

Qualidade do ambiente aéreo na criação de codornas de corte mantidas em diferentes temperaturas¹

Marilú Santos Sousa², Ilda de Fátima Ferreira Tinôco³, Luciano Barreto Mendes⁴,
Renata de Souza Reis⁴, Érika Martins de Figueiredo⁴ e Patrícia Queiroz⁴

¹Projeto financiado pelo CNPq ²Pós doutoranda em Engenharia Agrícola – FZEA/USP, Pirassununga, SP, Brasil (mariluzoo@hotmail.com) ³Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Agrícola DEA/UFV (iftinoco@ufv.br) ⁴Alunos de pós-graduação da UFV (mrmendes2010@gmail.com; renatareis51@yahoo.com.br; erika_mfigueiredo@hotmail.com; patricia.queiroz@ufv.br)

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de distintos ambientes térmicos na qualidade do ar para codornas de corte na fase final de criação (22 a 35 dias de idade). O experimento foi conduzido na área experimental do AMBIAGRO, Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Grupos de 300 codornas de corte foram aleatoriamente alojados em 3 câmaras climáticas. Os animais foram distribuídos em 15 tratamentos (temperaturas), com duas condições de estresse por calor (moderado e severo) e uma condição de conforto térmico. A remoção dos dejetos e a higienização das bandejas foram realizadas diariamente, razão pela qual, a análise dos dados indicou que os níveis de NH₃ foram mantidos abaixo do limite de detecção do sensor, como consequência da remoção dos dejetos. As concentrações de CO₂ para as duas últimas semanas de criação não apresentaram valores prejudiciais para as codornas, ou seja, permaneceram dentro dos limites aceitáveis de qualidade do ar, tanto no período da manhã quanto no da tarde.

Palavras-chave: ambiente térmico, amônia, *Coturnix coturnix coturnix*, dióxido de carbono.

Ambient air quality for rearing of meat quails kept at different temperatures

Abstract - The objective of this study was to evaluate the effect of different thermal environments on the quality of air inhaled by meat quails in the final phase (22 to 35 days old). The experiment was conducted in area AMBIAGRO from the Department of Agricultural Engineering, Federal University of Viçosa, MG, Brazil. Groups of 300 meat quails were randomly housed in three chambers. The animals were divided into 15 treatments (temperatures), with two conditions of heat stress (moderate and severe) and a thermal comfort condition. The removal of manure and washing the trays were taken every day, for which reason, analysis of the data indicated that the levels of NH₃ were kept below the detection limit of the sensor, as a consequence of the removal of waste. It was concluded that concentrations of CO₂ for two weeks did not show values of creating detrimental to quail, or remained within acceptable air quality, both in the morning and in the afternoon.

Introdução

O controle do ambiente de criação animal é uma das principais necessidades para garantir o bem-estar das aves, visando maior produtividade e qualidade do produto final (Tinôco et al., 2004). O ambiente interno onde as aves estão inseridas é determinado por fatores físicos químicos e biológicos, que incluem o ambiente aéreo, a luz e os componentes construtivos (Tinôco, 2001). Alguns autores apontam que, entre os fatores ambientais, os térmicos são os que afetam diretamente as aves, pois comprometem sua função vital mais importante, que é a manutenção de sua homeotermia (Welker, 2008; Barbosa Filho, 2009). No entanto, deve-se dar atenção também à qualidade do ar no interior dos galpões.

As atividades agropecuárias são fontes significantes de poluentes aéreos (Brink et al., 2001; Kocaman et al., 2005), e

a depreciação da qualidade do ar afeta a saúde e o bem-estar dos animais e dos tratadores, constituindo um risco para a qualidade ambiental (Nääs et al., 2007). Os contaminantes podem carregar patógenos específicos ou alterar sua virulência, afetando o crescimento das aves (Wathes, 1999).

Diante dos problemas ocasionados pela má qualidade do ar, torna-se necessário o manejo adequado da ventilação mínima, natural ou mecânica, visando evitar concentrações de gases indesejáveis dentro do aviário; entretanto, deve-se atentar à perda de calor, principalmente, na fase inicial de vida das aves. Uma vez que o aquecimento é fundamental no início da vida e dele depende o bom desenvolvimento das aves (Tinôco, 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de distintos ambientes térmicos na qualidade do ar para codornas de corte na fase final de criação (22 a 35 dias de idade).

Material e Métodos

O experimento foi realizado em três câmaras climáticas, com as dimensões de 2,5 m x 3,5 m x 2,5 m, localizadas na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), do Setor de Construções Rurais e Ambiente do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, MG.

A coleta dos dados foi realizada no período de fevereiro de 2012, totalizando duas semanas experimentais em campo (14 dias).

Cada câmara climática foi equipada com um aquecedor de ar de resistência elétrica (com 2000 W de potência), um condicionador de ar do tipo “split” quente / frio, de 1.200 BTU/h e um umidificador de ar, com capacidade de 4,5 L e débito de névoa (valor médio) de 300 mL por hora. O aquecedor e o umidificador foram operados por controlador eletrônico de temperatura e umidade. A ventilação higiênica aplicada no interior das câmaras climáticas foi feita por meio de dois exaustores axiais com acionamento automático, de forma a permitir quatro renovações de ar por hora durante todo o período experimental, ou seja, uma renovação a cada 15 minutos.

Este experimento foi conduzido a partir do 22° até o 35° dia de idade das codornas, ou seja, quarta e quinta semana de vida (ciclo final de produção). Foram utilizadas 300 codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*), de ambos os sexos (com objetivo de evitar favorecimento de algum

sexo), com 22 dias de vida, originárias de uma primeira fase experimental, na qual estes animais, em cinco grupos distintos de 60 aves, já haviam sido alojados em diferentes temperaturas. Desta forma, um grupo de 60 aves teve seu crescimento inicial (período de 1 a 21 dias de idade) conduzido em ambiente considerado confortável, um grupo de 60 aves em ambiente de estresse por calor moderado, 60 aves em ambiente de estresse por calor agudo, 60 aves em ambiente de estresse frio moderado e 60 aves em ambiente de estresse por frio agudo. Cada um destes grupos de 60 aves foi redistribuído em subgrupos de 20 indivíduos, os quais foram realocados, aleatoriamente, em três câmaras climáticas, totalizando 20 aves por tratamento, sendo 10 aves por unidade experimental (gaiola), sendo 10 gaiolas por câmara, totalizando quinze tratamentos descritos na Tabela 1.

As gaiolas possuíam dimensões de 1,0 m x 0,5 m x 0,5 m (largura, profundidade e altura), fornecendo área de 0,5 m². Cada tratamento (cada uma das câmaras climáticas submetidas a diferentes ambientes térmicos) foi constituído de duas repetições (duas gaiolas), contendo, cada uma, 10 codornas.

Cada uma destas câmaras, aleatoriamente, foi programada para possibilitar distintas temperaturas às codornas, de forma que cada uma delas representasse um distinto tratamento térmico, em cada semana de vida das aves, constituindo-se a única variável de interferência no desempenho produtivo das mesmas.

Tabela 1. Ambientes térmicos em função das temperaturas do ar ambiente no interior das câmaras climáticas, durante a quarta e quinta semanas de vida das codornas.

Ambientes Térmicos	Descrição de cada ambiente, sendo F1 a fase inicial de criação (1 a 21 dias) e F2 a fase de crescimento (22 a 35 dias) criação das codornas	Temperatura 4ª semana (°C)	Temperatura 5ª semana (°C)
CF1/CF2	Conforto Preconizado F1 + Conforto Preconizado F2 (CF1/CF2)	26	25
FMF1/CF2	Frio moderado F1+ Conforto Preconizado F2 (FMF1/CF2)	26	25
FSF1/CF2	Frio severo F1+ Conforto Preconizado F2 (FSF1/CF2)	26	25
QMF1/CF2	Calor moderado F1 + Conforto Preconizado F2 (QMF1/CF2)	26	25
QSF1/CF2	Calor severo F1 + Conforto Preconizado F2 (QSF1/CF2)	26	25
CF1/QMF2	Conforto Preconizado F1+ Calor moderado F2 (CF1/QMF2)	30	30
FMF1/QMF2	Frio moderado F1 + Calor moderado F2 (FMF1/QMF2)	30	30
FSF1/QMF2	Frio severo F1+ Calor moderado F2 (FSF1/QMF2)	30	30
QMF1/QMF2	Calor moderado F1 + Calor moderado F2 (QMF1/QMF2)	30	30
QSF1/QMF2	Calor severo F1 + Calor moderado F2 (QSF1/QMF2)	30	30
CF1/QSF2	Conforto Preconizado F1+ Calor severo F2 (CF1/QSF2)	33	33
FMF1/QSF2	Frio moderado F1 + Calor severo F2 (FMF1/QSF2)	33	33
FSF1/QSF2	Frio severo F1 + Calor severo F2 (FSF1/QSF2)	33	33
QMF1/QSF2	Calor moderado F1+ Calor severo F2 (QMF1/QSF2)	33	33
QSF1/QSF2	Calor severo F1 + Calor severo F2 (QSF1/QSF2)	33	33

Com base na premissa, de que as exigências térmicas das aves domésticas mudam de acordo com seu crescimento, foram definidas faixas de condições térmicas diferentes para cada uma das câmaras climáticas, que abrigaram as codornas em suas duas últimas semanas de vida. Uma destas faixas foi tida como sendo faixa de conforto térmico (conforto térmico preconizado pela literatura), conforme sugerido por Albino & Barreto (2003), as demais como sendo dois níveis de estresse por calor (severo e moderado).

Desta forma, as codornas foram submetidas aos diferentes ambientes térmicos: CP – Conforto Preconizado (temperaturas de 26 e 25 °C, respectivamente, para quarta e quinta semana de vida das aves); QM – Calor Moderado (30 °C para a quarta e quinta semana de vida das aves) e QS - Calor Severo (33 °C para a quarta e quinta semana de vida das aves).

Em relação à umidade relativa do ar no interior das câmaras climáticas, durante todo o período experimental e para todos os tratamentos, foi estabelecido o valor de 55% ($\pm 5\%$), por ser considerado um valor adequado à produção avícola, independente da idade das aves e da temperatura ambiente, de acordo com estudos de alguns autores (Tinôco, 1996; Tinôco, 2004 e Medeiros, 2005).

Os valores de temperaturas e de umidade relativa do ar no interior das câmaras climáticas foram mantidos constantes durante todo o período experimental, ou seja, 24 horas diárias.

Para o controle do ambiente térmico os valores de temperatura e de umidade relativa do ar, requeridos no interior de cada câmara climática, foram controlados automaticamente com a utilização de umidificadores, aquecedores, condicionadores de ar e exaustores axiais, sendo os dados térmicos registrados diariamente por meio de *dataloggers* de medição de temperatura e umidade, com resolução de 0,1 °C. As coletas das variáveis ambientais foram feitas a cada cinco minutos.

Diante dos valores registrados, foi calculado o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), para cada ambiente térmico, com base na equação proposta por Buffington et al. (1981), no qual a equação desenvolvida é dada por:

$$ITGU = t_{gn} + 0,36(t_{po}) - 330,08$$

em que, t_{gn} = temperatura de globo negro, K; e t_{po} = temperatura ponto de orvalho, K.

A temperatura de globo negro foi obtida a partir de sensor de temperatura localizado no centro de uma esfera oca, com 0,15 m de diâmetro e 0,5 mm de espessura, pintada externamente com tinta preta fosca.

Em relação ao arraçamento das aves, esta foi realizada *ad libitum*, ou seja, a ração foi fornecida de forma contínua e à vontade, de forma que os comedouros e bebedouros

estivessem sempre abastecidos, este manejo era realizado duas vezes ao dia, nos horários de 8:00 e 16:00 horas. Esta ração foi fornecida, durante a primeira semana de vida das aves, em comedouro tipo bandeja, e a partir daí comedouros tipo calha. Os bebedouros utilizados foram do tipo copo de pressão durante toda a fase inicial, sendo abastecidos manualmente nos mesmos horários do abastecimento de ração.

O programa de luz adotado foi o contínuo, com uma hora de escuro e 23 horas de luz durante todo o período experimental, seguindo-se os padrões normalmente utilizados em granjas comerciais.

Para verificar os níveis de gases presentes no interior das câmaras climáticas foram realizadas as medições dos níveis de concentrações dos gases CO₂ e NH₃.

Os dados de concentração de NH₃ no ambiente foram obtidos por meio de um detector eletroquímico BW, “Gasalert Extreme Ammonia (NH₃) Detector” com uma faixa de medição entre 0 – 200 ppm, entre -4 a +40 °C e umidade relativa entre 15% e 90% e exatidão de $\pm 2\%$ (a 25 °C entre 5% e 95% de HR).

Para verificar as concentrações do gás CO₂ foi utilizado um sensor de CO₂, de princípio infravermelho, com resolução de ± 1 ppm e acurácia de ± 50 ppm que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 10.000 ppm. Para medir as concentrações do gás NH₃ foi utilizado também um sensor.

Ambas medições foram realizadas a cada dois dias, nos horários de 08:00 e 15:00 h.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Nas análises foi utilizado o Programa Sistema para Análises Estatísticas e Genética - SAEG, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (1999).

Resultados e Discussão

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar ambiente, e seus respectivos valores para ITGU correspondentes para a fase de crescimento das codornas (quarta e quinta semana de vida) para os diferentes tratamentos estão apresentados na Tabela 2. Como se observa, os valores de temperatura do ar e umidade relativa do ar mantiveram-se próximos aos valores propostos para cada condição térmico-ambiental descrita na metodologia, indicando que o controle térmico ambiental das câmaras climáticas foi adequado.

Ainda não existem, na literatura, dados específicos para valores de ITGU ideais para codornas destinadas a corte. Diante disso, os valores obtidos neste experimento foram

comparados com aqueles já encontrados em literatura, para frangos de corte. Entende-se que, desta forma, dar-se-á início a um banco de dados interessante para análises futuras que possibilitem comprovar realmente o valor de conforto térmico para codornas de acordo com o ITGU. Teixeira (1983) admitiu valores de ITGU confortáveis para a criação de frangos de corte em torno de 65 a 77, a partir da terceira semana de vida das aves. Diante disto, e considerando este um parâmetro de referência, pode-se inferir que as codornas mantidas no tratamento CP, realmente estiveram em conforto, tanto para a quarta, como para a quinta semanas de vida destas.

Tabela 2. Médias e desvios-padrão dos valores de temperatura do ar (Tar), umidade relativa do ar (UR) e índice temperatura de globo negro e umidade (ITGU) para cada condição climática avaliada no período de 22 a 35 dias de vida das codornas de corte.

Ambientes Térmicos	Tar (°C)	UR (%)	ITGU
Quarta Semana (22 a 28 dias)			
Conforto Preconizado	26,7 ± 0,6	60,2 ± 6,4	75,8 ± 0,9
Calor Moderado	30,4 ± 0,8	59,3 ± 4,0	79,7 ± 1,0
Calor Severo	33,0 ± 0,8	57,6 ± 8,0	80,8 ± 1,1
Quinta Semana (29 a 35 dias)			
Conforto Preconizado	25,6 ± 0,6	60,7 ± 4,5	75,3 ± 0,7
Calor Moderado	30,5 ± 0,4	61,1 ± 3,5	79,9 ± 0,5
Calor Severo	33,2 ± 0,2	61,0 ± 6,4	82,2 ± 0,4

Da mesma forma, Tinôco (1988) verificou que valores de ITGU superiores a 75,0 causam desconforto às aves com idade superior a quinze dias, sendo que a situação de estresse se agrava com o avanço da idade das aves. Corroborando com estes dados, Moraes et al. (1999) assumiram 76 como sendo o valor de ITGU no limite máximo tolerado sem estresse para frangos de corte com mais de três semanas de idade. Medeiros (2005) afirmou que valores de ITGU de 78 a 88 caracterizam ambiente quente para frangos de corte. Segundo Moraes et al. (1999), o limite máximo tolerado por frangos de corte com mais de três semanas de idade é ITGU de 76.

Em condições de verão têm-se verificado, no interior dos aviários, que valores de ITGU acima de 76, inibe o desempenho produtivo de frangos de corte de 21 a 52 dias de idade, constituindo-se em um dos principais problemas para sua criação (Curtis, 1983). Com base nestes autores, pode-se inferir que as condições de calor moderado e severo aplicadas neste experimento, estão acima do limite de conforto para as codornas de corte em sua fase final de criação.

Fazendo referência ao gás amônia (NH₃), este foi encontrado ao nível de 0 ppm, ou seja, não houve presença do gás NH₃ durante o período experimental em nenhum tratamento (ambientes térmicos), durante a fase inicial de criação das codornas. Este resultado foi alcançado devido ao eficiente manejo da coleta dos dejetos, uma vez que eram recolhidos diariamente e, posteriormente, as bandejas coletoras eram limpas.

Na Tabela 3 encontram-se apresentados os valores médios em ppm (parte por milhão) do gás dióxido de carbono (CO₂) nos diferentes horários registrados para os diferentes ambientes térmicos da quarta e quinta semana durante a fase final de vida das codornas.

Verifica-se que ocorreu efeito significativo entre os ambientes térmicos durante a quarta semana de criação para o horário das 15h00, enquanto para a quinta semana foram encontradas diferenças para os dois horários.

Durante a quarta e quinta semana de criação, os valores de CO₂ para as temperaturas de estresse por calor (moderado e severo) foram mais altos, no primeiro horário do dia (08h00), e quando comparadas com as médias do horário das 15h00, ocorreu o contrário, os valores para a temperatura de conforto tiveram maiores valores de CO₂ em relação às temperaturas de estresse por calor.

Tabela 3. Valores médios em ppm para o gás dióxido de carbono (CO₂), nos horários de 8:00 e 15:00 h, durante a quarta semana (21 a 28 dias) e quinta semana (28 a 35 dias) de vida das codornas.

Ambientes térmicos	Quarta Semana		Quinta Semana	
	CO ₂ (8h00)	CO ₂ (15h00)	CO ₂ (8h00)	CO ₂ (15h00)
CF1/CF2	1135,0	1561,0 a	1731,3 a	1865,3 a
FMF1/CF2	1135,0	1561,0 a	1731,3 a	1865,3 a
FSF1/CF2	1135,0	1561,0 a	1731,3 a	1865,3 a
QMF1/CF2	1135,0	1561,0 a	1731,3 a	1865,3 a
QSF1/CF2	1135,0	1561,0 a	1731,3 a	1865,3 a
CF1/QMF2	1164,7	1048,5 b	1306,5 b	1296,0 b
FMF1/QMF2	1164,7	1048,5 b	1306,5 b	1296,0 b
FSF1/QMF2	1164,7	1048,5 b	1306,5 b	1296,0 b
QMF1/QMF2	1164,7	1048,5 b	1306,5 b	1296,0 b
QSF1/QMF2	1164,7	1048,5 b	1306,5 b	1296,0 b
CF1/QSF2	1263,2	1229,5 b	1403,1 b	1322,1 b
FMF1/QSF2	1263,2	1229,5 b	1403,1 b	1322,1 b
FSF1/QSF2	1263,2	1229,5 b	1403,1 b	1322,1 b
QMF1/QSF2	1263,2	1229,5 b	1403,1 b	1322,1 b
QSF1/QSF2	1263,2	1229,5 b	1403,1 b	1322,1 b

Médias seguidas com letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados encontrados experimentalmente corroboram com os encontrados por diversos autores (Wathes, 1999; Nader et al., 2002; Nääs et al., 2007), que recomendaram o limite de 3.000 ppm para o CO₂ como o máximo para a exposição contínua das aves nas instalações. Neste trabalho verificou-se que todos os ambientes térmicos adotados estiveram dentro dos limites aceitáveis para a criação das codornas, sem perdas no processo produtivo e bem-estar das aves. Já Menegali et al. (2009) verificaram que valores acima de 5.000 ppm nas instalações avícolas, causam aumento no ritmo respiratório e respirações mais profundas nas aves, levando estas a óbito.

Conclusões

1. As temperaturas adotadas na fase final de criação das codornas não afetaram a qualidade do ar ambiente, em relação aos gases NH₃ e CO₂;
2. As concentrações de NH₃ avaliadas não afetaram a qualidade do ar no ambiente de criação das codornas (câmaras climáticas);
3. As concentrações de CO₂ estiveram abaixo dos limites toleráveis para as codornas nos períodos da manhã e da tarde, não afetando a qualidade e o bem-estar das aves.

Agradecimento

À Capes pela concessão da bolsa de estudos, ao CNPq e ao INCT-CA pelo auxílio financeiro concedido ao projeto.

Referências

- BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O. et al. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.12, p2442-2446, 2009.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-714, 1981.
- CURTIS, S.E. **Environmental Management in animal agriculture**. Ames, the Iowa State University Press. 1983. 410p.
- KOCAMAN, B.; YAGANOGLU, A.V.; YANAR, M. Combination of fan ventilation system and spraying of oil-water mixture on the levels of dust and gases in caged layer facilities in Eastern Turkey. **Journal Applied Animal Research**, v.27, p.109-111, 2005.
- MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.13. n.4, 277-286, out./dez., 2005.
- MENEGALI, I.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C. et al. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.1, p.984-990, 2009.
- MORAES, S.R.P.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; CECON, P.R. Conforto térmico em galpões avícolas, sob coberturas de cimento-amianto e suas diferentes associações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.89-92, 1999.
- NÄÄS, I.A.; MIRAGLIOTTA, M.Y.; BARACHO, M.S. et al. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.326-335, 2007.
- NADER, A.S.; BARACHO, M. S.; NÄÄS, I.A.; SAMPAIO, C.A.P. Avaliação da qualidade do ar em creche de suínos. In: **Seminário: Poluentes Aéreos e ruídos em instalações para produção de animais**. Campinas, São Paulo. p.49 – 56. set. 2002.
- TEIXEIRA, V.H. **Estudos dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para as regiões de Viçosa e Visconde do Rio Branco, MG**. 1983. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1983.
- TINÔCO, I.F.F. **A granja de frangos de corte**. Produção de frangos de corte / editado por Ariel Antônio Mendes, Irenilza de Alencar Nääs, Marcos Macari – Campinas: FACTA, 356p. 2004.
- TINÔCO, I.F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.1, p.1-26, 2001.
- TINÔCO, I.F.F. **Efeito de diferentes sistemas de acondicionamento de ambiente e níveis de energia metabolizável na dieta, sobre o desempenho de matrizes de frangos de corte, em condições de verão e outono**. 1996. 169p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 1996.

TINÔCO, I.F.F. **Resfriamento adiabático evaporativo na produção de frangos de corte. 1988.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1988.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema para análise estatística e genética.** Versão 8.0. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 1999.

WATHES, C.M. Strive for clean air in your poultry house. **World Poultry Science Journal**, v.15, n.3, p.17-19, 1999.

WELKER, J.S.; ROSA, A.P.; MOURA, D.J. et al. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.8, p.1463-1467, 2008.
