

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

USO DE VITAMINAS E MINERAIS EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE EM AMBIENTES QUENTES¹

CHRISTINE LAGANÁ², ANDRÉA MACHADO LEAL RIBEIRO³

²Pólo Regional do Leste Paulista, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Caixa postal 01, CEP 13910-000, Monte Alegre do Sul, SP, Brasil.

E-mail: christine@aptaregional.sp.gov.br

³Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa postal 776, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.

RESUMO: Altas temperaturas prevalecem na maioria das regiões brasileiras a maior parte do ano, e para manter a posição obtida em escala de produção e exportação, torna-se relevante que o estímulo às novas pesquisas e informações técnicas sejam melhor detalhadas, na determinação da otimização da criação em condições de estresse por calor. De maneira geral, pesquisas têm demonstrado que aves estressadas necessitam de maior aporte de vitaminas e minerais. Aliado a isto, soma-se o fato de que nas épocas quentes do ano o consumo voluntário de ração diminui e que a estabilidade das vitaminas nos premixes tende a diminuir no verão. Esta revisão procurou apresentar de maneira resumida algumas estratégias, principalmente no que se refere ao uso de alguns minerais e vitaminas, na tentativa de minimizar os efeitos deletérios do calor na produtividade de frangos de corte

Palavras-chave: estresse por calor, frango de corte, minerais, vitaminas.

VITAMINS AND MINERALS USE IN HEAT STRESSED POULTRY DIETS

ABSTRACT: In order to keep a good position in the world poultry production, Brazilians producers have to improve their knowledge about stress conditions in high temperatures, due to the temperatures of most area of our country and mainly in the scene of global warming. Research has shown higher needs of vitamins and minerals in the diet of heat stresses birds, but during the hotter periods of the year their consumption of food decreases and the vitamins stability of the pre-mixes also tend to decrease. This literature review resumes some strategies to minimize heat-warming effects in the poultry production.

Key words: heat stress, poultry, minerals, vitamin.

INTRODUÇÃO

O frango de corte é um animal doméstico geneticamente aprimorado para rápido crescimento, com o mais eficiente desempenho que se conhece. Com os avanços da genética e nutrição voltados para um crescimento rápido, com máxima deposição protéica, principalmente de peito e coxa, melhor utilização dos nutrientes da dieta e boas conversões alimentares, o metabolismo das aves ficou ainda

mais acelerado. Entretanto sua capacidade termorreguladora continuou deficiente para enfrentar grandes desafios das altas temperaturas.

Paralelo aos avanços alcançados, a avicultura tem hoje, segundo MITCHELL (2001), uma maior incidência de problemas sanitários, maior susceptibilidade ao estresse e redução na qualidade da carne com o aparecimento de defeitos na cor e textura.

Altas temperaturas prevalecem na maioria das regiões brasileiras a maior parte do ano, e para manter a posição obtida em escala de produção e exportação, torna-se relevante que o estímulo às novas pesquisas e informações técnicas sejam melhor detalhadas, na determinação da otimização da criação em condições de estresse por calor.

A temperatura ambiente pode ser considerada o fator físico de maior efeito no desempenho de frangos de corte, já que exerce grande influência no consumo de ração (TEETER *et al.*, 1984; CERNIGLIA *et al.*, 1983) e com isto, afeta diretamente o ganho de peso e a conversão alimentar. Durante o estresse por calor há uma redução na eficiência dos alimentos. Esta redução pode também ser devida a digestibilidade alimentar mais baixa, a primeira etapa da utilização do alimento.

MORGAN (1990) e CZARICK e TYSON (1990) concluíram que a primeira resposta da ave ao estresse por calor é o decréscimo no consumo de alimentos, ou seja, a perda do apetite, deixando de receber os nutrientes essenciais para a produtividade e o seu bem-estar, diminuindo a produção e aumentando a mortalidade. A segunda resposta é a perda de água do organismo, levando à desidratação.

Sabemos que a maior parte das linhagens de frango modernas foram geneticamente melhoradas para as exigências de países temperados. A extensão da escala comercial destas linhagens para países tropicais e semitropicais criou a necessidade de reavaliar suas exigências nutricionais de forma a permiti-las executar satisfatoriamente seu máximo desempenho em altas temperaturas ambientais.

De maneira geral, pesquisas têm demonstrado que aves estressadas necessitam de maior aporte de vitaminas e minerais (COELHO e McNAUGHTON 1995; MILTENBURG, 1999; EL-BOUSHY, 1988). Aliado a isto, soma-se o fato de que nas épocas quentes do ano o consumo voluntário de ração diminui e que a estabilidade das vitaminas nos premixes tende a diminuir no verão. No entanto, isto não quer dizer que a suplementação vitamínica resolva, por si, problemas de estresse por calor. (RIBEIRO e LAGANÁ, 2002). Ainda assim, poucos experimentos têm sido conduzidos para determinar exigências e disponibilidade de vitaminas e minerais durante estas épocas.

Vitaminas

As vitaminas são nutrientes essenciais para o desenvolvimento animal por participarem como cofatores em reações metabólicas e permitir a maior eficiência dos sistemas de síntese no organismo animal (RUTZ *et al.*, 2002). As vitaminas estão presentes nos ingredientes utilizados nas dietas ou podem ser suplementadas em forma de premix (aproximadamente 0,05% da dieta). Geralmente nutricionistas fornecem níveis mínimos necessários para o máximo desempenho e lucro, acrescidos de margem de segurança baseados em experiências práticas (RUTZ *et al.*, 2002). Os critérios utilizados para determinar as exigências são: 1) determinar os fatores na granja que influenciam a suplementação vitamínica; 2) determinar os objetivos a serem alcançados com o mínimo custo; 3) determinar uma margem de segurança para fatores estressantes que possam vir a aparecer entre lotes e locais (COELHO e McNAUGHTON, 1995).

Dentre outras funções, as vitaminas participam do metabolismo como imunomoduladores para melhorar as funções imunológicas e a resistência a infecções em aves e outros animais domésticos (RUTZ *et al.*, 2002).

Climas quentes limitam a performance e a sobrevivência de frangos. MILLER e QUERSHI (1991) demonstraram que aves expostas a estresse ambiental de várias naturezas apresentavam depressão do sistema imunológico. Quando galinhas foram expostas a temperaturas variando de 32,2 a 43,0°C por períodos curtos de temperaturas elevadas intermitentes, ou ciclos de altas temperaturas constantes, a resposta imune foi reduzida significativamente.

A suplementação extra de vitaminas e minerais tem sido uma técnica adotada nas formulações de rações para aves submetidas ao EPC, já que modificações nas instalações de criações e sistemas de refrigeração são alternativas muito caras.

PARDUE e THAXTON, (1984); PARDUE *et al.*, (1985) observaram que o desempenho e a função imunológica de aves submetidas a estresse térmico melhorou significativamente com o aumento dos níveis de vitamina C e vitamina E (EL-BOUSHY, 1988).

O uso de vitamina C tem sido proposto para a redução do estresse nos frangos de corte. As aves

sintetizam o ácido ascórbico para crescimento e metabolismo, mas o aumento da temperatura de 21 °C para 31 °C reduz a produção do ácido ascórbico, sendo esse efeito resultado da exaustão dos estoques e quantidades de vitaminas sintetizadas. No entanto, devido à fácil oxidação desse produto, o seu uso torna-se complicado em nível de campo (FURLAN e MACARI, 2002).

A suplementação com ácido ascórbico melhora a resposta imunológica e a resistência a doenças em aves (PARDUE *et al.*, 1985). Na primeira linha de defesa contra patógenos, a fagocitose por neutrófilos envolve o aumento da utilização de ácido ascórbico e desidroascórbico. Além disso, infecções virais causam depleção de ácido ascórbico em leucócitos, resultando em vários graus de imunossupressão não específica (THOMAS e HOLT, 1978). O ácido ascórbico é frequentemente usado como suplemento dietético para compensar o efeito deletério do calor na avicultura, embora isto ainda gere controvérsias (PARDUE e THAXTON, 1986). Uma situação que o ácido ascórbico tem demonstrado efeito benéfico é na prevenção da deterioração da qualidade da casca (BALNAVE e ZHANG, 1992).

O fornecimento adicional de ácido ascórbico (vitamina C), das vitaminas A, E, D e tiamina pode melhorar o desempenho em altas temperaturas. Durante o estresse por calor a ave tenta manter sua temperatura corporal aumentando a taxa respiratória, isto é, através da evaporação da água metabólica, o que pode aumentar consideravelmente a exigência de água (PLAVNIK, 2003).

Em seu estudo, VATHANA *et al.* (2002) forneceram vitamina C foi suplementada em água para galinhas de 270 dias na proporção de 0, 20 e 40mg/ave/dia durante 42 dias com temperaturas diariamente altas (28-30°C) e UR de 82-85%. Os tratamentos onde as aves receberam suplementação resultaram em menores índices de mortalidade (2,2% e 5,6% para 40 e 20mg de vitamina C/dia, respectivamente) do que o grupo sem suplementação (8,9%). A suplementação não alterou o consumo de ração, entretanto, a partir da terceira semana as aves com suplementação apresentaram melhores conversões alimentares. Segundo os autores, a vitamina C aumenta a secreção de corticosterona e isto pode ser uma estratégia útil no controle do estresse.

O estresse por calor estimula a liberação de corticosteróides e catecolaminas e inicia peroxidação

dos lipídios nas membranas, incluindo membranas de linfócitos T e B. TENGEDY (1989) sugeriu que a suplementação de vitamina E é muito efetiva nestes casos, porque vitamina E pode reduzir os efeitos negativos dos corticosteróides liberados no estresse.

A vitamina E protege conseqüentemente células e tecidos dos danos oxidativos induzidos pelos radicais livres. Por sua natureza lipossolúvel, a vitamina E está localizada em nível de membrana, sabidamente de constituição lipoprotéica. Estruturalmente, ela reside entre os ácidos graxos componentes de fosfolipídeos, exercendo a função mais conhecida, ou seja, a de antioxidante natural. Nesta função também atuam outras substâncias lipossolúveis denominadas de carotenóides. Além destes compostos, este papel biológico é coadjuvado intracelularmente por compostos reconhecidamente de natureza hidrossolúvel como a vitamina C e a glutatona peroxidase dependente de selênio.

O efeito de diferentes concentrações de vitamina E em dietas foi investigado em galinhas de postura expostas ao estresse crônico de 32 °C da 26ª a 30ª semana de idade. A dieta controle continha 10 mg de tocoferol kg⁻¹ e as demais suplementadas com 125, 250, 375 e 500mg de tocoferol kg⁻¹. Metade das aves recebeu a suplementação por 4 semanas antes do estresse (suplementação de curta duração), a outra metade recebeu suplementação 4 semanas antes, 4 durante e 8 depois do estresse (suplementação de longa duração). A suplementação de longa duração com a vitamina E a 250mg kg⁻¹ foi a que melhor aliviou o efeito do estresse crônico, aumentando significativamente a produção de ovos, quando comparada à dieta controle no estresse por calor, sem, no entanto, aumentar o consumo alimentar e o peso dos ovos (LEE, *et al.*, 1999).

Todos os elementos do sistema antioxidante interagem entre si de forma eficiente. Esta interação provavelmente inicia ao nível de absorção de nutrientes e continua no metabolismo. Por exemplo, o selênio dietético poupa a vitamina E, de forma que galináceos (THOMPSON e SCOTT, 1970) e patos (DEAN e COMBS, 1981) apresentam concentrações mais elevadas de vitamina E no plasma ao receberem dietas suplementadas com selênio. Por outro lado, a vitamina E mantém o selênio no organismo de uma forma ativa, impedindo a sua perda do organismo. Além disso, ao impedir a destruição dos lipídeos de membrana, impedindo a produção de hidroperóxidos, reduz a quantidade de glutatona

peroxidase necessária para destruir peróxidos dentro do citosol das células (McDOWELL, 1996).

A vitamina C e a vitamina E interagem metabolicamente. A vitamina C melhora a atividade antioxidante da vitamina E ao reduzir os radicais de tocoferoxila para a forma ativa da vitamina E (JACOB, 1995) ou ao poupar a vitamina E disponível (RETSKY e FREI, 1995).

A resposta imunológica de cobaias aumenta quando receberam dietas contendo níveis elevados de vitaminas E e C (BENDICH *et al.*, 1984). Gonzalez-VEGA-AGUIRRE *et al.* (1995) demonstraram que a combinação de 200 ppm de vitamina C e 75UI kg⁻¹ de vitamina E melhorava os níveis de anticorpos de frangos de corte contra a *Brucella abortus* e para o vírus vivo e morto da Newcastle.

CAMPO e DÁVILA (2002), observaram que 250ppm de vitamina E e 250 ppm de niacina diminuíram significativamente a relação heterófilo/linfócito (H/L) em galinhas estressadas pelo calor (0,43±0,07 vs 0,65±0,07 e 0,45±0,07 vs 0,66±0,07, respectivamente). Galinhas com dietas suplementadas com 1000 ppm de vitamina C, 250ppm de vitamina E, 0,5% de triptofano e 250ppm de niacina tiveram significativa linfopenia. As aves estressadas com adição de 2% de ácido láctico tiveram significativo aumento na relação H/L quando comparadas às aves em termoneutralidade. (1,19±0,20 vs 0,62±0,20). O aumento observado foi devido a uma heterofilia. Os resultados sugeriram que a vitamina E e a niacina são efetivas para aliviar os efeitos do estresse pelo calor, enquanto que o ácido láctico reforça a indução do estresse por altas temperaturas.

PUTHPONGSIRIPORN *et al.* (2001) concluíram que a suplementação de 65UI de vitamina E kg⁻¹ da dieta de poedeiras melhorou a resposta imunológica durante o estresse por calor ao elevar a proliferação de linfócitos. A suplementação de 65UI kg⁻¹ de acetato de dl-alfa-tocoferol e 1000ppm de vitamina C propiciaram uma melhora acentuada na proliferação de linfócitos em aves expostas ao calor do que aquelas que receberam somente a suplementação de vitamina E. A combinação destas duas vitaminas aumentou a produção de ovos e a proliferação de linfócitos quando o sistema imune foi desafiado.

BARRETO *et al.* (1999), adicionando níveis de vitamina E (25 a 750mg kg⁻¹) na dieta de frangos de cor-

te, verificaram que para cada aumento de 25 mg de vitamina E na dieta, há incremento de 5,49g no peso corporal, melhoria de 0,0038 pontos na conversão alimentar e aumento de 8,57mg de a-tocoferol na carne de peito de frangos de corte.

FERKET e QHRESHI (1992) demonstraram ser benéfica a suplementação de um complexo vitamínico na água (vitamina A, D, E e complexo B e eletrólitos (NaCl e K) em condições de estresse por calor. A suplementação proporcionou melhor ganho de peso e conversão, menor mortalidade e melhora no sistema imune das aves, com produção de anticorpos IgG e macrófagos, mas não proporcionou aumento na capacidade fagocítica de macrófagos. Por outro lado, nas mesmas condições, os autores não encontraram efeito benéfico na suplementação com eletrólitos.

COELHO e McNAUGHTON (1995) submeteram frangos de corte a diferentes condições de estresses (cama usada, densidade de aves, desafio com coccidiose, gordura peroxidada, contaminação com micotoxinas e densidade da dieta) associados a diferentes níveis de premixes vitamínicos (níveis indicados pelo NRC e níveis 25% abaixo e 25% acima dos valores utilizados na indústria avícola). Os autores concluíram que em condições de alto desafio ambiental, níveis vitamínicos mais altos (25%) são necessários para o máximo desempenho das aves.

MILTENBURG (1999) relata que a suplementação vitamínica a níveis superiores (20%) aos normalmente utilizados melhora o metabolismo protéico, energético e mineral, estimulando também a imunidade das aves contra eventuais desafios do ambiente, como calor, bactérias e vírus. Salienta ainda o autor que mais trabalhos deveriam ser desenvolvidos para estudar a biodisponibilidade de macro e microminerais, bem como averiguar a ação de enzimas no processo de biodisponibilidade destes nutrientes.

DEYHIM e TEETER (1993) submeteram frangos de corte a estresse térmico e avaliaram o efeito da retirada de vitaminas e minerais da dieta durante o período de 28 a 49 dias de idade. A retirada dos premixes não afetou a competência imunológica, quando avaliada por títulos de anticorpos. É provável que o conteúdo de vitaminas e minerais presentes no milho e farelo de soja apresentassem níveis vitamínicos e minerais suficientemente eleva-

dos para manter a resposta imunológica. Entretanto, para que uma decisão desta natureza seja tomada, cabe avaliar a genética das aves o desafio sanitário e o manejo oferecido.

CHRISTMAS *et al.* (1995) estudaram a retirada de vitaminas e/ou minerais das dietas de frangos durante a última e as duas últimas semanas de vida até o abate aos 42 dias. A retirada de vitaminas e minerais nas últimas duas semanas resultou em uma redução no ganho de peso. O consumo de ração e a eficiência alimentar não foram afetados estatisticamente quando foram retiradas as vitaminas e os minerais na última semana, apesar do desempenho ter sido parcialmente prejudicado. Os autores concluíram que vitaminas e minerais podem ser removidas de dietas de frangos durante a última semana sem afetar o ganho de peso ou a eficiência alimentar.

TEETER (1998) encontrou uma redução em 14% no ganho de peso quando retirou vitaminas da ração de frangos de corte expostos à estresse por calor crônico (24-35 °C) dos 28 aos 49 dias. Apenas uma redução não significativa foi observada quando os minerais foram retirados. Os resultados encontrados sugeriram que a suplementação mineral pode ter sido responsável por uma redução adicional no desempenho dos frangos pela oxidação das vitaminas já presentes. A eficiência alimentar e a sobrevivência também foram afetados negativamente com a retirada das vitaminas.

Minerais

Os minerais são necessários para manter o metabolismo fisiológico dos seres vivos. Os elementos minerais não podem ser sintetizados pelos organismos vivos, devendo, portanto, ser suplementados na dieta dos animais. Até há pouco tempo eram quase todos utilizados sob a forma inorgânica, com biodisponibilidade muito variável, o que ocasionava a sua utilização em níveis geralmente bastante superiores às reais exigências dos animais, levando ao desperdício de minerais e sua eliminação para o ambiente. A utilização de minerais orgânicos vem sendo bastante pesquisada, pois estes apresentam uma maior biodisponibilidade, são transportados mais facilmente e armazenados por mais tempo que os correspondentes inorgânicos. As formas mais utilizadas são os quelatos, formados pela reação do mineral com um hidrolisado de aminoácidos e/ou peptídios, e os minerais orgânicos formados atra-

vés da incorporação biossintética de um mineral em um aminoácido. Embora já existam diversos minerais sob forma orgânica, destacam-se a utilização para aves de manganês, zinco e principalmente selênio, em virtude de suas funções e aplicações práticas.

Durante o estresse por calor a excreção de minerais através da urina e das fezes aumenta. De qualquer forma os benefícios específicos com a suplementação mineral existem, independentes dos seus efeitos no consumo de água. (BONNET *et al.*, 1997; SUMMERS, 1994). BELAY *et al.*, (1993), utilizando aves colostomizadas, observou que durante o estresse por calor aumentaram as excreções urinárias de potássio, sódio, zinco e molibdênio e aumentaram as excreções fecais de cálcio, manganês, e selênio.

O selênio (Se) apresenta importantes funções, atuando como antioxidante, como componente enzimático (enzima glutatona peroxidase) e também aumentando a resposta imune através de uma maior leucocitose de patógenos e maior resposta humoral e celular. O papel metabólico mais importante do Se nos animais é sua função (presença) no local ativo da seleno-enzima. Esta enzima protege as células dos danos causados pelos radicais livres e pelos lipoperóxidos (COMBS e COMBS, 1986). Muitos estudos sugeriram que a vitamina E e o Se agem sinergicamente como antioxidantes preliminares. Além disso, relatou-se que a vitamina E participa do metabolismo do Se, e o Se é requerido para funções normais do pâncreas (COMBS e COMBS, 1986). Com o objetivo de avaliar a utilização de altas doses de vitamina E e selênio, como preventivos da síndrome ascítica em frangos de corte, FIORENTIN *et al.* (1995) verificaram os níveis de 10, 30 e 150mg kg⁻¹ de vitamina E combinados com 0,05 e 0,2 mg kg⁻¹ de selênio na ração e não observaram efeito preventivo no aparecimento da síndrome ascítica até a sexta semana de vida dos frangos de corte. Da mesma forma, a suplementação com a vitamina E e o Se parecem de algum modo reduzir os efeitos negativos do estresse de calor. O Se tem um efeito protetor dos danos oxidativos no tecido pancreático (MACPHERSON, 1994), e isso pode permitir que o pâncreas funcione corretamente, inclusive na secreção de enzimas digestivas, melhorando com isso a digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, o desempenho.

SAHIN e KUCUK, (2001) estudaram os efeitos do Se sozinho ou da sua combinação com a vitamina E no

desempenho assim como em outros parâmetros metabólicos medidos em um estudo com codornas japonesas sob estresse agudo por calor. Codornas sob estresse crônico por calor (34°C) foram suplementadas com dois níveis de vitamina E (125 e 250mg kg⁻¹ de dieta) ou dois níveis de Se (0,1 ou 0,2mg kg⁻¹ de dieta). As dietas com maior quantidade de Se e vitamina E propiciaram maior consumo de alimento, peso corporal e melhor eficiência alimentar. A interação da vitamina E com o Se também mostrou resultados significativos para todas as variáveis medidas indicando sinergismo positivo entre a vitamina e o mineral.

O zinco é um mineral muito importante devido seu papel no funcionamento do sistema imune. É o co-fator de muitas enzimas essenciais, como a lactato desidrogenase, fosfatase alcalina e anidrase carbônica.

Compostos contendo zinco, tais como zinco-metionina, suplementados na água de bebida, tem efeito benéfico na qualidade da casca do ovo (BALNAVE e ZHANG, 1993). Isto provavelmente ocorre devido ao fato do zinco ser um componente integral da anidrase carbônica e o aumento da disponibilidade do zinco destes compostos pode aumentar a atividade destas enzimas na glândula da casca.

O zinco apresenta efeito positivo na resposta imune a patógenos e na manutenção da integridade epitelial, sendo bastante utilizado em leitões para melhorar desempenho e reduzir a incidência de diarréia no plantel (MULLAN *et al.* 2002).

Evidências sugerem uma redistribuição do zinco durante o estresse imunológico. Por exemplo, o zinco do plasma foi reduzido extremamente e o zinco hepático foi encontrado em quatro vezes mais que a quantidade perdida do plasma (KLASING, 1984).

É possível que a exigência de zinco seja aumentada durante a exposição às condições de EPC, devido sua função exercida quando se associa com algumas enzimas para manter a integridade das células envolvidas na resposta imune (Dardenne *et al.*, 1985). Há resultados conflitantes a respeito do nível do zinco requerido para afetar a resposta imune. Alguns estudos indicam que suplementar a dieta das aves com 40 ppm acima do recomendado pelo NRC (1994) realça a produção de anticorpos (Kidd *et al.*, 1992), e outros relataram nenhum efeito

(PIMENTEL *et al.*, 1991). Estes autores também não observaram diferenças no consumo e crescimento de frangos alimentados com dietas contendo 88ug zinco g⁻¹ de ração, entretanto, KIDD *et al.*, (1992) encontraram diferenças no peso e na conversão alimentar de frangos suplementados com 140ug ou 164ug de zinco g⁻¹ de ração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALNAVE, D.; ZHANG, D. Responses in egg shell quality from dietary ascorbic acid supplementation of hens receiving saline drinking water. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.43, n.6, p.1259-1264, 1992.

BALNAVE, D.; ZHANG, D. Research note: responses of laying hens on saline drinking water to dietary supplementation with various zinc compounds. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.3, p.603-606, 1993.

BARRETO, S.L.T.; FERREIRA, W.M.; MORAES, T. Efeito de níveis de vitamina E na dieta sobre o desempenho e concentração a-tocoferol na carne de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.51, n.4, p.387-392, 1999.

BELAY, T. *et al.* A detailed colostomy procedure and its application to quantify water and nitrogen balance and urine contribution to thermobalance in broilers exposed to thermoneutral and heat-distressed environments. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.1, p.106-115, 1993.

BENDICH, A. *et al.* Interaction of dietary vitamin C and vitamin E on guinea pig immune responses to mitogens. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.114, n.9, p.1588-1593, 1984.

BONNET, S. *et al.* Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.6, p.857-863, 1997.

CAMPO, J.L.; DÁVILA, S.G. Changes in heterophils to lymphocyte ratios of heat-stressed chickens in response to dietary supplementation of several related stress agents. **European Poultry Science**, v.66, n.2, p.80-84, 2002.

CERNIGLIA, G.J.; HERBERT, J.A.; WATTS, A.B. The effect of constant ambient temperature and ration on the performance of sexed broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.62, n.5, p.746-754, 1983.

CHRISTMAS, R.B.; HARMS, R.H.; SLOAN, D.R. The absence of vitamins and trace minerals and broiler performance. **Journal of Applied Poultry Research**, v.4, n.4, p.407-410, 1995.

- COELHO, M.B.; McNAUGHTON, J.L. Effect of composite vitamin supplementation on broilers **Journal of Applied Poultry Research**, v.4, n.2, p.219-229, 1995.
- COMBS, G. F.; COMBS, S. B. **The Role of Selenium in Nutrition**. London: Academic Press. 1986. 180 p.
- CZARICK, M; TYSON, BL. Reflective roof coating on commercial laying houses. **Transactions ASAE**, St.Joseph, (Paper 90-4512), 1990.
- DARDENNE, M. et al A zinc-dependent epitope of the molecule of thymulin, a thymic hormone. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v. 82, n. 7035, 1985.
- DEAN, W.F.; COMBS JR, G.F. Influence of dietary selenium on performance, tissue selenium content, and plasma concentrations of selenium-dependent glutathione peroxidase, vitamin E and ascorbic acid in ducklings. **Poultry Science**, Champaign, v.60, n.12, p.2655-2663, 1981.
- DEYHIM, F.; TEETER, R. G. Vitamin withdrawal effects on performance, carcass composition, and tissue vitamin concentration of broilers exposed to various stress types. **Journal of Applied Poultry Research**, v.2, n.2, p.347-355, 1993.
- EL-BOUSHY, A R. Vitamin E affects viability, immune response of poultry. **Feedstuffs**, v.60, n.4, p.20-26, 1988.
- FERKET, P. R.; QURESHI, M. A. Performance and immunity of heat-stressed broilers fed vitamin- and electrolyte supplemented drinking water. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n.1, p.88-97, 1992.
- FIORENTIN, L. et al. Prevenção da síndrome ascítica em frangos através de níveis elevados de vitamina E e selênio na ração. CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1995. p.67-68.
- FURLAN, R.L.; MACARI, M. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte: termorregulação. Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 2002. p.209-228.
- GONZALEZ-VEGA-AGUIRRE D.et al. Effect of vitamin C and E supplementation in the diet of broiler chicks on performance and immune response. **Revista Veterinaria Argentina**, v.26, p.333-340, 1995.
- JACOB, R.A. The integrated antioxidant system. **Nutrition Research**, v.15, p.755-766, 1995.
- KIDD, M.T.; ANTHONY, N.B.; LEE, S.R. Progeny performance when dams and chicks are fed supplemental zinc. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n.7, p.1201-1206, 1992.
- KLASING, K.C. Effect of inflammatory agents and interleukin 1 on iron and zinc metabolism. **The American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 247, p.901-904, 1984.
- LEE, S.B.; WILLIAMS, P.E.; WHITEHEAD, C.C. Optimal dietary concentration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on egg production in laying hens. **British Poultry Science**, v. 40, p. 102-107, 1999.
- MACPHERSON, A. Selenium, vitamin E and biological oxidation. In: COLE, D.J.; GARNSWORTHY, P.J. **Recent Advances in Animal Nutrition**. 1.ed. Oxford: Butterworth and Heinemann's, 1994. p. 3-30.
- McDOWELL, L. R. Feeding minerals to cattle on pasture. **Animal Feed Science Technology**, v. 60, n. 3/4, p. 247-271, 1996.
- MILLER, L.; QURESHI, M.A. Introduction of heat shock proteins and phagocytic function of chicken macrophage following in vitro heat exposure. **Veterinary, Immunology and Immunopathology**, v.37, n.1, p. 34-42, 1991.
- MILTENBURG, G. Avicultura moderna. **Avicultura Professional**, v.17, n.9, p.33-35, 1999.
- MITCHELL, M.A. Anormalidades musculares: Mecanismos fisiopatológicos. In: RICHARDSON, R.I.; MEAD, G.C. **Ciência de la Carne de Ave**. [s.l.p.]: 2001. 49 7p.
- MORGAN, W.E. Heat reflective roofs coatings. **Transactions ASAE**, St Joseph, v.90, paper 4513, 1990.
- MULLAN, B.P. et al. A. Supplementation of weaner diets with high levels of zinc. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.11, (Sup.248), 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155 p.
- PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P. Evidence for amelioration of steroid-mediated immunosuppression by ascorbic acid. **Poultry Science**, Champaign, v.63, n.8, p.1262-1268, 1984.
- PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P.; BRAKE, J. Role of ascorbic acid in chicks exposed to high environmental temperature. **Journal of Applied Physiology**, v.58, n.9, p.1511-1516, 1985.

- PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P. Ascorbic acid in poultry: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.42, n.2, p.107-123, 1986.
- PIMENTEL, J.L.; COOK, M.E.; JONSSON, J.M. Immune response of chicks fed various levels of zinc. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p.947-954, 1991.
- PLAVNIK, I. A contribuição da nutrição na criação das aves em climas quentes. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2003. p.235-246.
- PUTHPONGSIRIPORN, U. et al. Effects of vitamin e and c supplementation on performance, in vitro lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress. **Poultry Science**, v.80, n.8, p.1190-1200, 2001.
- RETSKY, K.L.; FREI, B. Vitamin C prevents metal ion-dependent initiation and propagation of lipid peroxidation in human low-density lipoprotein. **Biochemica and Biophysica Acta**, v.3, n.1257, p.279-287, 1995.
- RIBEIRO, A. M. L.; LAGANÁ C. Estratégias nutricionais para otimizar a produção de frangos de corte em altas temperaturas. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DOS NEGÓCIOS DA PECUÁRIA, 2002., Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: ENIPEC, 2002. (CD-ROM).
- RUTZ, F. et al. Impacto da nutrição vitamínica sobre a resposta imunológica de aves. In: III SIMPÓSIO DE AVICULTURA, Chapecó, p-1-15, 2002.
- SAHIN, K.; KUCUK, O. Effects of vitamin E and selenium on performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of Japanese quails reared under heat stress (34°C). **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.85, n.2, p.342-348, 2001.
- SUMMERS, J.D. **Heat Stress**. Ontario: Poultry Industry Centre, 1994. 6 p. (Tech-Info 6).
- TEETER, R.G., SMITH, M.O., MURRAY, E. Force feeding methodology and equipment for poultry. **Poultry Science**, Champaign, v.63, n.4, p.573-575, 1984.
- TEETER, R.G. **Effect of elimination of vitamin and/or trace mineral supplement. from broiler diets on weight gain.** [s.l.p.]: BASF, 1998. n.9201, p.1-4. (Technical Report).
- TENGERDY, R.P. Vitamin E, immune response, and disease resistance. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v.570, n.2, p.335-344, 1989.
- THAXTON, J. P.; SIEGEL, H.S. Immunodepression in young chickens by high environmental temperature. **Poultry Science**, Champaign, v.42, n.1, p.202-205, 1970.
- THOMAS, W.R.; HOLT, P.G. Vitamin C and immunity: an assessment of the evidence. Review. **Clinical Experimental Immunology**, v.32, n.2, p.370-379, 1978.
- THOMPSON, J.N.; SCOTT, M.L. Impaired lipid and vitamin E absorption related to atrophy of the pancreas in selenium-deficient chicks. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.100, n.3, p.797-809, 1970.
- VATHANA, S. et al. Effect of vitamin C supplementation on performance of broilers chickens in Cambodia. In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, 2002, Witzenhausen. **Anais...** Witzenhausen, 2002. Disponível em <www.tropentag.de/2002/abstracts/full/211.pdf> Acesso em 15 mar.2004.