

NUTRItime

REVISTA ELETRÔNICA
www.nutritime.com.br

ISSN-1983-9006

Revista Eletrônica Nutritime, Artigo 154
v.9, n° 01 p.1693- 1703 – Janeiro/Fevereiro 2012



Artigo Número 154

EFEITO DO AMBIENTE TÉRMICO SOBRE A EXIGÊNCIA AMINOACÍDICA DE AVES

Maurício de Paula Ferreira Teixeira¹, Nelson Carneiro Baião²

¹Doutorando em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, UFMG, Brasil
E-mail: teixeirampf@hotmail.com

²Professor Associado, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, UFMG, Brasil



INTRODUÇÃO

O Brasil, segundo a Abef (2011), é o terceiro maior produtor e o maior exportador mundial de carne de frangos, apesar das crises que frequentemente assolam o país, a avicultura brasileira produz hoje o frango mais barato do mundo e de qualidade reconhecida. Esse desempenho é reflexo do investimento em pesquisas na área de nutrição, manejo, melhoramento, sanidade e ambiência, tornando a indústria avícola um dos mais modernos e eficientes segmentos do setor agropecuário. Por outro lado, a criação de frangos de corte segue enfrentando desafios à medida que atinge novos e mais altos índices produtivos. Dentre esses desafios destaca-se o estresse por calor, por influenciar negativamente o desempenho das aves.

As aves são animais homeotérmicos, com cobertura corporal dotada de penas, que favorecem certo isolamento térmico, mais dificulta a troca de calor com o meio. Além disso, não apresentam glândulas sudoríparas e possuem reduzida capacidade de troca térmica, na forma latente, fato esse justificado por seu sistema termorregulador ser mais adequado para reter calor do que para dissipá-lo (Furlan, 2006).

Desta forma, o estresse por calor é um dos maiores entraves na produção de frangos, principalmente em regiões onde predominam altas temperaturas, devido ao baixo desempenho, a imunossupressão e a alta mortalidade (Oliveira Neto et al., 2000; Naziroglu et al., 2000; Mujahid et al., 2007).

Ao sofrerem estresse por calor, as aves reduzem o consumo de alimento, a fim de diminuir a produção de calor metabólico e manter a homeotermia. No entanto, menos nutrientes são disponibilizados para o metabolismo, resultando em menor taxa de crescimento (Abu-Dieyeh, 2006). Além disso, em estresse térmico, as aves apresentam níveis elevados de corticosterona no

plasma sanguíneo, o que prejudica a deposição proteica muscular, pela alteração do *turnover* proteico, pois gera grande quantidade de calor (Yunianto et al., 1997).

Sabe-se que na moderna avicultura industrial, a otimização da produção de carne magra de alta qualidade requer um adequado e preciso suprimento de nutrientes em razão do potencial genético e das condições ambientais. Neste contexto, considerando que os requerimentos nutricionais de aves sob estresse térmico e em ambiente termoneutro podem ser diferentes, o conhecimento das exigências nutricionais de animais estressados por calor torna-se essencial para alcançar melhores índices zootécnicos.

REVISÃO DE LITERATURA

Ambiente térmico

O ambiente em que são submetidas as aves é um dos grandes responsáveis pelo sucesso ou fracasso de uma empresa avícola. Este é formado por um conjunto de fatores que podem atuar de forma direta ou indireta no organismo animal, melhorando ou piorando seu desempenho produtivo (Baêta & Souza, 1997). Dentre os fatores ambientais, as condições térmicas representadas pela temperatura, umidade e movimentação do ar, são as que afetam diretamente as aves, pois comprometem a manutenção da homeotermia (Tinôco, 2001). Como na maioria das situações as aves na indústria avícola estão confinadas, a temperatura ambiente pode ser considerada o fator de maior efeito, pois nessas condições elas apresentam pouca margem de manobra para os ajustes comportamentais necessários à manutenção da temperatura corporal (Macari et al., 2004).

Existe uma faixa de temperatura ambiental na qual o animal mantém sua homeotermia com



o mínimo de esforço dos mecanismos termorregulatórios e, na qual, o metabolismo normal fornece quantidade de calor necessária para manter a temperatura corporal adequada às atividades fisiológicas do organismo. Essa faixa de temperatura é conhecida como zona de conforto térmico ou de termoneutralidade (Furlan & Macari, 2008), dentro da qual o animal encontra condições ideais para expressar todo o seu potencial genético produtivo. Contudo, a delimitação dessa faixa varia de acordo com fatores relacionados ao animal, como idade, peso, estágio fisiológico e genético, e com fatores ambientais e nutricionais (Curtis, 1983; Manno, 2004).

Segundo a União Brasileira de Avicultura (Uba, 2009) a faixa de temperatura recomendada para frango de corte de 35 a 42 dias de idade é de 21 a 23°C, com umidade relativa entre 65% e 70%. No conforto térmico a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético (Furlan & Macari, 2008). Isto se traduz em melhor ganho de peso, conversão alimentar, produção de ovos, etc. Entretanto, em países tropicais dificilmente estes valores são encontrados em condições normais de produção, o que compromete o desempenho ótimo destes animais.

O estresse por calor tem início quando a temperatura e/ou a umidade do ambiente ultrapassa a zona termoneutra. Nesta situação a capacidade da ave de dissipar calor diminui. Com isso, a temperatura corporal sobe e logo aparecem os sintomas do estresse por calor. Aves estressadas por calor reduzem o consumo de ração. Diminuindo assim os substratos metabólicos ou combustíveis disponíveis para o metabolismo, desta forma reduzindo a produção de calor (Belay & Teeter, 1993).

Trabalhando com frango de corte, Oliveira Neto et al. (2000) verificaram que o estresse por calor influenciou o ganho de peso, que foi 16% menor em relação às aves

mantidas em conforto térmico. De maneira semelhante, Oliveira et al. (2006) observaram que as aves mantidas em ambientes de altas temperaturas no período de um a 21 dias e no período total de um a 49 dias, apresentaram redução média de 14,7% e de 22%, respectivamente, de consumo de ração em relação às aves alojadas no ambiente de conforto.

Efeitos fisiológicos do calor sobre as aves

Quando expostas ao calor, as aves ativam mecanismos fisiológicos responsáveis pela dissipação de calor e diminuem sua produção metabólica. Simultaneamente, alteram seu comportamento, abrindo as asas e mantendo-as afastadas do corpo, também aumentam o fluxo sanguíneo para a superfície corporal a fim de facilitar a dissipação do calor para o ambiente. Se ainda não for suficiente, há o aumento da frequência respiratória, ocasionando perdas excessivas de dióxido de carbono (CO₂). Assim, a pressão parcial de CO₂ (pCO₂) diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico (H₂CO₃) e hidrogênio (H⁺). Em resposta, os rins elevam a excreção de HCO₃⁻ e reduzem a excreção de H⁺ tentando manter o equilíbrio ácido-base. Esta alteração é denominada alcalose respiratória (Furlan & Macari, 2008). O aumento dos movimentos respiratórios também desencadeia uma maior contração da musculatura envolvida na respiração, gerando mais calor ao animal que pode levá-lo a hipertermia, além do desperdício energético para manutenção da estabilidade fisiológica (Furlan & Macari, 2008).

Somado a isso, a produção de calor nesses animais é particularmente alta, pois sua taxa de crescimento é suportada pelo elevado consumo de alimento, cuja eficiência de utilização de energia metabolizável é de apenas 40%, sendo o restante perdido na forma de calor (Teeter, 1994). Portanto, ao sofrerem estresse



por calor, as aves reduzem o consumo de alimento e a eficiência digestiva, a fim de diminuir a produção de calor metabólico e manter a homeotermia. No entanto, menos nutrientes são disponibilizados para o metabolismo, resultando em menor taxa de crescimento (Abu-Dieyeh, 2006).

Segundo Geraert et al. (1996) a taxa de produção de calor metabólico é reduzida quando as aves são expostas à temperatura elevada. Assim, a taxa de *turnover* proteico, que representa a síntese e a degradação de proteína, também é influenciada pela temperatura ambiente, pois gera grande quantidade de calor. Segundo Yunianto et al. (1997), estas mudanças podem ser causadas por alterações nas funções hormonais. De acordo com esses pesquisadores o hormônio corticosterona pode exercer uma importante função no controle do *turnover* proteico da musculatura esquelética em aves. Em estudo conduzido com frangos de corte desafiados pelo calor (30 e 34°C), eles observaram aumento na concentração plasmática de corticosterona e na taxa de quebra da proteína muscular.

Já os hormônios tireoidianos tiroxina (T_4) e triiodotironina (T_3), que são diretamente relacionados ao metabolismo animal (Sahin et al., 2002), apresentam suas concentrações plasmáticas influenciadas negativamente pela temperatura ambiental (Yahav et al., 1997). Dessa forma, aves mantidas sob altas temperaturas apresentam níveis plasmáticos destes hormônios diminuídos, reduzindo a atividade da bomba de sódio e potássio e o consumo de oxigênio pelas células animais, ocasionando redução da taxa metabólica (Chen et al., 1994). Jonier & Huston (1957) verificaram redução no tamanho da glândula tireóide em frangos de corte estressados por calor, o que resultou em redução da atividade desta glândula e em redução da taxa metabólica.

Segundo Oliveira Neto et al. (2000), altas temperaturas provocam modificações no tamanho dos órgãos, consistindo em ajuste fisiológico para reduzir a produção de calor corporal. Isto foi verificado por Oliveira et al. (2002), que encontraram redução nos pesos relativos do fígado e do coração de frangos de corte sob estresse térmico (32°C) e por Laganá et al. (2005b), que trabalhando com frangos de corte estressados por calor (25-32°C e UR 65%), observaram redução no peso do fígado das aves, provavelmente em razão da redução na taxa metabólica.

O sistema sanguíneo também é sensível às mudanças de temperatura, consistindo num importante indicador das respostas fisiológicas das aves a agentes estressores (Laganá et al., 2005a). De acordo com Yahav et al. (1997), o aumento da temperatura ambiente, reduziu a concentração de hemoglobina de 10,34 para 9,77g dL⁻¹ e aumentou o hematócrito em frangos submetidos a estresse agudo por calor. Laganá et al. (2005a) verificaram que o ambiente influenciou a concentração de hemoglobina e de heterófilos. De acordo com os últimos autores, a diminuição no hematócrito em altas temperaturas estaria associada com a necessidade de reduzir a viscosidade do sangue durante a vasodilatação.

Em altas temperaturas as aves também apresentam seu sistema imunológico suprimido, devido aos níveis elevados de corticosterona, ocasionando involução do tecido linfóide e, conseqüentemente, supressão imunológica (Rosales et al., 1989). Estes mesmos autores encontraram em aves criadas em ambientes com temperaturas elevadas, atrofia de todos os órgãos linfóides (timo, baço e bursa de Fabrício), levando a redução do número de linfócitos circulantes (Borges et al., 2004). Donker & Beuving (1989) comprovaram que a corticosterona injetável em frangos diminui o peso relativo do timo em 71%, da bursa em 57% e do baço em 35%. Estes resultados são



consistentes com a ideia de que os estressores e a corticosterona têm efeito catabólico sobre os órgãos linfoides e que a perda de peso, acompanhada da atrofia e da regressão dos órgãos linfoides, são bons indicativos de estresse pelas aves.

Calor x Proteína/aminoácidos

Aves estressadas por calor reduzem o consumo de ração e com isso a ingestão diária de proteína também é reduzida. Assim, alguns autores recomendam elevar a concentração proteica na ração para que as aves mantenham adequada ingestão desse nutriente (Temim et al., 2000; Gonzalez-Esquerria & Lesson, 2005). Entretanto, a proteína bruta proporciona maior incremento calórico em comparação aos lipídios e aos carboidratos (Musharaf & Latshaw, 1999). Além disso, rações com elevado teor de proteína bruta, formuladas para suprir as exigências aminoacídicas de frangos, fornecem quantidades desse nutriente superiores às necessidades das aves, ocasionando excesso de aminoácidos circulantes, que, ao serem metabolizados, aumentam a produção de calor corporal, prejudicando o desempenho das aves (Dionízio et al., 2005; Silva et al., 2006).

Desse modo, tem sido proposta a redução do teor proteico da ração e a suplementação com aminoácidos sintéticos para frangos de corte mantidos sob estresse por calor (Cheng et al., 1999). No entanto, os resultados alcançados com a redução dos níveis de proteína na dieta de frangos sob estresse térmico não têm sido consistentes.

Oliveira et al. (2010) concluíram que o nível de proteína bruta para frangos de corte machos na fase de crescimento mantidos em ambiente de estresse por calor pode ser reduzido de 21,6 a 17,6% quando a ração é suplementada com aminoácidos sintéticos, pois essa redução não prejudica as

características de desempenho nem o rendimento de cortes nobres. No entanto, Faria Filho et al. (2006) utilizando dietas com baixa proteína (18,0, 16,5 e 15,0%) formuladas pelo conceito de proteína ideal, observaram pior desempenho para frangos, de 42 a 49 dias de idade, criados em estresse por calor.

As exigências nutricionais das aves, com poucas exceções, foram estimadas a partir de animais saudáveis, alojados em ambientes dentro da faixa de conforto térmico. Assim, o desequilíbrio de aminoácidos geralmente não é um problema, à exceção de uma possível ligeira redução no desempenho. Contudo, em condições de altas temperaturas, o excesso de aminoácidos será catabolizado e excretado na forma de ácido úrico, este processo está associado a um aumento na produção de calor, o que eleva o estresse térmico e conseqüentemente afeta a taxa de sobrevivência e o desempenho das aves. Deste modo, provavelmente em temperaturas elevadas o balanço correto de aminoácidos na ração seja mais importante que em temperaturas termoneutras. Além disso, o balanço correto de aminoácidos em ambientes termoneutros pode não ser aplicável em temperaturas de estresse por calor (Brake et al., 1998).

Neste contexto, Cella et al. (2001), trabalhando com frango de corte de um a 21 dias de idade, observaram que em ambiente termoneutro as aves exigem 1,4% de lisina total, já quando estressadas por calor (33,5°C) a exigência é de 1,285%. De forma semelhante Borges et al. (2002) encontraram exigência de lisina total de 1,20%, para frangos de corte no período de um a 21 dias de idade, submetidos às temperaturas elevadas (29,1°C).

Carvalho et al. (2004), trabalhando com poedeiras leves no período final de postura (44 a 55 semanas) submetidas a estresse térmico e alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de lisina total (0,541 a 0,861%), observaram



efeito linear ($P < 0,05$) para consumo de ração e conversão alimentar. Esses autores concluíram que a exigência de lisina total para poedeiras leves submetidas ao estresse térmico é igual ou superior a 0,861%, correspondendo a um consumo médio equivalente a 786 mg de lisina total/ave/dia.

A manutenção da relação da lisina com os demais aminoácidos é fundamental na avaliação de níveis de lisina para frangos de corte, pois possibilita à ave expressar todo o seu potencial genético (Cella et al., 2001). De acordo com Kidd et al. (1997), alterar o nível de lisina na ração, sem considerar os demais aminoácidos, pode resultar em desempenho limitado por deficiência de algum outro aminoácido essencial.

Um aspecto importante a ser considerado é o antagonismo entre lisina e arginina, pois o excesso de um eleva a exigência do outro (Jones, 1964; Austic & Scott, 1975). Este antagonismo promove expressiva elevação da atividade da arginase renal, induzindo à degradação da arginina, e leva à redução na atividade da glicina amidinotransferase, enzima que utiliza arginina e glicina como substratos juntamente com a metionina na síntese de creatina muscular (Jones et al., 1967). Em condições de temperatura normal, a relação arginina: lisina (Arg: Lis) recomendada para frangos de corte é de 1,1:1 (NRC, 1994) ou de 1,12:1 (Mack et al., 1999), com base em aminoácidos totais e 1,08:1 (Rostagno et al., 2000), quando apresentada com base em aminoácidos digestíveis verdadeiros.

A arginina é um aminoácido essencial considerado um dos mais limitantes em dietas à base de milho e farelo de soja para aves (Edmonds et al., 1985). As aves, por não apresentarem o ciclo da ureia funcional, apresentam a exigência de arginina bem maior que os mamíferos (Baker, 1991). Allen & Baker (1972) mostraram que a exigência de arginina é aumentada pelo excesso de

lisina na dieta. Balnave & Oliva (1991), verificaram que a digestibilidade da arginina diminuiu significativamente com o aumento da temperatura ambiente (30°C) enquanto que não afetou a digestibilidade da lisina. Mendes et al. (1997) verificaram que o aumento da relação Arg:Lis melhorou a conversão alimentar e o rendimento de carcaça e reduziu a gordura abdominal em frangos de corte, criados sob diferentes condições ambientais (quente, neutro e frio). Gadelha (2004) comprovou que a suplementação de arginina em níveis elevados (2,06%) pode contribuir para reduzir problemas de perna de aves em estresse por calor se mantida relações de 1,05 a 1,1 com lisina. No entanto, Costa et al., (2001) não observaram efeito do aumento da relação Arg:Lis sobre o desempenho de frangos de corte de três a seis semanas de idade criados em condições de alta temperatura ambiente.

Chamruspollert et al. (2004a) registraram exigência de arginina total de 1,26% para ganho de peso e de 1,27% para conversão alimentar, utilizando pintos de corte Ross de um a 21 dias de idade, sob temperatura controlada de 25°C . Porém, a 35°C os valores de exigência foram de 1,15% para ganho de peso e 1,13% para conversão alimentar (Tabela 1). A mudança na exigência dos aminoácidos em aves estressadas por calor é esperada, devido alterações na digestibilidade, absorção e metabolismo de aminoácidos (Balnave & Oliva., 1991; Dibner et al., 1992; Mitchell & Carlisle., 1992). Chamruspollert et al. (2004b) observaram que frangos criados a 35°C apresentaram menor atividade da arginase renal e tiveram menor quantidade de creatina e creatinina em suas excretas que frangos criados a 25°C . Portanto, frangos sob estresse térmico apresentam menor metabolismo da arginina, exigindo menor quantidade deste aminoácido quando criados em conforto térmico.



As altas concentrações de lisina na dieta podem influenciar a atuação e as exigências de arginina, que, por sua vez, interferem nas exigências de metionina, afetando o desenvolvimento das aves (Chamruspollert et al., 2002). Esses autores constataram que altos níveis de arginina na dieta inicial (1,52, 2,52 e 3,52%) reduziram o desempenho de frangos de corte de um a 14 dias de idade. Eles observaram interação tripla arginina × lisina × metionina e interferência no metabolismo da arginase renal e na creatina muscular, indicando que o equilíbrio entre esses aminoácidos deve ser preservado. Balnave & Oliva (1991) relataram menor exigência de metionina em frangos de corte estressados por calor. Chamruspollert et al. (2004a) observaram, em frangos de corte de sete a 21 dias de idade submetidos a temperaturas ambientais diferentes (25 e 35°C) e recebendo dietas contendo 1,52 e 2,52% de arginina suplementada com diferentes níveis de metionina, que as aves alojadas a 35°C exigiram menor quantidade de metionina quando receberam excesso de arginina na dieta (Tabela 1).

Shan et al., (2003), objetivando investigar a influência da temperatura sobre as exigências de treonina em frangos de corte, verificaram melhor ganho de peso dos animais submetidos a 25°C quando suplementaram com 0,733% de treonina na ração. Já as aves mantidas em ambiente com 35°C tiveram maior ganho de peso com uma suplementação de 0,752% de treonina na ração. Esses mesmos autores, em um segundo experimento, verificaram o efeito da temperatura sobre as exigências de triptofano para frangos de corte e

observaram melhor ganho de peso dos frangos criados a 25°C com a suplementação de 0,151% de triptofano na ração e para os animais alojados a 35°C o melhor nível encontrado foi de 0,144%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor avícola exige a cada dia, novos e mais altos índices zootécnicos, e um dos grandes limitantes desta atividade é a temperatura elevada, que pode ser encontrada em muitas regiões do globo. As aves quando estressadas por calor apresentam algumas alterações fisiológicas na tentativa de manter a homeotermia, como modificações no metabolismo proteico, pois a síntese e a degradação de proteína geram grande quantidade de calor. Deste modo, as exigências nutricionais destes animais sob estresse térmico tendem a diferir das exigidas pelas aves quando em ambiente termoneuro, fundamentando a necessidade de mais pesquisas sobre este tema, pois na moderna avicultura industrial, a otimização da produção de carne magra de alta qualidade requer um adequado e preciso suprimento de nutrientes em razão do potencial genético e das condições ambientais.

Entretanto, para se viabilizar um empreendimento avícola durante períodos de temperaturas elevadas primeiramente deve-se pensar em manejo e ambiência adequados para cada região, e só então buscar alternativas nutricionais que minimizem o impacto do estresse térmico sobre estes animais.



Tabela1. Exigência de arginina (experimento 1) e metionina (experimento 2) de frangos de corte criados a 25°C e 35 ° C, utilizando-se como parâmetros o ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA)

Experimento	Parâmetro	Temperatura		
		25°C	35°C	
Exigência de arginina				
Experimento 1	GP	1,26 ± 0,03	1,15 ± 0,03*	
	CA	1,27 ± 0,02	1,13 ± 0,02*	
	Média	1,27	1,14	
Exigência de metionina				
Experimento 2				
	1,52% Arg	GP	0,43 ± 0,01	0,43 ± 0,02
		CA	0,48 ± 0,03	0,43 ± 0,03
	Média	0,46	0,43	
2,52% Arg	GP	0,59 ± 0,03†	0,50 ± 0,02*†	
	CA	0,57 ± 0,02†	0,49 ± 0,02*	
	Média	0,58	0,50	

* Diferença significativa entre os frangos criados a 25 e 35 °C, pelo teste de Duncan (P < 0.05)

† Diferença significativa entre os frangos alimentados com 1,52% e 2,52% Arg na mesma temperatura, pelo teste de Duncan (P < 0.05).

Fonte: Adaptada de Chamruspollert et al. (2004a)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEF. **Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frango**. Disponível em < http://www.abef.com.br/Relatorios_Anuais.php > Acesso em: 06/01/2011.

ABU-DIEYEH, Z.H.M. Effect of high temperature per se on growth performance of broilers. **Int. J. Poult. Sci.**, v.5, n.1, p.19-21. 2006.

ALLEN, N.K.; BAKER, D.H., Effects of excess lysine on the utilization and requirement for arginine by the chick. **Poult. Sci.** v.51, n.3, p. 902-906. 1972.

AUSTIC, R.E; SCOTT, RL. Involvement of food intake in the lysine-arginine antagonism in chicks. **J. Nutr.** v. 105, n. 9, p.1122-31, 1975.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais**: conforto animal. Viçosa: Editora UFV, 1997. 246p.

BAKER, D.H.; MOLITORIS, R. A. Partitioning of nutrients for growth and other metabolic functions: Efficiency and priority considerations. **Poult. Sci.** v.70, n.8, p. 1797-1805, 1991.

BALNAVE, D.; OLIVA, A. G. The influence of NaHCO₃ and sulfur amino acids on the performance of broilers at moderate and high temperatures. **Aust. J. Agric. Res.** 42:1385-1397,1991.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poult. Sci.**, Champaign, v.72, n.2, p.116-124, 1993.



BORGES, A.F.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T.; ORLANDO, U.A.D.; FERREIRA, R.A. Exigência de lisina para pintos de corte machos mantidos em ambiente com alta temperatura. **Rev. Bras. de Zootec.**, v. 31, n. 1, p. 394-401, 2002.

BORGES, S. A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; MAJORKA, A., et al. Physiological responses of broiler chickens to heat stress and dietary electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalents per kilogram). **Poult. Sci.**, v. 83, n. 9, p. 1551-1558, 2004.

BRAKE, J.; BALNAVE, D.; DIBNER, J.J. Optimum dietary arginine:lysine ratio for broiler chickens is altered during heat stress in association with changes in intestinal uptake and dietary sodium chloride. **Br. Poult. Sci.**, v.39, n.5, p.639-647, 1998.

CARVALHO, D.C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências nutricionais de lisina para poedeiras leves no período final de postura, submetidas a estresse térmico. **Rev. Bras. Ciênc. Avíc.**, Suplemento 6, p.102, 2004.

CELLA, P.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.T.M. Níveis de lisina mantendo a relação aminoacídica para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, em diferentes ambientes térmicos. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.30, n.2, p.433-439, 2001.

CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI G. M.; BAKALLI, R. I. Chick responses to dietary arginine and methionine levels at different environmental temperatures. **Br. Poult. Sci.** v.45, v.1, p. 93-100, 2004b.

CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI G. M.; BAKALLI, R. I. Dietary interrelationships among arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks. **Br. J. Nutr.** v.88, n.6, p. 655-660. 2002.

CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI G. M.; BAKALLI, R. I. Influence of Temperature on the Arginine and Methionine Requirements of Young Broiler Chicks. **J. Appl. Poult. Res.** v.13, p. 628-638, 2004a.

CHEN, C.L.; SANGIAH, S.; CHEN, H.; RODER, J., et al. Effects of heat stress on Na⁺, K⁺-ATPase, Mg⁺-activated ATPase, and Na⁺-ATPase activities of broiler chickens vital organs. **J. Toxicol. Environ. Health**, v.41, p.345-356, 1994.

CHENG, T.K.; HAMRE, M.L.; COON, C.N. Effect of constant and cyclic environmental temperatures, dietary protein, and amino acid levels on broiler performance. **J. Appl. Poult. Res.** v.8, p.426-439, 1999.

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; TOLEDO, R.S. et al. Efeito da relação arginina:lisina sobre o desempenho e qualidade da carcaça de frangos de corte de 3 a 6 semanas de idade, em condições de alta temperatura. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.6, p.2021-2028, 2001. (suplemento)

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture.** Ames: Iowa State University Press, 1983. 409p.

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. **Poult. Sci.** v.71, p.1900-1910, 1992.



SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Ver. Bras. Zootec.**, v.35, p.840-848, 2006.

DONKER, R. A.; BEUVING, G. Effect of corticosterone infusion on plasma corticosterone concentration, antibody production, circulating leukocytes and growth in chicken lines selected for humoral immune responsiveness. **British Poult. Sci.**, v. 30, n. 3, p. 361-369, 1989.

EDMONDS, M.S.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. Limiting amino acid in low-protein corn-soybean meal diets feed to growing chicks. **Poult. Sci.**, v.64, p.1519-1526, 1985.

FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; FIGUEIREDO, D.F. et al. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. **Pesq. Agropec. Bras.** v.41, n.1, p.101-106, 2006.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. **Anais...Chapeco:** Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, 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: FUNEP, 2008, p. 209-230.

GADELHA, A.C. Resposta produtiva, imune e desenvolvimento ósseo de frangos de corte alimentados com diferentes relações de arginina e lisina digestíveis. [Tese]. Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista; 2004.

GERAERT, P.A., PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. **British Poult. Sci.**, v.75, p.195-204, 1996.

GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LESSON, S. Effects of acute versus chronic heat stress on broiler response to dietary protein. **Poult. Sci.**, v.84, p.1562-1569, 2005.

JONES JD, PETERSBURG SJ, BURNETT PC. The mechanism of the lysine-arginine antagonism in the chick: effect of lysine on digestion, kidney arginase, and liver transaminase. **J. Nutr.** v. 93, p. 103-16. 1967

JONES JD. Lys-arg antagonism in the chick. **J. Nutr.** v.849, p.313-21. 1964.

JONIER, W.P.; HUSTON, T. M. The influence of high environmental temperature on immature domestic fowl. **Poult. Sci.**, v.36, p.973-978, 1957.

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

LAGANÁ, C.; REBEIRO, A.M.L.; GONZALES, F.H.D. et al. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em estresse por calor. **Boletim da Indústria animal**, v.62, n.2, p.157-165, 2005a.



LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A. M. L.; KESSLER, A. M. et al. Influência do nível nutricional da dieta no rendimento de órgãos e gordura abdominal em frangos estressados por calor. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.6, n.2, p. 59-66, 2005b.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A. A.; NAAS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: Facta, p.137-156, 2004.

MACK, S.; BERCOVICI, D.; GROOTE, G.; LECLERCQ, B.; SCHUTTE, J.B. Ideal amino acid profile and dietary lysine specifications for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **Br. Poult. Sci.**, v.40, n.2, p.257-263, 1999.

MANNO, M.C. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos em crescimento. 2004. 40f. Dissertação (Mestrado em Bioclimatologia Animal) Universidade Federal de Viçosa, 2004.

MENDES, A.A., WATKINS, S.E., ENGLAND, J.A. et al. Influence of dietary lysine levels and arginine:lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. **Poult. Sci.**, v. 76, p. 472-481, 1997.

MITCHELL, M. A.; CARLISLE A. J. The effects of chronic exposure to elevated environmental temperature on intestinal morphology and nutrient absorption in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Comp. Biochem. Physiol.** v. 101A, p. 137-142. 1992.

MUJAHID, A.; AKIBA, Y.; TOYOMIZU, M. Acute heat stress induces oxidative stress and decreases adaptation in young white leghorn cockerels by downregulation of avian uncoupling protein. **Poult. Sci.**, v. 86, p. 364-71, 2007.

MUSHARAF, N.A.; LATSHAW, J.D. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. **World. Poult. Sci. J.**, v.55, p.233-240, 1999.

NAZIROĞLU, M., ŞAHİN, K., ŞİMŞEK, H., et al. The effects of food withdrawal and darkening on lipid peroxidation of laying hens in high ambient temperatures. **Dtsch. Tierärztl. Wschr.**, v.107, p.199-202, 2000.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed. Washington: National Academy of Sciences, 155p. 1994.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **R. Bras. Zootec.**, v.29, n.1, p. 183-190, 2000.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVEIRA, G.A.; DONZELE, J.L. et al. Avaliação do efeito da temperatura ambiente sobre as características de carcaça e o crescimento de órgãos de frangos de corte, dos 22 aos 42 dias. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39,2002. Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia.2002. 1CD-ROM.



OLIVEIRA, W. P.; Oliveira, R. F. M.; Donzele, J. L. et al. Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de estresse por calor. **R. Bras. Zootec.** Viçosa, v. 39, n. 2010.

ROSALES, A.G.; VILLEGAS, P.; LUKERT, P.D., et al. Isolation, identification and pathogenicity of two field strains of infectious Bursal Virus. **Avian Disease**, v.33, p.35-41, 1989.

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.

SAHIN, K.; KÜÇÜK, O.; SAHIN, N. et al. Effects of vitamin C and vitamin E on lipid peroxidation, status, serum hormones, metabolite and mineral concentrations of japanese quails reared under heat stress (34°C). **Int. J. Vit. Nutr. Res.**, v.72, p.91-100, 2002.

SHAN, A.S.; STERLING, K.G.; PESTI, G.M. et al. The influence of temperature on the threonine and tryptophan requirements of young broiler chicks. **Poult. Sci.**, v.82, p.1154-1162. 2003.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Rev. Bras. Zootec.**, v.35, p.840-848, 2006.

TEETER, R.G. Optimizing production of heat stressed broilers. **Poultry Digest**, mount morris, v.53, p.10-27, 1994.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; GUILLAUMMIN, S. et al. Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens? **Poult. Sci.**, v.78, p.312-317, 2000.

TINÔCO, I.F.F. Avicultura Industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas Brasileiros. **Rev. Bras. Ciênc. Avic.**, Campinas, v.3, n.1, p1-26, 2001.

UBA – União Brasileira de Avicultura. Norma Técnica de Produção Integrada de Frango. São Paulo: UBA, 2009. 64 p.

YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. **Poult. Sci.**, Champaign, v.76, n.4, p.627-633. 1997.

YUNIANTO, V.D.; HAYASHI, K.; KANEDA, A., 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, 1997.