2900           | 2900           | 2900           |
| Proteína bruta (%)                      | 20,0                                | 20,0           | 20,0           | 20,0           | 20,0           |
| Cálcio (%)                              | 3,200                               | 3,200          | 3,200          | 3,200          | 3,200          |
| Fósforo disponível (%)                  | 0,400                               | 0,400          | 0,400          | 0,400          | 0,400          |
| Sódio (%)                               | 0,150                               | 0,150          | 0,150          | 0,150          | 0,150          |
| <b>Conteúdo aminoacídico calculado</b>  |                                     |                |                |                |                |
| Lisina total (%)                        | 1,094                               | 1,094          | 1,094          | 1,094          | 1,094          |
| Lisina digestível <sup>4</sup> (%)      | 1,000                               | 1,000          | 1,000          | 1,000          | 1,000          |
| Met. + Cist total (%)                   | 0,930                               | 0,930          | 0,930          | 0,930          | 0,930          |
| Met. + Cist digestível <sup>4</sup> (%) | 0,840                               | 0,840          | 0,840          | 0,840          | 0,840          |
| Treonina total (%)                      | 0,750                               | 0,750          | 0,750          | 0,750          | 0,750          |
| Treonina digestível <sup>4</sup> (%)    | 0,650                               | 0,650          | 0,650          | 0,650          | 0,650          |
| Triptofano total (%)                    | 0,135                               | 0,174          | 0,214          | 0,253          | 0,292          |
| Triptofano digestível <sup>4</sup> (%)  | 0,120                               | 0,160          | 0,200          | 0,240          | 0,280          |

<sup>1</sup> Composição/kg: vit. A 12.000.000 U.I., vit D<sub>3</sub> 3.600.000 U.I., vit. E 3.500 U.I., vit B<sub>1</sub> 2.500 mg, vit B<sub>2</sub> 8.000 mg, vit B<sub>6</sub> 5.000 mg, ác. pantotênico 12.000 mg, biotina 200 mg, vit. K 3.000 mg, ác. fólico 1.500mg, ác. nicotínico 40.000 mg, vit. B<sub>12</sub> 20.000mg, selênio 150 mg, veículo q.s.p. 1.00g. <sup>2</sup> Composição/kg: manganês -160g, ferro -100g, zinco -100g, cobre -20g, cobalto -2g, iodo- 2g, excipiente q.s.p. - 1000 g. <sup>3</sup> Butil-hidróxi-tolueno (antioxidante).

<sup>4</sup>Promotor de crescimento.

### **3.4 - Variáveis Analisadas**

As variáveis foram analisadas, conforme segue abaixo:

**3.4.1. Consumo de ração** – foi determinado ao término de cada período experimental. As dietas de cada unidade experimental foram acondicionadas em baldes plásticos com tampas, devidamente identificados. A quantidade consumida foi determinada pelo peso inicial da dieta colocada no balde no primeiro dia do período experimental menos a sobra no 21º dia, obtendo-se o valor que foi dividido pelo número de aves de cada unidade experimental vezes 21 dias. Nos casos onde houveram mortalidades, o consumo médio, foi corrigido, descontando-se a(s) ave(s) morta(s), obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental em questão, que foi expresso em gramas de ração/ave/dia.

**3.4.2. Consumo de triptofano** – foi calculado com base no consumo diário de ração e nível de triptofano da dieta, expresso em mg de triptofano/ave/dia.

**3.4.3. Produção de ovos** – foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, trincados e os anormais, em função do número de aves, sendo expressa em percentagem de ovo/ave/dia.

**3.4.4. Produção de ovos comercializáveis** - foi obtido computando-se diariamente o número de ovos quebrados, trincados, e anormais. A relação entre total de ovos produzidos, menos total de ovos defeituosos de cada repetição e período experimental, gerou a percentagem de ovos comercializáveis (%/ave/dia).

**3.4.5. Peso médio dos ovos** – todos os ovos íntegros produzidos em cada repetição foram pesados individualmente em balança de precisão 0,001 g, durante os três últimos dias consecutivos de cada período. Para obtenção do peso médio dos ovos no respectivo período experimental, sendo calculado a média dos pesos dos ovos obtidos durante os três dias de pesagem, expresso em gramas.

**3.4.6. Massa de ovos** – determinado pelo peso médio dos ovos multiplicado pelo número total de ovos produzidos no período, dividido pelo número total de aves do período e também pelo número de dias de cada período experimental, sendo finalmente expressa em gramas de ovo/ave/dia.

**3.4.7. Conversão alimentar** – calculada dividindo-se o consumo médio de ração pela produção média de ovos em quilogramas (kg/kg) e dúzias (kg/dz.).

**3.4.8. Peso de gema, peso de albúmen e peso de casca** – para quantificação dos componentes dos ovos, foram avaliados o peso da gema, peso do albúmen e o peso da casca do ovo. Para isso, quatro ovos íntegros com pesos semelhantes aos da média dos ovos daquela repetição, foram coletados durante o 19º, 20º e 21º dia de cada período. Os ovos foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 gramas e após as pesagens, os mesmos foram identificados e posteriormente quebrados. A gema de cada ovo foi pesada e registrada, e a respectiva casca foi lavada e seca ao ar para posterior obtenção do peso. O peso do albúmen foi obtido entre a diferença do peso do ovo menos o peso da gema e da casca. Obtendo-se assim, os pesos dos componentes, expressos em gramas.

**3.4.9. Porcentagem de gema, albúmen e casca** – calculado pelo peso de cada componente – gema, albúmen e casca – dividido pelo peso do ovo, multiplicado por cem, sendo expressos em porcentagem.

**3.4.10. Gravidade específica dos ovos** – determinado no 16º, 17º e 18º dia de cada período. Todos os ovos íntegros coletados nestes dias foram imersos e avaliados em soluções de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,100 g/cm<sup>3</sup>, com intervalos de 0,005 g/cm<sup>3</sup> entre elas, sendo a densidade ou gravidade específica dos ovos medido por meio de um densímetro da marca OM-5565, sendo expresso em g/cm<sup>3</sup>.

**3.4.11. Unidade Haugh** – foi obtida por meio da medição da altura do albúmen, resultante da avaliação do componente do ovo, realizada com o auxílio de um micrômetro do tipo AMES S-6428, segundo o critério desenvolvido por HAUGH (1937), que utiliza a seguinte fórmula:

Em que:

$$UH = 100 \log (H - 1,7 \times W^{0,37} + 7,57)$$

H = altura do albúmen (mm);

W = peso do ovo (g);

**3.4.12. Altura do ovo** - foi obtido pela medição da altura de todos os ovos íntegros que foram coletados no 19º, 20º e 21º dia de cada período experimental. Os ovos foram identificados e a medição foi realizada de forma longitudinal. Para medição foi utilizado um paquímetro digital da marca Mitutoyo de 0-25mm, modelo CD-6” C-B, que forneceu os valores expressos em milímetros.

**3.4.13. Diâmetro do ovo** – foi obtido pela medição da circunferência de todos os ovos íntegros que foram coletados no 19º, 20º e 21º dia de cada período experimental. Os ovos foram identificados e a medição foi realizada na parte mais central do ovo. Para medição foi utilizado um paquímetro digital da marca Mitutoyo de 0-25mm, modelo CD-6” C-B, que forneceu os valores expressos em milímetros.

### 3.5 – Análises laboratoriais e estatísticas

As análises bromatológicas das dietas, por período experimental, foram executadas de acordo com SILVA (1998), no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Composição bromatológica analisada das dietas de acordo com os períodos experimentais.

| Períodos | Proteína Bruta (%) |
|----------|--------------------|
| 1º       | 19,66              |
| 2º       | 20,37              |
| 3º       | 20,84              |

Os dados foram submetidos às análises estatísticas, utilizando-se o programa SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (1999). Os efeitos dos níveis de triptofano digestível foram estudados por meio de análise de variância e de regressão, os graus de liberdade dos fatores avaliados foram desdobrados nos efeitos linear e quadrático, para escolha do modelo de regressão, linear ou quadrático e do modelo descontínuo LRP - Linear Response Plateau (Braga, 1983). Quando as interações foram significativas ( $P < 0,05$ ) realizaram-se os desdobramentos das mesmas com o objetivo de serem realizadas análises de regressão em função dos níveis de triptofano, dentro de cada período, considerando-se o maior valor do coeficiente de

determinação ( $R^2$ ) e a significância a 5 ou 1% de probabilidade de acordo com o teste F, uma vez respeitada a resposta biológica das aves. Na ausência de interações significativas ( $P>0,05$ ), os níveis de triptofano digestível foram estudados como efeitos principais.

No caso de períodos significativos, procedeu-se à comparação de médias pelo teste de (SNK) Student Newman Keuls a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico utilizado:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + P_k + (TP)_{ik} + e_{ijk}$$

em que,

$Y_{ijk}$  = característica observada na unidade experimental que recebeu o i-ésimo nível de triptofano digestível, j-ésimo bloco e k-ésimo período experimental;

$\mu$  = média geral do experimento;

$T_i$  = efeito do i-ésimo nível de triptofano digestível na dieta;

$B_j$  = efeito do j-ésimo bloco;

$P_k$  = efeito do k-ésimo período;

$TP_{ik}$  = efeito da interação i-ésimo nível de triptofano e k-ésimo período;

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

## **4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 - Parâmetros de Desempenho Produtivo**

Pelas análises estatísticas, verificou-se que não houve interações significativas dos níveis de triptofano e dos períodos experimentais, para nenhuma das variáveis de desempenho estudadas, exceto para o consumo de triptofano, demonstrando que os efeitos dos níveis de triptofano e dos períodos comportaram-se de maneira independentes.

#### **4.1.1 - Consumo de ração e consumo de triptofano**

Os valores médios encontrados para consumo de ração (g/ave/dia) e consumo de triptofano (mg/ave/dia), de acordo com os diferentes níveis de triptofano e os períodos experimentais, encontram-se na Tabela 4.

O consumo de ração foi influenciado significativamente ( $P = 0,01$ ) apenas pelo período experimental, apresentando-se o 3º período com maior valor para o consumo; obtendo-se o 1º e 2º períodos, 4,85 e 7,97% a menos do que o 3º período,

respectivamente. Explica-se este resultado devido ao aumento da idade das aves, que normalmente influencia o aumento do consumo. No entanto, não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de triptofano para o consumo de ração. Este resultado está em conformidade com os encontrados por Antar et al. (2004) e Deponti et al. (2004) para poedeiras comerciais.

Entretanto, Russell & Harms (1999); Harms & Russell (2000); Peganova et al (2003) e Peganova & Eder (2003), trabalhando com poedeiras encontraram efeito significativo dos níveis de triptofano sobre o consumo de ração, de forma que, aumentando-se o nível de triptofano das rações, aumentava-se o consumo.

Tabela 4. Efeito dos níveis de triptofano digestível nas dietas e dos períodos experimentais sobre o consumo de ração (CR), consumo de triptofano (CTRP), produção dos ovos (PO), produção de ovos comercializáveis (POC), peso médio dos ovos (PMO).

| Variáveis                         | Níveis de triptofano (%) |       |       |       |       | Períodos <sup>3</sup> |                    |                    | CV (%) |
|-----------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------|
|                                   | 0,12                     | 0,16  | 0,20  | 0,24  | 0,28  | 1°                    | 2°                 | 3°                 |        |
| CR <sup>1</sup><br>(g/ave/dia)    | 21,47                    | 21,71 | 21,36 | 21,36 | 21,61 | 21,37 <sup>b</sup>    | 20,67 <sup>c</sup> | 22,46 <sup>a</sup> | 5,50   |
| CTRP <sup>2</sup><br>(mg/ave/dia) | 25,76                    | 34,74 | 42,73 | 51,27 | 60,50 | 42,76 <sup>b</sup>    | 41,19 <sup>c</sup> | 45,04 <sup>a</sup> | 5,51   |
| PO <sup>2</sup><br>(%/ave/dia)    | 83,58                    | 85,32 | 84,92 | 86,53 | 85,81 | 82,50 <sup>b</sup>    | 86,23 <sup>a</sup> | 86,96 <sup>a</sup> | 3,80   |
| POC <sup>1</sup><br>(%/ave/dia)   | 98,04                    | 98,41 | 98,84 | 97,45 | 97,42 | 98,11 <sup>a</sup>    | 98,04 <sup>a</sup> | 97,94 <sup>a</sup> | 1,96   |
| PMO <sup>1</sup><br>(g)           | 10,94                    | 10,80 | 10,87 | 10,93 | 10,93 | 10,74 <sup>b</sup>    | 10,92 <sup>a</sup> | 11,02 <sup>a</sup> | 2,67   |

<sup>1</sup> Efeito não significativo ( $P > 0,05$ ).

<sup>2</sup> Efeito linear ( $P < 0,01$ )

<sup>3</sup> Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem em 5% pelo teste SNK.

Os resultados obtidos podem ser explicados, pelo fato das aves durante todo o período experimental, não terem sido expostas às situações estressantes, ou seja, situações em que o triptofano poderia ser mais exigido, visto que este aminoácido

sendo precursor da serotonina promoveria sensação de bem estar às aves e assim poderia aumentar o consumo de ração em situações de altas temperaturas, contrariando o esperado. Os autores Russell & Harms (1999) e Harms & Russell (2000), utilizaram ambiente de alta temperatura em seus trabalhos a fim de garantir baixo consumo de ração e conseqüentemente deficiência em triptofano para galinhas poedeiras. No entanto, verificaram que aumentando o nível de triptofano, o consumo de ração também aumentava. A alta temperatura empregada pode ter causado um estresse nas aves e o suprimento de triptofano nas dietas aumentou o consumo das mesmas na tentativa de amenizá-lo.

Outro fator, que provavelmente explique o efeito no aumento do consumo de ração, em função do nível de triptofano, seria a redução do foto período que foi utilizado no trabalho de Peganova et al. (2003), no qual foi fornecido 14 horas de luz diariamente, isso poderia forçar às aves a consumir mais durante o período luminoso, gerando assim um efeito.

Os níveis de triptofano das dietas influenciaram ( $P < 0,01$ ) o seu consumo, que aumentou de forma linear com o aumento dos níveis na dieta, conforme a equação  $y = - 0,0012 + 215,00X$ ;  $R^2 = 1,00$ . Para cada 1% de aumento de triptofano da dieta, houve aumento em média de 215 mg no consumo do mesmo, e o menor consumo foi obtido para as aves que consumiram dieta com menor nível de triptofano (0,12% de triptofano digestível). Para o período experimental, observou-se que o consumo de triptofano foi influenciado significativamente ( $P < 0,01$ ), e que o maior consumo desse aminoácido foi observado no 3º período (45,0 mg/ave/dia). Também Russell & Harms (1999); Harms & Russell (2000); Peganova et al. (2003); Antar et al. (2004) e Deponti et al. (2004), verificaram variação no consumo de triptofano quando trabalharam com galinhas poedeiras, sendo este resultado reportado pelos autores devido ao aumento dos níveis de triptofano nas dietas.

#### 4.1.2 – Produção de ovos e produção de ovos comercializáveis

Os resultados referentes à produção de ovos (%/ave/dia) e produção de ovos comercializáveis (%/ave/dia), de acordo com os diferentes níveis de triptofano digestível e períodos experimentais, encontram-se na Tabela 4.

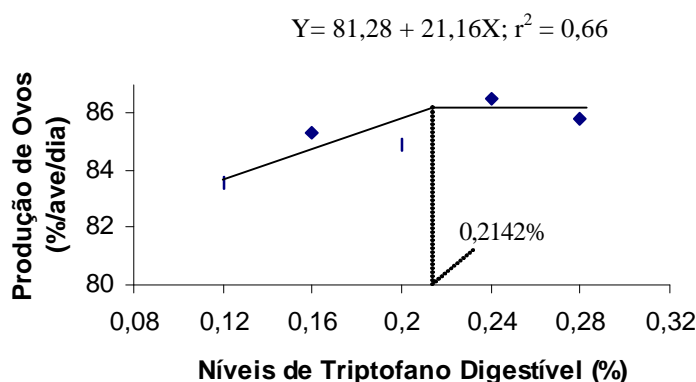


Figura 1. Efeito dos níveis de triptofano digestível na dieta sobre a produção de ovos (%/ave/dia).

Os níveis de triptofano influenciaram ( $P < 0,01$ ) a produção de ovos das codornas, variando de forma linear, de acordo com a equação  $Y = 81,28 + 21,16X$ ;  $R^2 = 0,66$  (Figura 1). Para cada 1% de triptofano a mais na dieta, a produção de ovos aumentou em 21,16% até o nível máximo de 0,21% de triptofano digestível, estimado pelo modelo de regressão LRP. Pode-se verificar que houve pouca variação dos dados para produção de ovos, entre os tratamentos, com exceção do menor nível estudado (0,12%). As codornas que receberam a dieta contendo 0,12% triptofano digestível apresentaram uma menor produção de ovos e este nível está muito abaixo do recomendado pelo NRC (1994), no qual menciona a exigência nutricional de 0,19% de triptofano total na dieta para codornas japonesas na fase de postura.

Estes resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Russell & Harms (1999), Harms & Russell (2000) e Deponi et al. (2004); quando trabalharam com galinhas poedeiras e verificaram melhoria na produção à medida que níveis crescentes de triptofano foram adicionados às dietas. Esses autores constataram que a produção foi significativamente menor, com poedeiras alimentadas com dietas que continham

níveis abaixo de 0,15% de triptofano. No entanto, estes resultados divergem daqueles encontrados por Peganova & Eder (2003) e Antar et al. (2004), que não encontraram efeito significativo dos níveis de triptofano sobre a produção de ovos de galinhas poedeiras.

Os resultados encontrados, neste trabalho, discordam daqueles relatados por Allen & Yong (1980); Shim & Vohra (1984); Leeson & Summers (1991); Shim & Lee (1993) e NRC (1994), quando trabalharam com codornas japonesas em fase de produção e verificaram as exigências de 0,17; 0,25; 0,22; 0,18 e 0,19% de triptofano total, respectivamente, para a obtenção de máxima produção de ovos.

Houve influência ( $P < 0,01$ ) do período sobre a produção de ovos, obtendo-se o 2º e o 3º períodos maiores produções que o 1º e que estes não diferiram entre si. Apresentando-se no 3º período uma produção de ovos 5,12% maior que o 1º período. Este resultado obtido para o 1º período experimental, pode ser esclarecido, quando se observa as temperaturas médias registradas para o referido período, no qual se apresentou relativamente baixa, sendo a mínima de 13°C e máxima de 22,6°C (Tabela 1), confirmando alteração no metabolismo da ave, que passou a gastar mais energia para o aquecimento corporal, energia esta que poderia ser utilizada para produção.

Os resultados encontrados pelas análises estatísticas, não apresentaram efeitos significativos dos níveis de triptofano digestível ( $P > 0,05$ ) nas dietas e sobre os períodos experimentais sobre a variável produção de ovos comercializáveis.

#### **4.1.3 – Peso médio dos ovos e massa de ovos**

Os resultados referentes ao peso médio dos ovos (g) e massa de ovos (g/ave/dia), de acordo com os diferentes níveis de triptofano digestível e períodos experimentais, encontram-se nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Pelas análises estatísticas, pode-se verificar que não houve efeito ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de triptofano, para a variável peso médio dos ovos. Para o período experimental, foi observado que houve influência ( $P < 0,01$ ) do período avaliado sobre o peso médio dos ovos, obtendo-se no 2º e no 3º períodos maiores pesos médios, e que

não diferiram entre si ( $P>0,05$ ). O peso médio dos ovos no 3º período apresentou-se 2,5% maior que o encontrado no 1º período. Este resultado está em conformidade com o fato das poedeiras geralmente aumentarem o tamanho dos ovos com o avanço da idade, aumentando conseqüentemente o peso dos mesmos.

Russell & Harms (1999), Peganova & Eder (2003) e Deponti et al. (2004); também não encontraram efeito significativo para o peso dos ovos, quando avaliaram níveis de triptofano total em dietas de poedeiras comerciais. Estes resultados diferem daqueles apresentados por Harms & Russel (2000) e Antar et al. (2004) que verificaram efeito significativo dos níveis de triptofano sobre o peso de ovos de galinhas poedeiras. Estas variações podem ser explicadas pelas diferentes concentrações de proteína e de outros aminoácidos nas dietas utilizadas.

A característica peso de ovos é influenciada pelo consumo diário de proteína pela poedeira. Pelo fato das poedeiras terem pouca habilidade em estocar proteína, o nível desta e o consumo de ração, são importantes para a ingestão diária deste nutriente a fim suprir a exigência de produção de ovos mais pesados (Pinto, 2002).

Utilizando codornas japonesas Mattos Filho et al. (1999) e Pinto et al. (2002), encontraram melhores pesos de ovos com dietas que continham níveis mais alto de PB, que variavam entre 20 a 24% e 2.700 a 2.850 Kcal de EM/kg de ração.

Considerando que não houve diferença estatística no consumo das dietas contendo os níveis de triptofano digestível avaliados e que estas continham a mesma porcentagem de PB (20%), pode-se inferir que os resultados obtidos neste trabalho para peso médio dos ovos, sugerem que o aminoácido triptofano possui pouca influência nesta variável.

De acordo com a análise estatística verificou-se que os níveis de triptofano digestível não influenciaram ( $P>0,05$ ) a massa de ovos.

Para o período experimental, foi observado influência ( $P<0,01$ ) sobre a massa de ovos, obtendo-se o 2º e o 3º período maiores valores, e estes não diferiram entre si. Este efeito pode ser confirmado por meio dos resultados obtidos pela produção e peso dos ovos, já que estas exercem grande influência sobre a massa de ovos. Conforme verificado, nos 2º e 3º períodos experimentais, a produção e peso dos ovos aumentaram e conseqüentemente era de se esperar que a massa de ovos também

aumentasse. A massa de ovos verificada para o 3º período foi superior ao 1º período em 7,4% em valores absolutos.

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas, neste trabalho, entre a massa de ovos das aves alimentadas com diferentes níveis de triptofano, verificou-se que, em geral, as dietas com maior nível de triptofano digestível (0,24 e 0,28%), proporcionaram maior massa de ovos em valores absolutos, resultando em 3,38 e 2,56% a mais, respectivamente, ao obtido com a dieta que possuía o menor nível de triptofano digestível (0,12%). Estes resultados estão de acordo com os observados por Peganova & Eder (2003) e Antar et al. (2004), quando trabalharam com galinhas poedeiras.

Entretanto, Russell & Harms (1999), também trabalhando com galinhas poedeiras, observaram que o aumento dos níveis de triptofano nas dietas, promoveu aumento na massa de ovos. Resultados semelhantes foram relatados por Peganova et al. (2003), quando realizaram um experimento fatorial, avaliando a exigência de triptofano total e o suplemento de aminoácidos neutros de cadeia ramificada para poedeiras. Os autores observaram que, em adequada concentração dos aminoácidos neutros, houve efeito significativo somente até o nível de 1,50 g de triptofano total/kg, obtendo-se máxima massa de ovos diária; mantendo-se constante a partir deste nível. É interessante citar que em alta concentração de aminoácidos neutros, somente o nível de 1,00 g de triptofano total/kg apresentou-se com a menor massa de ovos.

Deponti et al. (2004), também encontraram efeito significativo na massa de ovos, quando determinaram a exigência de triptofano total para poedeiras. Esses autores formularam cinco dietas com níveis variando de 0,13 a 0,21% de triptofano total e concluíram que níveis de triptofano abaixo de 0,15%, resultam em queda na massa de ovos, sendo que os níveis subsequentes utilizados no estudo, acima de 0,15%, não provocaram efeito significativo sobre esta variável.

#### 4.1.4 - Conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos.

Os resultados referentes à conversão alimentar (kg de ração/kg de ovos e kg de ração/dz. de ovos), de acordo com os diferentes níveis de triptofano digestível e períodos experimentais, encontram-se na Tabela 5.

De acordo com a análise dos dados para conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos, verificou-se que os níveis de triptofano digestível não influenciaram ( $P>0,05$ ) estas variáveis. Estes resultados para conversão alimentar por massa de ovos, corroboram com aqueles apresentados por Peganova & Eder (2003) e Deponti et al. (2004), quando trabalharam com diferentes níveis de triptofano total nas dietas de galinhas poedeiras e não observaram diferenças significativas.

Embora não tenham ocorrido diferenças significativas entre a conversão alimentar por massa de ovos das aves alimentadas com diferentes níveis de triptofano, verificou-se que, em geral as dietas com maior nível de triptofano digestível (0,24 e 0,28%), proporcionaram melhor conversão alimentar, em valor absoluto, sendo 4,22 e 2,11% melhores, respectivamente, ao obtido com a dieta que possui o menor nível de triptofano digestível (0,12%).

Tabela 5. Efeito dos níveis de triptofano digestível nas dietas e dos períodos experimentais sobre a massa de ovos (MO), a conversão alimentar por massa de ovo (CAMO) e conversão alimentar por dúzia de ovos (CADZ).

| Variáveis                      | Níveis de triptofano (%) |       |       |       |       | Períodos <sup>2</sup> |                    |                    | CV (%) |
|--------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------|
|                                | 0,12                     | 0,16  | 0,20  | 0,24  | 0,28  | 1°                    | 2°                 | 3°                 |        |
| MO <sup>1</sup><br>(g/ave/dia) | 9,14                     | 9,22  | 9,23  | 9,46  | 9,38  | 8,87 <sup>b</sup>     | 9,42 <sup>a</sup>  | 9,58 <sup>a</sup>  | 9,56   |
| CAMO <sup>1</sup><br>(Kg/kg)   | 2,37                     | 2,38  | 2,33  | 2,27  | 2,32  | 2,43 <sup>a</sup>     | 2,21 <sup>b</sup>  | 2,36 <sup>a</sup>  | 7,97   |
| CADZ <sup>1</sup><br>(kg/dz.)  | 0,311                    | 0,307 | 0,304 | 0,298 | 0,304 | 0,313 <sup>a</sup>    | 0,289 <sup>b</sup> | 0,312 <sup>a</sup> | 8,19   |

<sup>1</sup> Efeito não significativo ( $P>0,05$ )

<sup>2</sup> Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem em 5% pelo teste SNK.

Para o período experimental, foi observado que houve influência ( $P < 0,01$ ) do período avaliado sobre a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, obtendo-se no 2º período a melhor conversão, sendo que o 1º e o 3º período não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ). Este efeito significativo dos períodos experimentais sobre a conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos, foi devido ao menor consumo de ração verificado no 2º período e também uma melhor massa de ovos e produção de ovos obtida no referido período, em relação ao 1º, respectivamente. A conversão alimentar por massa de ovos observada para o 2º período foi de 9,05 e 6,35% melhor do que o 1º e o 3º períodos, respectivamente.

## **4.2 – Parâmetros de Qualidade do Ovo**

Pelas análises estatísticas, verificou-se que não houve interações significativas dos níveis de triptofano digestível e dos períodos experimentais, para nenhuma das variáveis de qualidade do ovo estudadas. Deste modo, foi demonstrado que os efeitos dos níveis de triptofano e dos períodos comportaram-se de maneira independentes.

### **4.2.1 – Peso de gema, albúmen e casca do ovo**

Os resultados referentes ao peso de gema (g), peso de albúmen (g) e peso de casca (g), de acordo com os diferentes níveis de triptofano digestível e períodos experimentais, encontram-se na Tabela 6.

Pelas análises estatísticas, verificou-se que não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos níveis de triptofano digestível, para a variável peso de gema.

Para o período experimental, foi observado influência ( $P < 0,01$ ) do mesmo, sobre o peso de gema, obtendo-se no 2º e no 3º período maiores pesos de gemas, comparados com o 1º período, e estes não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ). Com o aumento da idade das poedeiras, geralmente aumentam o peso dos ovos, pois aumentam o tamanho dos folículos ovarianos e a capacidade de deposição de gema.

Tabela 6. Efeito dos níveis de triptofano digestível nas dietas e dos períodos experimentais sobre o peso de gema (PG), peso de albúmen (PA), peso de casca (PC), porcentagem de gema (GEMA), porcentagem de albúmen (ALBÚMEN) e porcentagem de casca (CASCA).

| Variáveis                   | Níveis de triptofano (%) |       |       |       |       | Períodos <sup>3</sup> |                    |                    | CV<br>(%) |
|-----------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|--------------------|--------------------|-----------|
|                             | 0,12                     | 0,16  | 0,20  | 0,24  | 0,28  | 1°                    | 2°                 | 3°                 |           |
| PG <sup>1</sup><br>(g)      | 3,15                     | 3,16  | 3,15  | 3,11  | 3,11  | 3,07 <sup>b</sup>     | 3,16 <sup>a</sup>  | 3,18 <sup>a</sup>  | 3,82      |
| PA <sup>2</sup><br>(g)      | 6,89                     | 6,79  | 6,79  | 6,89  | 6,92  | 6,77 <sup>b</sup>     | 6,85 <sup>b</sup>  | 6,95 <sup>a</sup>  | 3,30      |
| PC <sup>3</sup><br>(g)      | 0,89                     | 0,89  | 0,91  | 0,90  | 0,88  | 0,90 <sup>a</sup>     | 0,90 <sup>a</sup>  | 0,89 <sup>a</sup>  | 3,90      |
| Gema <sup>1</sup><br>(%)    | 28,83                    | 29,12 | 29,00 | 28,10 | 28,53 | 28,61 <sup>a</sup>    | 28,98 <sup>a</sup> | 28,57 <sup>a</sup> | 4,49      |
| Albúmen <sup>1</sup><br>(%) | 63,01                    | 62,61 | 62,61 | 62,38 | 63,39 | 63,16 <sup>a</sup>    | 62,79 <sup>a</sup> | 62,46 <sup>a</sup> | 3,92      |
| Casca <sup>3</sup><br>(%)   | 8,14                     | 8,25  | 8,38  | 8,20  | 8,05  | 8,40 <sup>a</sup>     | 8,21 <sup>b</sup>  | 8,04 <sup>c</sup>  | 4,07      |

<sup>1</sup> Efeito não significativo (P>0,05) .

<sup>2</sup> Efeito quadrático (P<0,05)

<sup>3</sup> Efeito quadrático (P<0,01)

<sup>4</sup> Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem em 5% pelo teste SNK.

Os resultados verificados pelas análises estatísticas demonstraram efeito (P<0,05) entre os níveis de triptofano digestível, para a variável peso de albúmen. A análise de regressão determinou efeito quadrático dos níveis de triptofano das dietas sobre essa variável, segundo a equação  $y = 7,36 - 5,92X + 15,72X^2$ ;  $R^2 = 0,75$ . O peso de albúmen diminuiu até o nível de 0,19% de triptofano (ponto de função mínima), aumentando a partir deste nível. Este efeito significativo dos níveis de triptofano sobre o peso de albúmen, pode ser explicado pelos menores pesos de ovos, em valores absolutos, verificados nos níveis mais próximos (0,16 e 0,20% de triptofano) do ponto mínimo, indicado pela equação de regressão.

Para o período experimental, foi observado que houve influência (P<0,01) do período avaliado sobre o peso de albúmen, obtendo-se no 3° período maior peso, sendo

que o 1º e o 2º período não diferiram entre si ( $P>0,05$ ). O comportamento desta variável em relação aos períodos experimentais analisados confirma que, com o avanço da idade das poedeiras, o peso dos ovos aumenta e conseqüentemente aumenta-se também o conteúdo interno dos mesmos. Os dados nos mostram que o 3º período apresentou peso de albúmen 2,6% superior em relação ao 1º período.

Com relação ao peso de casca, houve efeito significativo ( $P<0,01$ ) entre os níveis de triptofano, para esta variável. A análise de regressão sobre os dados mostrou efeito quadrático, segundo a equação  $y = 0,77 + 1,36X - 3,50X^2$ ;  $R^2 = 0,78$ . O peso da casca aumentou até o nível de 0,19% de triptofano (ponto de função máxima), diminuindo a partir deste nível. Não foi encontrada explicação biológica para o aumento no peso da casca devido ao aumento dos níveis de triptofano nas dietas.

Para o período experimental, não foi observado influência ( $P>0,05$ ) do período avaliado sobre o peso de casca.

#### **4.2.2 – Porcentagem de gema, albúmen e casca**

Os resultados referentes à porcentagem de gema (%), porcentagem de albúmen (%) e porcentagem de casca (%), de acordo com os diferentes níveis de triptofano digestível e períodos experimentais, encontram-se na Tabela 6.

Quanto à porcentagem de gema e de albúmen, pode-se verificar que não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) dos níveis de triptofano digestível nas dietas e nem dos períodos experimentais analisados sobre estas variáveis.

Estes resultados, encontrados para as variáveis porcentagem de gema e de albúmen, estão em conformidade com aqueles apresentados por Deponti (2004), quando visando determinar as exigências de triptofano total para poedeiras leves, não encontrou diferenças significativas para estas variáveis.

Para a variável porcentagem de casca, verificou-se efeito significativo ( $P<0,01$ ) entre os diferentes níveis de triptofano digestível. A análise de regressão mostrou efeito quadrático, segundo a equação  $y = 6,96 + 14,19X - 36,82X^2$ ;  $R^2=0,89$ . A porcentagem de casca aumenta até o nível de 0,19% de triptofano (ponto de função

máxima), diminuindo a partir deste nível. A redução na porcentagem de casca obtida a partir do nível de 0,19% de triptofano pode ser explicada, em função de que este parâmetro está correlacionado com o peso do ovo e da casca. Pode-se observar (Tabela 4) que os pesos dos ovos aumentam, em valores absolutos, a partir de 0,20% de triptofano digestível na dieta, e os pesos das cascas aumentam até o nível de 0,19% de triptofano (Tabela 6) diminuindo a partir desse nível, logo, ocorreu redução na porcentagem de casca, nos níveis acima de 0,19% de triptofano.

Foi observado influência ( $P < 0,01$ ) do período experimental sobre a porcentagem de casca, obtendo-se no 1º período, maiores valores para esta variável. Verificou-se que nos 2º e 3º períodos experimentais, esta variável foi 2,3 e 4,3% menor, respectivamente, em relação ao 1º período. Este resultado reflete o fato de que poedeiras geralmente aumentam a produção e o peso dos ovos com o avanço da idade, porém a deposição de cálcio, sob a forma de carbonato de cálcio, na casca dos ovos, permanece constante ao longo da vida produtiva das aves, favorecendo assim menor porcentagem de cascas. Isto se tornou evidente quando foi calculada a porcentagem de casca para o período experimental, pois os ovos que apresentaram menor porcentagem de casca foram os que apresentaram maior peso, embora não tenham apresentado efeito significativo neste trabalho.

#### **4.2.3 – Altura e diâmetro do ovo**

Os resultados referentes à altura do ovo (mm) e diâmetro do ovo (mm), de acordo com os diferentes níveis de triptofano digestível e períodos experimentais, encontram-se na Tabela 7.

Verifica-se que houve efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis de triptofano digestível, para a variável altura do ovo. A análise de regressão determinou efeito quadrático, segundo a equação  $y = 32,13 - 12,01X + 32,69X^2$ ;  $R^2 = 0,47$ . A altura do ovo diminuiu até o nível de 0,18% de triptofano (ponto de função mínima), passando a aumentar a partir deste nível.

Tabela 7. Efeito dos níveis de triptofano digestível nas dietas e dos períodos experimentais sobre a altura do ovo (AO), diâmetro do (DO), gravidade específica (GE) e unidade Haugh (UH).

| Variáveis               | Níveis de triptofano (%) |       |       |       |       | Períodos <sup>4</sup> |                    |                    | CV (%) |
|-------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------|
|                         | 0,12                     | 0,16  | 0,20  | 0,24  | 0,28  | 1°                    | 2°                 | 3°                 |        |
| AO <sup>1</sup><br>(mm) | 31,24                    | 30,85 | 31,16 | 31,17 | 31,30 | 30,87 <sup>b</sup>    | 31,25 <sup>a</sup> | 31,31 <sup>a</sup> | 1,51   |
| DO <sup>2</sup><br>(mm) | 24,41                    | 24,29 | 24,37 | 24,44 | 24,43 | 24,38 <sup>a</sup>    | 24,42 <sup>a</sup> | 24,37 <sup>a</sup> | 1,17   |
| GE <sup>3</sup><br>(g)  | 1,074                    | 1,075 | 1,075 | 1,075 | 1,074 | 1,076 <sup>a</sup>    | 1,075 <sup>b</sup> | 1,073 <sup>c</sup> | 0,13   |
| UH <sup>3</sup><br>(%)  | 90,47                    | 89,12 | 89,22 | 89,28 | 89,61 | 90,64 <sup>a</sup>    | 88,91 <sup>b</sup> | 89,07 <sup>b</sup> | 1,55   |

<sup>1</sup> Efeito quadrático (P<0,05).

<sup>2</sup> Efeito não significativo (P>0,05).

<sup>3</sup> Efeito quadrático (P<0,01).

<sup>4</sup> Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem em 5% pelo teste SNK

Os resultados demonstram que os pesos dos ovos, em valores absolutos, diminuíram até o nível 0,16% de triptofano, sendo que a partir desse nível percebeu-se um discreto aumento no peso. A altura do ovo é a medida do tamanho dos ovos, e geralmente ovos maiores possuem também maiores pesos. Logo, pode-se sugerir que, com o aumento no peso dos ovos, mesmo sendo em valores absolutos, aumenta-se a altura dos mesmos.

Para o período experimental, foi observado influência (P<0,01) deste sobre a altura do ovo, obtendo-se no 2° e no 3° períodos os maiores valores, e estes não diferiram entre si (P>0,05). Os valores observados para altura do ovo no 2° e 3° períodos, foram de 1,2 e 1,4%, respectivamente, maiores em relação ao 1° período. O resultado encontrado está em concordância com aquele verificado para o peso médio dos ovos em relação ao período experimental, pois no 2° e 3° períodos ocorreram os maiores pesos, logo, esperava-se também que ocorresse um aumento na altura dos ovos.

Não foi verificado efeito significativo ( $P>0,05$ ) entre os níveis de triptofano digestível das dietas e dos períodos experimentais analisados sobre a variável diâmetro do ovo.

#### **4.2.4 – Gravidade específica e unidade Haugh**

Os resultados referentes à gravidade específica ( $\text{g/cm}^3$ ) e unidade Haugh, de acordo com os diferentes níveis de triptofano digestível e períodos experimentais, encontram-se na Tabela 7.

Verificou-se que houve efeito significativo ( $P<0,01$ ) dos níveis de triptofano digestível, sobre a variável gravidade específica. A análise de regressão determinou efeito quadrático, segundo a equação  $y = 1,067 + 0,077X - 0,18X^2$ ;  $R^2 = 0,83$ . A gravidade específica aumenta até o nível de 0,21% de triptofano (ponto de função máxima), diminuindo a partir deste nível.

Para o período experimental, foi observado influência ( $P<0,01$ ) sobre a gravidade específica, obtendo no 1º período o maior valor sobre esta variável. Este fato poderia ser esperado, pois as galinhas poedeiras geralmente diminuem a qualidade da casca de ovo com o aumento da idade. De acordo com Zumbado (1983), a gravidade específica proporciona uma idéia de como está a qualidade da casca dos ovos, baseado no fato de que esta variável se correlaciona tanto com a porcentagem quanto o peso das mesmas.

Foi observado efeito significativo ( $P<0,01$ ) dos níveis de triptofano digestível, para a variável unidade Haugh. A análise de regressão determinou efeito quadrático, segundo a equação  $y = 95,80 - 63,47X + 148,86X^2$ ;  $R^2 = 0,85$ . A equação de regressão nos mostra que a unidade Haugh diminuiu até o nível de 0,21% de triptofano digestível (ponto de função mínima), aumentando a partir desse nível. No entanto, Deponti (2004), quando determinou as exigências de triptofano total para poedeiras leves, não encontrou efeito significativo sobre esta variável.

Para o período experimental, foi observado influência ( $P < 0,01$ ) destes sobre as unidade Haugh, obtendo-se no 1º período o maior valor sobre esta variável, sendo que o 2º e o 3º período não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ).

## **5 – CONCLUSÃO**

A exigência em triptofano digestível para codornas japonesas de 21 a 30 semanas de idade, com base na produção de ovos, estimada pelo modelo de regressão LRP- Linear Response Plateu, foi de 0,21% da dieta, correspondendo ao consumo diário de 45,0 mg/ave de triptofano digestível, seguindo à relação triptofano digestível: lisina digestível de 21%.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, N.K; YOUNG, R.J. Studies on the amino acid protein requirements of laying japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Poultry Science.**, v.59, nº 9, p.2029-2037, 1980.

ANDRADE, L.; JARDIM FILHO, R.M.; STRINGHINI, J.H.; LEANDRO, N.S.M.; OLIVEIRA, A.S.C. O uso de rações com diferentes níveis de proteínas suplementadas com aminoácidos na alimentação de poedeiras na fase inicial de produção. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p. 66, 2003.

ANNAKA, A.; TOMIZAWA, K.; MOMOSE, Y.; WATANABE, E.; ISHIBASHI, T. Effects of dietary protein levels on performance of japanese quail.. **Animal Science Technology**. (Jpn) v.64, nº 8, p.797-806, 1993.

ANTAR, R. S.; HARMS, R. H.; SHIVAZAD, M.; FARIA, D. E.; RUSSELL, G. B. Performance of commercial laying hens when six percent corn oil is added to the diet at various ages and with different levels of tryptophan and protein. **Poultry Science** v. 83, p. 447-455, 2004.

BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L. **Biochemistry**. Q.P.514.2.S.66. p.708-709, 2001.

BRAGA, J. M. Avaliação da Fertilidade do solo (Ensaio de Campo). **Imprensa Universitária**, UFV- MG, pub. nº 156, 101 p, 1983.

DEPONTI, B.J.; FARIA, D.E.; SILVA, F.H.A.; ROMBOLA, L.G.; RIZZO, M.F.; ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M. Determinação da exigência de triptofano para poedeiras brancas com 51 semanas de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p. 31, 2004.

DEPONTI, B. J. **Determinação das exigências de triptofano e padrão de recuperação do desempenho de poedeiras leves alimentadas com diferentes níveis de triptofano**. Pirassununga: FZEA, 2004, 58p., Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal), Universidade de São Paulo, 2004.

FARIA, D. E.; SANTOS, A. L. Exigências nutricionais de galinhas poedeiras. In: II Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos, 2005, Viçosa, MG. **Anais...** VIÇOSA: UFV, p. 315-329, 2005.

FREITAS, A. C.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; SUCUPIRA, F. S. E OLIVEIRA, B. C. M. Efeito de níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na

dieta sobre o desempenho de codornas de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.34, no.3, p.838-846, 2005.

GUANDOLINI, G. C.; RIZZO, P. V.; MONSALVES, F. M.; AMOROSO, L.; COSTA, M. J. R. P.; MORAES, V. M. B. Avaliação de imobilidade tônica e agressividade em codornas na fase de recria: efeitos da inclusão de triptofano na alimentação. **II Simpósio Internacional e I Congresso Brasileiro de Coturnicultura** – Lavras, MG, p.204, 2004.

HARMS, R.H.; RUSSEL, G.B. Evaluation of tryptophan requirement of the commercial layer by using a corn-soybean meal basal diet. **Poultry Science**, v.79, p. 740-742, 2000.

INSTITUTO NACIONAL DE LA RECHERCHE ARONOMIQUE. **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2ª ed. São Paulo; Roca, 245p., 1999.

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. 14 p.306-314, 2005.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Comercial Poultry Nutrition. **University Books**: Guelph, Ontário, 283p., 1991.

LEMME, A. O “conceito de proteína ideal” na nutrição de frangos de corte. **Amino News** vol. 4 nº 1 p.2-10, 2003.

MATTOS FILHO, A.C.S.; PEDROSO, A.A., MORAES, V.M.B. e ARIKI, J. Níveis de proteína em rações de codornas durante a fase de postura. **ARS Veterinária**, v. 15 nº3, p. 223-225, 1999.

MURAKAMI, A.E.; MORAES, V.M.B.; ARIKI, J.; JUNQUEIRA, O.M.; KRONKA, S.N. Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, v.22 nº4, p.541-551, 1993.

MURAKAMI, A.E. Nutrição e alimentação de codornas japonesas em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECCIA, 39, 2002. Recife, PE. **Anais...** Recife, PE.: SBZ, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of poultry**. National Academy Press, Washington, D. C., p. 44-45, 1994.

NELSON, D. L.; COX, M.M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 975 p., 2002.

OLIVEIRA, E. G.; ALMEIDA, M. I. M Algumas informações sobre nutrição de codornas para corte. 2004. In: II Simpósio Internacional e I Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 2004, Lavras, MG, **Anais...** Lavras, MG, p. 53-64, 2004.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine e tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry Science**, v. 82, 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, p. 815-822, 2003.

PEREIRA, C.A. **Exigência nutricional de cálcio para codornas japonesas durante o pico de postura**. Viçosa: UFV, 2004, 60p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Monogástricos), Universidade Federal de Viçosa, 2004.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F.T.; GOMES, P. C.; VARGAS JR., J. G. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira Zootecnia**, vol.31, nº.4, p.1761-1770, 2002.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; DONZELE, J. L.; SILVA, M. A.; SOARES, R. T. R. N.; CUSTÓDIO, G. S.; PENA, K. S. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira Zootecnia**, vol.32, nº.5, p.1182 – 1189, 2003.

PINTO, R.; DONZELE, J. L; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; SOARES, R. T. R. N.; SILVA, M. A.; PEREIRA, T. A. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira Zootecnia**, vol.32, nº.5, p.1166 – 1173, 2003.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Viçosa : UFV, 2000. 141p.

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

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 166p., 1998.

SILVA, E. L.; SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M.L.G.; MELO, D.A.; ANDRADE, I.S. Efeito da redução da proteína na ração no desempenho de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p. 58., 2003.

SAVORY, C. J.; MANN, J. S.; MACLEOD, M. G. Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptophan concentration and dietary protein source. **Bristish Poultry Science**, v. 40, p. 579-584, 1999.

SHIM, K.F. & LEE, T.K. Effect of dietary essential amino acid on egg production of laying japanese quail. **Singapore Journal of Primary Industry**. v.21, n.2, p.72-75 (Abstracts), 1993.

SHIM, K.F.; VOHRA, P. A review of the nutrition of japanese quail. **Journal World's Poultry Science**, v.40, n.3, p.261-274, 1984.

SHRIVASTAV, A. K. Recentes avanços na nutrição de codornas japonesas. In: I Simpósio Internacional de Coturnicultura, 2002, Lavras, MG. **Anais...Lavras, MG**, 2002, 218 p.

SHRIVASTAV, A.K.; PANDA, B. Review of quail nutrition research in India. **World's Poultry Science**. v.55, n.1, p.73-81, 1990.

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

SOARES, R. T. R. N.; FONSECA, J. B.; SANTOS, A. S. O; MERCANDANTE, M. B. Protein requirement of japanese quail (*coturnix coturnix japonica*) during rearing and laying periods. **Brazilian Journal of Poultry Science**. vol. 5, n° 2, p.153-156, 2003.

STRAZNIKA, H. Protein requirement and amino acid imbalance in quail. **British Poultry Science** v. 31, p. 139-145, 1990.

TABLE AEC.- Recomendação para a nutrição animal. 5 ed. France , Rhône Poulenc, 86 p., 1987.

TACKMAN, J. M.; TEWS, J.K.; HARPER, A.E. Dietary disproportions of amino acids in the rat: effects on food intake, plasma and brain amino acids and brain serotonin. **Journal of Nutrition**, v. 120, p.521-533, 1990.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. – Sistema para análise estatística e genética – SAEG. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 1999.

ZAVIEIRO, D. Nível ótimo de proteína em gallinas ponedoras. **Avicultura Profissional**. v. 11, n° 2, p. 11-13, 1993.

ZUMBADO, M. La gravedad específica para determinar la calidad del cascarón. **Avicultura Profesional**, p. 8-10, 1983.

## **APÊNDICE**

**TABELA 1A**-Análise de variância dos dados referentes ao Consumo de Ração de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.   | F      | Signif. |
|-------------------------|-------|---------|--------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 4,25695 | 3,038  | 0,00619 |
| TRIPTOFANO              | 4     | 0,56824 | 0,406  | *****   |
| LINEAR $R^2 = 0,01$     | 1     | 0,01324 | 0,009  | *****   |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,10$ | 1     | 0,20709 | 0,148  | *****   |
| CÚBICO $R^2 = 0,84$     | 1     | 1,67989 | 1,199  | 0,27625 |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,37272 | 0,266  | *****   |
| PERÍODO                 | 2     | 32,4475 | 23,155 | 0,00000 |
| TRIP * PER              | 8     | 1,19707 | 0,854  | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 1,40132 |        |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 5,50  |         |        |         |

**TABELA 2A**-Análise de variância dos dados referentes ao Consumo de Triptofano de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.    | F        | Signif. |
|-------------------------|-------|----------|----------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 26,589   | 5,430    | 0,00002 |
| TRIPTOFANO              | 4     | 4439,935 | 788,565  | 0,00000 |
| LINEAR $R^2 = 1,00$     | 1     | 17750,43 | 3152,607 | 0,00000 |
| QUADRÁTICO $R^2 = 1,00$ | 1     | 1,908488 | 0,339    | *****   |
| CÚBICO $R^2 = 1,00$     | 1     | 6,719638 | 1,193    | 0,27731 |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,687430 | 0,122    | *****   |
| PERÍODO                 | 2     | 149,5545 | 26,562   | 0,00000 |
| TRIP * PER              | 8     | 15,80469 | 2,807    | 0,00762 |
| RESÍDUO                 | 98    | 5,63039  |          |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 5,51  |          |          |         |

**TABELA 3A**-Análise de variância dos dados referentes à Produção de Ovos de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.    | F       | Signif. |
|-------------------------|-------|----------|---------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 1088,382 | 103,821 | 0,00000 |
| TRIPTOFANO              | 4     | 29,19614 | 2,785   | 0,03070 |
| LINEAR $R^2 = 0,66$     | 1     | 77,46520 | 7,389   | 0,00776 |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,79$ | 1     | 14,55700 | 1,389   | 0,24150 |
| CÚBICO $R^2 = 0,79$     | 1     | 0,090056 | 0,009   | *****   |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 24,67229 | 2,353   | 0,12823 |
| PERÍODO                 | 2     | 228,848  | 21,830  | 0,00000 |
| TRIP * PER              | 8     | 12,63112 | 1,205   | 0,30413 |
| RESÍDUO                 | 98    | 10,48327 |         |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 3,80  |          |         |         |

**TABELA 4A**-Análise de variância dos dados referentes ao Peso Médio dos Ovos de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.    | F     | Signif. |
|-------------------------|-------|----------|-------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 0,018512 | 0,219 | *****   |
| TRIPTOFANO              | 4     | 0,082980 | 0,981 | *****   |
| LINEAR $R^2 = 0,07$     | 1     | 0,024212 | 0,286 | *****   |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,46$ | 1     | 0,127681 | 1,509 | *****   |
| CÚBICO $R^2 = 0,97$     | 1     | 0,17034  | 2,013 | 0,15914 |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,00968  | 0,114 | *****   |
| PERÍODO                 | 2     | 0,771878 | 9,121 | 0,00023 |
| TRIP * PER              | 8     | 0,056167 | 0,664 | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 0,084622 |       |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 2,67  |          |       |         |

**TABELA 5A**-Análise de variância dos dados referentes aos Ovos Comercializáveis de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.    | F     | Signif. |
|-------------------------|-------|----------|-------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 3,782918 | 1,022 | 0,42042 |
| TRIPTOFANO              | 4     | 9,072425 | 2,452 | 0,05095 |
| LINEAR $R^2 = 0,32$     | 1     | 11,56047 | 3,125 | 0,08024 |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,65$ | 1     | 11,85882 | 3,205 | 0,07649 |
| CÚBICO $R^2 = 0,76$     | 1     | 4,112313 | 1,111 | 0,29436 |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 8,758097 | 2,367 | 0,12714 |
| PERÍODO                 | 2     | 0,278392 | 0,075 | *****   |
| TRIP * PER              | 8     | 1,069500 | 0,289 | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 3,699882 |       |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 1,96  |          |       |         |

**TABELA 6A**-Análise de variância dos dados referentes à Massa de Ovos de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FV                      | G. L. | Q. M.    | F     | Signif. |
|-------------------------|-------|----------|-------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 4,247041 | 5,387 | 0,00003 |
| TRIPTOFANO              | 4     | 0,395217 | 0,501 | *****   |
| LINEAR $R^2 = 0,75$     | 1     | 1,192865 | 1,513 | 0,22163 |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,76$ | 1     | 0,014353 | 0,018 | *****   |
| CÚBICO $R^2 = 0,85$     | 1     | 0,132489 | 0,168 | *****   |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,241160 | 0,306 | *****   |
| PERÍODO                 | 2     | 5,583306 | 7,082 | 0,00133 |
| TRIP * PER              | 8     | 0,128776 | 0,163 | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 0,788400 |       |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 9,56  |          |       |         |

**TABELA 7A**-Análise de variância dados referentes à Conversão Alimentar Massa de Ovos de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.    | F      | Signif. |
|-------------------------|-------|----------|--------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 0,13088  | 3,781  | 0,00113 |
| TRIPTOFANO              | 4     | 0,04084  | 1,180  | 0,32455 |
| LINEAR $R^2 = 0,59$     | 1     | 0,096706 | 2,793  | 0,09786 |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,62$ | 1     | 0,004232 | 0,122  | *****   |
| CÚBICO $R^2 = 0,98$     | 1     | 0,059894 | 1,730  | 0,19149 |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,002534 | 0,073  | *****   |
| PERÍODO                 | 2     | 0,51004  | 14,732 | 0,00000 |
| TRIP * PER              | 8     | 0,01549  | 0,447  | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 0,03462  |        |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 7,97  |          |        |         |

**TABELA 8A**-Análise de variância dos dados referentes à Conversão Alimentar Dúzia de Ovos de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.    | F      | Signif. |
|-------------------------|-------|----------|--------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 0,00228  | 3,664  | 0,00148 |
| TRIPTOFANO              | 4     | 0,00053  | 0,852  | *****   |
| LINEAR $R^2 = 0,58$     | 1     | 0,00123  | 1,984  | 0,16209 |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,76$ | 1     | 0,000369 | 0,592  | *****   |
| CÚBICO $R^2 = 0,95$     | 1     | 0,000412 | 0,660  | *****   |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,000107 | 0,173  | *****   |
| PERÍODO                 | 2     | 0,007096 | 11,363 | 0,00003 |
| TRIP * PER              | 8     | 0,000491 | 0,787  | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 0,000624 |        |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 8,19  |          |        |         |

**TABELA 9A**-Análise de variância dos dados referentes ao Peso de Gema de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.   | F     | Signif. |
|-------------------------|-------|---------|-------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 0,02164 | 1,505 | 0,17429 |
| TRIP                    | 4     | 0,01413 | 0,983 | *****   |
| LINEAR $R^2 = 0,74$     | 1     | 0,04175 | 2,904 | 0,09153 |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,77$ | 1     | 0,00159 | 0,111 | *****   |
| CÚBICO $R^2 = 0,95$     | 1     | 0,01047 | 0,728 | *****   |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,00272 | 0,189 | *****   |
| PERÍODO                 | 2     | 0,13941 | 9,695 | 0,00014 |
| TRIP * PER              | 8     | 0,01331 | 0,926 | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 0,01437 |       |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 3,82  |         |       |         |

**TABELA 10A**-Análise de variância dos dados referentes ao Peso de Albúmen de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.  | F     | Signif. |
|-------------------------|-------|--------|-------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 0,0624 | 1,212 | 0,30334 |
| TRIPTOFANO              | 4     | 0,0888 | 1,724 | 0,15085 |
| LINEAR $R^2 = 0,15$     | 1     | 0,0525 | 1,020 | 0,31499 |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,75$ | 1     | 0,2126 | 4,127 | 0,04491 |
| CÚBICO $R^2 = 0,97$     | 1     | 0,0797 | 1,547 | 0,21649 |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,0103 | 0,200 | *****   |
| PERÍODO                 | 2     | 0,3142 | 6,098 | 0,00318 |
| TRIP * PER              | 8     | 0,0443 | 0,860 | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 0,0515 |       |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 3,30  |        |       |         |

**TABELA 11A**-Análise de variância dos dados referentes ao Peso de Casca de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.   | F     | Signif. |
|-------------------------|-------|---------|-------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 0,0015  | 1,258 | 0,27927 |
| TRIPTOFANO              | 4     | 0,0035  | 2,901 | 0,02572 |
| LINEAR $R^2 = 0,04$     | 1     | 0,0005  | 0,416 | *****   |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,78$ | 1     | 0,0105  | 8,643 | 0,00410 |
| CÚBICO $R^2 = 0,94$     | 1     | 0,0022  | 1,879 | 0,17358 |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,00081 | 0,665 | *****   |
| PERÍODO                 | 2     | 0,0006  | 0,501 | *****   |
| TRIP * PER              | 8     | 0,0005  | 0,449 | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 0,0011  |       |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 3,90  |         |       |         |

**TABELA 12A**-Análise de variância dos dados referentes à Porcentagem de Gema de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.   | F     | Signif. |
|-------------------------|-------|---------|-------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 1,4405  | 0,867 | *****   |
| TRIPTOFANO              | 4     | 4,0274  | 2,424 | 0,05314 |
| LINEAR $R^2 = 0,38$     | 1     | 6,1820  | 3,721 | 0,05662 |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,41$ | 1     | 0,4667  | 0,281 | *****   |
| CÚBICO $R^2 = 0,87$     | 1     | 7,32392 | 4,408 | 0,03833 |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 2,1372  | 1,286 | 0,25947 |
| PERÍODO                 | 2     | 2,0114  | 1,211 | 0,30238 |
| TRIP * PER              | 8     | 1,29656 | 0,780 | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 1,66135 |       |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 4,49  |         |       |         |

**TABELA 13A**-Análise de variância dos dados referentes à Porcentagem de Albúmen de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.   | F     | Signif. |
|-------------------------|-------|---------|-------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 5,37701 | 0,887 | *****   |
| TRIPTOFANO              | 4     | 3,86145 | 0,637 | *****   |
| LINEAR $R^2 = 0,04$     | 1     | 0,66627 | 0,110 | *****   |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,80$ | 1     | 11,6205 | 1,916 | 0,16945 |
| CÚBICO $R^2 = 0,90$     | 1     | 1,67789 | 0,277 | *****   |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 1,48108 | 0,244 | *****   |
| PERÍODO                 | 2     | 4,87445 | 0,804 | *****   |
| TRIP * PER              | 8     | 6,95145 | 1,146 | 0,33985 |
| RESÍDUO                 | 98    | 6,06528 |       |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 3,92  |         |       |         |

**TABELA 14A**-Análise de variância dos dados referentes à Porcentagem de Casca de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.   | F      | Signif. |
|-------------------------|-------|---------|--------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 0,2094  | 1,871  | 0,08241 |
| TRIPTOFANO              | 4     | 0,35770 | 3,196  | 0,01635 |
| LINEAR $R^2 = 0,08$     | 1     | 0,11079 | 0,990  | *****   |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,89$ | 1     | 1,16629 | 10,422 | 0,00170 |
| CÚBICO $R^2 = 0,89$     | 1     | 0,00015 | 0,001  | *****   |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,15356 | 1,372  | 0,24426 |
| PERÍODO                 | 2     | 1,06228 | 9,493  | 0,00016 |
| TRIP * PER              | 8     | 0,04951 | 0,442  | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 0,11190 |        |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 4,07  |         |        |         |

**TABELA 15A**-Análise de variância dos dados referentes à Gravidade Específica de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.      | F     | Signif. |
|-------------------------|-------|------------|-------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 0,000007   | 4,257 | 0,00038 |
| TRIPTOFANO              | 4     | 0,000009   | 5,437 | 0,00005 |
| LINEAR $R^2 = 0,09$     | 1     | 0,0000034  | 1,871 | 0,17450 |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,83$ | 1     | 0,0000295  | 16,21 | 0,00011 |
| CÚBICO $R^2 = 0,83$     | 1     | 0,0000010  | 0,058 | *****   |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,00000658 | 3,610 | 0,06038 |
| PERÍODO                 | 2     | 0,0000764  | 41,89 | 0,00000 |
| TRIP * PER              | 8     | 0,0000008  | 0,474 | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 0,0000018  |       |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 0,13  |            |       |         |

**TABELA 16A**-Análise de variância dos dados referentes à Unidade Haugh de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.   | F      | Signif. |
|-------------------------|-------|---------|--------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 1,57636 | 0,818  | *****   |
| TRIPTOFANO              | 4     | 7,34481 | 3,811  | 0,00637 |
| LINEAR $R^2 = 0,20$     | 1     | 5,91816 | 3,071  | 0,08285 |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,85$ | 1     | 19,0621 | 9,890  | 0,00220 |
| CÚBICO $R^2 = 0,96$     | 1     | 3,30424 | 1,714  | 0,19349 |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 1,09473 | 0,568  | *****   |
| PERÍODO                 | 2     | 36,6107 | 18,995 | 0,00000 |
| TRIP * PER              | 8     | 1,54799 | 0,803  | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 1,92740 |        |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 1,55  |         |        |         |

**TABELA 17A**-Análise de variância dos dados referentes ao Diâmetro dos Ovos de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.   | F     | Signif. |
|-------------------------|-------|---------|-------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 0,06457 | 0,796 | *****   |
| TRIPTOFANO              | 4     | 0,09689 | 1,194 | 0,31840 |
| LINEAR $R^2 = 0,22$     | 1     | 0,08491 | 1,046 | 0,30889 |
| QUADRAT. $R^2 = 0,40$   | 1     | 0,07179 | 0,885 | *****   |
| CÚBICO $R^2 = 0,98$     | 1     | 0,22385 | 2,758 | 0,09997 |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,00701 | 0,086 | *****   |
| PERÍODO                 | 2     | 0,03739 | 0,461 | *****   |
| TRIP * PER              | 8     | 0,07600 | 0,936 | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 0,08116 |       |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 1,17  |         |       |         |

**TABELA 18A**-Análise de variância dos dados referentes à Altura dos Ovos de acordo com o nível de triptofano digestível e período experimental.

| FONTE DE VARIAÇÃO       | G. L. | Q. M.  | F      | Signif. |
|-------------------------|-------|--------|--------|---------|
| BLOCO                   | 7     | 0,0477 | 0,214  | *****   |
| TRIPTOFANO              | 4     | 0,7243 | 3,248  | 0,01509 |
| LINEAR $R^2 = 0,15$     | 1     | 0,4357 | 1,954  | 0,16526 |
| QUADRÁTICO $R^2 = 0,47$ | 1     | 0,9195 | 4,124  | 0,04499 |
| CÚBICO $R^2 = 0,75$     | 1     | 0,8097 | 3,631  | 0,05963 |
| QUÁRTICO $R^2 = 1,00$   | 1     | 0,7322 | 3,284  | 0,07302 |
| PERÍODO                 | 2     | 2,3141 | 10,379 | 0,00007 |
| TRIP * PER              | 8     | 0,1222 | 0,548  | *****   |
| RESÍDUO                 | 98    | 0,2229 |        |         |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO | 1,51  |        |        |         |