



## ARTIGO 247

### INTERAÇÃO EXIGÊNCIA DE LISINA DIGESTÍVEL COM AMBIENTE TÉRMICO PARA POEDEIRAS EM PRODUÇÃO

Interaction digestible lysine with environment for hens laying in production

Silvana Marques Pastore<sup>1</sup>, Will Pereira de Oliveira<sup>2</sup>, Talita Pinheiro Bonaparte<sup>3</sup>

**RESUMO:** Os países de clima tropical, incluindo o Brasil, têm contribuído significativamente com a produção mundial de ovos. No entanto, a predominância de altas temperatura, frequentemente acima da zona de termoneutralidade das poedeiras, predispõe as aves ao estresse por calor afetando significativamente seu desempenho produtivo. Galinhas poedeiras submetidas a alta temperatura reduz a produção e a qualidade dos ovos. Dessa forma, a exigência nutricional das aves criadas em locais de temperaturas elevada pode ser diferente daquelas criadas em ambiente termoneutro. Por isso, pesquisas são conduzidas para determinar a exigência nutricional dos animais nos diferentes ambientes térmicos. Embora são poucos os estudos científicos que avaliaram a interação entre o ambiente térmico e a exigência de lisina digestível das aves, os resultados mostram não haver uma interação significativa. Entretanto, várias pesquisas mostram que a exigência de lisina digestível está diretamente relacionada com o desempenho produtivo da ave, que por sua vez, é dependente do ambiente térmico. Portanto, parece haver uma interação significativa entre o desempenho produtivo e a exigência de lisina e entre o desempenho produtivo e o ambiente, mas não entre o ambiente e a exigência de lisina.

**Palavras-chave:** alta temperatura, aminoácido, desempenho, exigência, galinhas poedeiras

**ABSTRACT:** The tropical countries, including Brazil, have contributed significantly to the global production of eggs. However, the prevalence of high temperature, often above the thermal neutral zone of hens, predisposes birds to heat stress significantly affecting productive performance. Hens laying subjected to high temperatures reduce the production and eggs quality. Thus, the nutritional requirements of birds raised in places of high temperatures may be different from those created in thermo neutral environment. Thus, researches are conducted to determine the nutritional requirements of animals in different thermal environments. Although there are few scientific studies that evaluated the interaction between the thermal environment and digestible lysine requirement of the birds, the results show no significant interaction. However, several studies show that the digestible lysine requirement is directly related to the productive performance of the bird, which in turn is dependent on the thermal environment. Therefore, there appears to be a significant interaction between the productive and requirement of lysine and between the productive and the environment, but not between the environment and the requirement for lysine.

**Keywords:** amino acids, hens laying, high temperature, performance, requirement

---

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa. E-mail: [silvana.pastore@ufv.br](mailto:silvana.pastore@ufv.br)

<sup>2</sup>Instituto Federal Fluminense.

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.



## INTRODUÇÃO

Os países de clima tropical, incluindo o Brasil, têm contribuído significativamente com a produção mundial de ovos. Contudo, com os sistemas convencionais de produção de aves de postura e a predominância de temperaturas elevadas, frequentemente acima da zona de termoneutralidade das poedeiras, dificulta a troca de calor corporal com o ambiente e predispõe as aves ao estresse por calor afetando significativamente seu desempenho produtivo.

Os efeitos do estresse causado por temperaturas elevadas resultam tanto em diminuição da produção e do peso dos ovos quanto em redução no consumo de ração e na qualidade de casca (Al-Saffar, 2009; Zavarize et al., 2011; Song et al. 2012; Verceses et al., 2012) além de pesadas perdas econômicas, aumento da mortalidade e redução da produtividade (St-Pierre et al., 2003; Franco-Jimenez et al., 2007). Assim, é possível inferir que a exigência nutricional das aves submetidas ao estresse por calor (desempenho reduzido) seja diferente daquelas em condições de termoneutralidade. Portanto, existe a necessidade de definir as exigências nutricionais para aves de posturas criadas em ambientes quentes a fim de tentar reduzir os efeitos ambientais sobre o conforto térmico dos animais e logo, aumentar a produção de ovos (Costa et al., 2012).

A necessidade nutricional das poedeiras em lisina digestível é determinada com base em quantidade mínima de nutriente necessário para o ótimo desempenho produtivo das aves. As pesquisas conduzidas para determinar os requerimentos nutricionais dos animais, com poucas exceções, são realizadas sob

condições ambientais adequadas para cada espécie animal, o que não reflete a maioria dos sistemas convencionais de produção animal, onde os animais são frequentemente expostos a vários agentes estressores, como a alta temperatura (Takahashi, 2006; Norup et al., 2008). As variações nas recomendações de exigência de lisina digestível para poedeiras em produção e uma escassez nas recomendações com base em lisina digestível para temperaturas ambientais específicas, realçam a necessidade de se determinar as exigências específicas das poedeiras de acordo com as condições ambientais.

A carência de publicações que correlacionam os efeitos da alta temperatura às respostas aos níveis de aminoácidos da ração dificulta a compreensão de como o estresse por calor pode modificar as necessidades de alguns nutrientes decorrente das alterações metabólicas e fisiológicas (Siqueira 2006). Nesse sentido, atenção especial deve ser dada a novos estudos que correlacionam tais fatores, a fim de se estabelecer as exigências nutricionais para poedeiras em situações de estresse por calor.

Atualmente, com a expansão da produção animal em locais de clima tropical aliada as mudanças climáticas, aumento da temperatura global, é possível inferir que será intensificado os estudos que correlacionam o efeito da alta temperatura com a exigência nutricional dos animais. Diante disso, essa revisão tem como objetivo esclarecer a influência do ambiente térmico (estresse por calor) sobre a exigência de lisina digestível para poedeiras em produção.



## AMBIENTE TÉRMICO

O ambiente que envolve os animais é constituído por fatores físicos, químicos e biológicos. Entre os fatores físicos, a temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e radiação térmica são os elementos que mais influenciam o ambiente térmico e logo, a manutenção da homeotermia (Curtis, 1983) e o desempenho produtivo dos animais.

As aves são animais homeotérmicos, ou seja, possuem a capacidade de manter a temperatura do núcleo corporal dentro de uma estreita faixa, independente das variações observadas na temperatura ambiente. Assim, existe uma faixa de temperatura ambiental efetiva na qual o animal mantém sua temperatura corporal dentro de limites desejáveis, com o mínimo de esforço por parte do animal. Essa faixa de temperatura é conhecida como zona de termoneutralidade, dentro da qual o animal encontra condições ideais de expressar todo seu potencial genético produtivo, uma vez que a fração de energia utilizada para termogênese é mínima e a energia para produção é máxima.

A espécie, a idade e as condições corporais dos animais tem influência significativa sobre a determinação da faixa de termoneutralidade, além dos fatores ambientais que afetam a sensação térmica e dissipação de calor, tais como a velocidade e umidade do ar (Babinszky et al., 2011). E ainda, pode existir diferença quanto à sensibilidade ao calor dentro da linhagem das poedeiras devido a variação genética.

Em experimento conduzido por Franco-Jimenez et al. (2007) verificaram que as poedeiras Hy-Line W36 produziu menor quantidade da proteína do choque

térmico (HSP 70) quanto submetida ao estresse por calor em comparação com Hy-Line Brow ou a Hy-Line W98. Entretanto, esses autores concluíram que as poedeiras Hy-Line W98 responderam melhor às condições de estresse por calor em relação à produção de ovos e qualidade de ovos do que as poedeiras Hy Line Brown ou Hy Line W36.

As aves são sensíveis às ondas de calor por causa de sua cobertura de penas e falta de glândulas de suor, o que torna difícil a dissipação de calor (Estrada-Pareja et al., 2007). Isso é ainda mais agravante para as novas linhagens de poedeiras, devido a alta produtividade aumentou-se a produção de calor metabólico, mas a sua capacidade de perder calor não se elevou. Em geral, os animais com alto potencial de produção estão em maior risco de estresse por calor.

A zona de termoneutralidade para aves de postura em produção é de 15 a 28°C (Ferreira, 2005), fora dessa amplitude térmica a poedeira tem seu potencial produtivo reduzido, como consequência do maior gasto energético decorrente do acionamento de mecanismos termorregulatórios. Quando expostas a temperatura elevada, as aves gastam energia para dilatar alguns vasos sanguíneos a fim de enviar maior quantidade de sangue para a crista, pernas e zonas com alta irrigação sanguínea, na tentativa de aumentar a sua capacidade de resfriamento (Bordin et al., 2000). Outros processos fisiológicos e comportamentais também podem ser acionados com a finalidade de reduzir a produção de calor metabólico e aumentar sua dissipação (Furlan, 2006).

Ao considerar que aves utilizam a respiração ofegante para perder calor em altas temperaturas, a umidade do ar inalado torna-se crítica. Com o fluxo de ar



aumentado melhora-se a eficiência do arrefecimento evaporativo, mas se a umidade estiver alta, o efeito é oposto (Babinszky et al., 2011). Em outras palavras, o efeito negativo da alta temperatura sobre a produção de aves é maximizado pela alta umidade relativa do ar. Assim, condições de alta temperatura associada à alta umidade são mais estressantes para aves do que apenas a alta temperatura.

Apesar da possível melhora na eficiência do arrefecimento evaporativo pelas poedeiras com o aumento da frequência respiratória de 160 a 180 movimentos por minuto (mov./min.) nos sistemas de produção em cama + ninho e 180 a 200 mov./min., no sistema de produção em gaiolas na condição de conforto (26°C) para 260 a 280 mov./min. e 300 a 320 mov./min., respectivamente, na condição de estresse por calor (35°C). A hiperventilação pulmonar ocasionada pelo aumento dos movimentos respiratórios pode levar a perdas significativas de dióxido de carbono fazendo com que ocorram perturbações no equilíbrio ácido-básico sanguíneo das aves que, dependendo do tempo de exposição, podem levá-las a óbito (Santos et al., 2012). A mudança no equilíbrio ácido-base pode ser amenizada com a adição de eletrólitos na dieta (Babinszky et al., 2011).

### **AMBIENTE TÉRMICO E SEUS EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO DAS POEDEIRAS**

Sabe-se que o consumo de ração pelas aves está inversamente relacionado à temperatura ambiente em que elas estão expostas. Sendo que, as poedeiras não apenas comem menos em temperatura elevada, mas também produzem menos por unidade de consumo, especialmente a temperaturas superiores a 30°C (Ajakaiye et al., 2011b; Zavarize et al., 2011). Acima de 30°C a ingestão

de energia diminui de tal modo que as aves não são mais capazes de compensar isso, logo, a produção diminui rapidamente, ocorre redução da qualidade de casca do ovo, perturbação no equilíbrio ácido-base e aumento da taxa de mortalidade (Babinszky et al., 2011; Mashaly et al., 2004).

Em estudo conduzido por Franco-Jimenez et al. (2007) avaliando a influência de duas temperaturas (22 e 35°C) sobre três linhagens de poedeiras (Hy Line W36, Hy Line Brown e a Hy Line W98), verificaram redução no desempenho (consumo de ração e produção de ovos) e na qualidade do ovo (pesos de gema, albúmen e casca; espessura de casca e gravidade específica dos ovos) de poedeiras submetidas ao estresse térmico, independente da linhagem. Similarmente, Verceses et al. (2012) verificaram menor consumo de ração, produção de ovo, peso de ovo e massa de ovos das aves submetidas ao estresse por calor (36°C) em comparação com aquelas mantidas em temperatura de termoneutralidade (21°C).

A redução no consumo de ração resulta em menor ingestão dos nutrientes essenciais, o que obviamente compromete o desempenho das aves. Contudo, esta perda de rendimento é geralmente mais do que se justifica pela redução da ingestão de alimento (Babinszky et al., 2011). A causa da menor eficiência de utilização dos nutrientes e da energia é em parte devido ao maior uso da energia pelos animais no estresse térmico, e em parte pela alteração no equilíbrio eletrolítico o que pode afetar os fluidos corporais e o metabolismo de proteínas (Patience, 1990). Além das mudanças hormonais que ocorre nessa situação (Yunianto et al., 1997).

Para compensar as perturbações fisiológicas do corpo estressado pelo calor, mais glicocorticóides são liberados (Star et al.,



2008). O principal hormônio adrenal glicocorticóide em aves é corticosterona (Carsia et al., 2000; Yunianto et al., 1997). Alteração no nível de corticosterona ocorrer em função dos estímulos ambientais (Korte et al., 2005). Além disso, as concentrações plasmáticas de tri-iodotironina (T3) também estão relacionadas com a temperatura ambiente, sendo que os níveis de T3 reduzem imediatamente após a exposição ao calor (Maak et al., 2003; Melesse et al., 2011) enquanto o nível de corticosterona aumenta (Star et al., 2008; Yunianto et al., 1997). Isso demonstra a importância da glândula tireóide na adaptação ao estresse térmico, devido ao papel central que os hormônios tireoidianos desempenham sobre a regulação da taxa metabólica de aves (Tao et al., 2006; Melesse et al., 2011).

As poedeiras expostas ao calor aumentam o nível de corticosterona, o qual pode afetar a ingestão de ração. Em experimento para avaliar os efeitos do corticosterona sobre a ingestão de ração por poedeiras, Song et al. (2012) encontraram que alguns peptídeos hipotalâmicos e do trato gastrointestinal estão envolvidos na regulação do apetite de poedeiras expostas ao calor. Os resultados também mostraram que a expressão do gene da grelina é aumentada na região glandular do estômago e no jejuno, e juntamente com o aumento da expressão do gene da grelina no hipotálamo pode desempenhar um papel central na redução da ingestão de alimentos em poedeiras expostas ao calor. Isso porque a grelina em aves, desempenha um papel inibitório na regulação da ingestão de alimentos, como mostrado por Kaiya et al. (2009).

Em estudo similar, Liu et al. (2012) observaram que o corticosterona desempenha um papel único sobre alguns neuropeptídeos (grelina, transcrição reguladora de cocaína e

anfetamina, expressão de pró-opiomelanocortina, colecistocinina e os receptores de melanocortina 4 e 5) e que o equilíbrio dinâmico desses peptídeos no hipotálamo e no trato gastrointestinal é o que define o estado de alimentação das poedeiras com altos níveis de corticosterona. Dessa forma, os altos níveis de corticosterona no sangue das poedeiras expostas ao calor podem regular o consumo de ração das aves.

A produção de corticosterona aumentada nas aves em alta temperatura também reduz a atividade do sistema imune (Lin et al., 2002a, 2004, 2008; Mashaly et al., 2004; Rozenboim et al., 2007; Quinteiro-Filho et al., 2009). Essa alteração do sistema imune, por sua vez, pode resultar em modificações da microbiota do trato intestinal das aves e, assim, alterar a integridade deste trato, como observado por Quinteiro-Filho et al. (2009) ao relatar o aumento do processo inflamatório em frangos expostos a alta temperatura. Macari et al. (2002) afirmaram que o estresse pelo calor é um fator que pode alterar a morfologia intestinal e, conseqüentemente, a capacidade de digestão e absorção dos nutrientes pelas aves.

Em trabalho para avaliar os efeitos dos níveis elevados de corticosterona sobre a morfologia intestinal de frangos de corte, Hu et al. (2008) observaram redução a altura das vilosidade e da profundidade de cripta dos frango tratadas com altos níveis de corticosterona (30 mg de corticosterona/kg de ração), o qual é produzido pelas aves com maior intensidade quando submetidas a condições de estresse por calor. Entretanto, Zavarize et al. (2011) em estudo com poedeiras Isa Babcock com 35 semanas de idade, apesar de verificarem redução no desempenho produtivo (produção de ovos,



massa de ovos e do consumo de ração) das aves expostas ao calor (32°C), não observaram efeito da temperatura sobre a mucosa intestinal e o peso dos órgãos das aves.

A modificação observada no tamanho dos órgão de frango de corte expostos ao calor (Oliveira et al., 2006; Siqueira et al., 2007), sugere uma tentativa da ave em reduzir a produção de calor, através da menor atividade metabólica. Entretanto, pelos resultados obtidos por Zavarize et al. (2011) indica a necessidade das poedeiras serem expostas a temperaturas mais elevadas e/ou submetidas por mais tempo do que foi usado no estudo (32°C por 56 dias) para que o peso de órgãos sejam afetados. Isso sugere que a poedeira necessita de um estresse por calor mais intenso que o frango de corte para que as modificações morfológicas ocorram.

Com relação à digestibilidade dos nutrientes, Souza et al. (2011) observaram que a exposição ao calor crônico diminui a digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo da ração em frangos de corte. Contudo, Koelkebeck et al. (1998) observaram que a digestibilidade da lisina foi maior em poedeiras submetidas ao estresse por calor que aquelas encontradas sob temperatura de termoneutralidade.

Os outros pesquisadores reportaram a redução da concentração de proteína (Zhou et al., 1998) e de cálcio (Mahmoud et al., 1996) no plasma, os quais são nutrientes importantes para a formação do ovo. Os resultados de redução na digestibilidade dos aminoácidos pode ter relação com a diminuição das atividades das enzimas digestivas pancreáticas tripsina e quimotripsina em altas temperaturas (32°C)

e em aves com altos níveis de corticosterona como observado por Hai et al. (2000) e Hu et al. (2008), respectivamente. E ainda, devido à menor digestibilidade dos nutrientes, causada por alteração na morfologia intestinal ou por aumento do consumo de água.

As aves em ambiente quentes aumentam o consumo de água para auxiliar na refrigeração do seu corpo. Segundo o manual da linhagem (Hy Line W36, 2011) o consumo média de água de uma poedeira em produção é de 180 ml/dia, mas com o aumento da temperatura esse consumo se eleva para 199 ml/dia, isso equivale ao aumento de 10,5% no consumo de água. Esse maior consumo de água pode provocar redução na digestibilidade dos nutrientes por aumentar a taxa de passagem da digesta (Souza et al., 2011; Dinu et al., 2004).

Um dos mecanismos que as aves em estresse calórico utilizam para auxiliar na dissipação do calor é a ofegação. A hiperventilação pulmonar ocasionada pelo aumento dos movimentos respiratórios leva ao aumento na perda de dióxido de carbono dos pulmões, o que causa diminuição da pressão arterial parcial de dióxido de carbono e, portanto, redução dos níveis de bicarbonato no sangue e aumento do pH sanguíneo que resulta em uma condição chamada alcalose (Verceses et al., 2012).

A alcalose afeta a concentração de cálcio no sangue, principalmente o cálcio na forma livre ou ionizado. A câmara calcífera das aves remove o cálcio ionizado (cálcio difusível) do sangue para a formação da casca, e esse pode ser rapidamente repostado pela dissociação do cálcio ligado a proteína (cálcio não difusível). Porém, durante o estresse calórico, há um aumento no pH



devido à perda de dióxido de carbono, sendo esse aumento no pH acompanhado por uma diminuição no nível sanguíneo de cálcio difusível (Furlan et al., 2004b). Sendo assim, essa situação é indesejável, principalmente, em sistema de produção de ovos uma vez que está diretamente relacionado com a piora na qualidade de casca dos ovos (Furlan et al., 2004a). Além disso, as alterações no equilíbrio ácido-base também diminuem a capacidade das células do duodeno em transportar o cálcio (Mahmoud et al., 1996). Isso pode ser um fator crítico dos efeitos nocivos do estresse térmico sobre a produção de ovos, qualidade de casca e integridade óssea, frequentemente documentados em galinhas poedeiras.

### **AMBIENTE TÉRMICO E SEUS EFEITOS SOBRE O SISTEMA REPRODUTIVO DE POEDEIRAS**

A redução no desempenho reprodutivo associado ao estresse por calor é um fenômeno bem conhecido em aves domésticas (Daghir, 2009; Franco-Jimenez et al., 2007; Ajakaiye et al., 2011a). Isto é provavelmente devido ao efeito direto e negativo da alta temperatura ambiente sobre a função do ovário em aves (Rozenboim et al., 2007). Poedeiras em altas temperaturas têm seu fluxo sanguíneo dirigido preferencialmente para a periferia, diminuindo a irrigação dos órgãos. O fluxo de sangue no útero é reduzido em 30-40% nas poedeiras submetidas a alta temperatura para compensar as dilatações periféricas (Waldroup et al., 1982).

Em estudo com poedeiras comerciais Mashaly et al. (2004), observaram um diferencial no fluxo sanguíneo padrão no ovário quando as aves foram expostas a altas temperaturas ambientes. Com menor fluxo

sanguíneo no ovário associada à menor ingestão de ração pelas poedeiras quando expostas ao calor, menores quantidades de nutrientes (aminoácidos no magno e cálcio no útero) estarão disponíveis para a formação do ovo. Portanto, poedeiras submetidas a altas temperaturas produziram ovos de tamanho reduzido e com pior qualidade de casca (Lin et al., 2002a; Babinszky et al., 2011).

Durante o estresse por calor, aumenta-se os níveis de corticosterona e das catecolaminas no sangue de poedeiras, o que resulta na indução da degeneração dos folículos ovarianos (Moudgal, 1985). Nesse sentido, Rozenboim et al. (2007) investigaram o efeito da alta temperatura sobre a produção ovariana das galinhas, e observaram que as aves submetidas ao estresse por calor tiveram uma redução significativa no peso do ovário e do número de folículos grandes, mas verificaram também o declínio da concentração dos esteróides gonadais no plasma de poedeiras expostas ao estresse por calor. Todavia, sabe-se que o desenvolvimento e as atividades do oviduto são dependentes dos hormônios gonadais: estrogênios e progesterona (Rutz et al., 2007). Portanto, pode inferir que em poedeiras submetidas ao calor ocorre alteração na produção dos hormônios responsáveis pela ovulação, o que pode levar a queda da produção de ovos.

Em estudo conduzido por Novero et al. (1991), observaram que a secreção basal de progesterona pelas galinhas estressadas por calor (35°C) foi menor que a produção de progesterona pelas galinhas mantidas no conforto (27°C), sendo que mesmo com o desafio do hormônio luteinizante (LH) não conseguiu aumentar a produção de progesterona em aves submetidas a altas



temperaturas. Isto sugere que no calor ocorre uma redução da capacidade de resposta das células da granulosa ao LH. Assim sendo, a menor produção de progesterona pelas poedeiras em estresse por calor pode causar redução no peso do albúmen e no peso do ovo, já que a progesterona atua também sobre a secreção de albúmen.

Alguns trabalhos mostram que no estresse por calor as poedeiras reduzem a síntese da gema do ovo e das proteínas em circulação, o que afeta negativamente a produção do ovo (Kirunda et al., 2001). O fato das aves reduzirem a síntese de gema pode estar relacionado com a queda na produção de estrogênio pelas poedeiras submetidas a alta temperatura, como observado por Rozenboim et al. (2007). Em diferentes estudos (El-Afifi et al., 2002; El-Ghalid 2009) avaliando o efeito do estradiol nas poedeiras, verificaram maior produção e massa de ovos pelas poedeiras tratadas com estradiol. Esses autores, assim como Elnaga et al. (2009) também verificaram uma correlação positiva entre a massa de ovos e a concentração de estrogênio no sangue.

### **EXIGÊNCIA DE LISINA PARA POEDEIRAS EM PRODUÇÃO**

A lisina é um aminoácido essencial para as poedeiras, visto que as aves não são capazes de sintetizá-la, portanto, é necessário sua ingestão através da proteína intacta do alimento ou por fontes industriais como L-lisina HCl (Rocha et al., 2009). Em rações à base de milho e farelo de soja, a lisina é o segundo aminoácido limitante para aves. A lisina devido a sua simplicidade de determinação analítica e o uso quase que exclusivo na síntese de proteínas, é usada como aminoácido referência na determinação dos níveis dos outros aminoácidos na busca pelo nível da proteína

ideal (Sá et al., 2007). Sendo assim, a exatidão na determinação da exigência de lisina para os animais é fundamental, pois a atualização da exigência dos outros aminoácidos pode ser ajustada mantendo-se o padrão de relação da lisina com os mesmos.

Além disso, a determinação da exigência de lisina para poedeiras contribui para o melhor desempenho produtivo das aves e com a redução nos custos de produção e de excreção de resíduos nocivos para o ambiente. Entretanto, as estimativas das exigências dos aminoácidos para as poedeiras são amplamente afetadas por uma complexidade de fatores, como: genéticos, idade, temperatura ambiental e dietéticos (D'Mello 1994). Tais fatores podem agir individualmente ou em conjunto, o que pode interferir diretamente no consumo e na eficiência de utilização do aminoácido, o que acarretará em alteração na estimativa de exigência do mesmo. Dessa forma, é grande o número de resultados conflitantes nos estudos avaliando os efeitos de níveis de lisina sobre as variáveis de desempenho de poedeiras em produção.

Em estudo conduzido por Bonekamp et al. (2010), verificaram que enquanto a produção de ovos brancos foi maximizada com 600 mg/ave/dia de lisina, a produção de ovos marrom foi maximizada no nível mais alto de lisina avaliado (800 mg/ave/dia). Entretanto, Sá et al. (2007), ao trabalhar com poedeiras leves e semipesadas no período de 34 a 50 semanas de idade, sugeriram o consumo diário de 893 mg/ave (0,732% de lisina na ração) e 804 mg/ave (0,715% de lisina na ração) de lisina digestível, como sendo a exigência para poedeiras leves e semipesadas. Enquanto, Cupertino et al.,





(2009) recomendaram o nível 0,724 e 0,692% de lisina digestível na ração, correspondente a ingestão diária de 784 e 748 mg de lisina/ave para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente no período de 54 a 70 semanas de idade.

Em estudo realizado para avaliar as exigências de lisina digestível para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade, Rocha et al. (2009) observaram efeito linear com aumento do nível de lisina para produção, massa e peso dos ovos e conversão alimentar por dúzia de ovo. Para índice de gema e unidade de Haugh não observaram efeito significativo e para o índice de albúmen foi verificado efeito linear. Pelos resultados obtidos foi estabelecido como exigência de lisina digestível o nível de no mínimo 0,770%, que corresponde ao consumo médio diário de 759 mg de lisina digestível/ave. Todavia, Oliveira Neto et al. (2011) indicaram o nível de 0,875% de lisina digestível para poedeiras leves no período de 24 a 39 semanas de idade para melhores resultados no desempenho produtivo e nas características internas do ovo.

Trabalhando com poedeiras leves com 68 semanas de idade, Silva et al. (2010) recomendaram o nível de 0,870% de lisina total na ração, correspondente ao consumo diário de 876 mg/ave para poedeiras de idade. Concomitante, Pacheco et al. (2010) estimaram para melhor taxa de postura de poedeiras semipesadas no período de 48 a 60 semanas de idade, a exigência de 0,578% de lisina digestível na ração, com consumo diário de ração de 113,1 g/ave.

Recentemente, Santos et al. (2012) recomendaram a ingestão de 876 mg de lisina/ave/dia (0,75% de lisina na ração) para

poedeiras semipesadas no período de 28 a 44 semanas de idade. Nas Tabelas Brasileiras, Rostagno et al. (2011) recomenda o nível de lisina digestível em 0,777% para poedeiras leves com consumo diário de 103 g. Enquanto, o National Research Council-NRC (1994), por sua vez, sugere o consumo de 690 mg de lisina/ave/dia para poedeiras leves. Em revisão realizada por Joly (2012) com base em dez artigos de exigência de lisina para poedeiras em pico de postura, concluiu que a exigência é de 795 mg/dia/ave.

Efeitos adversos podem surgir em caso de consumo de ração com perfil aminoacídico alterado (desbalanço de aminoácidos) em relação à exigência para ótima utilização nos tecidos (D'Mello, 1994). Por exemplo, a alta relação lisina-arginina em rações para aves pode levar à formação do aminoácido homoarginina, o qual afeta negativamente o apetite (Angakanaporn et al., 1997), reduz o consumo (Macari et al. 2002) e prejudica o desempenho das aves (Angakanaporn et al., 1997). Além disso, as aves podem desenvolver sintomas de deficiência de arginina. Isso ocorre devido à competição pelos sítios de absorção intestinal (antagonismo) e pelo desbalanço dos aminoácidos na ração.

De acordo com Nunes (1998), o desbalanço difere do antagonismo, por não estar envolvido apenas aos aminoácidos de estrutura semelhante. Acredita-se que sob condições de desbalanço, haja uma queda dos aminoácidos limitantes no plasma sanguíneo, sendo detectado no córtex prepiriformis anterior do cérebro, seguido por mudanças comportamentais da ingestão alimentar (Leung et al., 1971; Gietzen



1993). O antagonismo por sua vez, pode causar aumento e/ou redução da atividade de enzimas específicas do metabolismo dos aminoácidos.

Assim, a lisina quando fornecida em excesso, estimula a arginase renal, aumentando o catabolismo de arginina no organismo (D'Mello, 1994), ao passo que, diminui a atividade da enzima glicinamidinotransferase no fígado e, possivelmente, limita a formação de creatina (Andriguetto et al., 2003). Entretanto, o aumento do nível de arginina na ração rica em lisina alivia o efeito depressivo causado pelo antagonismo (Gadella et al., 2003). Como demonstrado por Dean et al. (1968), em que a suplementação de 1% de lisina na ração causou reduções de 33% no ganho de peso e 16% no consumo de aves, sendo que ambas as variáveis foram recuperados com a adição de L-arginina à ração, embora o consumo não tenha atingido o valor original. Segundo esses autores, é possível que a ração estivesse deficiente em outro aminoácido, pois, enquanto o peso melhorou, mediante a suplementação de L-arginina, o ganho por arginina consumida diminui progressivamente.

Considerando o crescimento da indústria de processamento de ovos nas últimas décadas, torna-se importante a determinação da qualidade interna dos ovos, pois segundo Deponti et al. (2007) pode haver alterações na qualidade interna dos ovos decorrentes dos níveis nutricionais utilizados na rações das aves. No entanto, Rocha et al. (2009) e Jardim Filho et al. (2010), ao avaliarem a administração de diferentes níveis de lisina digestível, 0,545 a 0,770% e 0,6 a 0,9%, respectivamente, em rações de poedeiras leves no pico de

produção, e observaram que a qualidade interna dos ovos não foi influenciada. Assim como Al-Saffar (2009) que não observou efeito dos níveis de lisina ração sobre a composição do ovo.

Novak et al. (2004), no entanto, verificaram aumento no percentual de albúmen de ovos de poedeiras leves alimentadas com 959 mg de lisina total/ave/dia em comparação aos ovos das aves alimentadas com 860 mg de lisina total/ave/dia, e esse aumento refletiu diretamente no percentual de sólidos do albúmen. Enquanto, Trindade Neto et al. (2011) observaram efeito quadrático dos níveis de lisina da ração sobre o peso do albúmen e do teor de lipídio e de proteína do ovo, e concluíram que no período de 48 a 60 semanas de idade, o nível de 0,638% de lisina digestível, com ingestão diária de 707 mg/ave de lisina, atendeu às necessidades para qualidade de ovo de galinhas poedeiras semipesadas.

Resultados de pesquisas têm demonstrado que a suplementação de lisina promove efeitos benéficos no desempenho das aves e que a exigência de lisina para poedeiras leves e semipesadas ainda não está muito bem definida.

## **INTERAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO COM A EXIGÊNCIA DE LISINA PARA POEDEIRAS**

As estimativas para exigência de lisina digestível para poedeiras em produção são muitas (Rocha et al., 2009; Bonekamp et al., 2010; Oliveira Neto et al., 2011; Rama Rao et al., 2012; Santos et al., 2012). Entretanto, os resultados são conflitantes. Essa variabilidade quanto aos resultados pode ser devido às diferentes condições



ambientais em que os estudos foram conduzidos. Como mostrado anteriormente, a alta temperatura afeta diretamente e negativamente sobre o desempenho das poedeiras (Babinszky et al., 2011; Zavarize et al., 2011; Verceses et al., 2012; Song et al. 2012).

Em estudos realizados com aves submetidas a diferentes temperaturas (conforto e estresse por calor) para avaliar a exigência de lisina, não foi observado interação significativa entre exigência de lisina e ambiente térmico (Veldkamp et al., 2003; Siqueira et al., 2007; Al-Saffar 2009). Esses resultados estão coerente com afirmação de Borges (2000), que a variação da temperatura não modifica as exigências de proteína e aminoácidos para aves. Contudo, sabe-se que a exigência dietética de aminoácidos é fruto do potencial de produção da poedeira e que no estresse por calor seu desempenho é reduzido. Assim, é possível inferir que no estresse por calor a exigência de ingestão diária de lisina pelas aves seja diferente que no termoneutro.

Nesse contexto, Rama Rao et al. (2011) conduziram experimento com poedeiras leghorn no período de 21 a 72 semanas de idade criadas em ambiente tropical, e concluíram que a exigência de lisina é de 0,70% na ração. Enquanto, Salama et al. (2012) verificaram que o nível de 0,83% de lisina digestível, aumentou a postura e a massa de ovos e reduz a conversão alimentar por massa de ovos de poedeiras no período de 24 a 36 semanas de idade (pico de produção) alojadas em ambiente de temperatura média de 31,2°C e umidade relativa de 59,92%.

Em experimento com poedeiras leves no pico de produção sob clima tropical

(temperatura entre 11 e 32,5°C), Jardim Filho et al. (2010) recomendaram o nível de 0,8% de lisina na ração para melhores resultados com produção de ovos. Porém, Rama Rao et al., (2012) recomendaram o nível de 0,75% de lisina na ração para poedeiras comerciais em temperatura entre de 23 a 37°C no período de 25 a 40 e 41 a 56 semanas.

Por outro lado, Shahir et al. (2006) ao testar níveis de lisina digestível em rações para poedeiras Hy line W36 mantidas sob temperatura de conforto (20°C) no período de 26 a 42 semanas de idade, recomendaram o nível 0,81% de lisina. Entretanto, Bouyeh et al. (2011) ao estudar os níveis de lisina para poedeiras Hy Line W36 depois do pico de produção (52 a 64 semanas) submetidas à temperatura de 17°C, sugeriam o nível de 0,76% de lisina na ração. Contudo, Gunawardana et al. (2008) ao estudar níveis de lisina para diferentes linhagens de poedeiras semipesadas no período de 39 a 52 semanas de idade em temperatura de 26°C, recomendaram o nível de 0,828% de lisina na ração, com ingestão de variando de 907-964 mg/ave/dia de acordo com a linhagem.

Diante desses resultados é possível inferir que a exigência de lisina varia em função do desempenho produtivo das poedeiras, e o desempenho é afetado pela temperatura em que a galinha está submetida. Como verificado por Al-Saffar (2009), ao trabalhar com poedeiras pesada (Ross 308) no período de 33 a 49 semanas de idade submetidas a temperaturas de 21°C ou 32°C e níveis de lisina digestível de 40, 52,5, 65 e 90 g/kg de proteína bruta. Esses autores não observaram interação significativa entre temperatura e níveis de



lisina, mas verificaram efeito negativo da alta temperatura sobre os parâmetros de produção (produção de ovo, peso de ovo e proporção de casca) e efeito linear dos níveis de lisina sobre o peso de ovo e ganho de peso das aves.

Em estudo conduzido por Onol et al. (2012) para avaliar a inclusão extra de 0,15% de lisina e/ou 250 mg/kg vitamina C em uma ração basal (0,798% lisina) para poedeiras comerciais submetidas ao estresse por calor (31°C) no período de 20 a 27 semanas, e depois mantidas em temperatura de termoneutralidade (25°C) até a idade de 36 semanas. Esses autores verificaram que a suplementação extra de lisina aumentou a produção de ovos independente do ambiente em que a aves estava submetida.

Embora a exigência de lisina para aves de postura parece estar mais relacionada com o desempenho produtivo das aves do que com o ambiente (estresse calórico) em que esteja submetida, Al-Saffar (2005) ao trabalhar com poedeiras pesada (Ross 308) no período de 28 a 40 semanas de idade submetidas a diferentes temperaturas (21°C e 32°C) e níveis de lisina digestível (40, 50, 60, 70, 80 and 90 g/kg de proteína bruta). Esse autor observou que a concentração de lisina no sangue interagiu com a temperatura ambiente. Ao aumentar a ingestão de lisina aumentou de forma linear ( $P=0,064$ ) as concentrações de lisina no sangue a 21°C, mas não a 32°C. Entretanto, as concentrações de lisina no sangue foram mais elevadas na temperatura de 32°C (0,38 x 0,33 mMol/L).

Diante desses resultados é possível inferir que a ave em condições de termoneutralidade (21°C) responde as concentrações de lisina na ração de forma

padrão, ou seja, com o aumento da ingestão de lisina elevou os níveis de lisina no sangue. Entretanto, apesar de as aves no calor (32°C) terem consumido menor quantidade de ração que as aves em termoneuro, devido as condições ambientais, a concentração média de lisina no sangue foi maior (0,38 x 0,33 mMol/L). A possível explicação para esse resultado é que sob altas temperaturas a ave libera o corticosterona (Korte et al., 2005; Quinteiro Filho, 2009). O corticosterona, principal hormônio do estresse em aves (Yunianto et al., 1997; Carsia et al., 2000; Quinteiro Filho, 2009), é um hormônio mobilizador de nutriente o que causou a maior concentração de lisina no sangue quanto às aves foram exposta ao calor. Estudos mostraram que o aumento dos níveis de corticosterona no sangue de aves provoca o aumento do catabolismo de estruturas proteicas e diminuí a ganho de peso em aves (Post et al., 2003; Lin et al., 2004b).

Sabe-se que a exigência dietética de lisina está relacionada com o potencial de deposição proteica dos animais. Dessa forma, as espécies criadas com a finalidade de produzir carne tem maior exigência por lisina que outras espécies. Portanto, em poedeiras cuja finalidade de criação é a produção de ovos, a deposição proteica é menos expressiva que nas espécies para produção de carne. Sendo assim, em frangos e ou suínos, a diferença de exigência de lisina nas diferentes temperaturas (termoneutralidade e estresse por calor) talvez seja mais expressiva que em aves de postura.

Contudo, são necessárias mais pesquisas para melhor elucidar os efeitos do ambiente térmico sobre a exigência de lisina



digestível em poedeiras na fase produtiva submetidas a condições de estresse.

#### Considerações finais

Nos sistemas de produção intensivos nos países tropicais, as poedeiras são submetidas ao estresse por calor em alguma da fase de sua vida, desde o nascimento até o abate.

Situações de estresse são responsáveis por desencadear alterações fisiológicas e metabólicas nos organismos das aves que levam a prejuízos no desempenho e a sobrevivência das aves. Tais alterações resultam em perdas na produção que se somam o longo dos anos causando prejuízos ao setor.

A determinação da exigência de lisina para poedeira em produção submetidas a altas temperaturas tem mostrado ser necessário para melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes e assim, aumentar a produtividade das poedeiras em condições de estresse por calor.

Contudo, embora se conheça razoavelmente as mudanças fisiológicas e metabólicas causadas pelo estresse por calor em poedeiras, mais estudos devem ser realizados para melhor compreensão dessas mudanças no organismo animal e assim consolidar seus efeitos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJAKAIYE, J.J.; PEREZ-BELLO, A.; MOLLINEDA-TRUJILLO, A. Effects of high temperature on production in layer chickens supplemented with vitamins C and E. **Revista MVZ Córdoba**, v.16, p.2283-2291, 2011b.

AJAKAIYE, J.J.; PEREZ-BELLO, A.; MOLLINEDA-TRUJILLO, A. Impact of heat stress on egg quality in layer hens supplemented with l-ascorbic acid and dl-tocopherol. **Veterinary Archives**, v.81, p.119-132, 2011a.

AL-SAFFAR, A. The interaction of dietary lysine and temperature on the reproductive performance of broiler breeders. In: 2nd MEDITERRANEAN SUMMIT OF WPSA, 2009. Antalya. **Proceeding...** Antalya: World Poultry Science Association, 2009. 143-147p.

AL-SAFFAR, A.A. Relationship between Lysine Levels and Packed Cell Volume under Different Temperatures in Caged Broiler Breeders. In: 15th EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 2005. Balatonfüred, **Proceedings ...** Balatonfüred: World Poultry Science Association. 2005. 481-483p.

ANDRIGUETTO, J.M.; PER, Y.L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 2003. 425p.

ANGAKANAPORN, K.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L. Resynthesis of homoarginine in chickens is influenced by dietary concentrations of lysine and arginine. **Nutrition Research**, v.17, p.99-110, 1997.



BABINSZKY, L.; HALAS, V.; VERSTEGEN, M.W.A. Impacts of Climate Change on Animal Production and Quality of Animal Food Products. In: JUAN BLANCO AND HOUSHANG

KHERADMAND. **Climate Change - Socioeconomic Effects**. 2011. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/climate-change-socioeconomic-effects/impacts-of-climate-change-on-animal-production-and-quality-of-animal-food-products>> Acesso em: 09/10/2012.

BARBOSA FILHO, J.A. **Avaliação do bem – estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. 2004. 141f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BONEKAMP, R.P.; LEMME, A.; WIJTEN, P.J. et al. Effects of amino acids on egg number and egg mass of brown (heavy breed) and white (light breed) laying hens. **Poultry Science**, v.89, p.522-529, 2010.

BORDIN, R.A.; MATTOS, C.; FERNANDES, F. Influência do estresse por calor no ciclo de produção de ovos de codorna. In: III REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO. Modi das Cruzes, **Anais...** Modi das Cruzes. 2000. 104-108p.

BORGES, A. F. **Níveis de lisina para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura**. 2000. 78f. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

BOUYEH, M.; GEVORGIAN, O.X. Influence of different level of lysine, methionine and protein on the performance of laying hens after peak. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.10, p.532-537, 2011.

CARSIA, R.V.; HARVEY, S. Adrenals. In: WHITTOW C.G. **Sturkie's avian physiology**. 5th ed. San Diego: Acad. Press. 2000. 489-537p.

COSTA, F.G.P.; MELO, M.L.; LIMA NETO, R.C. et al. Nutrição de poedeiras em temperaturas elevadas. In: X CONGRESSO DE PRODUÇÃO APA – PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Associação Paulista de Avicultura, [2012]. (CD-ROM).

CUPERTINO, E.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.480-487, 2009.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1983.

D'MELLO, J.P.F. Responses of growing poultry to amino acids. In: AMINO ACID IN FARM ANIMAL NUTRITION. 1994. Edimburgh. **Proceedings...** Edimburgh: CAB International, 1994. 205-243p.



DAGHIR, N.J. Nutritional strategies to reduce heat stress in broilers and broiler breeders. **Lohmann information**, v.44, p.6-11, 2009.

DEAN, W.F.; SCOTT, H.M. Ability of argina to reserve the growth depression induced by supplementing a crystalline acid diet with excess lysine. **Poultry Science**, v.47, p.341-342, 1968.

DEPONTI, B.J.; FARIA, D.E.; FARIA FILHO, D.E. Exigências de triptofano e padrão de recuperação do desempenho de poedeiras comerciais após alimentação com rações deficientes em triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1324-1330, 2007.

DINU, C.; PÂRVU, M.; CUREU, I. et al. Interaction between the diet, temperature and some blood constituents in roso hens. **Archiva Zootechnica**, v.7, p.27-32, 2004.

EL-AFIFI, S.H.F.; ABU TALEB, A.M. Calcium absorption and deposition in old egg-laying Japanese quail as affected by dietary supplementation with estradiol and cholicalciferol. **Egyptian Poultry Science Journal**, v.22 p.855-868, 2002.

EL-GHALID, O.A.H. Exogenous estradiol: blood profile, productive and reproductive performance of female Japanese quails at different stages of production. **Asian Journal of Poultry Science**, v.3, p.1-8, 2009.

ELNAGA, S.A.; ABD-ELHADY, A.M. Exogenous Estradiol: Productive and Reproductive Performance and Physiological Profile of Japanese Quail Hens. **International Journal of Poultry Science**, v.8, p.634-641, 2009.

ESTRADA-PAREJA, M. M.; MARQUEZ-GIRON, M.S.; RESTREPO-BETANCUR, L.S. Effect of temperature and relative humidity on the productive behavior and heat transfer in broilers. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v.20, p.288-303, 2007.

FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FRANCO-JIMENEZ, D.J.; SCHEIDELER, S.E.; KITTOK, R.J. et al. Differential Effects of Heat Stress in Three Strains of Laying Hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p.628–634, 2007.

FURLAM, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2006, Chapecó. **Anais...** Chapecó: Núcleo Oeste de Médicos Veterinários. 2006, p.104-135.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**, 2 ed. Jaboticabal: Funesp, 2004a, 209-230p.



FURLAN, R.L.; SILVA, A.V.F.; BORGES, S.A. et al. Equilíbrio ácido-básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2004b. 51-73p.

GADELHA, A.C.; DAHLKE, F.; FARIA FILHO, D.E. et al. Interação entre arginina e lisina altera as respostas produtivas e a incidência de problemas de pernas em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, p.75, 2003.

GIETZEN, D.W. Neural mechanisms in the response to amino acid deficiency. **Journal of Nutrition**, v.123, p.610-625, 1993.

GUNAWARDANA, P.; ROLAND, D.A; BRYANT, M.M. Performance comparison and lysine requirements of seven commercial brown egg layer strains during phase one. **International Journal Poultry Science**, v.7, p.806-812, 2008.

HAI, L.; RONG, D.; ZHANG, Z.Y. The effect of thermal environment on the digestion of broilers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.83, p.57-64, 2000.

HU, X; GUO, Y. Corticosterone Administration Alters Small Intestinal Morphology and Function of Broiler Chickens. **Asian-Australian journal of animal science**, v.21, p.1773-1778, 2008.

HY-LINE DO BRASIL. **Guia de manejo Hy-Line variedade W36**. S.I.: s.n., 2011. 18p.

JARDIM FILHO, R.M.; STRINGHINI, J.H.; ANDRADE, M.A. et al. Níveis de lisina digestível para poedeiras Hy-Line W-36 em produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.787-795, 2010.

**JOLY, P. Reevaluation of Amino Acid Requirements for Laying Hens. Part 2: Lysine Requirement.** 2012. Disponível em: <<http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/nutrition/articles/lysine-requirements-t1914/141-p0.htm>> Acesso em: 05/10/2012.

KAIYA, H.; FURUSE, M.; MIYAZATO, M. et al. Current knowledge of the roles of ghrelin in regulating food intake and energy balance in birds. **General and Comparative Endocrinology**, v.163, p.33-38, 2009.

KIRUNDA, D.F.K.; SCHEIDELER, S.E.; MCKEE, S.R. The efficacy of vitamin E (DL-alpha-tocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure. **Poultry Science**, v.80, p.1378-1383, 2001.

KOELKEBECK, K.W.; PARSONS, C.M.; WANG, X. Effect of acute heat stress on amino acid digestibility in laying hens. **Poultry Science**, v.77, p.1393-1396, 1998.

KORTE, S.M.; KOOLHAAS, J.M; WINGFIELD, J.C. et al. The Darwinian concept of stress: Benefits of allostasis and costs of allostatic load and the trade-offs in health and disease. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v.29, p.3-38, 2005.





LEESON, S. Nutrição e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995. 111-118 p.

LESSON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.

LEUNG, P.M.B.; ROGERS, Q.R. Importance of prepyriform cortex in food intake response of rats to amino acids. **American Journal of Physiology**, v.221, p.929-935, 1971.

LIN, H.; DE VOS, D.; DECUYPERE, E. et al. Dynamic change in parameters of redox balance after mild heat stress in age laying hens (*Gallus gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.147, p.30-35, 2008.

LIN, H.; DECUYPERE E.; BUYSE J. Oxidative stress induced by corticosterone administration in broiler chickens (*Gallus gallus domesticus*) 1. Chronic exposure. **Comparative Physiology and Biochemistry**, v.139, p.737-744, 2004b.

LIN, H.; MERTENS, K.; KEMPS, B. et al. New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane. **British Poultry Science**, v.45, p.476-482, 2004.

LIN, H.; WANG, L.F.; SONG, J.L. et al. Effect of dietary supplemental levels of vitamin A on the egg production and immune responses of heat-stressed laying hens. **Poultry Science**, v.81, p.458-465, 2002.

LIU, L.; SONG, Z.; SHEIKHAHMADI, A. et al. Effect of corticosterone on gene expression of feed intake regulatory peptides in laying hens. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part B: Biochemistry & Molecular Biology**, v.162, p.81-97, 2012.

LIU, Z.; WU, G.; BRYANT, M.M. et al. Influence of added synthetic lysine for first phase second cycle commercial leghorns with the methionine + cysteine/lysine ratio maintained at 0.75. **International Journal of Poultry Science**, v.3, p.220-227, 2004.

MAAK S.; MELESSE A.; SCHMIDT, R. et al. Effect of long-term heat exposure on peripheral concentrations of heat shock protein 70 (Hsp70) and hormones in laying hens with different genotypes. **British Poultry Science**, v.44, p.133-138, 2003.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aplicada a frango de corte**. 2.ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. 375p.

MAHMOUD, K.Z.; BECK, M.M.; SCHEIDELER, S.E. et al. Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationship in the hen. **Poultry Science**, v.75, p.1555-1562, 1996.



MASHALY, M.M.; HENDRICKS, G.L.; KALAMA, M.A. et al. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry Science**, v.83, p.889-894, 2004.

MELESSE, A.; MAAK, S.; SCHMIDT, R. et al. Effect of long-term heat stress on key enzyme activities and T3 levels in commercial layer hens. **International Journal of Livestock Production**, v.2, p.107-116, 2011.

MOUDGAL, R.P.; RAZDAN, M.N.; KAJAL, S. et al. Effect of ascorbic acid and adrenergic receptor blockers on adrenalin induced *in vitro* follicular atresia in white leghorn hens. **Indian Journal of Experimental Biology**, v.23, p.343-350, 1985.

NASCIMENTO, A. Exigências de aminoácidos essenciais para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2004, Santos. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 2004. 103-116p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9ed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155p.

NORUP, L.R.; JENSEN, K.H.; JORGENSEN, E. et al. Effect of mild heat stress and mild infection pressure on immune responses to an *E. coli* infection in chickens. **Animal**, v.2, p.265-274, 2008.

NOVAK, C.L.; YAKOUT, H.S.; SCHEIDELER, S. The combined 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.

NOVERO, R.P.; BECK, M.M.; GLEAVES, E.W. et al. Plasma progesterone, luteinizing hormone concentrations and granulosa cell responsiveness in heat-stressed hens. **Poultry Science**, v.70, p.2335-2339, 1991.

NUNES, I.J. **Nutrição animal básica**. 2.ed. Belo Horizonte: FEP MVZ, 1998. 388p.

OLIVEIRA NETO, A.M.; AZEVEDO, M.S.P.; BARBOSA, R.J. et al. Desempenho produtivo e qualidade interna do ovo de poedeiras comerciais submetidas a diferentes relações de lisina digestível In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA – ZOOTEC, 2011. **Anais...** Maceió: Universidade Federal de Alagoas [2011]. (CD ROMM).

OLIVEIRA, G.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1398-1405, 2006

ONOL, A.G.; DAŞKIRAN, M.; CENGİZ, O et al. Effects of dietary vitamin e and lysine supplementation on performance and egg shell quality parameters of heat stressed laying hens in early laying period. **Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, v.18, p. 49-54, 2012.



PACHECO, B.H.C.; TRINDADE NETO, M.A.; ALBUQUERQUE, R. et al. Níveis de lisina digestível e zinco quelato sobre os parâmetros produtivos de poedeiras marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2447-2452, 2010.

PATIENCE, J.F. A review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. **Journal of Animal Science**, v.68, p.398-408, 1990.

POST, J.; REBEL, J.M.J.; HUURNE A.A.H.M. Physiological effects of elevated plasma corticosterone concentrations in broiler chickens. An alternative means by which to assess the physiological effects of stress. **Poultry Science**, v.82, p.1313-1318, 2003.

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.1268-1077, 1996.

QUINTEIRO-FILHO, W.M.; RIBEIRO, A.; PAULA, V.F. et al. Efeitos do estresse por calor sobre os índices zootécnicos, a integridade intestinal e a atividade de macrófagos em frangos de corte. In: 27ª CONFERÊNCIA FACTA/PRÊMIO LAMAS 2009. Santos. **Anais...** Santos: FACTA. 2009.

RAMA RAO, S.V.; RAVINDRAN, V; SRILATHA, T. et al. Effect of dietary concentrations of energy, crude protein, lysine, and methionine on the performance of White Leghorn layers in the tropics. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.20, p.528-54, 2011.

RAMA RAO, S.V.; RAJU, M.V.L.N.; SRILATHA, T. et al. Effect of different concentrations of lysine and methionine on performance of white leghorn layers fed diets with sub-optimal concentrations of protein. In: 23rd ANNUAL AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM, 2012, Sydney. **Proceeding...** Sydney: The poultry research foundation and the world's poultry science association. 2012. 291-294p.

RIZZO, M.F.; FARIA, D.E.; ROMBOLA, L.G. et al. Avaliação das propriedades funcionais de ovos produzidos por poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina e metionina. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, **Anais...** Santos: Associação Brasileira Produtores de Pintos de Corte, 2004. 41p.

ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1726-1731, 2009.

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. 2011. 252p.

ROZENBOIM, I.; TAKO, E.; GAL-GARBER, O. et al. The effect of heat stress on ovarian function of laying hens. **Poultry Science**, v.86, p.1760-1765, 2007.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, p.307-317, 2007.



SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1829-1836, 2007.

SALAMA, A.A.; EL-SHEIKH, E.M. Effect of dietary protein and calcium level on productive performance of local laying hens under desert conditions. **Egyptian Poultry Science**, v.32, p.75-93, 2012.

SANTOS, T.A.; GERALDO, A.; MACHADO, L.C. et al. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras semi-pesadas e seus efeitos sobre a qualidade da casca dos ovos. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2012. Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Associação Brasileira de Zootecnia, 2012.

SHAHIR, M.H.; SHARIATMADARI, F.; MIRHADI, S.A. et al. Determination of lysine requirement of laying hen using serum biochemical Indicators. **Arch Geflügelk**, v.70, p.74-79, 2006.

SILVA, M.F.R.; FARIA, E.D.; RIZZOLI, P.W. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2246-2252, 2010.

SIQUEIRA, J.C. **Níveis de lisina digestível da ração e temperatura ambiente para frangos de corte em crescimento**. 2006. 66f. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

SIQUEIRA, J.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível da ração e temperatura ambiente para frangos de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2054-2062, 2007b.

SONG, Z.; LIU, L.; SHEIKHAHMADI, A. et al. Effect of heat exposure on gene expression of feed intake regulatory peptides in laying hens. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, v.2012, p.1-8, 2012.

SOUZA, L.F.A.; ESPINHA L.P.; SOUZA M.G. et al. Exposição crônica e cíclica ao calor sobre a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. In: 29ª CONFERÊNCIA FACTA/ PRÊMIO LAMAS 2011. Santos. **Anais...** Santos: FACTA. 2011.

STAR, L.; KEMP, B.; VAN DEN ANKER, I. et al. Effect of single or combined climatic and hygienic stress in four layer lines: Endocrine and oxidative stress responses. **Poultry Science**, v.87, p.1031-1038, 2008.

ST-PIERRE, N.R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G.X. Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.52-77, 2003.

TAHAKASHI, K. Nutritional control of inflammatory responses in broiler chicken. **Journal of Integrated Field Science**, v.3, p.1-7, 2006.



TAO, X.; ZHANG, Z.Y.; DONG, H. et al. Responses of thyroid hormones of market-size broilers to thermoneutral constant and warm cyclic temperatures. **Poultry Science**, v.85, p.1520-1528, 2006.

TRINDADE NETO, M.A.; PACHECO, B.H.C.; ALBUQUERQUE, R. et al. Lysine and zinc chelate in diets for brown laying hens: effects on egg production and composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.377-384, 2011.

VELDKAMP, T.; KWAKKEL, R.; FERKET, P. et al. Growth Responses to Dietary Lysine at High and Low Ambient Temperature in Male Turkeys. **Poultry Science**, v.82, p.1733-1746, 2003.

VERCESE, F.; GARCIA, E.A.; SARTORI, J.R. et al. Performance and Egg Quality of Japanese Quails Submitted to Cyclic Heat Stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.14, p.37-41, 2012.

WALDROUP P.W. Influence of environmental temperature on protein and amino acid needs of poultry. **Federation Proceedings**, v.41, p.2821-2823, 1982.

YUNianto, D.; HAYASHI, K.; KANEDA, S.; OHTSUKA, A.; TOMITA, Y. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.77, p.878-909, 1997.

ZAVARIZE, K.C.; SARTORI, J.R.; PEZZATO, A.C. et al. Glutamina na dieta de poedeiras leves submetidas ao estresse pelo calor e à termoneutralidade. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, p. 400-406, 2011.

ZHOU, W.T; FUJITA, M.; YAMAMOTO, S. et al. Effects of glucose in drinking water on the changes in whole blood viscosity and plasma osmolality of broiler chickens during high temperature exposure. **Poultry Science**, v.77, p.644-647, 1998.