

DÉBORA CRISTINE DE OLIVEIRA CARVALHO

**BIODISPONIBILIDADE DE FONTES DE METIONINA E EXIGÊNCIAS
NUTRICIONAIS DE LISINA E DE TRIPTOFANO PARA POEDEIRAS LEVES,
MANTIDAS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA, NA FASE DE
PRODUÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das Exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia para obtenção do Título de "Doctor Scientiae".

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2005**

DÉBORA CRISTINE DE OLIVEIRA CARVALHO

**BIODISPONIBILIDADE DE FONTES DE METIONINA E EXIGÊNCIAS
NUTRICIONAIS DE LISINA E DE TRIPTOFANO PARA POEDEIRAS LEVES,
MANTIDAS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA, NA FASE DE
PRODUÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das Exigências do Programa de Pós- Graduação em Zootecnia para obtenção do Título de "Doctor Scientiae".

APROVADA: 25 de novembro de 2005

Prof. Horacio Santiago Rostagno
(Conselheiro)

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto
(Conselheiro)

Prof. José Geraldo de Vargas Júnior

Dr. Marcelo Aparecido Silva

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Orientador)

A Deus, pela vida,

**Ao meu pai Dornel (in memoriam) pelo exemplo de força, luta e
esperança.**

À minha mãe Maria pela sabedoria e perseverança.

Aos meus irmãos e irmãs pelo apoio e carinho.

**Aos meus sobrinhos e sobrinhas, por encher a minha vida de
alegria.**

**Ao meu grande amor José Santana, por estar presente em
todos momentos, sempre me apoiando de forma
incondicional, com certeza sem ele tudo seria mais
difícil.....**

Dedico este trabalho

**"Se não mudarmos de direção, provavelmente terminaremos
onde começamos"**

Nina Wise

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, por intermédio do Departamento de Zootecnia pela acolhida e por ter-me possibilitado desenvolver este trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

Às empresas Degussa - Brasil LTDA e Ajinomoto Nutrição Animal pelos produtos doados para realização deste trabalho e também pelas análises laboratoriais realizadas.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino, pela confiança, pelo apoio, pela amizade, pela brilhante orientação e por ser uma pessoa tão maravilhosa.

Ao professor Horacio Rostagno, conselheiro de inestimável valor, pelos ensinamentos e sugestões durante a realização deste trabalho.

Ao professor e amigo José Geraldo de Vargas Júnior, pelo apoio e ensinamentos.

Ao professor Sérgio Luiz Toledo Barreto pela atenção e pelas sugestões apresentadas.

Ao amigo Marcelo Aparecido da Silva pelas sugestões apresentadas e pelo grande apoio no período final deste trabalho.

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

Ao Santana, pela paciência, amizade, carinho, pelo apoio durante todas as fases de realização deste trabalho, enfim por estar comigo nos momentos mais difíceis.

À minha família, por acreditarem em mim.

Ao amigo Claudson Oliveira Brito pelo apoio, boa vontade e amizade.

Ao amigo Lidson Ramos Nery, pela boa vontade, amizade e apoio.

À amiga Sandra Regina Freitas Pinheiro pelo apoio, carinho e atenção.

Aos amigos e companheiros de trabalho, Flávio Augusto Massakichi Hashimoto, Jean Eduardo de Oliveira, Rodrigo Santana Toledo, Marli Arena Dionízio, Renata Mara de Souza, Maurício Tércio dos Santos Viana, Leandro C. Milagres Rigueira e Mauro Godoi, e a todos aqueles que tornaram a minha estadia em Viçosa muito especial.

À bolsista Carla Rodrigues Silva pela amizade, pela colaboração e pelo apoio.

Aos bolsistas e estagiários Fernando, Anastácia, Eliane, Rodrigo e Evandro pela convivência e pelo apoio.

Aos meus afilhados, cunhadas e cunhados pelo incentivo e carinho.

À Dora, pela sincera amizade e pelo apoio.

Às amigas de república Mayra, Fabiane, Cintia e Raquel, pelo carinho, e apoio durante a fase de experimento e pela ótima convivência.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, em especial a Adriano, Elísio (Chefinho), Joselino, Mauro, Mário, José Eudes, Sebastião (Xulipa) e Tiãozinho.

A Celeste pela pessoa maravilhosa que é, pela brilhante dedicação e competência, e muito obrigada pelo apoio em todo o período em que fui aluna de pós-graduação.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Adilson, Márcia, Raimundo, Rosana, Venâncio, Fernando e Monteiro pela dedicação, pela competência e pelo carinho nos serviços prestados.

Aos demais colegas dos Programas de Pós-Graduação, em níveis de mestrado e doutorado, pelo convívio.

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

BIOGRAFIA

Débora Cristine de Oliveira Carvalho, filha de Dornel de Oliveira e Maria Mendes Carvalho de Oliveira, nasceu aos 19 dias do mês de maio do ano de 1975, na Cidade de Caratinga, Minas Gerais .

Concluiu o curso de segundo grau, na Escola Estadual José Augusto Ferreira, na cidade de Cratinga- MG, em dezembro de 1993.

Ingressou, em março de 1995, no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, graduando-se em 14 de janeiro de 2000.

No período de março de 2000 a fevereiro de 2002, atendeu ao curso de Mestrado em Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em março de 2002, iniciou o Programa de Doutorado em Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, sob orientação do professor Luiz Fernando Teixeira Albino, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em janeiro de 2005 foi contratada pela empresa Agrocere Nutrição Animal, para ocupar o cargo de Nutricionista..

Em novembro de 2005, submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de "Doctor Scientiae".

ÍNDICE

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 – INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 - Proteínas e Suplementação de Aminoácidos	4
2.2 - Fontes de Metionina	6
2.3 - Exigência em Lisina para Poedeiras Comerciais	10
2.4 – Exigência em Triptofano para Poedeiras Comerciais	13
2.5 – Efeito da Elevada Temperatura Ambiente para Aves	15
CAPÍTULO 1	
BIODISPONIBILIDADE DE FONTES DE METIONINA PARA POEDEIRAS LEVES, MANTIDAS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA, NA FASE DE PRODUÇÃO	19
1 – INTRODUÇÃO	19
2 - MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1 - Local	21
2.2 - Alojamento das Aves e Manejo	21
2.3 - Tratamentos e Rações Experimentais	22
2.4 - Características Avaliadas	24
2.5 - Análises Estatísticas	25
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
3.1 - Desempenho das Poedeiras	27
3.1.1 - Consumo de Ração	28
3.1.2 - Produção de Ovos	29
3.1.3 - Peso dos Ovos e Massa de Ovos	30
3.1.4 - Conversão Alimentar	30
3.1.5 - Peso Corporal	32
3.2- Equações para Determinação da Biodisponibilidade das Fontes de Metionina	33
4 – RESUMO E CONCLUSÕES	35
CAPÍTULO 2.	
EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS EM LISINA PARA POEDEIRAS LEVES, MANTIDAS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA, NA FASE DE PRODUÇÃO	
1 – INTRODUÇÃO	36
2 - MATERIAL E MÉTODOS	38
2.1 - Local	38
2.2 - Alojamento das Aves e Manejo	38
2.3 - Tratamentos e Rações Experimentais	39

2.4 - Características Avaliadas	41
2.5 - Análises Estatísticas	42
3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
3.1 - Desempenho das Poedeiras	43
3.1.1 - Peso Corporal	43
3.1.2 - Consumo de Ração	44
3.1.3 - Produção de Ovos	46
3.1.4 - Peso dos Ovos, Massa de Ovos e Conversão Alimentar	48
4 – RESUMO E CONCLUSÕES	51
CAPÍTULO 3	
EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS EM TRIPTOFANO PARA POEDEIRAS LEVES, MANTIDAS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA, NA FASE DE PRODUÇÃO	52
1 – INTRODUÇÃO	52
2 – MATERIAL E MÉTODOS	54
2.1 – Local	54
2.2 – Alojamento das Aves e Manejo	54
2.3 – Tratamentos e Rações Experimentais	55
2.4 – Características Avaliadas	57
2.5 – Análises Estatísticas	58
3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
3.1 – Desempenho das Poedeiras	59
3.1.1 - Peso Corporal	61
3.1.2 - Consumo de Ração	62
3.1.3 - Produção de Ovos	62
3.1.4 - Peso dos Ovos	64
3.1.5 - Massa de Ovos Conversão Alimentar	64
4 - RESUMO E CONCLUSÕES	67
5 - CONCLUSÕES GERAIS	68
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
7 - APÊNDICE	81

RESUMO

CARVALHO, Débora Cristine de Oliveira, D.S. Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2005. **Biodisponibilidade de Fontes de Metionina e Exigências Nutricionais de Lisina e de Triptofano para Poedeiras Leves, Mantidas em Ambiente de Alta Temperatura, na Fase de Produção.** Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Conselheiros: Horacio Santiago Rostagno e Sérgio Luiz de Toledo Barreto.

Três experimentos foram realizados com poedeiras leves Hy Line W-36, na fase de produção, mantidas em ambiente de alta temperatura. No primeiro experimento a temperatura média registrada foi mínima de 26°C e máxima de 31°C. No segundo e terceiro experimentos a temperatura média registrada foi mínima de 21°C e máxima de 30°C. No primeiro experimento objetivou-se determinar se a biodisponibilidade da metionina hidroxí análoga ácido livre (MHA-AL) é igual ou superior a 65%, na base de produto, para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. No segundo e terceiro experimentos objetivou-se determinar as exigências nutricionais em lisina e em triptofano, para poedeiras leves no período de 44 a 55 semanas de idade. No primeiro experimento foram utilizadas 640 poedeiras comerciais com 24 semanas de idade, durante quatro períodos experimentais de 28 dias. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com dez tratamentos, oito repetições e oito aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em uma ração basal farelada deficiente em metionina, contendo 2.830 kcal de energia metabolizável (EM)/kg, 14,5% de proteína bruta (PB) e 0,23% e 0,21% de metionina total e digestível, respectivamente, sendo suplementada com DL Metionina 99% - DLM (0,0325; 0,05; 0,065; 0,0975; 0,10 e 0,15%) e com MHA-AL 88% (0,05; 0,10 e 0,15%). As características avaliadas foram:

peso corporal (kg), produção de ovos (%), massa de ovos (g), peso médio dos ovos (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar (g de ração/g de ovo). Com base nos dados de produção de ovos, massa de ovo e conversão alimentar a biodisponibilidade da MHA-AL foi calculada em 74,66, 73,97, 71,17, respectivamente, conferindo a MHA-AL uma biodisponibilidade média de 73,22% em relação à DLM, na base de produto. Conclui-se que a biodisponibilidade da MHA-AL é maior que 65% na base de produto. No segundo experimento foram utilizadas 240 poedeiras comerciais no período de 44 a 55 semanas de idade. As aves foram distribuídas em cinco tratamentos durante três períodos experimentais de 28 dias. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos, quatro blocos e doze aves por unidade experimental. As aves foram submetidas a uma ração basal farelada deficiente em lisina formulada para conter 2.800 kcal de EM/kg, 15,0% de PB e 0,541% e 0,476% de lisina total e digestível, respectivamente, sendo suplementada com lisina (0,00; 0,08; 0,16; 0,24 e 0,32%). As características avaliadas foram, peso corporal (kg), produção de ovos (%), massa de ovos (g), peso médio dos ovos (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar (g de ração/g de ovo). Ao ser realizada a análise de regressão, para os níveis de lisina, foi encontrado efeito linear ($P \leq 0,05$) para produção de ovos, massa de ovos, consumo de ração e conversão alimentar. O peso corporal e peso do ovo não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de lisina na ração. Conclui-se que a exigência nutricional em lisina para poedeiras leves no período de 44 a 55 semanas de idade, mantidas em ambiente de alta temperatura, é de 0,796% de lisina digestível na ração, correspondendo a um consumo médio diário de lisina digestível de 726mg/ave ou 15,1 mg/g de ovo. No terceiro experimento, 240 poedeiras comerciais, no período de 44 a 55 semanas de idade, foram submetidas a uma ração basal farelada deficiente em triptofano, para conter 2.850 Kcal de EM/kg, 15,0% de PB e 0,132% e 0,116% de triptofano total e digestível respectivamente, suplementada com 0,00; 0,02; 0,04; 0,06 e, 0,08% de triptofano durante três períodos experimentais de 28 dias. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos, quatro blocos e doze aves por unidade experimental. As características avaliadas foram, peso corporal (kg), produção de ovos (%), massa de ovos (g), peso médio dos ovos (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar (g de ração/g de ovo). Foi observado efeito quadrático para produção de ovos, massa de ovos e conversão alimentar; e efeito linear para peso

corporal e consumo de ração. O peso do ovo não foi influenciado, significativamente ($P>0,05$), pelos níveis de triptofano da ração. A exigência em triptofano digestível para poedeiras leves no período de 44 a 55 semanas de idade mantidas em ambiente de alta temperatura, foi estimada em 0,180% de triptofano na ração, correspondendo a um consumo médio diário de 159mg/ave de triptofano digestível ou de 3,5 mg/g de ovo.

ABSTRACT

CARVALHO, Débora Cristine de Oliveira, D.S. Universidade Federal de Viçosa, november of 2005. **Bioavailability of methionine sources and nutritional requirements of lysine and tryptophan of the laying hen, under hot climate conditions, in the production period.** Adviser: Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Committee Members: Horacio Santiago Rostagno and Sérgio Luiz de Toledo Barreto.

Three experiment were developed with Hy Line W-36 commercial layers, in the production period, under hot climate conditions. In the first experiment the temperature registered was minimum of the 25°C and maximum of the 30°C, and in the second and third experiments the temperature registered was minimum of the 21°C and maximum of the 30°C. In the one experiment was conducted with the objective to determine if bioavailability of methionine hydroxy analogue free acid (MHA-FA) is higher than 65%, in product basis, of laying hen to 24 the 40wk of age. In the second and third experiment were conducted with the objective to determine the nutritional requirement the lysine and tryptophan of laying hen to 44 the 55 wk of age. In the first experiment six hundred end forty laying hens were used during four experimental periods of 28 days each. The laying hens were randomly distributed into ten treatments with eight replicates. The treatments were based on basal diet deficient in methionine, contained 2830 kcal of energy metabolizable/kg and 14,5% of crude protein, with 0,23% and 0,21% the methionine total and digestible, respectively. The basal diet was supplied DL- Methionine 99 % - DLM (0,0325; 0,05; 0,065; 0,0975; 0,10 e 0,15%) and with MHA-FA (0,05; 0,10 e 0,15%). The evaluated variables were body weight (kg), feed consumption (g), egg production (%), egg mass (g), egg weight (g), feed conversion (g/the feed/g the egg). Based on the evaluation egg production, egg mass and feed conversion the bioavaiaibility in the MHA-FA was estimated in 74,66, 73,97 and 71,17,

respectively, resulted in bioavailability average of the 73,22% on product basis. The results of the present study indicate that bioavailability is higher than 65% on product basis. In the second experiment two hundred end forty laying hens were used during three experimental periods of 28 days each. The laying hens were randomly distributed into five treatments with twelve replicates. The treatments were based on basal diet deficient in lysine, contained 2800 kcal of energy metabolizable/kg and 15,0% of crude protein, 0,541 e 0,476% the lysine total and digestible, respectively. The basal diet was supplied with lysine (0,00; 0,08; 0,16; 0,24 e 0,32%). The evaluated variables were body weight (kg), feed consumption (g), egg production (%), egg mass (g), egg weight (g), feed conversion (g the feed/g the eggs). A linear effect ($P \leq 0,05$) of lysine levels was seen on egg production, egg mass, feed consumption and feed conversion. No significant differences ($P > 0,05$) among lysine levels were observed for body weight and egg weight. In conclusion the dietary lysine at 726 mg/hen per day or 15,1 mg/g the egg, in the period the 44 the 55wk of age, under hot climate conditions. In the third experiment two hundred end forty laying hens were used during three experimental periods of 28 days each. The laying hens were randomly distributed into five treatments with twelve replicates. The treatments were based on basal diet deficient in tryptophan, contained 2850 kcal of energy metabolizable/kg and 15,0% of crude protein, with 0,132 e 0,116% the tryptophan total and digestible, respectively. The basal diet was supplied with tryptophan (0,00; 0,02; 0,04; 0,06 e 0,08%). The evaluated variables were body weight (kg), feed consumption (g), egg production (%), egg mass (g), egg weight (g), feed conversion (g the feed/g the eggs). A linear effect ($P \leq 0,05$) of tryptophan levels was seen on body weight and feed consumption. A quadract effect ($P \leq 0,05$) of tryptophan levels was seen on egg production, egg mass and feed conversion. No significant differences ($P > 0,05$) among tryptophan levels were observed for egg weight. In conclusion the dietary tryptophan at 159 mg/hen per day or 3,5 mg/g the egg, in the period the 44 the 55wk of age, under hot climate conditions.

1 - INTRODUÇÃO

Em função dos avanços genéticos, as poedeiras comerciais estão se tornando cada vez mais precoces e apresentando altos picos de produção, o que indica que suas necessidades nutricionais devem ser periodicamente revistas, de tal forma a garantir o máximo desempenho. E, sabendo-se que as exigências em proteína e em aminoácidos de poedeiras podem variar conforme o peso corporal, a taxa de crescimento e/ou produção de ovos, é muito importante que os nutricionistas atentem para estes pontos ao formular as rações.

As rações para aves são formuladas com base nas exigências de proteína bruta, e as rações à base de milho e de farelo de soja, apesar de atenderem bem a exigência desse nutriente, contêm consideráveis excessos de aminoácidos essenciais. O excesso de aminoácidos circulantes no sangue tende a diminuir o apetite, podendo afetar diretamente o desempenho dos animais, uma vez que alguns nutrientes deixarão de ser ingeridos em quantidade necessária para atender as exigências dos mesmos.

Considerando que os aminoácidos estão entre os nutrientes mais importantes para performance produtiva das poedeiras, e uma vez que as exigências em determinados aminoácidos têm relação direta com a produção de ovos, conversão alimentar e eficiência na utilização de nitrogênio, é relevante a determinação das exigências em aminoácidos para poedeiras. Nos últimos anos, em virtude da redução no preço dos aminoácidos sintéticos, estes têm sido utilizados nas rações de aves para reduzir o nível de proteína bruta das rações, sem afetar a performance, aumentando a utilização de nitrogênio total (Jansman, 2002) e reduzindo a excreção de N, contribuindo assim para menor poluição ambiental.

A deposição protéica depende em grande parte da suplementação de aminoácidos e conseqüentemente da quantidade e da qualidade (em valores biológicos) da proteína dietética. A metionina é o primeiro aminoácido limitante nas rações comerciais para aves, sendo que sua deficiência nas rações pode ser corrigida pela suplementação de metionina sintética.

Atualmente, se oferecem na indústria de alimentos balanceados diferentes fontes sintéticas de metionina, sendo as mais utilizadas: DL-metionina (DLM) e Metionina Hidroxi Análoga-Ácido Livre (MHA-AL). A importância da biodisponibilidade destas fontes tem sido tema de debate entre os nutricionistas, uma vez que o conhecimento da biodisponibilidade poderá assegurar o desempenho ideal do animal. Dessa maneira permitirá a suplementação das rações de forma efetiva com a quantidade de metionina desejada, e também possibilitará a comparação entre distintas fontes de acordo com os preços de mercado das mesmas.

Além da importância na determinação da biodisponibilidade de fontes de aminoácidos utilizadas nas rações de poedeiras, têm também igual relevância a determinação da necessidade específica de cada aminoácido, garantindo desta forma o melhor desempenho das poedeiras. Entre os aminoácidos essenciais para poedeiras temos a lisina e o triptofano que têm importância significativa no desempenho das mesmas.

Pesquisas direcionadas para a determinação das exigências em lisina para poedeiras, objetivando-se alcançar eficiência produtiva satisfatória, têm sido realizadas obtendo-se amplo espectro de respostas. Neste sentido, Rhodimet (1993) apresentou recomendação de 783mg de lisina total/ave/dia ou 0,870% de lisina na ração para o consumo de 90g de ração. Entretanto, o NRC (1994) recomendou um consumo de 690mg de lisina total/ave/dia para poedeiras leves, enquanto Rostagno et al. (2005) sugerem 894mg de lisina total/ave/dia, e 796mg de lisina digestível/ave/dia, para poedeiras leves com peso corporal de 1,470 kg. O manual de manejo das poedeiras Hy-Line W36 (2003) recomenda a utilização de 760mg/dia/ave de lisina total no período de 44 a 58 semanas de idade, para poedeiras submetidas a condições normais, ou 0,760% de lisina na ração para o consumo de 100g/ave/dia.

O triptofano pode ser o primeiro aminoácido limitante para aves, principalmente em rações que consistem basicamente de milho e de farelo de soja, suplementadas com metionina e lisina. De acordo com NRC (1994) a exigência em triptofano total para

poedeiras consumindo 100g de ração/ave/dia é de 160 mg /ave/dia. Já Rostagno et al. (2005) sugerem 206 mg de triptofano total/ave/dia e 183 mg de triptofano digestível/ave/dia. Entretanto, o manual de manejo das poedeiras Hy-Line W36 (2003) recomenda a utilização de 160 mg de triptofano/ave/dia no período de 44 a 58 semanas de idade, para poedeiras submetidas a condições ambientais dentro da zona de conforto.

Tendo em vista as mais diversas alterações fisiológicas que as aves podem ter ao serem submetidas à temperaturas ambiente elevadas, qualquer tentativa de manipular o consumo de nutrientes deve ser cauteloso e orientado a satisfazer as necessidades mais imediatas das aves (Leeson, 1986), em função da alteração no consumo de ração. Em virtude do alto incremento calórico gerado durante a digestão e a metabolização das proteínas, a recomendação de Waldroup et al. (1976) é reduzir o nível de proteína bruta e adicionar aminoácidos sintéticos (metionina, lisina, triptofano) até obter níveis mínimos adequados. Em adição, Harms e Russel (1993) afirmaram que a suplementação de aminoácidos essenciais (lisina, metionina, triptofano, treonina, arginina, isoleucina e valina) em rações com baixo teor de proteína bruta melhora a performance e o peso do ovo de poedeiras Hy- Line W36.

Assim, objetiva-se no presente estudo determinar se a biodisponibilidade de MHA-AL é igual ou superior a 65% na base de produto, e determinar as exigências em lisina e em triptofano para poedeiras leves, mantidas em ambiente de alta temperatura, na fase de produção

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Proteínas e Suplementação de Aminoácidos

O conhecimento das exigências protéicas para poedeiras em fase de produção é de fundamental importância, uma vez que a produção e o tamanho dos ovos são dependentes da ingestão de proteínas. A habilidade das poedeiras em estocar proteína é limitada, e como o tamanho do ovo é altamente dependente da sua ingestão diária, é imprescindível que a concentração de proteína e o consumo de ração estejam adequados para que as aves possam atingir a produção de ovos desejada (Pesti, 1992).

De acordo com o NRC (1994) a exigência em proteína para poedeiras é sugerida apenas como um ponto de referência, no entanto, a ração deve conter quantidade suficiente de aminoácidos essenciais e também de proteína bruta para assegurar um satisfatório “pool” de nitrogênio.

Segundo NRC (1984), a concentração de proteína bruta da ração pode alterar a exigência de aminoácido individualmente. Os aminoácidos fazem parte das proteínas e são necessários para a manutenção e produção em todas as espécies animais, incluindo as aves. Vários aminoácidos têm funções específicas, sendo importantes não apenas por fazer parte das proteínas, devendo isto ser considerado, quando suas exigências são determinadas.

A metionina, por exemplo, tem importante papel como doadora de grupo metil, enquanto que o triptofano é o precursor da serotonina, e a deficiência destes pode influenciar o comportamento e o consumo de ração das aves (Jansman, 2002).

Gardner e Young (1972) constataram que o aumento de proteína bruta de 12 para 18% aumentou significativamente o peso do ovo, da gema e do albúmen, bem como a concentração de proteína na gema e no albúmen. Carlson e Guenther (1969)

observaram melhora na produção de ovo com a suplementação de metionina em rações com 14% de proteína, enquanto que em rações com 16% de proteína não foi observado melhora, concluindo que para uma ração com baixo teor de proteína bruta a suplementação com aminoácidos sintéticos é necessária. Resultados similares foram obtidos por Jensen et al. (1974).

Schutte (1994), observaram que a redução do nível de proteína na ração para poedeiras com suplementação de metionina e lisina sintética na ração, ocasionou redução de 23% na excreção de nitrogênio, sem influenciar a performance produtiva.

Considerando a disponibilidade comercial de aminoácidos sintéticos como lisina, metionina, triptofano e treonina, bem como a necessidade de se controlar a poluição ambiental em alguns países ou regiões produtoras de aves, alguns experimentos foram conduzidos nas últimas décadas objetivando-se avaliar a influência de diferentes níveis de proteína bruta na ração sobre o desempenho e metabolismo do nitrogênio em poedeiras comerciais.

Avaliando o desempenho após o pico de produção de poedeiras submetidas a rações contendo 14, 15 e 16% de PB suplementadas com diferentes combinações dos aminoácidos metionina, lisina, treonina e triptofano, em clima quente, Andrade et al. (2003), concluíram que a redução de PB para 15%, suplementada com tais aminoácidos resultou em melhora no desempenho.

Silva et al. (2003) observaram que a redução do nível de proteína de 16% para 15% em rações de poedeiras na fase de 26 a 41 semanas, suplementando lisina e metionina, não influenciaram significativamente o desempenho de poedeiras comerciais.

Segundo Harms e Russel (1993) os níveis de aminoácidos na ração, especialmente aqueles que compõem os aminoácidos sulfurados (metionina+cistina) são importantes por influenciar o tamanho dos ovos. Assim, em clima quente quando ovos de maior tamanho são desejados, a elevação da densidade dos nutrientes na ração para manter os níveis de ingestão de aminoácidos auxiliará a manter o tamanho dos ovos (Wellenreiter, 1998).

De maneira geral, esses experimentos revelaram que as poedeiras restabelecem o desempenho (produção, peso e massa de ovos) quando submetidas a níveis protéicos inferiores aos normalmente praticados, desde que devidamente suplementadas com aminoácidos sintéticos. O tipo de aminoácido sintético a ser suplementado (metionina,

lisina, triptofano, treonina, arginina, valina e isoleucina) depende basicamente da idade da ave e do nível protéico da ração (Faria, 2005).

2.2 - Fontes de Metionina

As rações são formuladas comumente com conteúdo mínimo de metionina e metionina + cistina (met+cis), principalmente por ser a met+cis nutrientes chave nas rações de poedeiras, podendo muitas vezes se tornarem limitantes quando do uso de determinados ingredientes, especialmente nas formulações a base de milho e farelo de soja. Por isto a suplementação com aminoácidos sintéticos para suprir as exigências de metionina e met+cis tem se tornado prática comum nas granjas comerciais.

As fontes sintéticas de metionina mais utilizadas - DLM e MHA-AL; estão disponíveis no mercado nas formas pó e líquida, para DLM e para MHA-AL, respectivamente.

A DLM é um produto puro que contém 99% de metionina, e a MHA-AL líquida contém 88% de monômeros e formas poliméricas (dímeros, oligômeros) de MHA-AL. Boebel e Baker (1982) determinaram, usando cromatografia líquida, relação de 64 a 66% de monômeros, 15 a 19% de dímeros, 1 a 3% de oligômeros e 12% de água.

A MHA-AL é similar a DLM, exceto por conter um grupo hidróxido em lugar de um grupo amino. Por isto, a MHA-AL não é considerada um aminoácido, necessitando ser convertida em metionina por diferentes transformações enzimáticas no metabolismo animal.

As duas substâncias (DLM e MHA) possuem dois isômeros (L e D), pois suas moléculas apresentam um carbono alfa assimétrico, ou seja, apresentam quatro ligantes diferentes, o que faz com que a luz polarizada migre para a esquerda ou para a direita, na presença de cada um dos isômeros.

As proteínas dos tecidos dos animais normalmente não contém D-aminoácidos, no caso das aves, estas só utilizam o isômero L da metionina na síntese protéica (Penz Junior, 1994).

Para o animal utilizar os aminoácidos as formas D-aminoácidos são convertidas em L-aminoácidos (Lewis e Baker, 1995), via duas reações sequenciais envolvendo oxidação (alfa carbono) para ceto-análogo e transaminação do ceto-análogo para L-aminoácido (Baker, 1994).

Segundo Dibner (2003) a conversão de D-metionina em L-metionina envolve intermediários ácido-2-ceto-4 metibutanóico, os quais também ocorrem na via metabólica de MHA.

Estudos sobre a absorção das fontes de metionina em frangos de corte mostraram que a DLM é rapidamente absorvida na parte inicial do intestino delgado, enquanto que a MHA-AL é absorvida mais lentamente e menos eficientemente ao longo de todo trato digestivo. Este fato foi comprovado por estudos realizados por Drew e Maenz (2001), os quais determinaram cerca de 11 a 15% de MHA-AL na porção final do intestino delgado.

Na porção final do intestino delgado, os nutrientes estão sujeitos a degradação bacteriana e os produtos obtidos nesta degradação não estão disponíveis para o metabolismo do animal. Neste sentido, as bactérias convertem o hidróxi-análogo em outros componentes não disponíveis para o animal, este fato influencia significativamente a absorção de MHA-AL. Entretanto, a eficiência de absorção da DLM não é afetada pelas bactérias intestinais, o que explica, em grande, parte a menor biodisponibilidade da MHA-AL líquida em comparação com a DLM observada por Maenz e Engele-Schaan (1996).

Saunderson (1991) recuperaram 15,5% dos oligômeros de MHA-AL nas excretas de frangos de corte de três semanas de idade, enquanto que a DLM foi completamente absorvida, indicando claramente que a absorção incompleta e a possível excreção urinária de MHA-AL, contribuem em grande parte para sua baixa eficácia em relação a DLM.

Segundo Barboza (1995) a absorção incompleta da MHA-AL parece ocorrer em virtude da maior excreção urinária do que digestão intestinal incompleta. Para Hasseberg (2002) a fração de polímeros da MHA-AL contribui substancialmente para a menor biodisponibilidade MHA-AL em relação a DLM.

As moléculas de MHA-AL ao serem convertidas em L-Metionina, via transaminação, acarretam perdas adicionais da eficácia biológica de MHA-AL, as quais são adicionadas às perdas ocorridas no intestino, podendo ser esta mais uma razão para a baixa biodisponibilidade da MHA-AL em relação a DLM (Hasseberg, 2002).

Dibner e Knight (1984), utilizando fígado de aves, identificaram que o primeiro passo para a transformação do L-MHA-AL em L-Metionina é a oxidação do grupo hidroxila em grupo cetônico, realizada em nível hepático e renal pela enzima L-MHA-

AL oxidase. O isômero D da MHA-AL é transformado por outra enzima, mitocondrial, a D-2-hidroxiácido desidrogenase, que ocorre em vários tecidos. Estas duas rotas metabólicas poderiam justificar o porquê da eventual diferença na eficiência destes análogos em relação a L-Metionina. Entretanto, os mesmos autores afirmaram que as enzimas de transformação dos MHA-AL têm concentrações acima das necessárias para executar a reação, também comentaram que a transformação da D-MHA-AL ocorre assim que ela entra na célula e a enzima que faz a transformação encontra-se na mitocôndria de todas as células passíveis de multiplicação. Logo, não deve ser nesta fase do metabolismo que qualquer diferença possa existir na utilização de MHA-AL.

Dibner (2003), comparando a velocidade de incorporação do MHA-AL e da DLM na proteína em células hepáticas, verificaram que o início das reações de incorporação das substâncias na proteína foram similares. Entretanto, Lingens e Molnar (1996) encontraram maior quantidade de carbono quatorze (C^{14}) no peito e na perna de aves alimentadas com C^{14} -DLM, em comparação com as aves alimentadas com C^{14} -MHA-AL, indicando uma clara relação entre disponibilidade das fontes de metionina e sua incorporação nos músculos.

Christensen e Anderson (1980) mostraram que a DLM e a MHA-Ca (metionina hidroxí análoga na forma de pó) são equivalentes, quando ambos produtos supriram somente 25% da exigência total em aminoácidos sulfurados. Segundo os autores, quando os níveis de met+cis da ração basal se aproximam do nível exigido pela ave, a utilização dos hidróxi-análogos aumenta e a possibilidade de determinar as bioequivalências diminui.

Existem vários fatores que dificultam o entendimento da bioequivalência da DLM e MHA-AL, pois as atividades metabólicas não ocorrem de forma sistematicamente iguais e têm suas rotas alteradas por múltiplos fatores que interferem também de forma não sistemática (Penz Junior, 1994).

A relação met+cis também pode interferir na eficiência com que a MHA pode substituir a DLM. Scott et al. (1966) identificaram que a bioquivalência da MHA em relação a DLM foi maior para rações deficientes em met+cis, seguida de rações deficientes em cistina e adequada em metionina, sendo a menor bioquivalência obtida em rações deficientes em metionina e adequadas em cistina.

Segundo Jasman (2003) a comparação das fontes de metionina requer uma ração basal claramente deficiente em metionina, pelos menos três níveis de suplementação de

cada produto e uma análise estatística usando regressão linear múltipla, regressão "slope ratio" e modelo exponencial. Apenas experimentos que mostram resposta contínua em vários níveis de suplementação serão sensíveis para detectar diferenças entre fontes de metionina.

Um total de 62 experimentos do tipo dose-resposta realizados com frangos de corte, perus, poedeiras e suínos foram revisados por Lemme (2002b) para determinar a biodisponibilidade da MHA-AL líquida em comparação com a DLM. Constatou-se que a biodisponibilidade da MHA-AL líquida comparada à DLM em base de produto foi igual a 65% em todas as espécies e critérios de desempenho (peso do ovo, ganho de peso, conversão alimentar e retenção de nitrogênio) ou 74% na base equimolar. Considerando o conteúdo de 88% de substância ativa em MHA-AL disponível comercialmente, isto leva a uma biodisponibilidade de 65% por kg de produto (88 % x 74 %).

Van Weerden e Schutte (1983), trabalhando com frangos de corte de um a 38 dias submetidos a uma ração basal (milho e soja) suplementadas com DLM e MHA-AL, encontram uma biodisponibilidade de 72% da MHA-AL em relação a DLM, na base molar. Entretanto, Boebel e Baker (1982), usando farinha de penas, compararam pela técnica do slope ratio a biodisponibilidade de MHA-AL em relação a DLM, verificaram que a biodisponibilidade é de 78% em relação à DLM, na base molar.

Thomas et al. (1991), comparando a suplementação de MHA-AL e DLM em rações de frangos de corte de 7 a 21 dias, observaram que a MHA-AL líquida apresentou 72% de biodisponibilidade na base molar em relação a DLM.

Van Weerden e Schutte (1992) verificaram que a MHA-AL apresentou biodisponibilidade na base molar de 76% comparada com a DLM. Neste ensaio experimental também foi analisado a fração polimérica de MHA, observando-se biodisponibilidade de 56%, valor este resultante da pobre utilização dos polímeros pelo animal.

Embora os resultados de vários estudos (Garlich, 1985; Balnave 1991 e Lemme, 2001), mostrem diferenças na biodisponibilidade das duas fontes de metionina, estes são criticados e muitas vezes são julgados como inconsistentes, devido a grande variação que ocorre nos bioensaios.

Neste sentido, Garlich (1985) não encontrou diferenças no peso de aves alimentadas com ração contendo milho e soja, suplementadas com MHA-AL, DLM ou L-Metionina.

Römer e Abel (1999), avaliando o desempenho de pintos de corte submetidos no período de de 14 a 24 dias de idade a rações contendo DLM ou MHA-AL, observaram ganho de peso e conversão alimentar similar para as duas fontes de metionina utilizadas. Estes resultados confirmaram observações realizadas por Garlich (1985); Waldroup et al. (1981) e Knight e Dibner, (1984).

Lemme (2002a), trabalhando com frangos de corte e comparando a biodisponibilidade da MHA-AL e DLM, usando a técnica de análise de regressão exponencial, com cinco níveis de MHA-AL e cinco níveis de DLM, e ração basal limitante em met+cis e adequada em relação aos outros nutrientes, encontrou biodisponibilidade de 72% (ganho de peso), 51% (conversão alimentar) e 48% (rendimento de carcaça) da MHA-AL em relação a DLM, na base de peso.

Daenner e Bessel (2002) comparando o efeito da suplementação de DLM e MHA-AL sobre o desempenho de poedeiras de 22 a 45 semanas de idade, encontraram que a biodisponibilidade de MHA-AL em relação a DLM foi de 67 e 69%, respectivamente, para massa diária de ovo e conversão alimentar.

2.3 – Exigência em Lisina para Poedeiras Comerciais

Por ser a metionina e a lisina o primeiro e o segundo aminoácidos limitantes, respectivamente, em rações práticas para aves, muitos estudos têm sido conduzidos para investigar a deficiência destes aminoácidos sobre o desempenho.

Kino e Okomura (1986) alimentando pintos de corte com ração deficiente em lisina ou em metionina, foi observaram que a deficiência de metionina reduziu o ganho de peso e alterou o balanço de nitrogênio mais do que a ração deficiente em lisina. Entretanto, Akinwande e Bragg (1985), haviam observado que ração deficiente em lisina proporcionou redução no crescimento e no turnover protéico no fígado de pintos.

Summers et al. (1991) citaram em sua revisão que rações contendo baixa proteína, suplementada com lisina, bem como com metionina, promovem melhora no peso do ovos.

A exigência em lisina para poedeiras é influenciada por vários fatores, sendo um deles a variável utilizada para sua determinação. Por exemplo, se a variável for a produção de ovos, a exigência em lisina será menor do que se for utilizado o peso dos ovos. Segundo Goulart (1997), é relevante também considerar o consumo de ração, na determinação da exigência em lisina, principalmente porque o consumo está relacionado com a energia da ração, com a linhagem da ave, com o peso corporal e com a temperatura ambiente.

Neste sentido, Latshaw (1976), estudando a exigência em lisina para poedeiras leves, observou que a produção de ovos e o consumo de ração não foram influenciados, significativamente, pelos níveis de lisina utilizados, enquanto que para peso de ovos a suplementação de lisina na ração basal promoveu resposta satisfatória. Esse autor concluiu que o consumo diário de 650 mg de lisina/ave seria suficiente para otimizar a produção e o peso dos ovos, porém, se o máximo peso de ovos não for de interesse, o consumo de lisina poderá ser menor.

Jensen et al. (1974) observaram que o consumo diário de 666mg de lisina total/ave foi necessário para atender a exigência quando as aves foram alimentadas com ração à base de trigo, enquanto Sell e Johnson (1974), também empregando rações à base de trigo, verificaram maior peso de ovo com o consumo de 625mg de lisina total/ave/dia.

Hiramoto et al. (1990), trabalhando com poedeiras, observaram que a deficiência de lisina provocou diminuição na síntese protéica, sendo a lisina importante para a formação da proteína do ovo e da proteína corporal das aves. MacDonald e Swick (1981) observaram redução na síntese protéica muscular de pintos quando submetidos ração deficiente em lisina. Isto ocorreu devido a deficiência de lisina promover redução na síntese protéica no fígado.

Segundo Hiramoto et al. (1990), a deficiência de lisina resulta em inibição severa da síntese protéica no oviduto (incluindo magnum e remanescentes de oviduto), seguindo para o fígado e posteriormente para deposição de proteína corporal. No oviduto são sintetizadas, predominantemente, as proteínas da clara do ovo; e no fígado as proteínas da gema do ovo, as proteínas envolvidas no metabolismo e as proteínas plasmáticas. Todas estas funções são essenciais para manutenção sob condições de deficiência de aminoácidos, resultando em alta taxa de síntese protéica no fígado, o qual é relativamente resistente a alterações dietéticas.

Trabalhos realizados por Van Weerden e Schutte (1980) com aves de alta produção, produzindo em média de 50g/dia de massa de ovos, constataram que a exigência está entre 0,65 e 0,70% de lisina total na ração, considerando um consumo de ração de 100g/ave/dia, sendo a exigência em lisina independente da idade e do estágio do período de produção. O aumento dos níveis de lisina na ração aumentou a produção e a massa de ovos, enquanto que para peso dos ovos os tratamentos não diferiram entre si.

Utilizando com poedeiras comerciais leves submetidas a diferentes níveis de lisina, Bertechini et al.(1995), verificaram efeito significativo da ingestão de lisina sobre a produção de ovos e a conversão alimentar das aves, sendo a exigência nutricional estabelecida em 799mg de lisina total/ave/dia.

Trabalhando com poedeiras leves e semipesadas alimentadas com rações contendo 14,8% de proteína, suplementadas com seis níveis de lisina, Goulart (1997) observou que o consumo de ração não foi influenciado pelos níveis de lisina na ração. Entretanto, observou-se efeito quadrático dos níveis de lisina sobre a produção, o peso e a massa de ovos, a conversão alimentar e o ganho de peso, tanto para as aves leves como para as aves semipesadas. O autor encontrou que a exigência nutricional em lisina total foi de 0,798% na ração ou de 793mg de lisina total/ave/dia para as aves leves e 0,776% na ração ou 811 mg de lisina total/ave/dia para as semipesadas.

Schutte (1998), alimentando poedeiras Lohman a ração basal contendo 16,4% de PB suplementada com oito níveis de lisina total (0,65 a 0,93%), não observaram resposta significativa na produção de ovos. Porém o peso do ovo respondeu ao primeiro aumento de lisina (0,69%), a massa de ovo apresentou diferença entre os níveis de 0,65 e 0,84% de lisina, e para conversão alimentar encontrou-se valores de exigência de 0,82% de lisina total e 0,73% de lisina digestível verdadeira, correspondendo a consumo diário de lisina total e digestível de 900 mg e 795mg/ave, respectivamente.

Avaliando a exigência em lisina para poedeiras semipesadas, Jordão Filho et al. (2003) concluíram que a exigência de lisina estimada pela produção de ovos e pela conversão alimentar por dúzia de ovos foi de 0,76% ou 822mg de lisina total/ave/dia. Entretanto, Nacif et al. (2004) verificaram que as exigências em lisina digestível e total, estimadas para máximo desempenho durante o pico de postura de poedeiras semipesadas, foram respectivamente, iguais a 0,825 e 0,896% ou 893 e 1,028mg/ave/dia.

2.4 - Exigência em Triptofano para Poedeiras Comerciais

O triptofano é um importante aminoácido essencial para as aves, além de ser fundamental na síntese protéica, é atribuído a ele uma série de outros papéis metabólicos.

Por ser precursor dietético obrigatório das aminas cerebrais, que regulam a função hormonal no sistema nervoso central (Goulart, 1997) e, síntese de niacina (Wu et al. 1984) o triptofano é um aminoácido particularmente importante.

Harms (1992) verificou que a adição de triptofano em rações à base de milho e farelo de soja, suplementadas com lisina, aumentou a produção e a massa dos ovos de poedeiras. Neste sentido, Leeson e Caston (1996) atribuíram à deficiência de treonina e de triptofano a redução da massa de ovos de poedeiras alimentadas com ração com baixa proteína, suplementadas apenas com metionina e lisina.

Valores de exigência em triptofano para poedeiras encontrados na literatura apresentam grandes variações. Ingram et al. (1951) verificaram que a exigência em triptofano não ultrapassa 0,15%. Ingram e Little (1958) encontraram que 0,142% de triptofano foi suficiente para ótima performance das aves. Usando rações com baixa proteína, Bray (1969) encontrou que a exigência em triptofano para poedeiras foi de 0,117% da ração ou 117 mg/ave/dia.

Morris e Wethli (1978) investigaram a exigência em triptofano para poedeiras leves usando técnica da diluição. Eles observaram exigência de 0,17% da ração ou consumo diário de 187mg/ave. Entretanto, também trabalhando com poedeiras, Ishibashi (1985) encontrou exigência de 0,189% ou consumo diário de 212 mg por ave.

Akiba et al. (1988) encontraram exigência média de triptofano total de 0,15% para poedeiras recebendo ração com 15% de proteína bruta. No entanto, estes autores observaram que para melhor produção de ovos a ração deve conter 0,20% de triptofano. Othani et al. (1989) também encontraram que 0,15% de triptofano em rações com 15% de proteína melhora a performance geral de poedeiras, principalmente no fim do ciclo de postura, uma vez que nenhuma resposta foi obtida quando as aves tinham de 25 a 42 semanas de idade. O mesmo autor verificou que o aumento no nível de triptofano na ração provocou aumento na produção de ovos, mas não no peso do ovos.

Jensen et al. (1990) conduziram quatro experimentos usando aves de diferentes idades e com variação na taxa de postura. Os resultados indicaram exigências de 168mg

de triptofano/ave/dia no pico de produção e de 124 mg de triptofano/ave/dia após 50 semanas de idade.

Narváez et al. (1997) investigaram a exigência em triptofano para poedeiras leves e semipesadas com 46 semanas de idade, e concluíram que para maior taxa de postura, maior peso do ovos, maior consumo de ração, melhor conversão alimentar, maior massa de ovos e qualidade interna do ovo são necessários 195 e 186mg/ave/dia de triptofano, para aves da linhagem leve e semipesada, respectivamente.

Russel e Harms (1999) avaliaram a exigência em triptofano para poedeiras leves de 53 a 59 semanas de idade, submetidas a condições de estresse térmico, e observaram resposta à suplementação de triptofano. Houve aumento na produção de ovo, na massa do ovo, e melhoria no consumo alimentar, entretanto o peso do ovo não alterou. Os autores sugeriram 157mg de triptofano/ave/dia para máxima produção.

Em outro experimento, Harms e Russel (2000) avaliaram a exigência em triptofano para poedeiras leves de 28 a 36 semanas de idade, submetidas a condições de temperatura ambiente alta, recebendo rações deficientes em triptofano, com níveis variando de 0,12 a 0,20% de triptofano. Os autores observaram que a produção de ovo aumentou 66,2 para 92,7% quando comparou as poedeiras que receberam ração com 0,12% de triptofano em relação as poedeiras que receberam ração 0,17% de triptofano total. O peso dos ovos teve aumento linear à medida que se elevou o nível de triptofano na ração até o nível de 0,18% de triptofano na ração, porém, não houve diferença significativa entre o peso do ovo de poedeiras alimentadas com ração contendo 0,18 ou 0,20% de triptofano. Os autores sugeriram que para maximização da produção de ovos e peso do ovo são necessários 139,8 e 185mg de triptofano total/ave/dia, respectivamente, quando as poedeiras são submetidas a estresse por calor. Em trabalhos anteriores (Othani et al. 1989; Jensen et al., 1990 e Russel e Harms, 1999), não foi observado aumento no peso do ovos com o aumento do nível de triptofano na ração.

Peganova e Eder (2003) trabalhando com poedeiras Lohmann brown de 25 a 28 semanas de idade, sob condições de conforto, concluíram que o consumo de 175mg de triptofano total /ave/dia é suficiente para máxima produção diária de massa de ovos diária, estando de acordo com o NRC (1994).

2.5 - Efeito da Elevada Temperatura Ambiente para Aves

A temperatura e a umidade relativa afetam o consumo de ração e, como consequência o consumo de aminoácidos. Segundo Dagher (1995), a temperatura ambiental tem sido a variável mais importante que interfere no consumo de ração e no crescimento das aves. Para Howlider e Rose (1987) observaram que a 37,8°C o crescimento de frangos de corte caiu 54%, o consumo de ração diminuiu 35% e a conversão alimentar piorou 20%, em relação aos resultados obtidos a 21 °C.

As aves são animais homeotérmicos que mantêm a sua temperatura corporal por meio de alterações fisiológicas e comportamentais. Na ocorrência de qualquer alteração do ambiente, fora da faixa de conforto térmico, os animais homeotérmicos necessitam de ajustes de natureza comportamental, física ou fisiológica, como tentativa de se adaptarem à nova condição ambiental (Borges et al., 2002).

Segundo Stringhini et al. (2005) a interação entre a nutrição e a temperatura ambiental é de vital importância para se entender e determinar a exigência nutricional. Avaliando níveis crescentes de energia metabolizável, para poedeiras criadas em temperaturas de 16,1 a 31,1°C, Peguri e Coon (1991) observaram que houve aumento no peso do ovos de 0,78g com o aumento da densidade energética e redução de 3,18 g com o aumento da temperatura ambiental. Foi constatado ainda que o consumo de ração foi 5,9 gramas menor com o aumento da energia de 2645 para 2976 kcal EM/kg e reduziu em 21,7g quando a temperatura foi incrementada de 16,1 para 31,1°C.

Hsu et al. (1998) avaliaram o efeito da suplementação de metionina para poedeiras com 29 semanas de idade, submetidas a temperaturas de 24 e 34°C e constataram que o aumento da temperatura piorou o desempenho avaliados pelo consumo de ração, produção de ovos, peso do ovo e peso vivo das aves.

A temperatura corporal da ave é de 41,5°C, apesar da temperatura ambiente variar em grande magnitude. Considerando que a temperatura ambiente seja elevada (estresse por calor) haverá reduzida perda de calor da ave para o meio ambiente. Portanto, quanto mais elevada a temperatura ambiente menor será a perda de calor. Neste sentido, a ave deverá acionar mecanismos homeostáticos de controle da temperatura, caso deseje que a temperatura corporal seja mantida a 41,5°C e o animal não desenvolva hipertermia. No caso das aves, frangos de corte e galinhas, os

mecanismos acionados permitirão melhor desempenho produtivo, ou seja, maior anabolismo e conseqüentemente, maior produção (Macari, 1999).

O balanço correto de aminoácidos na dieta minimiza a deposição de gordura no fígado, aumenta a sobrevivência de aves sob estresse provocado por alta temperatura. Assim, dieta de baixa proteína com metionina e lisina é melhor que uma ração de alta proteína durante períodos quentes (Plavnik, 2003) .

A deficiência marginal de aminoácido pode induzir aumento do consumo de ração acima do normal em aves (Gous, 1998, Klasing, 1998) sob estresse pelo frio (Kwakkel et al., 1991), mas pode impedir este aumento em situações de alta temperatura, em razão da necessidade de redução do rápido catabolismo e da produção de calor (Morris, 1999).

Rostagno et al. (1983) relataram a influência da temperatura no desempenho de frangos de corte e de galinhas poedeiras, em virtude do menor consumo de ração causado pela menor exigência de energia das aves, criadas sob condições de temperatura acima de 21°C. O fornecimento de ração com baixo teor de proteína pode diminuir o incremento calórico, mas para que se melhore a performance das aves, os níveis de todos os aminoácidos essenciais devem também ser aumentados para compensar a redução do consumo alimentar. Assim, sob condições de alta temperatura, é recomendado aumento dos níveis de nutrientes e de energia metabolizável, para compensar a redução na ingestão de alimentos, com balanceamento adequado de aminoácidos.

Em condições de alta temperatura deve ser levado em consideração que, nas formulações de rações, normalmente os níveis nutricionais são expressos em porcentagem e, para obtenção do máximo desempenho das aves é preciso considerar o efeito da temperatura na porcentagem de nutrientes da ração. Torna-se fundamental diferenciar o efeito da temperatura sobre o consumo de nutriente e sobre as exigências nutricionais. A variação da temperatura não aumenta nem diminui as exigências de proteína e aminoácidos. Entretanto, quando o consumo de um nutriente é alterado pela temperatura, a queda do desempenho animal pode ser evitada, ajustando os níveis nutricionais da ração às alterações do consumo alimentar. Para estes ajustes, é importante saber a influência da temperatura sobre o consumo alimentar diário, uma vez que as exigências nutricionais de poedeiras e matrizes têm sido estabelecidas com base no consumo diário de nutrientes (Sakomura, 1998).

Altas temperaturas e umidade podem ser fatais para as aves. Dias quentes e longos, podem fazer com que as aves tenham desempenho abaixo do seu potencial genético. As aves são muito susceptíveis ao calor, pois a produção metabólica aumenta a medida que elas crescem, mas sua dissipação de calor não. A zona de conforto térmico das aves diminui com o avanço da idade, assim, a maior preocupação é na idade adulta (Roman, 1999).

A produção de calor de poedeiras em produção é 20% a mais do que aves fora de postura (Rutz, 1994). Esta diferença tem pouco a ver com a postura propriamente dita, porque esta contribui com somente 0,3% do total da produção de calor diário (Van Kampen, 1976). A composição nutricional da ração também influencia a produção de calor metabólico. O fornecimento de rações desbalanceadas, onde encontram-se um número de nutrientes a serem oxidados e ou eliminados, contribuem para o incremento da produção de calor (Austic e Nesheim, 1990).

A umidade relativa assume importância quando a temperatura ambiental atinge 25°C. Independente da idade, a ave não tolera temperatura e umidade relativas altas ao mesmo tempo, isto ocorre porque umidade relativa elevada aumenta o efeito negativo da temperatura elevada, na performance das aves. Quanto maior a umidade relativa do ar, menos umidade seria removida das vias aéreas, conseqüentemente, a respiração da ave se torna mais ofegante. Da mesma forma, em condições de alta temperatura e alta umidade, a ave pode não ter fôlego para manter alta frequência respiratória, que remova o excesso de calor do corpo. Em conseqüência, quando a temperatura corporal alcança o máximo fisiológico, sobrevem a hipertermia com prostração e morte (Rutz, 1994).

Pouca variação na produção de calor ocorre entre 19°C e 27°C. Abaixo de 19°C crítico as aves precisam gerar calor para manter a temperatura corporal e acima de 27°C necessitam de energia para iniciar os mecanismos de resfriamento corporal. Com o aumento da temperatura ocorre queda na ingestão de energia e acima de 27-28°C, em condições de estresse térmico o declínio é mais acentuado. E acima de 33°C a ave começa usar suas reservas corporais (Sakomura, 1998).

Nos últimos anos têm se discutido a respeito da atuação das duas fontes comerciais (DLM e MHA-AL) na performance de frangos de corte submetidos a temperatura ambiente elevada. Muitos estudos têm demonstrado que a MHA-AL é mais efetiva em condições de estresse devido a elevada temperatura do que a DLM (Elkin, 1983; Garlich, 1985 e Balnave, 1990). Segundo Rutz (1994) a utilização de

MHA-AL é a alternativa para amenizar o estresse devido a elevada temperatura porque esta fonte sintética promove a retenção de nitrogênio necessário para síntese de metionina, como consequência, menos nitrogênio deve ser excretado, o que faz com que menos calor seja gerado pela redução da síntese de ácido úrico.

Comparações das duas fontes de metionina (MHA-AL e DLM) em aves submetidas a estresse devido a elevada temperatura, mostraram melhor performance e menor mortalidade das aves quando alimentadas com MHA-AL em relação a DLM (Swick et al., 1990, 1991). Os autores observaram piora no desempenho das aves submetidas a estresse devido a elevada temperatura em relação as aves criadas a um ambiente de conforto. Entretanto, as aves que receberam rações suplementadas com DLM foram negativamente mais afetadas do que as aves alimentadas com MHA-AL. A explicação para estes resultados foi encontrada por Dibner et al. (1992). Trabalhos realizados por estes autores indicaram que o efeito benéfico da MHA-AL durante o estresse devido a elevada temperatura está relacionado com o tipo de transporte de nutrientes, sendo que o transportador da MHA-AL é mais eficiente do que o da DLM durante o estresse devido à temperatura ambiente elevada. Estudos in vitro sugerem que a absorção de D-Metionina é negativamente influenciada pelo estresse devido a elevada temperatura quando comparada com a L-Metionina (Knight et al., 1994).

Balnave e Oliva (1991) também sugeriram efeito benéfico da MHA-AL em dietas de frangos submetidos a estresse devido a elevada temperatura. Porém, Ribeiro et al. (2001) não observaram diferença significativa na performance de frangos de corte alimentados com ração contendo DLM ou MHA-AL, submetidos a estresse térmico. Mitchell e Hunter (1996) observaram absorção mais eficiente de DLM do que de MHA-AL, ao longo do intestino delgado quando frangos de corte foram mantidos em diferentes temperaturas ambiente, tais como: temperatura moderada (22°C), ligeiramente estressante (30°C) e fortemente estressante (35°C), discordando portanto dos achados anteriores.

CAPÍTULO 1

BIODISPONIBILIDADE DE FONTES DE METIONINA PARA POEDEIRAS LEVES, MANTIDAS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA, NA FASE DE PRODUÇÃO

1-INTRODUÇÃO

A rentabilidade da produção animal depende extremamente da formulação de rações a mínimo custo. Para isto, é necessário a utilização de ingredientes ou de fontes de nutrientes de acordo com seu correto valor nutricional que proporcionem maior rendimento, pois caso contrário, perdas nutricionais e econômica podem ocorrer.

Atualmente, são ofertadas no mercado diferentes fontes sintéticas de metionina, sendo as mais utilizadas a DLM e a MHA-AL. A importância da biodisponibilidade destas fontes têm sido tema de debate entre os nutricionistas, uma vez que o conhecimento da biodisponibilidade, poderá assegurar melhor atendimento das exigências nutricionais em metionina + cistina, permitindo a suplementação das rações de forma efetiva, favorecendo a comparação do preço de mercado dos produtos.

Assim, para tomar a decisão correta sobre qual fonte de metionina é mais econômica, os nutricionistas necessitam avaliar o potencial da MHA-AL em relação a DLM para liberar metionina. A questão chave, é se a MHA-AL é tão eficiente para promover uma resposta no desempenho dos animais como é a DLM.

Estudos envolvendo várias espécies animais têm sido conduzidos para estabelecer a biodisponibilidade da MHA-AL, entretanto os resultados mostram consideráveis variações.

Neste sentido, este trabalho foi desenvolvido objetivando-se determinar se a biodisponibilidade de MHA-AL é igual ou superior a 65%, com base no produto, para poedeiras leves, no período de 24 a 40 semanas, mantidas em ambiente de alta temperatura.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Local

O experimento foi realizado na seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, no período de 10 de dezembro a 31 de março de 2003.

2.2 - Alojamento das Aves e Manejo

Foram utilizadas 640 poedeiras comerciais da marca Hy-Line W36 com 24 semanas de idade, submetidas a dez tratamentos, durante quatro períodos experimentais de 28 dias.

As aves foram alojadas em um galpão de alvenaria coberto com telhas de barro e equipado com gaiolas de postura. O galpão foi vedado com lonas plásticas pretas e foi colocado no seu interior lâmpadas infravermelhas de 250W, distribuídas aleatoriamente no galpão para garantirem ambiente quente durante todo o período experimental.

As condições ambientais (temperatura e umidade do ar) foram monitoradas diariamente, por meio de termômetros de máxima e mínima, e um termohigrógrafo, para medir a umidade relativa dentro da instalação (Tabela 1).

As aves receberam ração e água à vontade e, 17 horas de luz durante todo o período experimental, respeitando as recomendações de manejo do manual da Hy Line W36 (2003).

Tabela 1 - Temperatura ambiente média (mínima e máxima) e umidade relativa média (mínima e máxima) registrada dentro da instalação em cada período experimental.

Período	Temperatura (°C)		Umidade Relativa (%)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
I	25 (23) ¹	30 (34) ²	58 (54) ¹	68 (70) ²
II	26 (23) ¹	30 (33) ²	60 (54) ¹	71 (79) ²
III	26 (24) ¹	32 (34) ²	58 (53) ¹	73 (79) ²
IV	26 (23) ¹	30 (33) ²	60 (56) ¹	74 (76) ²
Média	26 (23) ¹	31 (34) ²	59 (54) ¹	72 (76) ²

1 - Menor temperatura e umidade relativa registradas no período (28 dias).

2 - Maior temperatura e umidade relativa registradas no período (28 dias).

2.3 - Tratamentos e Rações Experimentais

Utilizou-se uma ração basal farelada deficiente em metionina, formulada de modo a satisfazer às recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2000), para conter 2.830 kcal de EM/kg, 14,5% de PB e 0,23% e 0,21 % de metionina total e digestível, respectivamente (Tabela 2).

A ração basal foi suplementada com seis níveis de DLM e três níveis de MHA-AL. A suplementação com os níveis 0,0325, 0,065 e 0,0975% de DLM, correspondem a suplementação de 65% de DLM para 100% de MHA-AL, ou seja, 65% de biodisponibilidade da MHA-AL em relação à DLM como base produto (produto comercial). Foi então caracterizado como: DLM100 (0,05, 0,10 e 0,15% de DLM), DLM65 (0,0325, 0,065 e 0,0975% de DLM) e MHA-AL100 (0,05, 0,10 e 0,15% de MHA-AL). A suplementação com metionina, foi realizada em substituição ao amido, ficando todas as rações isoprotéicas em relação à ração basal.

As poedeiras foram alojadas segundo a taxa de postura, de tal forma que todos os tratamentos no início do período experimental apresentassem taxa de postura semelhante.

Tabela 2 - Composições percentuais, química e valor nutricional da ração basal, na matéria natural.

Ingredientes	%
Milho	40,00
Sorgo	26,11
Farelo de soja	19,00
Óleo de soja	3,00
Calcário	9,20
Fosfato bicálcico	1,70
Sal	0,40
Amido	0,20
L-Lisina	0,15
L- Treonina	0,03
L- Triptofano	0,03
Suplemento Vitamínico ¹	0,10
Suplemento Mineral ²	0,05
Cloreto de Colina (60%)	0,02
Antioxidante ³	0,01
Total	100.00
Composição Calculada	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.830
Cálcio (%)	4,04
Fósforo Total(%)	0,59
Fósforo disponível (%)	0,40
Proteína Bruta (%)	14,50
Metionina Total(%)	0,23
Metionina digestível (%)	0,21
Metionina+Cistina Total(%)	0,48
Metionina+Cistina digestível (%)	0,40
Lisina Total(%)	0,80
Lisina digestível (%)	0,72
Treonina Total (%)	0,59
Treonina Digestível (%)	0,49
Triptofano Total(%)	0,20
Triptofano Digestível (%)	0,17
Arginina Total (%)	0,88
Arginina Digestível (%)	0,82
Valina Total (%)	0,69
Valina Digestível (%)	0,61

1 – Suplementação vitamínica: vit. A - 8.000.000 UI; vit. D3 - 2.400.000 UI; vit. E - 22.500 mg; vit. B1 - 2.800 mg ; vit. B2 – 7.700 mg; vit. B12 - 18.000 mcg; vit. B6 - 4.500 mg; *ácido pantotênico* - 13.000.000 mg; vit. K3 - 1.800.00 mg; *ácido fólico* - 1.300.00 mg ; *ácido nicotínico* - 31.500 mg ; *selênio*- 400 mg; *antioxidante* 0,25 g; e excipiente q. s.p. - 1.000g.

2 – Suplementação mineral: *manganês* 80,0 g; *ferro* - 80,0 g; *zinco* – 50,0 g; *cobre* - 10,0 g; *cobalto*- 2,0 g; *iodo* - 1,0 g; e excipiente q. s. p. - 500 g.

3- Antioxidante - BHT

Tabela 3 - Composições químicas analisadas das rações experimentais e da ração basal (RB) e valores analisados dos aminoácidos suplementados na RB, na matéria natural.

	Tratamentos									
	RB	DLM65			DLM100			MHA-AL100		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Proteína Bruta (%)	14,15	14,26	14,58	14,33	14,6	14,54	14,72	14,10	14,15	14,40
Extrato Etéreo (%)	5,20	4,98	4,86	4,84	5,12	5,01	5,00	4,69	4,69	4,73
Cálcio (%)	4,13	4,08	4,10	4,00	4,10	4,05	4,05	4,01	4,11	4,15
Fósforo (%)	0,50	0,54	0,51	0,52	0,50	0,51	0,53	0,50	0,51	0,53
Metionina ¹ Total (%)	0,23	0,262	0,294	0,327	0,28	0,329	0,38	0,274	0,318	0,362
Metionina ² Total (%)	0,22	0,253	0,281	0,309	0,272	0,314	0,364	0,267	0,307	0,357
Aminoácidos Suplementados - Analisados por Tratamento										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Metionina	-	0,033	0,061	0,089	0,052	0,094	0,144	0,047	0,087	0,137
Lisina	0,118	0,119	0,117	0,115	0,117	0,114	0,115	0,110	0,113	0,116
Treonina	0,034	0,034	0,034	0,034	0,035	0,034	0,033	0,033	0,034	0,034

¹ Valores de metionina calculados

² Valores de metionina analisados

2.4 - Características Avaliadas

Consumo de ração

O consumo de ração, em g/ave/dia, foi determinado por diferença entre peso da ração fornecida e o peso da sobra de ração nos comedouros e recipientes. Tal cálculo foi efetuado a cada período de 28 dias.

Produção de ovos

Em cada período de 28 dias, foram calculadas as percentagens de ovos/ave/dia, dividindo-se o total de ovos produzidos pelo número de aves de cada parcela, e pelo número de dias vezes 100. Os ovos foram coletados diariamente às 9 e 16 horas.

Peso dos ovos

Todos os ovos íntegros nos cinco últimos dias de cada período experimental foram pesados, em balança de precisão de 0,1 g, para o cálculo do peso médio dos ovos.

Massa de ovos

Foi calculada em g/ave/dia, como o produto da percentagem de ovos/ave/dia e do peso médio dos ovos em cada parcela, dentro de cada período de 28 dias.

Conversão alimentar

A conversão alimentar por massa de ovos foi calculada pela relação entre grama de ração ingerida pelas aves e massa de ovo produzida em gramas.

Ganho de peso

Foi obtido por meio da diferença dos pesos das aves no início e no final do experimento.

Viabilidade

Foi obtida pelo relação entre o número de aves que sobraram no final do experimento sobre o número de aves alojadas no início do experimento vezes 100.

2.5 - Análises Estatísticas

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com dez tratamentos, oito repetições e oito aves por unidade experimental. Foi realizada análise de variância, para verificar se houve efeito linear e quadrático dos níveis de suplementação dentro de cada fonte (DLM e MHA-AL). Foi realizada a comparação das fontes utilizando o teste de média Student Nelwman Keuls (SNK). Para determinar a biodisponibilidade da MHA-AL em relação à DLM (considerada com 100% de biodisponibilidade), foi

utilizado a relação dos coeficientes de regressão, slope ratio, adotando-se o seguinte modelo exponencial.

$$\text{Modelo exponencial : } Y = a + b [1 - e^{-(b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3)}],$$

Em que:

Y = Característica observada (produção de ovos, massa de ovos,...,conversão alimentar);

a = Constante (intercepto em Y, resposta com ração basal);

b = Constante b (b é a resposta máxima calculada, idênticas para as fontes avaliadas);

b₁, b₂ e b₃= coeficientes de regressão para DLM100, DLM65 e MHA-AL100, respectivamente;

x₁ = nível de DLM100;

x₂ = nível de DLM65 e

x₃ = nível de MHA-AL100

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Desempenho das Poedeiras

Os resultados de desempenho das poedeiras, em função das fontes de metionina, estão apresentados nas Tabela 4 e 5.

A adição de MHA-AL e DLM melhorou, significativamente, a produção de ovos, o peso do ovo, a massa de ovo, o consumo de ração e a conversão alimentar, em relação à ração basal ($P \leq 0,05$). Houve efeito linear dos níveis suplementados, para todas as fontes de metionina, sobre todas as características avaliadas, demonstrando que as fontes foram avaliadas utilizando ração basal realmente deficiente em metionina (Jansman, 2003), promovendo a sensibilidade das aves à suplementação, requisito essencial para determinar a biodisponibilidade.

Verificou-se diferenças significativas entre as fontes de metionina, sendo que a DLM promoveu melhor desempenho das poedeiras, em relação a MHA-AL, quando comparamos os mesmos níveis de suplementação (DLM100 vs MHA-AL100). Alguns autores (Swick et al., 1990 e 1991; Balnave e Oliva, 1991; Dibner et al., 1992) observaram que a MHA-AL promoveu melhor desempenho de frangos de corte, quando estes foram submetidos a estresse devido a alta temperatura, fato que não ocorreu no presente estudo. A fonte MHA100 promoveu melhor desempenho das poedeiras, em relação DLM65, comprovando que a biodisponibilidade da MHA, como base no produto, é maior que 65%.

A viabilidade durante o período experimental foi de 100.

Tabela 4 - Consumo de ração (CR), Produção de ovo (PO), Peso médio dos ovos (PMO), Massa de ovo (MO), Conversão alimentar (CA) das aves em função da fonte de metionina utilizada na ração.

Tratamento	CR (g)	PO (%)	PMO (g)	MO (g)	CA (g/g)
Basal (B)	64,93	61,27	47,72	29,07	2,27
B + 0,0325% DLM	72,87	70,70	49,57	34,96	2,12
B + 0,065% DLM	81,58	80,94	51,62	41,73	1,97
B + 0,0975% DLM	83,01	85,55	53,42	45,49	1,84
Média	79,15c	79,07c	51,54c	40,73c	1,97c
Efeito	L*	L*	L*	L*	L*
B + 0,05% DLM	77,97	77,85	51,33	39,84	1,97
B + 0,10% DLM	84,04	87,67	53,48	46,81	1,79
B + 0,15% DLM	83,79	90,06	54,09	48,58	1,73
Média	81,93a	85,19a	52,97a	45,08a	1,83a
Efeito	L*	L*	L*	L*	L*
B + 0,05% MHA	74,64	74,16	50,87	37,60	2,01
B + 0,10% MHA	82,84	84,63	52,69	44,49	1,87
B + 0,15% MHA	84,71	88,37	53,38	46,90	1,81
Média	80,73b	82,39b	52,31b	42,99b	1,89b
Efeito	L*	L*	L*	L*	L*

^{a-c} Médias de fonte de metionina seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo Teste de SNK ($P \leq 0,05$).

L - Efeito linear dos níveis de metionina dentro de cada fonte suplementada. ($P \leq 0,05$)

3.1.1 - Consumo de Ração

O consumo de ração (CR) foi inferior ao recomendado pela manual da linhagem, que sugere ser em torno de 94g/ave/dia. O baixo CR observado pode ser atribuído à elevada temperatura ambiente mantida durante o período experimental, sendo registrada a temperatura média de 28,5°C. Além disso, o baixo peso corporal apresentado pelas aves, influenciou exigência de manutenção diária das aves.

Houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) no consumo de ração de acordo com a fonte utilizada (Tabela 4). Ao ser separado os tratamentos em três fontes - DLM-100, DLM65 e MHA-AL100, foi observado que o consumo médio de ração de aves que receberam ração com a fonte DLM65 foi inferior às demais fontes, e as aves que receberam ração suplementada com a fonte MHA-AL100 tiveram consumo de ração médio inferior ao das aves que receberam ração que foi suplementada com DLM100, com os mesmos níveis. Resultados similares foram encontrados por Daenner (2002) e Liu et al. (2004a, 2004b).

3.1.2 - Produção de Ovos

A produção de ovos foi influenciada pelo nível de metionina (Tabela 4). A produção de ovos foi 61% para as poedeiras que receberam ração sem suplementação de metionina, enquanto que a produção média de ovos das aves que receberam ração com suplementação foi em torno de 82%.

A produção de ovos das poedeiras alimentadas com as fontes DLM100, DLM65 e MHA-AL100, aumentou linearmente à medida que aumentou o nível de metionina, sendo 85,55% de produção de ovos para 0,0975% de suplementação DLM (DLM65), 90,06% para a 0,15% de suplementação de DLM (DLM100), e 88,37% para 0,15% de suplementação de MHA-AL (MHA100).

Houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) na produção de ovos de acordo com a fonte de metionina suplementada, sendo que a DLM100 promoveu melhor produção média de ovos (85,19%) comparada com a MHA-AL100 (82,39%) e a DLM65 promoveu produção média de ovos (79,15%), ou seja, inferior ao encontrado para DLM100 e MHA-AL100.

De acordo com os resultados observados e utilizando a equação de regressão determinou-se a biodisponibilidade da MHA-AL na base de produto para produção de ovos de 74,66 (Tabela 6). Entretanto, Liu et al. (2004a) citaram em seu trabalho que a biodisponibilidade da MHA-AL em relação a DLM foi de 139% na base molar ou 122% na base de produto, valores bem superiores aos valores encontrados no presente estudo. Estes autores fizeram a comparação de DLM e MHA-AL fazendo a suplementação na base equimolar, foi considerado que a DLM teria 99% de metionina e a MHA-AL 88% monômeros (formas poliméricas), assim ao fazer a suplementação foi adicionado mais MHA-AL do que DLM, para que as rações fornecessem a mesma quantidade de metionina, dentro de cada nível, independente da fonte. Desta forma, pelos resultados obtidos os autores observaram que a biodisponibilidade da MHA-AL comparada com a DLM não foi diferente de 88% na base de produto ou 100% na base molar, ou seja, segundo os autores, desde que seja considerado a concentração de 88% de monômeros da MHA-AL esta pode substituir a DLM.

3.1.3 - Peso dos Ovos e Massa de Ovos

O peso médio dos ovos foi influenciado significativamente ($P \leq 0,05$) pelo nível de metionina suplementado (Tabela 4). Para as poedeiras alimentadas com as fontes de metionina DLM65, DLM 100, e MHA-AL100 o peso do ovo aumentou linearmente com o aumento do nível de suplementação de metionina, sugerindo que o nível de metionina influencia no peso do ovos, conforme já foi constatado por Harms e Russel (1993). Os maiores pesos de ovos foram de 53,42g quando foi suplementada DLM para 0,0975% de suplementação(DLM65), de 54,09g quando foi suplementada a fonte DLM para 0,15% de suplementação (DLM100), e de 53,38g quando foi suplementada MHA-AL para 0,15% de suplementação (DLM100),

Houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) no peso médio dos ovos de acordo com a fonte de metionina utilizada.

Apesar do peso médio dos ovos ter sido abaixo do valor (4g a menos) citado pelo manual, os valores encontrados para os dois maiores níveis de suplementação, independente da fonte, podem ser considerados bons, possivelmente as aves desviaram a proteína e a energia destinados ao ganho de peso para a produção e maior peso dos ovos, pois o peso corporal das aves estavam abaixo do recomendado pelo manual.

A massa de ovos foi influenciada pelo nível de suplementação de metionina ($P \leq 0,05$), como pode ser observado na Tabela 4. Houve efeito linear para cada fonte suplementada, sendo observado valores de 45,49, 48,55, e 46,89g/ave/dia para o maior nível de suplementação de DLM65, DLM100 e MHA-AL, respectivamente.

A massa de ovos das aves que receberam ração sem suplementação de metionina foi de 29,07g/ave/dia, bem menor do que o valor encontrado para as aves que receberam ração com suplementação de metionina.

Houve diferença significativa na massa de ovos de acordo com a fonte de metionina utilizada. Pela equação de regressão (Tabela 6) foi determinado que a biodisponibilidade da MHA-AL para massa de ovos foi de 73,97% com base no peso. Jansman (2003) citou em sua revisão que a biodisponibilidade média da MHA-AL em relação a DLM é de 83% na base molar e de 73% na base de produto, ou seja, similares aos valores encontrados no presente estudo. Entretanto, estes resultados diferem dos valores encontrados por Liu et al. (2004a). E, são superiores dos valores encontrados por Daenner (2002) que encontraram biodisponibilidade de 67% da MHA-AL em

relação a DLM, para poedeiras, demonstrando que existe grande variação de resultados de biodisponibilidade encontrados por diferentes autores.

3.1.4 - Conversão Alimentar

A conversão alimentar foi influenciada significativamente ($P \leq 0,05$) pelo nível de metionina suplementado (Tabela 4). Foi observado melhora linear da conversão alimentar com o aumento do nível de suplementação de metionina na ração. A conversão alimentar das poedeiras que receberam ração sem suplementação de metionina foi de 2,27. A melhor conversão alimentar para cada fonte suplementada foi encontrado no maior nível de suplementação, sendo de 1,83 para 0,0975% de suplementação de DLM (DLM65), 1,73 para 0,15% de suplementação de DLM (DLM100), e de 1,81 para 0,15% de suplementação de MHA-AL (MHA-AL100).

Houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) na conversão alimentar de acordo com fonte de metionina utilizada, sendo determinada a biodisponibilidade da MHA-AL de 71,17% na base de produto, por meio de equação de regressão (Tabela 6). Estes resultados são superiores aos resultados encontrados por Daenner (2002) que encontrou que a biodisponibilidade da MHA-AL em relação a DLM é de 69% para conversão alimentar, e diferem também dos valores encontrados por Liu et al. (2004a; 2004b).

3.1.5. - Peso Corporal

Na Tabela 5 está demonstrado o peso inicial, final, a alteração de peso e o ganho de peso diário em função dos tratamentos utilizados. O peso corporal médio das aves no início do experimento estava abaixo do recomendado pelo manual da linhagem (1.320 vs 1.480 kg) e permaneceu abaixo do valor recomendado até o final do período experimental. As aves que receberam ração com 0,15% de DLM (1.447kg), apresentaram maior peso corporal quando estavam com 40 semanas de idade (final de experimento), sendo 1.447 kg de peso corporal, enquanto que no manual o peso esperado seria de 1.580kg. As aves que receberam ração com níveis subótimos de metionina, apresentaram um peso corporal bem inferior ao recomendado pelo manual da linhagem (Tabela 5). O baixo peso corporal apresentados pelas aves no início, bem

como durante todo o período influenciou o desempenho das aves como um todo, como foi evidenciado pelas características de desempenho avaliadas e relatadas anteriormente.

Não foi observado efeito significativo no peso corporal das aves ($P > 0,05$) em função dos níveis de metionina, nem tampouco em função das fontes. Entretanto, foi observado redução no peso das aves com o fornecimento de rações deficientes em metionina, principalmente na ração basal. Ao compararmos a variação de peso das aves que receberam ração com suplementação de DLM65 em relação a MHA100, foi observado maior perda de peso das aves que receberam ração suplementada com DLM65, exceto para as aves que receberam ração que foi suplementada com 0,0975% de DLM (DLM65).

Ao compararmos a suplementação de 0,0975% de DLM com 0,15% de MHA (DLM65 vs MHA100), foi observado que o ganho de peso diário/ave para a fonte MHA foi maior. E, ao compararmos o ganho de peso das aves que receberam ração com DLM100 versus MHA-AL100, observou-se que as aves que receberam ração com DLM100 apresentaram peso corporal superior, para todos os níveis suplementados (1,127 vs 0,582; 0,307 vs -0,181; e -0,478 vs -0,886), isto pode ser atribuído à diferença em quantidade do nutriente metionina fornecido por cada fonte. Lingens e Molnar (1996) relataram em seus trabalhos que há relação entre disponibilidade de metionina de fontes dietéticas e sua incorporação nos músculos, possivelmente, está é a razão para a diferença de peso entre o peso das aves submetidas a rações com diferentes fontes de metionina. Garlich (1985) e Waldroup et al. (1981) observaram ganho de peso similar para frangos de corte que receberam ração tanto com a fonte DLM como com a fonte MHA-AL, desde que respeitado a concentração em nutriente de cada fonte.

Tabela 5 – Peso médio inicial (PI), peso médio final (PF), alteração de peso (AP) e ganho de peso diário (GMD) das aves em função das rações experimentais.

Tratamento	PI¹ kg	PF² kg	AP g	GPD g
Basal (B)	1.324	1.148	-176,563	-1,576
B + 0,0325% DLM	1.323	1.204	-119,531	-1,067
B + 0,065% DLM	1.323	1.291	-32,031	-0,286
B + 0,0975% DLM	1.323	1.352	29,576	0,264
B + 0,05% DLM	1.321	1.245	-53,571	-0,478
B + 0,10% DLM	1.322	1.356	34,375	0,307
B + 0,15% DLM	1.321	1.447	126,227	1,127
B + 0,05% MHA	1.322	1.278	-99,219	-0,886
B + 0,10% MHA	1.323	1.302	-20,313	-0,181
B + 0,15% MHA	1.321	1.386	65,179	0,582

¹PI - Peso das aves com 24 semanas.

²PI - Peso das aves com 40 semanas.

3.2 - Equações para Determinação da Biodisponibilidade das Fontes de Metionina

As equações exponenciais utilizadas para determinar a biodisponibilidade das fontes de metionina encontram-se na Tabela 6. Com base nos dados de produção de ovos, da massa de ovos e da conversão alimentar a biodisponibilidade da MHA-AL foi calculada em 74,66, 73,08, 71,17, respectivamente. Estes resultados comprovam uma biodisponibilidade média de 73,22% da MHA-AL, em relação à DLM, na base de produto. Estes resultados estão de acordo com os valores médios citados por Jasman (2003) em sua revisão.

Tabela 6 - Equações exponenciais utilizadas para determinar a biodisponibilidade das fontes de metionina, com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2). E, biodisponibilidade estimadas das fontes de metionina, utilizando a relação dos coeficientes de regressão .

Parâmetro	Equações	R^2	Biodisponibilidade (%)		
			DLM100	DLM65	MHA-AL
Produção de Ovo (%)	$Y = 60,39 + 36,87 (1 - e^{-12,867x_1 - 12,17x_2 - 9,606x_3})$	0,88	100	94,58	74,66
Massa de Ovo (g/dia)	$Y = 28,41 + 25,99 (1 - e^{-11,765x_1 - 11,133x_2 - 8,703x_3})$	0,93	100	94,63	73,97
Conversão Alimentar (g/g)	$Y = 2,284 - 0,673 (1 - e^{-12,72x_1 - 10,752x_2 - 9,054x_3})$	0,80	100	84,53	71,17

Parâmetro usado para gerar equações: Percentagem de metionina suplementada.

$X_1 = \text{DLM100}$, $X_2 = \text{DLM65}$, $X_3 = \text{MHA100}$.

4. - RESUMO E CONCLUSÕES

Foi realizado um experimento com o objetivo de determinar se a biodisponibilidade de MHA-AL é igual ou superior a 65%, para poedeiras leves, no período de 24 a 40 semanas de idade, mantidas em ambiente de alta temperatura. A temperatura média mínima e máxima, registrada durante o todo período experimental foram 26 e 31°C, respectivamente. Foram utilizadas 640 poedeiras comerciais da marca Hy-Line W36 com 24 semanas de idade, durante quatro períodos experimentais de 28 dias. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com dez tratamentos, oito repetições e oito aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em uma ração basal farelada deficiente em metionina, formulada para conter 2830 kcal de EM/kg, 14,5% de PB e 0,23% e 0,21% de metionina total e digestível, respectivamente, que foi suplementada com DLM (0,0325%, 0,05%, 0,065%, 0,0975%, 0,10% e 0,15%) e com MHA-AL (0,05%, 0,10% e 0,15%). As características avaliadas foram: peso corporal (kg), consumo de ração (g), produção de ovos (%), massa de ovos (g), peso médio dos ovos (g), e conversão alimentar (g de ração/g de ovo). Com base nos dados de produção de ovos, massa de ovo e conversão alimentar a biodisponibilidade da MHA-AL foi calculada em 74,66, 73,97, 71,17, respectivamente. Estes resultados indicam uma biodisponibilidade média de 73,22% da MHA-AL, em relação à DLM, na base de produto. Conclui-se que a biodisponibilidade da MHA-AL é superior a 65%, em base de produto.

CAPÍTULO 2

EXIGÊNCIA NUTRICIONAL EM LISINA PARA POEDEIRAS LEVES , MANTIDAS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA, NA FASE DE PRODUÇÃO

1-INTRODUÇÃO

Os ganhos genéticos obtidos, nos últimos anos, em poedeiras comerciais como redução do peso corporal, do consumo de ração, melhor conversão alimentar e maior massa de ovos produzida, requerem estudos permanentes de atualização das exigências nutricionais, para que o potencial de produção seja maximizado. Assim, é necessário que as poedeiras recebam rações com níveis adequados de nutrientes.

Dentre os nutrientes temos a lisina que é essencial para as aves e tem importância significativa no desempenho destas. Ela é considerada aminoácido essencial, pois não pode ser sintetizada nos tecidos das aves, por isto a utilização de lisina pré-formada é necessária, seja na forma de proteína intacta presente no alimento ou em fontes sintéticas como a Lisina -HCl.

Uma vez que a lisina tem sido usada como aminoácido referência para a formulação de ração, com base no conceito de proteína ideal, especial atenção deve ser dada à determinação de sua exigência para aves em diferentes idades e condições ambientais. No entanto, com poedeiras no período pós pico, poucas pesquisas têm sido realizadas com esse objetivo.

Além disso, é importante considerar a necessidade de se reduzir a proteína bruta da ração em períodos quentes devido ao elevado incremento calórico deste nutriente.

Considerando que produção comercial de aminoácidos sintéticos tem favorecido os nutricionistas, uma vez que permite reduzir a utilização do farelo de soja na ração, ingrediente de alto custo, e conseqüentemente diminuir o valor protéico da ração. Esta prática nutricional não apenas resulta em uma ração mais econômica, como também permite a formulação de uma ração mais compatível com o meio ambiente, devido a redução na excreção de nitrogênio.

Assim, objetivou-se na presente pesquisa estimar a exigência nutricional em lisina para poedeiras leves, no período de 44 a 55 semanas de idade, mantidas em ambiente de alta temperatura.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Local

O experimento foi realizado na seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, no período de 22 de abril a 16 de julho de 2003.

2.2 - Alojamento das Aves e Manejo

Foram utilizados 240 poedeiras comerciais da marca Hy-Line W36 com 44 semanas de idade, submetidas a cinco tratamentos, durante três períodos experimentais de 28 dias.

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, coberto com telhas de barro e equipado com gaiolas de postura. O galpão foi vedado com lonas plásticas pretas e foi colocado no seu interior lâmpadas infravermelhas de 250W, distribuídas aleatoriamente no galpão para garantir ambiente quente durante todos os períodos experimentais.

As condições ambientais (temperatura e umidade) foram monitoradas diariamente, com o auxílio de termômetros de máxima e mínima, e com o uso de um termohigrógrafo, para medir a umidade relativa dentro da instalação (Tabela 1).

As aves receberam ração e água à vontade, e 17 horas de luz durante todo o período experimental, respeitando as recomendações de manejo do manual da Hy line W36 (2003).

Tabela 1 - Temperatura ambiente média (mínima e máxima) e umidade relativa média (mínima e máxima) registradas dentro da instalação em cada período experimental.

Período	Temperatura (°C)		Umidade Relativa (%)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
I	22 (19) ¹	30 (33) ²	65 (55) ¹	75 (82) ²
II	21 (18) ¹	31 (33) ²	59 (55) ¹	77 (85) ²
III	20 (17) ¹	29 (32) ²	59 (54) ¹	75 (83) ²
Média	21 (18) ¹	30 (33) ²	61 (55) ¹	76 (83) ²

1 - Menor temperatura e umidade relativa registradas no período (28 dias).

2 - Maior temperatura e umidade relativa registradas no período (28 dias).

2.3 - Tratamentos e Rações Experimentais

As aves foram submetidas a uma ração basal farelada (2.800 kcal de EM/kg, 15,0% de PB), à base de milho e farelo de soja, deficiente em lisina (0,476% de lisina digestível) a qual foi suplementada com cinco níveis de lisina (0,00; 0,08; 0,16; 0,24 e 0,32%). Os demais níveis nutricionais foram atendidos segundo as recomendações mínimas de Rostagno et al. (2000), como está demonstrado na Tabela 2 Na suplementação de lisina foi utilizada L-Lisina-HCl, com 98% de pureza, fornecendo 78,4% de lisina, em substituição ao amido de milho, ficando todas as rações isoprotéicas em relação à ração basal.

Na Tabela 3 está demonstrado as composições químicas analisadas e calculadas das rações experimentais.

As poedeiras foram alojadas segundo a taxa de postura, de tal forma que todos os tratamentos no início do período experimental apresentassem taxa de postura semelhante.

As aves foram pesadas no início e no final do experimento para determinar a alteração de peso.

Tabela 2- Composição percentual, química e valor nutricional da ração basal¹ (na matéria natural).

Ingredientes	%
Milho	44,837
Sorgo	24,000
Farelo de soja	11,298
Glúten de milho	6,215
Calcário	10,183
Fosfato bicálcico	2,006
Sal	0,562
Amido	0,450
DL-metionina	0,199
L- Triptofano	0,068
L-Treonina	0,002
Suplemento Vitamínico ²	0,100
Suplemento Mineral ³	0,050
Cloreto de Colina (60%)	0,020
Antioxidante ⁴	0,010
Total	100.00
Composição Calculada	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.800
Proteína Bruta (%)	15,000
Metionina Total(%)	0,474
Metionina digestível (%)	0,453
Metionina+Cistina Total (%)	0,741
Metionina+Cistina digestível (%)	0,679
Lisina Total(%)	0,541
Lisina digestível (%)	0,476
Treonina Total(%)	0,562
Treonina digestível (%)	0,487
Triptofano Total (%)	0,207
Triptofano digestível (%)	0,191
Cálcio (%)	4,470
Fósforo Total(%)	0,639
Fósforo disponível (%)	0,460
Sódio (%)	0,250

1 - Exigências estabelecidas por Rostagno et al. (2000)

2 - Suplementação vitamínica: vit. A - 8.000.000 UI; vit. D3 - 2.400.000 UI; vit. E - 22.500 mg; vit. B1 - 2.800 mg ; vit. B2 – 7.700 mg; vit. B12 - 18.000 mcg; vit. B6 - 4.500 mg; *ácido pantotênico* - 13.000.000 mg; vit. K3 - 1.800.00 mg; *ácido fólico* - 1.300.00 mg ; *ácido nicotínico* - 31.500 mg ; *selênio*- 400 mg; *antioxidante* 0,25 g; e excipiente q. s.p. - 1.000g.

3 - Suplementação mineral: *manganês* 80,0 g; *ferro* - 80,0 g; *zinco* – 50,0 g; *cobre* - 10,0 g; *cobalto*- 2,0 g; *iodo* - 1,0 g; e excipiente q. s. p. - 500 g.

4 - Antioxidante - BHT.

Tabela 3 - Composições químicas analisadas das rações experimentais

Nutrientes	Tratamentos ¹				
	1	2	3	4	5
Proteína Bruta (%)	15,03	14,53	14,75	15,39	14,50
Extrato Etéreo (%)	2,32	2,46	2,45	2,41	2,52
Cálcio (%)	4,60	4,44	4,67	4,60	4,69
Fósforo Total (%)	0,59	0,56	0,55	0,56	0,61
Lisina Total ² (%)	0,541	0,621	0,701	0,781	0,861
Lisina Total ³ (%)	0,553	0,627	0,702	0,776	0,850

¹Tratamentos correspondem à suplementação da ração basal com lisina, sendo 1 sem suplementação; 2, 3, 4, 5 com 0,08, 0,16, 0,24 e 0,32 % de lisina, respectivamente.

²Valores Calculados.

³Valores Analisados

2.4 - Características Avaliadas

Consumo de ração

O consumo de ração, em g/ave/dia, foi determinado por diferença entre peso da ração fornecida e o peso da sobra de ração nos comedouros e recipientes. Tal cálculo foi efetuado a cada período de 28 dias.

Produção de ovos

Em cada período de 28 dias, foram calculadas as percentagens de ovos/ave/dia, dividindo-se o total de ovos produzidos pelo número de aves de cada parcela, e pelo número de dias vezes 100. Os ovos foram coletados diariamente às 9 e 16 horas.

Peso dos ovos

Todos os ovos íntegros produzidos nos cinco últimos dias de cada período experimental foram pesados, em balança de precisão de 0,1 g, para o cálculo do peso médio dos ovos em gramas por unidade experimental.

Massa de ovos

Foi calculada em g/ave/dia, como o produto da percentagem de ovos/ave/dia e do peso médio dos ovos em cada parcela, dentro de cada período de 28 dias.

Conversão alimentar

A conversão alimentar por massa de ovos foi calculada pela relação entre grama de ração ingerida pelas aves e massa de ovo produzida em gramas.

Ganho de peso

Foi obtido por meio da diferença dos pesos das aves no início e no final do experimento.

Viabilidade

Foi obtida pela divisão entre o número de aves que sobraram no final do experimento sobre o número de aves alojadas no início do experimento vezes 100.

2.5 - Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, sendo que os tratamentos consistiram no efeito de cinco níveis de lisina, com quatro blocos (taxa de postura) e doze aves por unidade experimental.

As análises estatísticas das características foram realizadas por meio do programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1999), sendo a estimativa das exigências em lisina, estabelecida por meio dos modelos de regressão polinomial.

O modelo estatístico, utilizado no cálculo das análises de variâncias foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + N_j + E_{ijk}, \text{ onde:}$$

Y_{ijk} = produção observada na k-ésima unidade experimental que recebeu os j-ésimos níveis de lisina digestível j, i-ésimo bloco.

μ = média geral observada;

B_i = efeito do i-ésimo bloco;

N_j = efeito j-ésimo nível de lisina digestível na ração;

E_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Desempenho das Poedeiras

Os dados de desempenho das poedeiras em função dos níveis de lisina digestível da ração, estão apresentados nas Tabelas 4 e 5. Houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos diferentes níveis de lisina sobre a produção de ovos (%), a massa de ovos (g), o consumo de ração (g) e a conversão alimentar (g de ração/g de ovo). O peso corporal (kg) e o peso médio dos ovos não foram influenciados significativamente pelos níveis de lisina da ração ($P > 0,05$).

A viabilidade durante o período experimental foi de 100%.

3.1.1 - Peso Corporal

Analisando a variação de peso (peso inicial e final) pode-se observar que houve perda de peso para os menores níveis de suplementação de lisina (Tabela 4). Embora não havendo efeito significativo ($P > 0,05$), as poedeiras que receberam ração deficiente em lisina perderam mais peso quando comparadas com as poedeiras que receberam ração com maior nível de lisina (0,796% de lisina digestível), demonstrando a importância da lisina no ganho de peso das aves.

Novak et al. (2004) avaliando a exigência em lisina para poedeiras no período de 44 a 64 semanas, observaram que as aves que consumiram 816mg de lisina total/ave/dia perderam menos peso quando comparadas com aquelas que consumiram 715mg de lisina total/ave/dia.

Tabela 4 –Peso médio inicial (PI), peso médio final (PF) e alteração de peso¹ (AP) de poedeiras de 44 a 55 semanas de idade em função dos níveis de lisina digestíveis utilizados na ração.

Lisina Digestível (%)	PI ¹ kg	PF ² kg	AP g	MP/dia g
0,476	1.371	1.249	-121,875	-1,451
0,556	1.371	1.300	-71,042	-0,846
0,636	1.371	1.333	-37,500	-0,446
0,716	1.371	1.378	7,708	0,092
0,796	1.371	1.387	16,250	0,193

¹PI - Peso das aves com 44 semanas.

²PI - Peso das aves com 55 semanas.

Tabela 5 - Consumo de ração (CR), consumo de lisina digestível (CL), produção e ovos (PO), peso médio dos ovos (PMO), massa de ovo (MO), consumo de lisina por massa de ovo (CLM), conversão alimentar (CA), de poedeiras leves de 44 a 55 semanas de idade em função dos níveis de lisina digestíveis utilizados na ração.

Lisina Digestível (%)	CR (g)	CL (mg)	PO (%)	PMO (g)	MO (g)	CLM (mg/g)	CA g/g
0,476	86,37	411,00	71,80	57,20	41,08	10,00	2,13
0,556	89,53	498,00	73,45	58,29	42,79	11,64	2,10
0,636	89,68	570,00	76,36	58,43	44,63	12,77	2,02
0,716	92,49	662,00	84,49	58,48	49,40	13,40	1,87
0,796	91,23	726,00	80,87	59,36	48,00	15,13	1,91
CV %	3,16	-	2,00	2,47	3,14	-	4,42
Efeito	L*	-	L*	ns	L*	-	L*

L = Efeito Linear (P< 0,05); ns = Não Significativo

3.1.2 - Consumo de Ração

Observou-se diferença significativa (P<0,05) entre as médias de consumo de ração de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina. Houve aumento (P<0,05) no consumo de ração, de acordo com o aumento dos níveis de lisina na ração (Figura 1). O consumo médio de ração foi baixo, inferior ao recomendado pelo manual da linhagem (94g), sendo observado um consumo de ração médio de 86,37g/ave/dia e de 91,24g/ave/dia para menor e maior teor de lisina na ração, respectivamente.

A redução no consumo de ração pode ser atribuído a elevada temperatura ambiente, em virtude da necessidade das aves em dissiparem calor. Neste sentido, Sakomura et al. (1993) verificaram queda no consumo de ração e na EM de 1,2

g/ave/dia e de 2,2 kcal/dia, respectivamente, em aves leves para cada aumento de um grau na temperatura de 15 a 28°C.

Segundo Charles (1992), a temperatura corporal da galinha já sofre alteração quando o calor supera os 27°C. Neste trabalho a temperatura média observada foi em torno de 25,5 °C, entretanto a amplitude foi grande, chegando a temperatura máxima de 33°C e a mínima de 17°C, o que provavelmente alterou o comportamento alimentar das aves.

No presente estudo as aves que consumiram 91,24 g de ração receberam ração contendo 0,861% de lisina total e 0,796% de lisina digestível. Entretanto, para o consumo diário de 91g de ração por ave o Manual da linhagem Hy line W-36 (2003) recomenda que a ração deva conter 0,83% de lisina total, correspondendo a um consumo de 755mg/ave/dia de lisina total.

Como foi relatado anteriormente, as poedeiras que receberam ração suplementada com lisina apresentaram maior consumo de ração, quando comparadas com às sem suplementação. Esta diferença pode ser atribuída ao fato de que o fornecimento de ração deficiente em aminoácidos promoveu um desequilíbrio de aminoácidos na corrente sanguínea, resultando na redução da ingestão de alimentos

Goulart (1997), também trabalhando com poedeiras leves, constataram que as aves que receberam ração contendo os menores níveis de lisina apresentaram consumo de ração inferior ao daquelas que consumiram ração com maiores níveis. Entretanto, Sá et al. (2004) encontraram resultados contraditórios a estes, quando avaliaram as exigências de lisina para poedeiras leves na fase de 34 a 50 semanas de idade. Prochaska et al. (1996) assim como Sá et al. (2004), observaram menor consumo de ração de poedeiras leves que receberam ração com maior nível de lisina.

Pela equação de regressão para consumo de ração ($Y = 79,716 - 15,859x$) a exigência em lisina para poedeiras leves no final de postura seria igual ou superior a 0,796% de lisina digestível na ração, que corresponde a consumo médio de lisina digestível equivalente a 726mg/ave/dia ou 15,13 mg/g de ovo. Este valor é inferior aquele mencionado por Rostagno et al. (2005), que sugerem 765mg de lisina digestível/ave/dia, considerando peso corporal de 1.620 kg. Neste trabalho o consumo diário de ração para o maior nível de suplementação foi de 91,23g e o peso corporal médio em torno de 1.379 kg, ou seja, inferior ao peso esperado para esta fase de vida das poedeiras. Além disso, a temperatura ambiente elevada também promoveu a

redução no consumo e conseqüentemente redução no ganho de peso, bem como na produção de ovos e na massa de ovos.

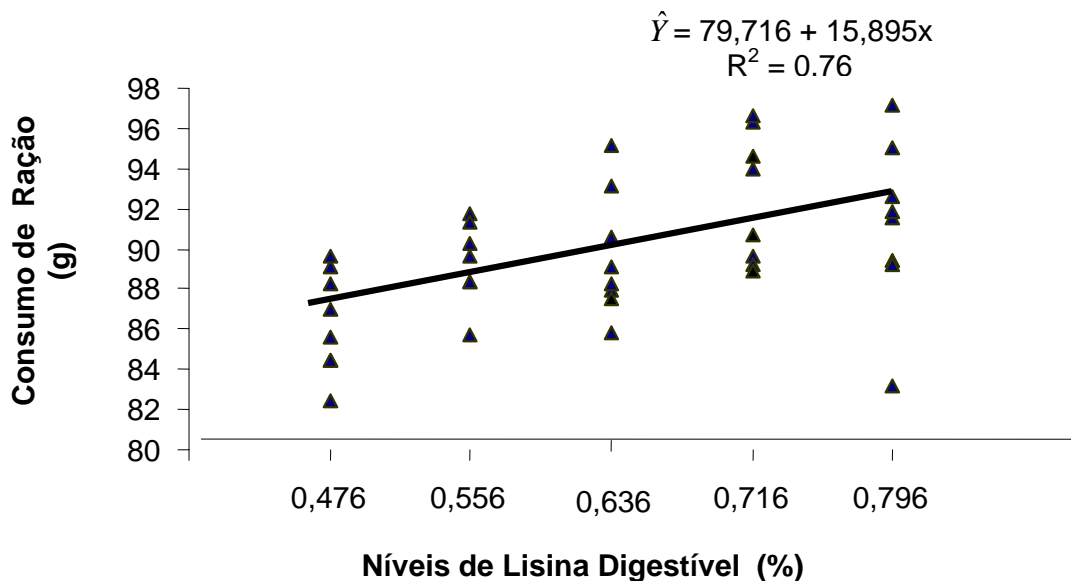


Figura 1 - Representação gráfica do consumo diário de ração das aves em função dos níveis de lisina digestível empregados na ração.

3.1.3 - Produção de Ovos

Houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos diferentes níveis de lisina sobre a produção de ovos das poedeiras. Houve aumento linear da produção de ovos com a suplementação de lisina, havendo um aumento de nove pontos percentuais a partir da ração basal (71,80 vs 80,87%). Nos achados de Bertechini et al. (1995) as rações contendo níveis baixo de lisina (deficiente) também promoveram diminuição na produção de ovos.

A exigência em lisina, com base na produção de ovos e ajustada pelo modelo linear (Figura 2), foi estimada em no mínimo 786mg/ave de lisina total, que corresponde a consumo médio de lisina digestível equivalente a 726mg/ave/dia ou 15,13 mg/g de ovo. Estes valores estão próximos ao recomendado pelo manual da linhagem Hy Line W36 (2003), que recomenda para o período de 44 a 58 semanas de idade, para aves consumindo 91g de ração, que seja suplementado 0,830% de lisina total na ração, gerando consumo diário de lisina total de 755mg/ave. Apesar do valor recomendado pelo manual ser para poedeiras submetidas a condições normais de temperatura e umidade, no mesmo foi considerado o consumo de ração, que é uma fator de grande relevância quando os animais são submetidos à temperatura ambiente elevadas.

Entretanto, estes resultados são inferiores dos valores recomendados por Rostagno et al. (2005), que recomendam um consumo médio de lisina digestível no período de 45 a 55 semanas de 765mg/ave/dia.

A explicação para a diferença na estimativa pode ser atribuída à diferença de peso das aves, pois Rostagno (2005) recomenda 765mg/ave/dia de lisina digestível para poedeiras com peso médio de 1.620 kg; no presente trabalho as poedeiras estavam com o peso bem abaixo (peso médio 1.379 kg). Além disso foi observado efeito linear. Provavelmente se houvesse maior número de níveis de suplementação, poderia ter encontrado outros resultados, bem como, explicar melhor o porquê dos valores observados tenderem a uma quadrática. Segundo Morris (1983) muitas vezes os ensaios experimentais possuem poucos tratamentos que dificultam a interpretação da resposta obtida pela análise estatística.

Scheideler et al. (1996) citaram que para máxima produção e massa de ovo são necessários o consumo de 900mg de lisina total/ave/dia. Prochaska et al. (1996) observaram aumento na produção de ovos quando poedeiras leves receberam ração com 828 e 1,062mg de lisina total/ave/dia comparada com aquelas que receberam ração controle (638mg/ave/dia).

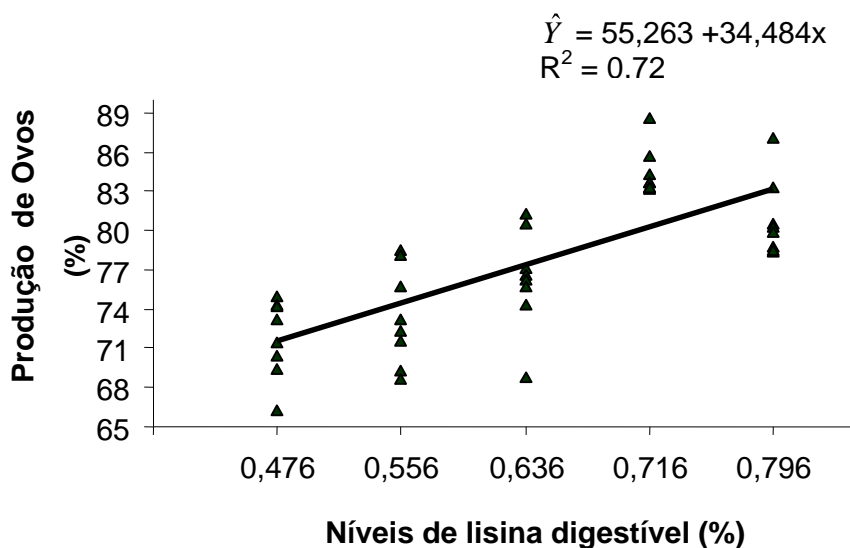


Figura 2 - Representação gráfica da produção de ovos de ração das aves em função dos níveis de lisina digestível empregados na ração.

3.1. 4 - Peso dos Ovos , Massa de Ovos e Conversão Alimentar

O peso do ovo não foi influenciado ($P > 0,05$) pelos níveis de lisina na ração. Resultado semelhante foi obtido por Van Weerden e Schutte (1980), entretanto, em trabalhos anteriores (Latshaw, 1976; Jensen et al. 1974 e Goulart, 1997) o peso do ovo foi influenciado pelo nível de lisina na ração. Segundo Mendonça Jr e Lima (1999), a lisina normalmente influencia a produção de ovos, mas não melhora o peso dos ovos como geralmente ocorre com os aminoácidos sulfurosos.

Prochaska et al. (1996) observaram que o consumo de ração e a produção de ovos de poedeiras leves de 42 a 64 semanas não foram influenciados com o aumento no consumo de lisina de 677 para 1.154 mg/ave/dia, porém houve aumento no peso do ovo e do albúmen. Scheideler et al. (1996) também observaram aumento linear no peso dos ovos com o aumento no consumo de lisina de 500 para 1000 mg/ave/dia.

Sá et al. (2004) avaliando a exigência em lisina para poedeiras leves da linhagem Lohnman, na fase de 34 a 50 semanas de idade, também observaram efeito linear com o aumento dos níveis de lisina na ração. Resultados semelhantes também foram obtidos por Novak et al. (2004).

A massa de ovos e a conversão alimentar foram influenciados pelos níveis de lisina da ração (Figuras 3 e 4). Foi verificado efeito linear ($P \leq 0,05$) para massa de ovos

e para conversão alimentar com a elevação dos níveis de lisina na ração. O efeito sobre a conversão pode ser atribuído ao aumento linear no consumo de ração e na massa de ovo.

Segundo Jackson (2001) a exigência em lisina total para poedeiras leves é de 880mg por dia para um consumo diário de 100g. Este mesmo autor cita em seu trabalho que as exigências em lisina e em metionina + cistina são maiores para melhorar a conversão alimentar do que para maximizar a produção de massa de ovos em virtude da capacidade da poedeira compensar pequenos desequilíbrios de aminoácidos mediante maior consumo de alimento.

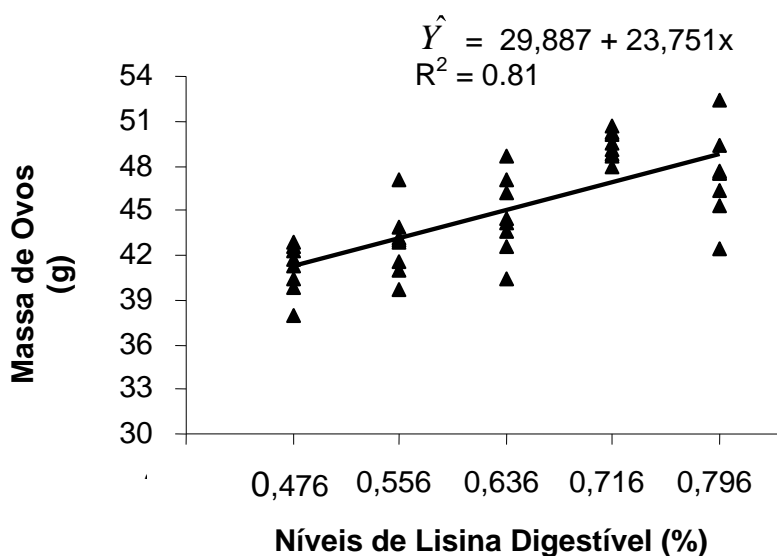


Figura 3 - Representação gráfica da massa de ovos das aves em função dos dos níveis de lisina digestível empregados na ração .

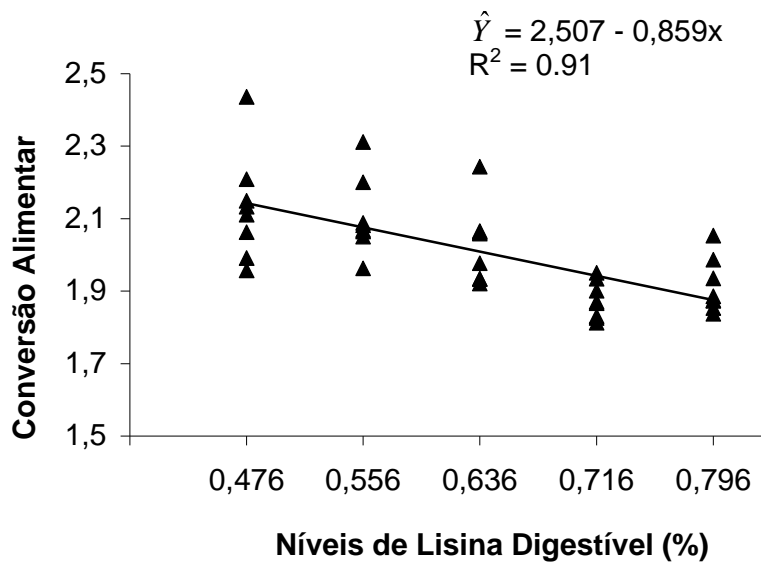


Figura 4 - Representação gráfica da conversão alimentar das aves em função dos dos níveis de lisina digestível empregados na ração .

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi realizado com o objetivo de determinar a exigência em lisina para poedeiras leves na fase de produção, mantidas em ambiente de alta temperatura. A temperatura média mínima e máxima, registrada durante o todo período experimental foram 21 e 30°C, respectivamente. Foram utilizadas 240 poedeiras comerciais da marca Hy-Line W36. As aves foram submetidas a cinco tratamentos durante três períodos experimentais de 28 dias. Foi utilizado delineamento em blocos ao acaso, com cinco tratamentos, quatro blocos e doze aves por unidade experimental. As aves foram submetidas a ração basal farelada deficiente em lisina, para conter 2.800 Kcal de EM/kg, 15,0% de PB e 0,541% e 0,476% de lisina total e digestível, respectivamente. A ração basal foi suplementada com lisina (0,00, 0,08, 0,16, 0,24 e 0,32%). As características avaliadas foram peso corporal (kg), produção de ovos (%), massa de ovos (g), peso médio dos ovos (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar (g de ração/g de ovo). Ao ser realizada a análise de regressão, para os níveis de lisina, foi encontrado efeito linear ($P \leq 0,05$) para produção de ovos, massa de ovos, consumo de ração e conversão alimentar. O peso do ovo não foi influenciado ($P > 0,05$) pelos níveis de lisina na ração. Pelos resultados obtidos a exigência em lisina para poedeiras leves no período de 44 a 55 semanas, mantidas em ambiente de alta temperatura, foi estimada em no mínimo 0,796% de lisina digestível na ração, que corresponde a exigência diária de lisina digestível equivalente a 726mg/ave ou 15,1 mg de lisina digestível/g de ovo.

CAPÍTULO 3

EXIGÊNCIA NUTRICIONAL EM TRIPTOFANO PARA POEDEIRAS LEVES, MANTIDAS EM AMBIENTE DE ALTA TEMPERATURA, NA FASE DE PRODUÇÃO

1-INTRODUÇÃO

Dois aspectos importantes devem ser considerados na formulação de rações, o consumo de alimentos e a determinação das exigências nutricionais, uma vez que permitem uma definição mais adequada da concentração dos nutrientes na ração (Sakomura, 1996).

Neste sentido, o alto custo da ração e a preocupação com as exigências nutricionais no pico de produção têm levado aos nutricionistas a deixarem de lado uma fase tão importante quanto a esta fase, que seria o período pós-pico, principalmente quando consideramos que o ciclo produtivo de poedeiras comerciais compreende no mínimo o período de 17 a 80 semanas de idade e não de 17 a 36 semanas. Sendo este último período em que mais estão concentradas as pesquisas relativas às exigências nutricionais destas aves.

Além disso, são escassas as pesquisas relacionadas com a produção de poedeiras no pós-pico em condições ambientais adversas. Sabe-se que a produtividade animal é influenciada por vários fatores, dentre eles a genética a nutrição, o ambiente, o manejo e a biosseguridade. Qualquer falha em alguma destas variáveis pode prejudicar o desempenho das aves, por isto é importante considerar que com a avanço genético as aves produzem mais, mas são mais exigentes e podem se tornar mais sensíveis às variações ambientais. Pensando-se nisto é que se torna importante a atualização na

determinação das exigências nutricionais em aminoácidos, com o objetivo de alcançar o desempenho satisfatório das poedeiras.

Poucas informações foram encontradas na literatura sobre a exigência nutricional em triptofano para poedeiras leves na fase de produção, e ainda pode-se afirmar que há necessidade de atualizar estes dados, principalmente no tocante a poedeiras submetidas a ambiente de alta temperatura. A suplementação de aminoácidos sintéticos, além dos dois aminoácidos mais limitantes da ração, geralmente a metionina e lisina, eram de fundo acadêmico, em razão da não-disponibilidade de outros aminoácidos sintéticos a preços competitivos. Porém, com os avanços da biotecnologia na área de produção de aminoácidos sintéticos, outros aminoácidos estão sendo introduzidos no mercado a preços competitivos, como o triptofano e a treonina, que já estão sendo utilizados em rações comerciais das aves (Goulart, 1997).

Waldroup et al., (1976) observaram que a utilização de suplementos de aminoácidos comercialmente disponíveis para diminuir a proteína bruta e minimizar níveis excessivos de aminoácidos resultaram em melhor desempenho das aves sob estresse por calor, e não prejudicaram o desempenho em condições de temperatura moderada.

A presente pesquisa objetivou estimar a exigência nutricional em triptofano para poedeiras leves, no período de 44 a 55 semanas de idade, mantidas em ambiente de alta temperatura.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Local

O experimento foi realizado na Seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, no período de 22 de abril a 16 de julho de 2003.

2.2 Alojamento das Aves e Manejo

Foram utilizados 240 poedeiras comerciais da marca Hy-Line W36 com 44 semanas de idade, submetidas a cinco tratamentos, durante três períodos experimentais de 28 dias.

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, coberto com telhas de barro e equipado com gaiolas de postura. O galpão foi vedado com lonas plásticas pretas e foi colocado no seu interior lâmpadas infravermelhas de 250W, distribuídas aleatoriamente no galpão para garantir ambiente quente durante todos os períodos experimentais.

As condições ambientais (temperatura e umidade) foram monitoradas diariamente, com o auxílio de termômetros de máxima e mínima, e com o uso de um termohigrógrafo, para medir a umidade relativa dentro da instalação (Tabela 1).

As aves receberam ração e água à vontade e 17 horas de luz diária durante todo o período experimental, respeitando as recomendações de manejo do manual da Hy line W36 (2003).

Tabela 1 - Temperatura ambiente média (mínima e máxima) e umidade relativa (mínima e máxima) registradas dentro da instalação em cada período experimental.

Período	Temperatura (°C)		Umidade Relativa (%)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
I	22 (19) ¹	30 (33) ²	65 (55) ¹	75 (82) ²
II	21 (18) ¹	31 (33) ²	59 (55) ¹	77 (85) ²
III	20 (17) ¹	29 (32) ²	59 (54) ¹	75 (83) ²
Média	21 (18) ¹	30 (33) ²	61 (55) ¹	76 (83) ²

1 - Menor temperatura e umidade relativa registradas no período (28 dias).

2 - Maior temperatura e umidade relativa registradas no período (28 dias).

2.3 - Tratamentos e Rações Experimentais

As aves foram submetidas a ração basal farelada (2.850 kcal de EM/kg, 15,0% de PB), à base de milho e farelo de soja, deficiente em triptofano (0,116% de triptofano digestível) a qual foi suplementada com cinco níveis de triptofano (0,00; 0,02; 0,04; 0,06 e 0,08%). Os demais níveis nutricionais foram atendidos segundo as recomendações mínimas de Rostagno et al. (2000), como está demonstrado na Tabela 2.

Na Tabela 3 está demonstrado as composições químicas analisadas e calculadas das rações experimentais.

A suplementação com triptofano foi realizada em substituição ao amido, ficando todas as rações isoprotéicas em relação à dieta basal.

As poedeiras foram alojadas segundo a taxa de postura, de tal forma que todos os tratamentos no início do período experimental apresentassem taxa de postura semelhante.

As aves foram pesadas no início e no final do experimento para determinar a mudança de peso.

Tabela 2 - Composição percentual, química e valor nutricional da ração basal (na matéria natural).

Ingredientes	%
Milho	70,664
Farelo de soja	10,000
Farinha de carne	5,000
Glúten de milho	1,569
Farinha de peixe	2,000
Calcário	9,388
Fosfato bicálcico	0,081
Sal	0,446
Amido	0,200
DL-metionina	0,223
Lisina-HCl	0,225
L-treonina	0,024
Suplemento Vitamínico ¹	0,100
Suplemento Mineral ²	0,050
Cloreto de Colina (60%)	0,020
Antioxidante ³	0,010
Total	100.00
Composição Calculada	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.850
Proteína Bruta (%)	15,128
Metionina Total (%)	0,488
Metionina digestível (%)	0,461
Metionina+Cistina Total (%)	0,758
Metionina+Cistina digestível (%)	0,684
Lisina Total (%)	0,826
Lisina digestível (%)	0,783
Treonina Total (%)	0,579
Treonina digestível (%)	0,491
Triptofano Total (%)	0,132
Triptofano digestível (%)	0,116
Cálcio (%)	4,484
Fósforo Total (%)	0,609
Fósforo disponível (%)	0,451
Sódio (%)	0,250

1 – Suplementação vitamínica: vit. A - 8.000.000 UI; vit. D3 - 2.400.000 UI; vit. E - 22.500 mg; vit. B1 - 2.800 mg ; vit. B2 – 7.700 mg; vit. B12 - 18.000 mcg; vit. B6 - 4.500 mg; *ácido pantotênico* - 13.000.000 mg; vit. K3 - 1.800.00 mg; *ácido fólico* - 1.300.00 mg ; *ácido nicotínico* - 31.500 mg ; *selênio*- 400 mg; *antioxidante* 0,25 g; e excipiente q. s.p. - 1.000g.

2 – Suplementação mineral: *manganês* 80,0 g; *ferro* - 80,0 g; *zinco* – 50,0 g; *cobre* - 10,0 g; *cobalto*- 2,0 g; *iodo* - 1,0 g; e excipiente q. s. p. - 500 g.

3 - Antioxidante - BHT.

Tabela 3 - Composições químicas analisadas das rações experimentais.

Nutrientes	Tratamentos ¹				
	1	2	3	4	5
Proteína Bruta (%)	15,11	15,21	15,00	15,25	15,13
Extrato Etéreo (%)	3,01	2,98	3,14	3,45	3,27
Cálcio (%)	4,04	4,36	4,40	4,39	4,21
Fósforo Total (%)	0,59	0,57	0,58	0,57	0,51
Triptofano Total ² (%)	0,132	0,145	0,16	0,192	0,212
Triptofano Total ³ (%)	0,130	0,146	0,163	0,179	0,195

¹Tratamentos correspondem à suplementação da ração basal com triptofano, sendo 1 sem suplementação; 2, 3, 4, 5 com 0,02, 0,04, 0,06 e 0,08 % de triptofano, respectivamente.

²Valores Calculados.

³Valores Analisados.

2.4 Características Avaliadas

Consumo de ração

O consumo de ração, em g/ave/dia, foi determinado por diferença entre peso da ração fornecida e o peso da sobra de ração nos comedouros e recipientes. Tal cálculo foi efetuado a cada período de 28 dias.

Produção de ovos

Em cada período de 28 dias, foram calculadas as percentagens de ovos/ave/dia, dividindo-se o total de ovos produzidos pelo número de aves de cada parcela, pelo número de dias x 100. Os ovos foram coletados diariamente às 9 e 16 horas.

Peso dos ovos

Todos os ovos íntegros produzidos nos cinco últimos dias de cada período experimental foram pesados, em balança de precisão de 0,1 g, para o cálculo do peso médio dos ovos em gramas por unidade experimental.

Massa de ovos

Foi calculada em g/ave/dia, como o produto da percentagem de ovos/ave/dia e do peso médio dos ovos em cada parcela, dentro de cada período de 28 dias.

Conversão alimentar

A conversão alimentar por massa de ovo foi calculada pela relação entre grama de ração ingerida pelas aves e massa de ovo produzida em gramas.

Ganho de peso

Foi obtido por meio da diferença dos pesos das aves no início e no final do experimento.

Viabilidade

Foi obtida pela divisão entre o número de aves que sobraram no final do experimento sobre o número de aves alojadas no início do experimento vezes 100.

2.5 - Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, sendo que os tratamentos consistiram no efeito de cinco níveis de triptofano, com quatro blocos (bloco por taxa de postura) e doze aves por unidade experimental.

As análises estatísticas das características foram realizadas por meio do uso do programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1999), sendo a estimativa da exigência em lisina, estabelecida por meio dos modelos de regressão polinomial.

O modelo estatístico, utilizado no cálculo da análise de variância foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + N_j + E_{ijk}, \text{ onde:}$$

Y_{ijk} = produção observada na k-ésima unidade experimental que recebeu os j-ésimos níveis de triptofano digestível j, i-ésimo bloco.

μ = média geral observada;

B_i = efeito do i-ésimo bloco;

N_j = efeito j-ésimo nível de triptofano na ração;...

E_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Desempenho das Poedeiras

Os dados de desempenho em função dos níveis de triptofano digestível da ração, estão apresentados nas Tabelas 4 e 5. Houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos diferentes níveis de triptofano sobre o peso corporal (kg), a produção de ovos (%), a massa de ovos (g), o consumo de ração (g) e a conversão alimentar (g de ração/g de ovo). O peso do ovo não foi influenciado significativamente pelos níveis de triptofano da ração ($P > 0,05$).

A viabilidade durante o período experimental foi de 100%.

3.1.1 - Peso Corporal

Foi observado alteração no peso corporal das poedeiras, sendo evidenciado pela redução linear ($P \leq 0,05$) no peso das aves com o aumento dos níveis de triptofano na ração (Tabela 4). Pela alteração do peso pode ser observado que as poedeiras que receberam ração com 0,116% de triptofano digestível (menor nível), obtiveram perda de peso cinco vezes maior do que as poedeiras que receberam 0,196% (maior nível) de triptofano digestível. Jensen et al. (1990), em seus estudos com diferentes níveis de triptofano na ração observaram que as poedeiras que receberam ração com menor nível de triptofano (0,13% de triptofano total) também perderam mais peso do que aquelas dos demais tratamentos. Harms e Russel (2000a) também observaram maior perda de peso de poedeiras que receberam ração com 0,13% de triptofano total, no entanto, para os demais níveis de triptofano (0,15 a 0,20%) não foi observado diferença significativa.

A deficiência de triptofano influenciou o consumo de ração e por conseguinte o ganho de peso das aves. O baixo consumo de ração promoveu um baixo consumo diário de lisina digestível (693 mg/ave), apesar da ração fornecida ter sido calculada de forma

atender a exigência em lisina. Considerando os resultados do capítulo anterior, o consumo estimado mínimo de lisina digestível no período de 44 a 55 semanas de idade é de 726 mg/ave/dia, ou seja, as aves do presente estudo consumiram bem menos. Um vez que a lisina tem importância significativa no ganho de peso, provavelmente esta é uma das razões para o peso corporal observado. Rostagno et al. (1983) verificaram piora no desempenho de poedeiras em virtude do menor consumo de ração quando submetidas a estresse por calor.

Tabela 4 – Peso médio inicial (PI), peso médio final (PF) e alteração peso (AP) de poedeiras leves de 44 a 55 semanas de idade em função dos níveis de triptofano digestível da ração.

Triptofano Digestível (%)	PI ¹ kg	PF ² kg	AP g	MP/dia g
0,116	1.353	1.237	-116,667	-1,389
0,136	1.353	1.274	-79,167	-0,943
0,156	1.353	1.300	-53,750	-0,640
0,176	1.353	1.320	-33,333	-0,397
0,196	1.353	1.330	-23,542	-0,280
Efeito	L			

L - Efeito Linear (P<0,05).

¹PI - Peso das aves com 44 semanas.

²PI - Peso das aves com 55 semanas.

Tabela 5 - Consumo de ração (CR), consumo de lisina digestível (CL), produção e ovos (PO), peso médio dos ovos (PMO), massa de ovo (MO), consumo de triptofano por massa de ovo (CTM) conversão alimentar (CA) de poedeiras leves de 44 a 55 semanas de idade em função dos níveis de triptofano digestíveis utilizados na ração

Triptofano Digestível (%)	CR (g)	CT mg/ave/dia	PO (%)	PMO (g)	MO (g)	CTM (mg/g)	CA g/g
0,116	81,30	94,00	61,13	58,22	35,60	2,64	2,28
0,136	84,45	115,00	68,58	58,00	39,79	2,89	2,12
0,156	86,44	135,00	75,17	57,14	42,95	3,14	2,01
0,176	87,76	154,00	78,67	57,38	45,14	3,41	1,94
0,196	88,53	174,00	77,54	58,39	45,25	3,85	1,95
CV %	3,76	-	3,79	1,96	4,21	-	9,27
Efeito	L*	-	Q*	ns	Q*	-	Q*

L* = Efeito Linear; Q* = Efeito Quadrático; ns = Não Significativo (P > 0,05).

3.1.2 - Consumo de Ração

O consumo de ração no presente estudo foi menor para as aves que receberam ração com menores níveis de triptofano. De forma geral, o consumo de ração diminuiu com níveis de triptofano da ração muito baixo. A explicação para este resultado pode ser porque o triptofano é o precursor da serotonina (Roca et al., 1999), que é um importante regulador do apetite

Houve efeito linear ($P \leq 0,05$) para o consumo de ração, sendo estimado pela equação $Y = 71,828 + 88,901x$, em no mínimo 174mg de triptofano digestível/ave/dia (Figura 1).

Harms e Russel (1993) mostraram que a suplementação de aminoácidos em rações com baixa proteína aumenta o consumo de ração. O mesmo foi citado por Jensen (1990), Russel e Harms (1999) e Peganova (2003). No entanto, em estudos anteriores, Ohtani et al. (1989) não encontraram diferença significativa no consumo de ração de poedeiras alimentadas com ração contendo diferentes níveis de triptofano.

Avaliando o fornecimento de rações sem ou com adição de óleo (0 e 6 %) e com 3 níveis de triptofano (0,166, 0,176 e 0,193%), para poedeiras Hy Line W36 no período de 32 a 40 semanas, Antar et al. (2004) observaram maior consumo de ração para aves que receberam ração com 0,176% de triptofano e sem adição de óleo.

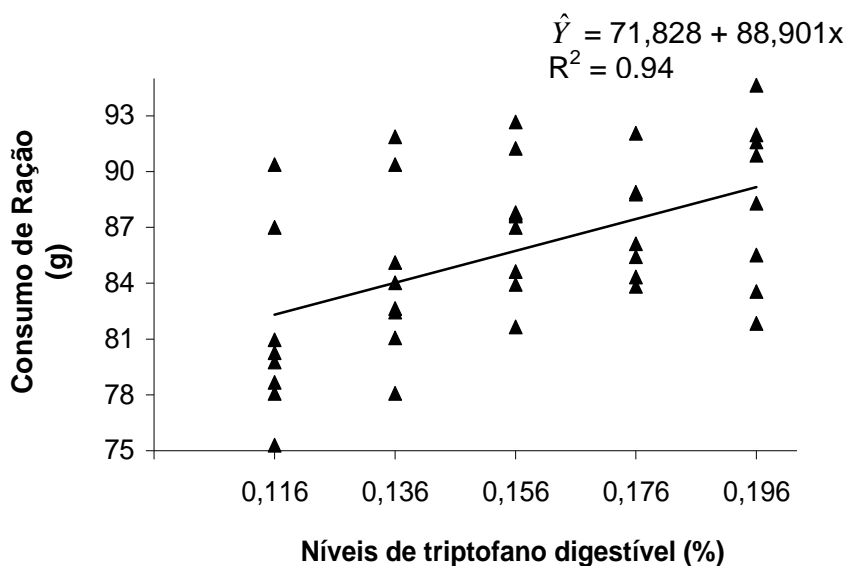


Figura 1 - Representação gráfica do consumo de ração das aves em função dos dos níveis de triptofano digestível empregados na ração

3.1.3 - Produção de Ovos

Os valores observados para produção de ovos estão abaixo do recomendado pelo manual da linhagem, mesmo nos tratamentos com níveis mais altos de triptofano (Tabela 5). Este resultado demonstra que a temperatura ambiente elevada influenciou significativamente a produção de ovos, uma vez que foi observado redução do consumo de ração, sendo de 88,53g/ave/dia para o maior nível, o que provavelmente afetou diretamente a necessidade diária em triptofano das poedeiras para maior produção de ovos, bem como a necessidade diária de lisina como foi citado anteriormente.

Houve efeito quadrático ($P \leq 0,05$) para produção de ovos, sendo estimado em 0,180% de triptofano digestível na ração, pela da equação $Y = -103,212 + 2021,744 - 5612,857x^2$ (Figura 2), que corresponde a 0,205% de triptofano total. Considerando um consumo médio de ração de 88,53g, estima-se que o consumo médio de triptofano das poederias deve ser de 181 e 159mg/ave/dia para triptofano total e digestível, respectivamente, ou então, 3,5 mg de triptofano digestível/g de ovo. Este resultado está

acima dos sugerido por Harms e Russel (1999), os quais sugeriram que poedeiras de 53 a 59 dias de idade devem consumir 157mg de triptofano total/ave/dia.

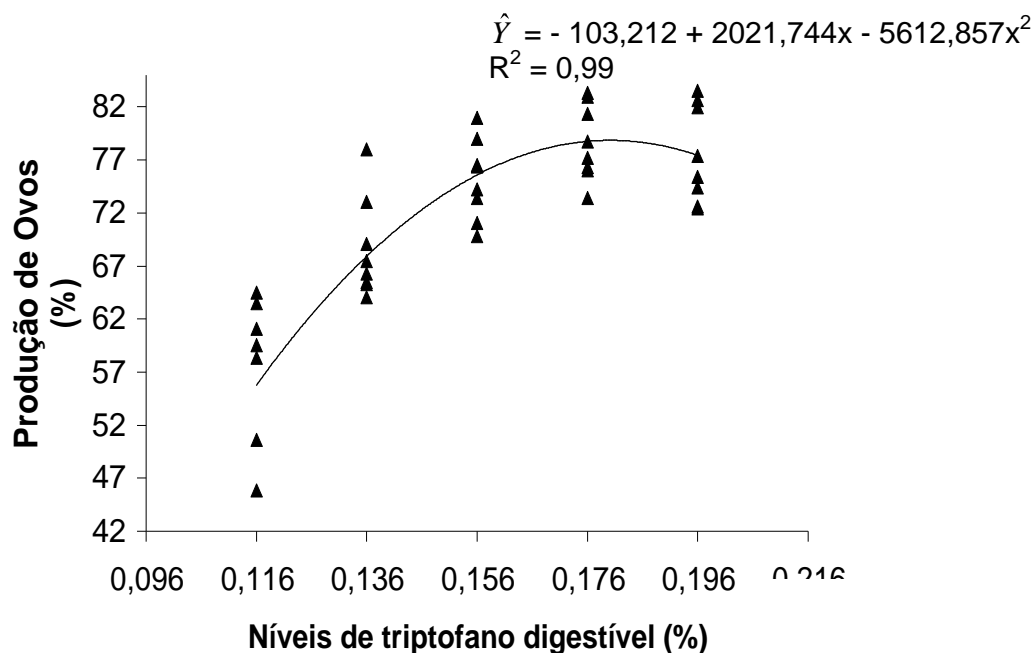


Figura 2 - Representação gráfica da produção de ovos das aves em função dos níveis de triptofano digestível empregados na ração.

Pelos resultados obtidos pode-se observar que quanto mais deficiente em triptofano a ração estiver, menor será o consumo de ração e conseqüentemente menor será a produção de ovos. O menor nível de triptofano, sendo 0,132% de triptofano total e 0,116%, digestível, determinou a pior produção de ovos em relação aos demais níveis.

Peganova et al. (2003) verificaram redução da produção em poedeiras que receberam ração contendo 0,10% de triptofano total. Entretanto, Antar et al. (2004) não observaram diferença significativa dos níveis de triptofano sobre a produção de ovos. Nos trabalhos de Harms e Russel (1999) e Deponi (2004) foram observados que rações contendo níveis de triptofano total abaixo de 0,15% resultam em redução na produção de ovos.

3.1.4 - Peso dos ovos

O peso médio dos ovos não foi alterado com o aumento de triptofano na ração ($P > 0,05$), estes resultados estão de acordo com Ohtani et al. (1990), Jensen et al. (1990), Russel e Harms (1999) e Deponti (2004).

Harms e Russel (1998) ao retirarem de uma só vez todos os aminoácidos suplementados (metionina, triptofano e isoleucina) em rações com baixa proteína, não observaram alteração no peso do ovo. Entretanto, quando retiraram cada um separadamente o peso do ovo reduziu. Em outro trabalho, Harms e Russel (2000) observaram aumento do peso do ovo com o aumento dos níveis de triptofano, entretanto, no seu trabalho os níveis de proteína e de outros aminoácidos aumentaram conforme se aumentava os níveis de triptofano, provavelmente esta é a explicação para os resultados observados.

Também, Antar et al. (2004), avaliando o fornecimento de rações sem ou com adição de óleo (0 e 6 %) e com 3 níveis de triptofano (0,166; 0,176 e 0,193%) para poedeiras Hy Line W36 no período de 32 a 40 semanas, observaram efeito linear dos níveis de triptofano no peso do ovo, de poedeiras alimentadas com rações contendo óleo. Segundo estes autores, as poedeiras se alimentam até atenderem sua exigência energética para máxima produção de ovos, e o consumo de aminoácidos é que determina o peso do ovo.

3.1.5 - Massa de Ovos e Conversão alimentar

A massa de ovos foi alterada significativamente ($P \leq 0,05$) pelos diferentes níveis de triptofano na ração. Pela equação $Y = -49,251 + 1030,302x - 2800,871x^2$, estima-se que é necessário suplementar 0,184% de aminoácido digestível na ração, que corresponde 0,210% de triptofano total para obtenção da maior massa de ovo (Figura 3).

Considerando um consumo médio de ração de 88,53g, estima-se que o consumo de triptofano digestível das poederias foi de 163mg/ave/dia para uma massa de ovo de 45,25g, resultando em exigência de 3,60mg de triptofano digestível/gde ovo. Estes resultados diferem dos valores recomendados pelo NRC (1994), que sugerem 175mg de triptofano total/ave/dia, bem como dos valores sugeridos por outros autores, como Peganova et al. (2003), que encontraram que a exigência em triptofano total para

poedeiras Lonhman no período de 31 a 37 semanas de idade, é 4,04 mg de triptofano total/g de ovo, Bray (1969), 2,54 mg de triptofano total/g de ovo; Morris and Wethli, (1978), 3,64 mg de triptofano total/g de ovo; Jensen et al., (1990), 3,23 mg de triptofano total/g de ovo; Schutte, (1998), 3,27mg de triptofano total/g de ovo, Russel e Harms, (1999), 157 mg para massa diária de 55g, Harms e Russel (2000) 2,98mg de triptofano total/g de ovo. A explicação para a diferença entre os resultados encontrados entre os diferentes autores e do presente trabalho pode ser atribuída à genética da ave que diferenciou nos trabalhos citados, à idade das aves, o manejo, ambiência e à quantidade em gramas de massa de ovo produzida, que também variou entre os trabalhos.

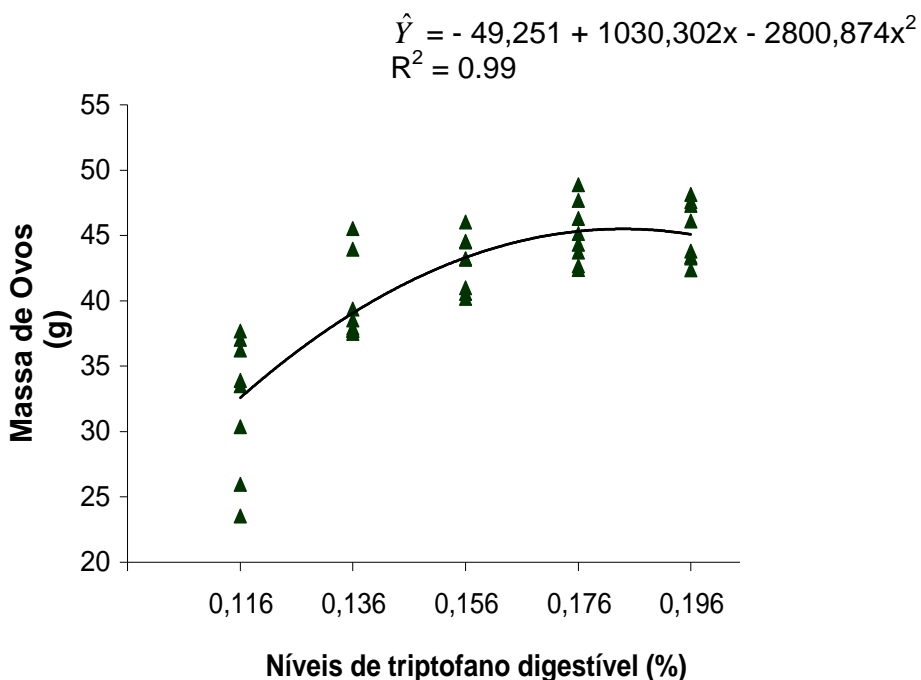


Figura 3 - Representação gráfica da massa de ovos em função dos níveis de triptofano digestível empregados na ração.

A conversão alimentar foi influenciada significativamente ($P \leq 0,05$) pelo nível de triptofano na ração (Figura 4). Observou-se efeito quadrático ($P \leq 0,05$), pela equação $Y = 8,324 - 72,975x + 207,544x^2$; estima-se que a ração para poedeiras leves no período de 44 a 55 semanas de idade, deve conter 0,176 ou 0,20% de triptofano digestível e total respectivamente. Assim, o consumo diário de triptofano digestível e total, respectivamente, para melhor conversão alimentar deve ser de 156 e 177mg/ave. Estes resultados são superiores aos encontrados por Ohtani et al. (1989) e Jensen (1990). Entretanto, Deponti (2004) não encontrou diferença significativa em seu estudo.

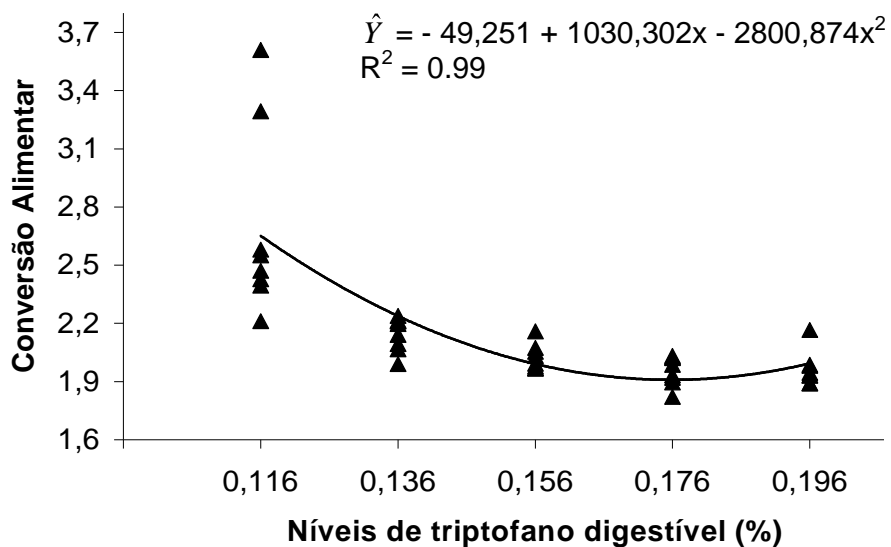


Figura 4 - Representação gráfica da conversão alimentar das aves em função dos níveis de triptofano digestível empregados na ração.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi realizado com o objetivo de determinar a exigência em triptofano para poedeiras leves, na fase de produção, mantidas em ambiente de alta temperatura. A temperatura média mínima e máxima, registrada durante o todo período experimental foram 26 e 31°C, respectivamente. Foram utilizadas 240 poedeiras comerciais da marca Hy-Line W36. As aves foram submetidas a cinco tratamentos (níveis de triptofano) durante três períodos experimentais de 28 dias. Foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso, com cinco tratamentos, quatro blocos e doze aves por unidade experimental. As aves foram alimentadas com ração basal farelada deficiente em triptofano, para conter 2.850 Kcal de EM/kg, 15,0% de PB e 0,132% e 0,116% de triptofano total e digestível respectivamente. A ração basal foi suplementada com triptofano (0,00; 0,02; 0,04; 0,06 e 0,08%). As características avaliadas foram peso corporal (kg), produção de ovos (%), massa de ovos (g), peso médio dos ovos (g), consumo de ração (g), conversão alimentar (g de ração/g de ovo). Houve efeito significativo dos diferentes níveis de triptofano sobre o peso corporal, a produção de ovos, massa de ovos, consumo de ração e conversão alimentar. O peso do ovo não foi influenciado significativamente pelos níveis de triptofano da ração ($P>0,05$). Considerando as características produção de ovo, massa de ovos e conversão alimentar a exigência média em triptofano para poedeiras leves no período de 44 a 55 semanas de idade, mantidas em ambiente de alta temperatura, foi estimado em 0,180% de triptofano digestível na ração, correspondendo a exigência diária de 159mg/ave de triptofano digestível/ave ou 3,5 mg de triptofano digestível/g de ovo.

5. CONCLUSÕES GERAIS

- Biodisponibilidade da MHA-AL, em base de produto determinada com poedeiras leves é 73,22%, ou seja, superior a 65%.
- A exigência em lisina digestível para poedeiras leves no período de 44 a 55 semanas de idade mantidas em ambiente de alta temperatura, foi estimada em no mínimo de 0,796% de lisina digestível na ração, ou um consumo diário de 726 mg de lisina digestível/ave ou de 15,13 mg de lisina digestível por grama de ovo.
- A exigência em triptofano para poedeiras leves no período de 44 a 55 semanas de idade mantidas em ambiente de alta temperatura, foi estimada em média de 0,180% de triptofano digestível na ração, ou consumo diário de 159 mg de triptofano digestível/ave ou de 3,5 mg de triptofano digestível/g de ovo.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIBA, J., OHTANI, H., SAITOH, S. et al. L-Tryptophan improves egg production rate and alleviates fatty liver in laying hens. In: XVIII WORLD'S POULTRY CONGRESS, 1988, Nagoya-Japão. **Proceedings...** Nagoya: World's Poultry Congress, 1988. P. 1034-1036.
- AL-SAFFAR, A. A., ROSE, S. P.. The response of laying hens to dietary amino acids. **World' s Poultry Journal**, 58: 209-234, 2002.
- ANDRADE, L., SILVA, N. A., LEANDRO, N.S.M. et al. O uso de rações com diferentes níveis de proteína suplementadas com aminoácidos na alimentação de poedeiras na fase pós pico de produção. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, 5: 54, 2003.
- AKINWANDE, A.I., BRAGG, D. B. Effect of the level of dietary lysine on turnover rate of liver protein in the chick. **Poultry Science**, v. 64, p. 1938-1940, 1985.
- ANTAR, R. S. , HARMS, R.H., SHIVAZAD, M. et al. Performance of commercial laying hens when six percent corn oil is added to the diet at various ages and with different levels of tryptophan and protein. **Poultry Science**, v. 83, p. 447-455, 2004.
- AUSTIC, R. E., NESHEIM, M. C. **Poultry Production**. 13ed. Lea e Febiger, 325p. 1990.
- BALNAVE, D., OLIVA, A.G. Responses of finishing broilers at high temperatures to dietary methionine source and supplementation levels. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 41, p. 557-564, 1990.
- BALNAVE, D., OLIVA, A.G. The influence of sodium bicarbonate and sulfur amino acids on the performance of broilers at moderate and high temperatures. **Australian Journal Agriculture Research**, v.42, p. 1385-1397, 1991.
- BAKER, D. H. Utilization of precursors of L-amino-acids. In: **Amino acids in farm animal nutrition**. D` Mello, J. P. F. ed. CAB Internacional ISBN., Wallingford UK. P. 37-61. 1994.
- BAKER, D. H. Ideal rate (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v. 81, p. 485-494, 2002.
- BARBOZA, W. A. Balanço e biodisponibilidade da Metionina Hydroxy Análogo-Ácido Livre comparada com a DL-Metionina em aves submetidas a estresse calórico. Viçosa, MG: - UFV, 1995. 51p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

- BENDER, D. A., WYNICK, D. Inhibition of kynureninase (L- kynurenine hydrolase, EC 3.7.13) by estrone sulphate: an alternative explanation for abnormal results of a tryptophan load tests in women receiving oestrogenic steroids. **British Journal of Nutrition**, v.45, p. 269-275, 1981.
- BERTECHINI, A. G., TEIXEIRA, A. S., CEREZER, C. E. Níveis de lisina para poedeiras comerciais leves na fase de pico de postura. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1995, Curitiba. **Anais....** Curitiba : Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia, 1995. p. 75.
- BOEBEL, K. P. e BAKER, D. H. Efficacy of the calcium salt and free acid forms of methionine hydroxy analog for chicks. **Poultry Science**, v. 61, p. 1167-1175, 1982.
- BORGES, A. F., OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L. Exigências de lisina para frangos de corte machos no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente quente (26°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 1993-2001, 2002.
- BRAY, D. J. Requirements for limiting amino acids-the basal diet and the requirements for isoleucine, lysine and tryptophan. **Poultry Science**, v. 48, p. 674-684, 1969.
- CAREW, L. B., ALSTER, A. F., FOSS, D. C., SCANES, C. G. Effect of a tryptophan deficiency on thyroid gland, growth hormone and testicular functions in chickens. **Journal of Nutritional**. v.113, p. 1756-1765, 1983.
- CARLSON, C. F, GUENTHNER, E. Response of laying hens fed typical corn-soy diets to supplements of methionine and lysine. **Poultry Science**, v. 48, p. 137-143, 1969.
- CHARLES, D. R. Theoretical approaches to poultry housing in hot climates. In: WORLD'S POULTRY CONGRESS, v.19, 1992. Amsterdam. **Proceeding...** Amsterdam:1992, p. 117-120.
- CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames, The Iowa State University Press. 1983, 409p.
- DAGHIR, N. J. Nutrient requeriments of laying hens under high temperature conditions. **Zootecnica Internacional**, v. 5, p. 36-39, 1987.
- DAGHIR, N. J Poultry production in hot climates. **Cambridge University Press**. Cambridge. p. 303, 1995.
- DAENNER, E. E., BESSEL, W. Efectividad de DL-Metionina Hidroxi Análogo (DL-MHA-FA) comparada com DL-Metionina sobre el desempeño de gallinas ponedoras. **Amino News**TM, v. 3, n.4, p. 24. 2002.

- DAENNER, E. E., BESSEL, W. Influence of supplementation with liquid DL-Methionine Hydroxy Analogue-Free Acid (Alimet) or DL-Methionine on performance of broilers. **Journal Applied Poultry Science**, v.12, p.101-105. 2003.
- DEPONTI, B. J. **Determinação das exigências de triptofano e padrão de recuperação do desempenho de poedeiras leves alimentadas com diferentes níveis de triptofano**. Pirassununga, 2004. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP).
- DIBNER, J. J., ATWELL, C. A., IVEY, F. J. Effect of heat stress on 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid and DL-methionine absorption measured in vitro. **Poultry Science**, v. 71, p. 1900-1910, 1992.
- DIBNER, J. J. Review of the metabolism of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid. **World's Poultry Science Journal**, v. 59. P. 99-110. 2003.
- DIBNER, J. J., KNIGHT, C.D. Conversion, of 2-hidroxy-4-(methylthio)butanoic acid to L-methionine in the broiler chick:a stereo-specific pathway. **Journal of Nutrition**. 114, p. 1716-1723., 1984.
- DREW, M. D., MAENZ, D. D. The effect of intestinal bacteria on the absorption of methionine and 2-hydroxy-4-methylthio-butanoic acid in germ-free and conventional broiler chickens. In: **22nd Annual Meeting of the Southern Poultry Science Society**, Georgia, Atlanta, USA. P. 15-16. 2001 (Abstract).
- EDENS, F. W. , MARTIN, G. A., CARTER, T. A. Cage density and estrogen-corticosterone relationship in the laying hen. **Poultry Science**, v.64, p. 17-18. (Abstr.), 1985.
- ELKIN, R. G., HESTER, P. Y. A comparison of methionine sources for broilers chickens fed corn-soybean meal diets under simulated commercial grow-out conditions. **Poultry Science**, v. 62, p. 2030-2043. 1983.
- ESTEVE-GARCIA, E., MIQUEL, A. Eficacia comparativa de dos fuentes de metionina en cerdos de engorde. **Anaporc**, n. 185. p. 3-7. 1999.
- FARIA, D. E., SANTOS L. A. Nutritional Requirements of Layers. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2005, Viçosa, **Anais....Viçosa II Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos**, 2005, p. 145-157.
- FISHER, C., MORRIS, T. R. The determination of the methionine requirement of laying pullets by a diet dilution technique. **British Poultry Science**, v. 11, p. 67-82, 1970.
- GARLICH, J. D. Response of broilers to DL-methionine hydroxy analog free acid, DL-methionine and L-methionine. **Poultry Science**, v.64 , p. 1541- 1548, 1985.

- GOULART, C. C. **Exigência nutricional de lisina para poedeiras leves e semipesadas**. Viçosa, MG: - UFV, 1997. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- GOUS, R. M., Making progress in the nutrition of broilers. **Poultry Science**. v.77, p. 111-117, 1998.
- HARMS, R. H., DAMRON, B. L. Protein and sulfur amino acid requirement of laying hen as influenced by dietary formulation. **Poultry Science**, v. 48, p. 144-149, 1969.
- HARMS, R. H. A new approach for defining amino acids requirements of poultry. In: INTERNACIONAL TECHNICAL SYMPOSIA. 1992, Ixtapa, **Proceedings...** Ixtapa: Novus, p. 17-30, 1992.
- HARMS, R. H., RUSSEL, G. B. Amino acid supplementation restores performance of commercial layers fed a low protein diet. **Poultry Science**, v. 72, n.10, p. 1892-1896. 1993.
- HARMS, R. H., RUSSEL, G. B. A Comparison of the bioavailability of DL-Methionine and Methionine Hydroxy Analogue Acid for the commercial laying hen. **Journal Applied Poultry Reserach**, v. 3, p. 1-6. 1994.
- HARMS, R. H., RUSSEL, G. B. Layer performance when returned to a practical diet after receiving an amino acid deficient diet. **Journal Applied Poultry Science**, v. 7., p. 175-179., 1998.
- 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.
- HASSEBERG, H. A. No hay una monomerización importante en metionina hidroxianáloga. **Amino News** TM. v. 3. n°1 Março. 2002.
- HUYGHEBAERT, G. Comparison of DL-Methionine and Methionine Hidroxy Analogue-free acid in broilers by using multi-exponential regression models. **British Poultry Science**, v.24, p. 351-359, 1993.
- HIRAMOTO, K., MURAMATSU, T., OKUMURA, J. Effect of methionine and lysine deficiencies on protein synthesis in the liver and oviduct and in the whole body of laying hens. **Poultry Science**, v. 69, p. 84-89, 1990.
- HOEHLER, D., JENSEN, S. K., LEMME, A. Estimation of relative effectiveness of different methionine sources in broiler chickens using non-linear regression. **International Poultry Scientific Forum**, Atlanta. 2003 (Abstract).
- HOWLIDER, M. A. R., ROSE, S. P. Temperature and growth of broilers. **World's Poultry Science Journal**, v. 43, p. 228-237, 1987.

- HY-LINE International. Hy-line Variety W-36 **Commercial Management Guide** 2003. Hy-Line International, West Des Moines, IA., 2003.
- INGRAM, G. R., CRAVENS, W. W., et al. Studies on the lysine and tryptophan requirements of the laying and breeding hen. **Poultry Science**, v.30, p. 426-430, 1951.
- INGRAM, G. R., LITTLE, P. L. Further studies on methionine, tryptophan and lysine requirements of laying hens. **Poultry Science**, v. 37, p. 1214-1215, 1958. (Abstr).
- ISHIBASHI, T. Tryptophan requirement of laying hens. **Poultry Science**, v. 22, p. 256-263, 1985.
- JACKSON, M. Nutrición de aminoácidos en galinas ponedoras: Metionina + Cistina y Lisina. **Amino NewsTM**, v. 2, n.2, p. 1-6, 2001.
- JANSMAN, A. J. M., VAN DER KLIS, J. D. Evaluation of the amino acid requirements in laying hens. In: CONFERENCE EUROPEAN POULTRY 11th, 2002. Bremen. **Anais...** Conference European Poultry. CD-ROM. 496.pdf.
- JANSMAN, A. J. Comparison of the biological efficacy of DL-methionine and hydroxy-4-methylthiobutanoic acid (HMB) in pigs and poultry. **ID-lelystad Report**. Then Netherlands, 15pp. Plus Appendices. n. 2209, 2003.
- JENSEN, L. S., FALEN, L., SCHUMAIER, G. W. Requirement of white leghorn laying and breeding hens for methionine as influenced by stage of production cycle and inorganic sulfate. **Poultry Science**, v. 53, p. 535-544, 1974.
- JENSEN, L. S., CALDERON, V. M. et al. Response to tryptophan of laying hens fed practical diets varying in protein concentration. **Poultry Science**, v. 69, p. 1956-1965, 1990.
- JORDÃO FILHO, J., SILVA, J. H.V., SILVA, E. L. et al. Exigências nutricionais de lisina para poedeiras semipesadas. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, p. 61, 2003.
- KARUNAJEEWA, H. , THAM, S. H. The influence of oat groats and dietary level of lysine on the laying performance of crossbred hens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 17, n. 4, p. 271-283, 1987.
- KINO, K., OKOMURA, J. The effect of single essential amino acid deprivation on chick growth and nitrogen and energy balances at *ad libitum* and equalized-food intakes. **Poultry Science**, v. 65, p. 1728-1735, 1986.
- KLASING, K. C. Nutritional modulation of resistance to infectious diseases. **Poultry of Science**, v. 77, p. 1119-1125, 1998.
- KLASING, K. C., BARNES, D. M. Decreases amino acid requirements of growing chicks due to immunologic stress. **Journal Nutrition**, v. 118, p. 1158-1164, 1988.

- KNIGHT, C. D., DIBNER, J. J. Comparative absorption of 2-hydroxy-4- (methylthio) - butanoic acid and L- methionine in the broiler chick. **Journal of Nutrition**, v. 114, p. 2179-2186, 1984.
- KNIGHT, C. D., WUELLING, C. W., ATWELL, C. A., DIBNER, J. J. Effect of intermittent periods of high environmental temperature on broiler performance responses to sources of methionine activity. **Poultry Science**, v. 73, p. 627-639, 1994.
- KWAKKEL, R. P., KONING, F. L. S. M., VERSTEGEN, M. W. A. et al. Effect of method and phase of nutrient restriction during rearing on productive performance of light hybrid pullets and hens. **British Poultry Science**, v. 32, p.747-761,1991.
- LATSHAW, J. D. Lysine requirement of hens fed diets with corn as major cereal grain. **Poultry Science**, v. 55, n. 6, p. 2348-2353, 1976.
- LEMME, A. La efectividade biológica de la metionina hiroxi análoga es menor que la de DL-metionina-base fisiológica. **Amino News**TM, v. 2 , n.2, p. 7-10. 2001.
- LEMME, A. Efectividad relativa de la metionina hidroxianáloga comparada com DL-metionina em pollos de engorde. **Amino News**TM, v. 3, n.4, p. 23. 2002a.
- LEMME, A. A pesquisa da literatura confirma: A efetividade biológica da MHA-FA é de 65 %. **Feedback -Feed Additives**, nº 23, p. 1-7, 2002b.
- LEMME, A., HOEHLER, D., BRENNAN, J. J., et al. Relative effectiveness of Methionine Hidroxy Analog compared to DL-Methionine in broiler Chickens. **Poultry Science**. v. 81, p. 838-845, 2002.
- LEESON, S. Nutritional considerations of poultry during heat stress. **World's Poultry Science**, v. 42, p. 69-81, 1986.
- LEESON, S., CASTON, L. J. Response of laying hens to diets varying in crude protein or available phosphorus. **Journal Applied Poultry Research**. v.5. p. 289-296. 1996.
- LEESON, S., SUMMERS, J. D., CASTON, L. J. Response of layers to low nutrient density diets. **Journal applied Poultry Research**, v.10, p. 46-52. 2001.
- LEWIS, A. J., BAKER, D. H. Bioavailability of D-amino acids and DL-hydroxy-methionine. In: Bioavailability of nutrients for farm animals, Amino acids, Minerals and Vitamins. **Academic Press**. ISBN012-056250-2, San Diego USA. 1995.
- LINGENS, G., MOLNAR, S. Studies on metabolism of broilers by using 14C-labelled DL-Methionine and DL-Methionine Hydroxy Analog Ca-salt. **Archemich Animal Nutrition**, v. 49, p. 113-124, 1996.

- LIU, Z., BRYANT, M.M., ROLAND D. A. Bioavailability estimation of dl-methionine hydroxy analogue relative to dl-methionine in layers fed milo-soybean diets using different regression models. **Journal Applied Poultry Research**, v. 13, p. 461-467, 2004a.
- LIU, Z., BATEMAN, A., BRYANT, M.M. et al. Estimation of bioavailability of DL-methionine hydroxy analogue relative to DL-methionine in layers with exponential and slope-ratio models. **Poultry Science**, v. 83, p. 1580-1586, 2004b.
- MAENZ, D. D., ENGELE-SCHAAN, C. M. Methionine and 2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid are partially converted to nonabsorbed compounds during passage through the small intestine and heat exposure does not affect small intestinal absorption of methionine sources in broiler chicks. **Journal of Nutrition**, v. 126, p. 1438-1444, 1996.
- MARCH, B. E., BIELY, J. The effects of protein level and amino acid balance in wheat-based laying rations. **Poultry Science**, v. 51, n. 1, p. 547-557, 1972.
- MACARI, M. Conforto ambiental para aves do ponto de vista do fisiologista. In: II SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA. 1999, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Simpósio Goiano de Avicultura, 1999, p. 57-60.
- MACDONALD, M. L., SWICK, R. W. The effect of protein depletion and repletion on muscle-protein turnover in the chick. **Biochemistry Journal**, v. 194, p. 811-819, 1981.
- MENDONÇA JUNIOR, C. X., LIMA, F. R. Efeito dos níveis de proteína e de metionina da dieta sobre o desempenho de galinhas poedeiras após a muda forçada. **Journal Veterinary Research and Animal Science**. v. 36. p. 332-338. 1999.
- MISSION, B. H. **Journal Agriculture Science**, Cambridge., v. 86, p. 34-43, 1976.
- MITCHELL, M. A., HUNTER, R. R. A comparison of the absorption of DL-2 - hidroxy-4-methylthiobutanoic acid from the small intestine of the broiler chick *in vivo*: Effects of chronic heat stress. **Research Report**. Roslin Institute, Edinburgh, U. K. 1996.
- MORRIS, T. R. **Experimental design and analysis in animal sciences**. Reading, UK: CAB, 1999, 208p.
- MORRIS, T. T., WETHLI, E. The tryptophan requirements of young laying pullets. **British Poultry Science**, v. 19, p. 455-466, 1978.
- NARVÁEZ, W. V., ROSTAGNO, H. S., SILVA, M. A. Exigências nutricionais em triptofano para galinhas poedeiras leves e semipesadas. In: XXXIV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p. 36-37.

- NATHANAEL, A. S. , SELL, J. L. Quantitative measurements of lysine requirement of the laying hen. **Poultry Science**, v. 59, n. 3, p. 594-597, 1980.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 8th ed. National Academy Press, Washington, D. C., 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th ed. National Academy Press, Washington, D. C., 1994. 155p.
- NOVAK, C., YAKOUT, H., SCHEIDELER, S., The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. **Poultry Science**., v. 83, p.977-984. 2004.
- OHTANI, H., SAITOH, S., OHKAWARA, H. Production performance of laying hens fed L- Tryptophan. **Poultry Science**, v. 68, p. 323-326, 1989.
- PEGURI, A., COON, C. Effect of temperature and dietary energy on layer performance. **Poultry Science**, v. 70, p. 126-138. 1991.
- PEGANOVA, S., EEDER, 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.
- PENZ JUNIOR, A. M., CLIFFORD, A. J., ROGERS, Q. R., et al. Failure of dietary leucine to influence the tryptophan-niacin pathway in the chicken. **Journal of Nutrition**., v. 114, n. 1, p.33-41, 1984.
- PENZ JUNIOR, A. M. Metionina e hidroxí-analógos (MHA) em nutrição de aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia, 1994, Campinas, **Anais...** Campinas:APINCO, 1994, p. 84-94.
- PESTI, G. M. Environmental temperature and the protein and, amino acid requirements of laying hens. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NÃO RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 43-57.
- PLAVNIK, I. Nutrição de aves em climas quentes. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2003, Campinas. **Anais....**Campinas:Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia, 2003, p 236-245.
- PROCHASKA, J. F., CAREY, J. B. Influence of dietary lysine on egg production and liquid egg composition. **Poultry Science**. 72 (Supplement 1), p. 186. (Abstract). 1993.
- PROCHASKA, J. F., CAREY, J. B., SHAFER, D. J. The effect of L-Lysine intake on egg component yield and composition in laying hens. **Poultry Science**., v. 75., p. 1268-1277. 1996.

- RIBEIRO, A. M. L., PENZ JR, A. M. Effects of 2-hidroxy-4-(methylthio)butanoic acid and DL-Methionine on broiler performance and compensatory growth after exposure to two different environmental temperatures. **Journal Appled Poultry Research**. v. 10. P. 419-426. 2001.
- ROCCA, P., PROENZA, A. M., PALOU, A. Sex differences in the effect of obesity on human plasma tryptophan/large neutral amino acid ratio. **Animal Nutritional Metabolic**. v. 43. p145-151. 1999.
- RHODIMET feed formulation guide. 6. Ed. France: **Rhône-Poulenc Animal Nutrition**, 1993. 39p.
- ROMAN, H. Conforto ambiental para aves do ponto de vista do produtor (poedeiras comerciais). In: II SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 1999, Goiânia. **Anais....** Goiânia : Simpósio Goiano de Avicultura, 1999, p. 63-66.
- RÖMER, A., ABEL, H. J. Effects of DL-methionine hydroxyanalogue (MHA) or DL-methionine (DL-Met) on N-retention in broiler chickens and pigs. **Animal Feed Science and Technology**. v. 81, p. 193-203, 1999.
- ROSTAGNO, H. S., SILVA, D. J., COSTA, P. M. A. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: tabelas brasileiras**. Viçosa, MG: UFV, 1983. 61p.
- 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.
- 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, 2005. 186p.
- RUSSEL, G. B., HARMS, R. H. Tryptophan requirement of the commercial hen. **Poultry Science**, v. 78, p. 1283-1285, 1999.
- RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1994, Campinas **Anais...** APINCO, p. 9., 100-109., 1994.
- SÁ, L. M., GOMES, P. C, ALBINO, L.F. T., et al. Exigência de lisina para poedeiras leves no período de 34 a 50 semanas de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE ZOOTECNIA, 2004. CAMPO GRANDE. **Anais...** Campo Grande: UCDB, 2004. CD.
- SAKOMURA, N. K., ROSTAGNO, H. S., SILVA, M. A. Efeito da temperatura sobre o consumo de ração e de energia metabolizável para poedeiras comerciais. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 22, p. 715-722, 1993.

- SAKOMURA, N. K. Exigências nutricionais das aves utilizando o modelo fatorial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais....**Viçosa, MG: UFV, 1996. P. 319-344.
- SAKOMURA, N. K. Influência da temperatura ambiente sobre a exigência nutricional de aves (frangos de corte, matrizes e galinhas de postura). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE INSTALAÇÕES E AMBIÊNCIA, 1998, Campinas. **Anais...**Campinas: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia, 1998. p. 267-291.
- SAKOMURA, N. K , BASAGLIA, R., RESENDE, K. T. Modelo para determinar as exigências de proteína para poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.6, p. 2247-2254, 2002.
- SAUNDERSON, L. Metabolism of methionine and its nutritional analogues. **Poultry Interncional**. n. 30, v. 13, p. 34-38. 1991.
- SCHEIDELER, S. E., NOVAK, C., SELL, J. L. et al. Hisex White Leghorn Lysine requirement for optimum body weight and egg production during early lay. **Poultry Science**. v. 75 (Suppl. 1). p. 86. (abstract). 1996.
- SCHEIDELER, S. E., ELIOT, M. A. Total sulfur amino acid (TSAA) intake to maximize egg mass and feed efficiency in young layers (19-45 wk of age). **Poultry Science**. v. 77 (Suppl. 1). p. 130. (Abstr). 1998.
- SCHUTTE, J. B. The regional scaling up and concentration of intensive animal production systems into larger inuts is one of the dintinctive features of the evolution in European livestock production. **Feed Mix**, v.2, p. 29-31, 1994.
- SCHUTTE, J. B., SMINK, W. Requirement of the laying hen for apparent fecal digestble lysine. **Poultry Science**, v. 77, p. 697-701. 1981.
- SCHUTTE, J. B. The ideal amino acid profile for laying hens and broiler chicks. **Proceedings Arkansas Nutrition Conference**, Fayetteville, A.R. p. 13. 1998.
- SELL, J. L, JOHNSON, R. L. Low protein rations based on wheat and soybean meal or corn and soybean meal for laying hens. **British Poultry Science**, v. 15, n. 1, p. 43-49, 1974.
- SHEA, M., MENCH, J. A., THOMAS, O. P. The effect of dietary tryptophan on agressive behaviour in developing broiler breedeR males. **Poultry Science**, v.69, p.1664-1669, 1990.
- SHALEV, B. A. Comparison of white and brown egg shell laying stocks. **World's Poultry Science Journal**. v. 51, n.1. p.7-16, 1995.

- SILVA, E. L., SILVA, J. H.V., JORDÃO FILHO, J. Efeitos da redução da proteína da ração no desempenho de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, p.58, 2003.
- SOHAIL, S. S., BRYANT, M. M., ROLAND, D. A. Influence of adding synthetic lysine in corn-soy diets for commercial leghorns. **Journal Poultry Science**, v. 2, n. 5, p. 335-340, 2003.
- SUMMERS, J. D., ATKINSON, J. L., SPRATT, D. Supplementation of a low protein diet in an attempt to optimize egg mass output. **Canadian Journal Animal Science**. v. 71., p. 211-220. 1991.
- SWICK, R. A., CRESWELL, D. C., DIBNER, J. J., IVEY, F. J. Impact of methionine sources on performance of broilers growing under warm and humid conditions. **Poultry Science**, v. 69 (supplement), p. 194, 1990. (Abstr.)
- SWICK, R. A., IVEY, F. J., DIBNER, J. J. Effect of methionine source and elevated temperature on nitrogen balance in broilers. **Poultry Science**. v.69 (suplemento), p.185. (Abstr.), 1991.
- TEJEDOR, A. A. **Exigências nutricionais de metionina + cistina, de treonina e de arginina para frangos de corte nas diferentes fases de criação**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa - UFV, 2002, 104p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- THOMAS, O. P., TAMPLIN, C., CRISSEY, S. D. An evaluation of methionine hydroxy analog free acid using a nonlinear (exponential) bioassay. **Poultry Science**, v. 70, p. 605-610, 1991.
- VAN WEERDEN, E. J., SCHUTTE, J. B., BERTRAN, H. L. Utilization of the polymers of methionine hydroxy analog free acid (MHA-FA) in broiler chicks. **Archieve Geflügelk**. v. 56., p. 63-68., 1992.
- VAN WEERDEN, E. J., SCHUTTE, J. B. Lysine requirement of the laying hen. **Archieve Geflügelk**, v. 44, p. 36-40, 1980.
- VAN WEERDEN, E. J., BERTRAN, H. L., SCHUTTE, J. B. Comparison of DL-methionine, DL-methionine-Na, DL-methionine hydroxy analogue free acid in broilers using a crystalline amino acid diet. **Poultry Science**, v. 61, p. 1125-1130, 1982.
- VAN WEERDEN, E. J., SCHUTTE, J. B. DL- methionine and DL-methionine hydroxy analogues free acid in broiler diets. **Poultry Science**, v. 62, p. 1269-1274, 1983.
- VAN KAMPEN. **Journal Agriculture Science**. v. 86, p. 471-473, 1976.

- YUNIAN TO, V. D., HAYACHI, K., KANEDA, S. et al. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v. 77, p. 897-909, 1996.
- WALDROUP, P. W., MITCHELL, R. J., HAZEN, K. R. Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acids. **Poultry Science**. v. 55, p.243-253, 1976.
- WALDROUP, P. W., MABRAY, C. J., BLACKMAN, J. R. et al. Effectiveness of the free acid of methionine hydroxy analogue as a methionine supplement in broiler diets. **Poultry Science**, v. 60, p. 438-443, 1981.
- WELLNREITER, R. Melhoradores de desempenho para poedeiras comerciais. In: VIII SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, São Paulo, 1998. **Anais...** São Paulo: VIII Simpósio Técnico de Produção de Ovos -APA, 1998, p. 139 -161.
- WETHLI, E., MORRIS, T. R. Effects of age on the tryptophan requirement of laying hens. **British Poultry Science**, v. 19, p. 559-565, 1978.
- WU, L. S., WU, C. L., SHEN, T. F. Niacin and tryptophan requirements of mule ducklings fed corn and soy-based diets. **Poultry Science**, v. 63, p. 153-158, 1984.

APÊNDICE

Tabela 1A - Resumo da Análise de Variância dos dados de produção de ovos (PO), peso médio dos ovos (PMO), massa de ovos (MO), conversão alimentar(CA), referente aos níveis de suplementação de DLM e MHA-AL (sem a ração basal)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		PO	PMO	CR	MO	CA
Nível	2	1.186,662*	57.451*	554.869*	579.356*	0.362L*
Fonte	2	228.334 L*	12.287 L*	45.229 L*	113.448 L*	0.117 L*
Fonte x Nível	4	3.861 NS	1.319 NS	11.688 NS	2.545 NS	0.004 NS
Resíduo	63	3.8610	0.3142	1.2023	2.4208	0.0060
CV (%)		3.87	1.07	1.36	3.62	4.15

NS - Não significativo ($P \geq 0,05$)

L* - Efeito Linear ($P \leq 0,05$)

* Diferença Significativa ($P \leq 0, 05$) pelo Teste F.

Tabela 2A - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da produção de ovos, peso do ovo, massa de ovo, consumo de ração e conversão alimentar de poedeiras de 44 a 55 semanas de idade em função dos níveis de lisina digestível da ração.

<i>Produção de Ovos</i>		GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Significativo
Fontes de Variação					
Bloco		3	232.3174	77.4391	0.00000
Nível		4	843.056	210.8264	0.00000
Linear	R ² = 0.72	1	610.0982	610.0982	0.00000
Quadrática	R ² = 0.76	1	27.1614	27.1614	0.08808
Cúbico	R ² = 0.94	1	152.2554	152.2554	0.00020
Quártico	R ² = 1.00	1	53.7906	53.7906	0.01857
Resíduo		32	76.48526	2.39016	
Coeficiente de Variação		2.00			

<i>Peso do Ovo</i>		GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Significativo
Fontes de Variação					
Bloco		3	8.29610	2.76537	0.28221
Nível		4	18.6662	4.66662	0.09142
Linear	R ² = 0.86	1	16.01227	16.01227	0.00971
Quadrática	R ² = 0.86	1	0.12776	0.12776	*****
Cúbico	R ² = 1.00	1	2.52599	2.52599	0.28467
Quártico	R ² = 1.00	1	0.00019	0.00019	*****
Resíduo		32	66.59367	2.08105	
Coeficiente de Variação		2.47			

<i>Massa de Ovo</i>		GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Significativo
Fontes de Variação					
Bloco		3	54.79256	18.26419	0.00016
Nível		4	367.6830	91.92075	0.00000
Linear	R ² = 0.83	1	303.5265	303.5265	0.00000
Quadrática	R ² = 0.85	1	9.71897	9.71897	0.09952
Cúbico	R ² = 0.95	1	37.0858	37.0858	0.00219
Quártico	R ² = 1.00	1	17.3518	17.3518	0.03009
Resíduo		32	64.02341	2.00073	
Coeficiente de Variação		3.14			

Continuação Tabela 2A ...

<i>Consumo de Ração</i>		GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Significativo
Fontes de Variação					
Bloco		3	80.37129	26.79043	0.03215
Nível		4	169.1860	42.29649	0.00570
Linear	$R^2 = 0.76$	1	128.7857	128.7857	0.00085
Quadrática	$R^2 = 0.89$	1	21.86221	21.86221	0.14187
Cúbico	$R^2 = 0.90$	1	0.91935	0.91935	*****
Quártico	$R^2 = 1.00$	1	17.61866	17.61866	0.18598
Resíduo		32	258.4626	8.07695	
Coeficiente de Variação		3.16			

<i>Conversão Alimentar</i>		GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Significativo
Fontes de Variação					
Bloco		3	0.11867	0.03955	0.00596
Nível		4	0.38734	0.09684	0.00004
Linear	$R^2 = 0.82$	1	0.31891	0.31891	0.00000
Quadrática	$R^2 = 0.84$	1	0.00522	0.00522	*****
Cúbico	$R^2 = 0.97$	1	0.05315	0.05315	0.03191
Quártico	$R^2 = 1.00$	1	0.01006	0.01006	*****
Resíduo		32	0.25378	0.00793	
Coeficiente de Variação		4.43			

* Diferença Significativa ($P \leq 0, 05$) pelo Teste F.

Tabela 3A - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação da produção de ovos, peso do ovo, massa de ovo, consumo de ração e conversão alimentar de poedeiras de 44 a 55 semanas de idade em função dos níveis de triptofano digestível da ração.

<i>Produção de Ovos</i>	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Significativo
Fontes de Variação				
Bloco	3	790.8624	263.6208	0.00000
Nível	4	2911.994	727.9986	0.00000
Linear $R^2 = 0.80$	1	2342.011	2342.011	0.00009
Quadrática $R^2 = 1.00$	1	564.5546	564.5546	0.00000
Cúbico $R^2 = 1.00$	1	2.686812	2.686812	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	2.74218	2.74218	*****
Resíduo	32	232.6385	7.2669	
Coeficiente de Variação	3.79			

<i>Peso do Ovo</i>	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Significativo
Fontes de Variação				
Bloco	3	0.67064	0.22354	0.91320
Nível	4	9.35148	2.33787	0.14898
Linear $R^2 = 0.01$	1	0.06488	0.06488	*****
Quadrática $R^2 = 0.78$	1	7.21411	7.21411	0.01900
Cúbico $R^2 = 0.95$	1	1.58062	1.58062	0.25754
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.49486	0.49486	*****
Resíduo	32	41.07333	1.28354	
Coeficiente de Variação	1.96			

<i>Massa de Ovo</i>	GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Significativo
Fontes de Variação				
Bloco	3	272.1365	90.71218	0.00000
Nível	4	930.2635	232.5659	0.00000
Linear $R^2 = 0.84$	1	783.0573	783.0573	0.00000
Quadrática $R^2 = 0.99$	1	140.5802	140.5802	0.00000
Cúbico $R^2 = 1.00$	1	4.04865	4.04865	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	2.57765	2.57765	*****
Resíduo	32	95.58107	2.98690	
Coeficiente de Variação	4.21			

Continuação Tabela 3A..

Consumo de Ração		GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Significativo
Fontes de Variação					
Bloco		3	273.0664	91.02213	0.00022
Nível		4	270.0659	67.51648	0.00061
Linear	$R^2 = 0.94$	1	252.9098	252.9098	0.00000
Quadrática	$R^2 = 1.00$	1	16.84231	16.84231	*****
Cúbico	$R^2 = 1.00$	1	0.30025	0.30025	*****
Quártico	$R^2 = 1.00$	1	0.01353	0.01353	*****
Resíduo		32	332.7352	10.39798	
Coeficiente de Variação		3.76			
Conversão Alimentar					
Consumo de Ração		GL	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	Significativo
Fontes de Variação					
Bloco		3	0.57037	0.19012	0.00747
Nível		4	3.05277	0.76319	0.00000
Linear	$R^2 = 0.71$	1	2.16284	2.16284	0.00000
Quadrática	$R^2 = 0.96$	1	0.77490	0.77490	0.00052
Cúbico	$R^2 = 0.99$	1	0.09674	0.09674	0.18474
Quártico	$R^2 = 1.00$	1	0.02128	0.02128	*****
Resíduo		32	1.27939	0.03998	
Coeficiente de Variação		9.27			

* Diferença Significativa ($P \leq 0,05$) pelo Teste F.