

Effect of environmental temperature and reuse of bed on broiler meat quality^a

Efeito da temperatura ambiente e reutilização da cama na qualidade da carne de frangos de corte

Efecto de la temperatura ambiental y la reutilización de la cama sobre la calidad de la carne de pollos de engorde

Talyanne Thays Diniz¹, Zoot, MSc; Hirasilva Borba², Zoot, MSc, PhD, Pos doc; Juliana Lolli Malagoli de Mello³, Zoot, MSc, (c)PhD; Higor Oliveira Silva⁴, MV, (c)MSc; Yury Tatiana Granja-Salcedo^{5*}, MVZ, MSc, (c)PhD.

*Autor para correspondencia: Yury Tatiana Granja-Salcedo. Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil. Bolsista FAPESP. Correo electrónico: yurygranja@hotmail.com

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil; ² Professora titular del Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil; ³ Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil. Bolsista FAPESP; ⁴ Departamento de Medicina Preventiva, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil. Bolsista FAPESP; ⁵ Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil. Bolsista FAPESP. Integrante do GIPPA: Grupo de investigación en producción animal en la Amazonia.

(Recibido: 13 de mayo, 2014; aceptado: 14 de noviembre, 2014)

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of environmental temperature and bed reuse on dressing percentage, breast quality and productive performance of broilers. A total of 900 Cobb® chicks were used, of which 450 were housed in a barn equipped with heaters and coolers while the rest (450 birds) were housed in a traditional shed for broiler production. In both facilities, birds were distributed either to a new or reused bed -the reused bed was previously treated with lime. Performance indices, dressing percentage and physicochemical quality of *Pectoralis major* muscle at 42 days of age were evaluated. The experimental design consisted in a completely randomized 2x2 factorial arrangement (temperature: thermo neutral or room temperature; bedding: new or reused bed) with five replicates per treatment. No effect of treatment on productive performance or dressing percentage was observed.

^aPara citar este artículo: Thays Diniz T, Borba H, Malagoli de Mello JL, Oliveira Silva H, Granja-Salcedo YT. Efeito da temperatura ambiente e reutilização da cama na qualidade da carne de frangos de corte. Rev CES Med Zootec. 2014; Vol 9(2): 218-226.

Birds kept at room temperature had greater intensity of red color and lower breast oxidation (2.74 and 0.180 mg TMP/kg) compared to birds kept in the thermo-neutral environment at 42 days of age (TMP 2.20 and 0.230 mg/kg). Shear force was 1.38 kgf/cm² for the birds kept on new bed compared with 1.86 kgf/cm² for the animals kept on reused bed, indicating that the use of new bed favors meat tenderness.

Key words

Dressing percentage, performance, shear force.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da temperatura do ambiente de criação e da reutilização da cama sobre o desempenho de frangos de corte, rendimento de carcaça e a qualidade físico-química da carne de peito produzida. Foram utilizados 900 pintinhos Cobb®, sendo 450 aves alojadas em uma câmara climatizada, munida de aquecedores e refrigeradores, e 450 aves em galpão convencional para criação de frangos. Em ambas as instalações as aves foram distribuídas entre a cama nova e reutilizada tratada com cal. Foram avaliados índices de desempenho, rendimento de carcaça e a qualidade físico-química do músculo *Pectoralis major* aos 42 dias de idade. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x2 (temperatura: ambiente e termoneutra; cama: nova e reutilizada) com cinco repetições cada. Não houve influência dos tratamentos no desempenho e rendimento de carcaça. Foi observada maior intensidade de vermelho e menor teor oxidação na carne de peito de aves criadas sob temperatura ambiente 2,74 e 0,180 mg TMP/kg, em relação às aves criadas em conforto térmico 2,20 e 0,230 mg TMP/kg, aos 42 dias de idade. Houve redução significativa da força de cisalhamento, que variou de 1,38 kgf/cm² na carne de aves criadas sobre cama nova a 1,86 kgf/cm² na carne de aves criadas sobre cama reutilizada, indicando que a utilização de cama de frango nova favorece a produção de carne mais macia.

Palavras-chave

Desempenho, força de cisalhamento, rendimento de carcaça.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la temperatura ambiental y de la reutilización de la cama sobre el desempeño productivo de pollos de engorde, rendimiento de canal y calidad fisicoquímica de la pechuga producida. Fueron utilizados 900 pollitos Cobb®, siendo 450 aves alojadas en un galpón equipado con calentadores y refrigeradores, y 450 aves alojadas en un galpón tradicional para la producción de pollos. En ambas instalaciones las aves fueron distribuidas entre la cama nueva y la cama reutilizada tratada anteriormente con cal. Fueron evaluados índices de desempeño, rendimiento de canal y calidad fisicoquímica del músculo *Pectoralis major* a los 42 días de edad. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial 2x2 (temperatura: ambiente o termo neutra; camas: nueva o reutilizada) con cinco repeticiones cada uno. No hubo efecto de los tratamientos sobre el desempeño productivo y el rendimiento de canal. Se observó una mayor intensidad del color rojo y menor oxidación de la pechuga de aves mantenidas sobre temperatura ambiente 2,74 y 0,180 mg TMP/kg en relación a

las aves mantenidas en ambiente termo neutro 2,20 y 0,230 mg TMP/kg a los 42 días de edad. Hubo una reducción significativa de la fuerza de corte, que vario de 1,38 kgf/cm² en la carne de aves mantenidas sobre cama nueva a 1,86 kgf/cm² en la carne de aves mantenidas sobre cama reutilizada, indicando que el uso de cama nueva favorece a la producción de carne más blanda.

Palabras clave

Desempeño, fuerza de corte, rendimiento de canal.

Introdução

O crescimento do setor avícola em especial do frango de corte, entre outros fatores, se deve ao valor nutricional desse alimento. A carne de frango é considerada uma fonte de proteína acessível a todas as classes, com valores de proteína do peito de frango que variam entre 20,1 a 22,8%¹⁰.

Outra vantagem apresentada pelo peito de frango é o baixo teor de gordura formada por lipídeos mono e poli não-saturadas que se situam entre 1,5 a 5,3%¹⁰. A carne de frango é fonte de vitamina A, tiamina, ferro, fósforo ácido nicotínico^{11,18}.

A qualidade do produto é um fator decisivo na aquisição pelo consumidor e os desafios para a indústria de carnes é oferecer produtos macios, suculentos, com cor e sabor agradáveis⁶. Estes atributos de qualidade estão ligados a cor, capacidade de retenção de água, textura e pH final da carne de frango²¹.

Entretanto a qualidade da carne pode ser comprometida por fatores produtivos como a temperatura de criação e a qualidade da cama. Segundo Cheng *et al.*², a composição centesimal de frangos de corte criados em altas temperaturas, na fase de 21 a 49 dias de idade, apresentam como característica maior teor de gordura e menor de proteína bruta corporal.

O potencial de hidrogênio também é afetado pela temperatura ambiente que influencia na velocidade do consumo do glicogênio acumulado no músculo e conseqüentemente nos valores de pH *post mortem*. Quando o pH *post mortem* cai muito rapidamente a valores próximos de 5,8 já na primeira hora após o abate,

ocorre a incidência de carne com anomalia do tipo PSE (carne pálida, mole e exsudativa)¹¹. As proteínas sofrem desnaturação ocorrendo a alteração da composição celular e extracelular das miofibrilas, reduzindo a capacidade de reter água nas proteínas musculares, e a luz é dissipada¹⁷.

Verifica-se a incidência da carne DFD (escura, dura e seca) quando o pH se mantém acima do normal, ocorre pelo fato da capacidade de retenção de água das proteínas musculares estar bem elevada, as fibras estarem intumescidas pelo preenchimento com fluidos sarcoplasmáticos e a sua superfície dispersa menos luz^{3,13}.

A temperatura ambiente interage com a qualidade da cama de frango, temperaturas elevadas predispõem ao aumento da umidade, essa interação eleva a emissão de amônia o que provoca uma queda na produtividade dos animais¹⁵. Camas reutilizadas tendem a apresentar maior incremento de amônia e compactação o que pode levar a lesões e perdas na qualidade da carcaça.

Pesquisas demonstram que o estresse calórico sofrido pelos frangos de corte, influencia deposição de gordura e proteína da carcaça e os parâmetros de qualidade. Porém, ainda são poucas as pesquisas relacionadas à reutilização da cama de frango e a qualidade da carne, sendo necessários maiores estudos que demonstrem a influência desse fator produtivo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar se a temperatura do ambiente de criação e a reutilização da cama têm efeito sobre o desempenho de frangos de corte e a qualidade físico-química da carne de peito produzida.

Material e métodos

Localização

Este trabalho foi realizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - FCAV/UNESP, em Jaboticabal, São Paulo, Brasil, entre os meses de agosto e outubro de 2011.

Métodos

Foram utilizados 900 pintinhos machos da linhagem Cobb®, alojados com um dia de idade e criados por até 42 dias. Os pintinhos foram alojados, em densidade de 18 aves/m², das quais 450 aves permaneceram em uma câmara climatizada, munida de aquecedores e refrigeradores, a qual foi mantida sob temperatura interna termo neutra (ideal para cada idade) e as outras 450 aves permaneceram em um galpão convencional para criação de frangos, cuja temperatura interna ficou sujeita às variações climáticas do ambiente o qual variou de 12,02 °C a 36,8 °C durante o período experimental.

Em ambas as instalações, metade das aves foram criadas sobre cama de maravalha nova e a outra metade sobre cama de maravalha reutilizada e tratada com cal. A temperatura e a umidade relativa do ar no interior das instalações foram monitoradas utilizando-se termohigrômetros digitais.

Aos 42 dias de criação foi realizada a pesagem das aves e das sobras de ração, com o objetivo de avaliar índices de desempenho como: ganho de peso, peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar. Diariamente foi registrado o número de aves mortas para posterior cálculo da viabilidade.

Aos 42 dias de idade foi realizado o abate de dez aves de cada tratamento, no abatedouro experimental do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - FCAV/UNESP, em Jaboticabal. As carcaças foram encaminhadas imediatamente para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da mesma Instituição onde

foram realizadas as análises de rendimento de carcaça e as análises físico-químicas do músculo *Pectoralis major*. Para se obter o peso de abate os frangos de corte foram pesados novamente, o qual serviu de referência para o cálculo dos rendimentos de: carcaça inteira fria, peito, asas, dorso, pernas (coxas + sobrecoxas) e gordura abdominal. As pesagens para a realização do rendimento de cortes foram realizadas após os processos de: escaldagem e retirada das penas, evisceração, passagem pelo *chiller* e gotejamento.

A coloração foi determinada através de um colorímetro portátil (Minolta Chrome Meter CR-300, Jaboticabal), utilizando-se o sistema CIELAB (L, a* e b*). A coloração do músculo *Pectoralis major* foi determinada na parte interna deste, visando a evitar efeitos do processo de abate.

O pH foi determinado mediante utilização de um peagmetro digital (Testo 205, Jaboticabal). A determinação da maciez foi realizada através da força de cisalhamento segundo metodologia Wheeler *et al.*²⁵. A avaliação da Capacidade de Retenção de Água (CRA) foi realizada segundo metodologia proposta por Hamm⁸.

A oxidação lipídica foi avaliada através da quantificação das substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), expressas em mg de TMP/kg de amostra, segundo metodologia proposta por Pikul *et al.*¹⁹.

A composição centesimal foi determinada envolvendo as determinações de umidade, gordura, proteína e cinzas conforme procedimentos da Association of Official Analytical Chemists⁹.

Análises estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2X2, com duas temperaturas de criação (temperatura ambiente e termoneutra) e dois tipos de cama de maravalha (nova e reutilizada) com cinco repetições de 45 aves cada.

As médias foram submetidas à análise de variância e, em caso de significância, comparadas pelo Teste de Tukey (5%) utilizando-se o programa estatístico R²⁰.

Resultados

Não houve influência da temperatura do ambiente e do tipo de cama sobre o consumo de alimento, conversão alimentar, ganho de peso e viabilidade dos frangos de corte (Tabela 1).

Por outro lado, não foi observado efeito do tipo da cama utilizada, sobre os índices percentuais de rendimento de carcaça fria e de cortes comerciais como peito, coxa, asa e dorso dos frangos abatidos aos 42 dias de idade, e as mudanças na temperatura do ambiente também não afetaram esses parâmetros (Tabela 2).

Houve influência da temperatura do ambiente de criação

na intensidade de vermelho e no teor de oxidação da carne de peito dos frangos (Tabela 3). Aves criadas em ambiente termoneutro apresentaram carne com menor intensidade de vermelho e maior teor de oxidação. Também podemos observar que houve efeito do tipo de cama sobre a maciez da carne de peito dos frangos, pois Aves criadas sobre cama de maravalha nova apresentaram carne mais macia do que as aves criadas sobre cama de maravalha reutilizada (Tabela 3).

No presente estudo não houve efeito da temperatura do ambiente de criação e do tipo de cama utilizado sobre o teor de proteína bruta, umidade, estrato etéreo y cinzas, da carne das aves (Tabela 4).

Tabela 1. Medidas de desempenho de frangos de corte criados em diferentes ambientes térmicos sobre cama de maravalha nova ou reutilizada.

	<i>Consumo (Kg)</i>	<i>Conversão alimentar</i>	<i>Ganho de peso (kg)</i>	<i>Viabilidade (%)</i>
Temperatura (T)				
Termoneutra	4,170	1,73	2,411	98,23
Ambiente	4,027	1,74	2,313	100,00
P valor	0,1335	0,0514	0,1984	0,3545
Tipo de cama (C)				
Nova	4,155	1,75	2,370	98,82
Reutilizada	4,042	1,72	2,354	99,41
P valor	0,2306	0,2874	0,6607	0,8821
P interação TxC	0,6902	0,7612	0,6607	0,6850
CV (%)	4,96	2,90	9,77	2,97

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 2. Rendimento de carcaça fria (RCF) e de cortes comerciais da carne de frangos de corte criados em diferentes ambientes térmicos sobre cama de maravalha nova ou reutilizada.

	<i>RCF (%)</i>	<i>Peito (%)</i>	<i>Coxa (%)</i>	<i>Asa (%)</i>	<i>Dorso (%)</i>
Temperatura (T)					
Termoneutra	82,53	31,13	27,19	9,50	19,47
Ambiente	82,34	31,04	27,55	9,74	19,12
P valor	0,6303	0,8798	0,2784	0,1088	0,3749
Tipo de cama (C)					
Nova	82,21	30,85	27,69	9,73	19,27
Reutilizada	82,66	31,32	27,05	9,52	19,32
P valor	0,2489	0,4095	0,0627	0,1525	0,8843
P int. TxC	0,2011	0,1728	0,4364	0,8289	0,6818
CV (%)	1,45	5,80	3,80	4,71	6,53

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 3. Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), pH, Capacidade de retenção de água (CRA), força de cisalhamento (FC) e substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) da carne de peito de frangos de corte criados em diferentes ambientes térmicos sobre cama de maravalha nova ou reutilizada.

	L*	a*	b*	pH	CRA (%)	FC (kgf/cm ²)	TBARS (mg mda/kg)
Temperatura (T)							
Termoneutra	54,32	2,20B	3,57	5,41	74,32	1,48	0,230 (a)
Ambiente	53,73	2,74A	3,62	5,63	75,71	1,76	0,180 (b)
P valor	0,5479	0,0395	0,8983	0,4474	0,0955	0,0847	<0.0001
Tipo de Cama (C)							
Nova	53,65	2,25	3,33	5,71	75,58	1,38 (b)	0,212
Reutilizada	54,40	2,70	3,85	5,33	74,45	1,86 (a)	0,198
P valor	0,4414	0,0817	0,1272	0,2114	0,1712	0,0041	0,1934
P interação TxC	0,9156	0,0937	0,3491	0,3057	0,9916	0,5078	0,2680
CV (%)	5,32	29,73	27,98	16,53	3,38	30,11	15,50

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 4. Composição química da carne de frangos de corte criados em diferentes ambientes térmicos sobre cama de maravalha nova ou reutilizada.

	Consumo (kg)	Conversão alimentar	Ganho de peso (kg)	Viabilidade (%)
Temperatura (T)				
Termoneutra	4,170	1,73	2,411	98,23
Ambiente	4,027	1,74	2,313	100,00
P valor	0,1335	0,0514	0,1984	0,3545
Tipo de cama (C)				
Nova	4,155	1,75	2,370	98,82
Reutilizada	4,042	1,72	2,354	99,41
P valor	0,2306	0,2874	0,6607	0,8821
P interação TxC	0,6902	0,7612	0,6607	0,6850
CV (%)	4,96	2,90	9,77	2,97

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Discussão

O tipo de cama não influenciou significativamente os índices de desempenho, demonstrando ser viável a prática de reutilização da cama, que é desejável do ponto de vista econômico e ambiental. Resultado semelhante foi relatado por Ruiz *et al.*²¹, onde a cama de maravalha reutilizada de diferentes ciclos tratada com cal virgem ou hidratada não afetou o desempenho.

A temperatura ambiental e do tipo de cama não interferiram no desempenho dos frangos, esses resultados

são decorrentes ao fato que nesse período a exposição ao calor dos frangos de corte pode ter sido insuficiente para gerar o estresse térmico no grupo de temperatura ambiente, devido ao que a temperatura ambiente variou de 12.9-36.8 °C durante o período experimental. Segundo Furlan e Macari⁷ o conforto térmico de aves com 4 e 6 semanas de idade é de 24, 21 a 22 °C, respectivamente.

Não foi observado efeito do tipo de cama utilizada, sobre os índices percentuais de rendimento de carcaça fria e

de cortes comerciais, esses resultados são promissórios, uma vez que o uso da cama reutilizada de primeiro ciclo tratada com cal pode ser viável do ponto de vista econômico e de produção sustentável. O mesmo foi constatado em pesquisa realizada por Traldi *et al.* ²⁴, onde a cama reutilizada de dois e três ciclos não interferiu no rendimento de carcaça de aves abatidas com 42 dias.

A temperatura do ambiente não afetou os índices percentuais de rendimento de carcaça fria e de cortes comerciais. Resultados semelhantes foram encontrados em pesquisa realizada por Faria Filho *et al.* ⁴, onde não houve influência da temperatura ambiente no rendimento de peito e asas de frangos de corte abatidos ao 49 dias de idade.

A intensidade de vermelho e a oxidação lipídica da carne de animais abatidos aos 42 dias podem ter sido influenciados pelo acúmulo de gases no ambiente dos animais criados em temperatura termoneutra visto que foi utilizada uma câmara climática totalmente fechada e com pouca ventilação, necessária para promover temperatura termoneutra ideal para cada idade.

Algumas pesquisas demonstraram que concentração alta de amônia no organismo aumenta a produção de radicais livres e diminui a atividade de enzimas antioxidantes influenciando a velocidade da oxidação ¹². Segundo Faustman *et al.* ⁵, a oxidação lipídica e da mioglobina na carne levam à descoloração, o que pode explicar a diminuição da intensidade de vermelho.

A carne menos macia de animais criados sobre cama reutilizada pode ser atribuída por a cama se encontrar mais compactada. Apesar dessa diferença a carne de todos os tratamentos é considerada macia com valores abaixo 7,5 kgf ¹⁴.

Não houve efeito da temperatura do ambiente de criação e do tipo de cama utilizado sobre a composição química da carne das aves. Resultados semelhantes foram encontrados por Faria Filho *et al.* ⁴ onde a temperatura ambiente não influenciou a composição centesimal do peito das aves abatidas aos 49 dias de idade.

Os resultados encontrados neste trabalho são diferentes dos encontrados por Tankson *et al.* ²³, que observou uma redução no teor de proteína em aves submetidas ao tratamento de calor a partir 36º dia de criação.

Oba *et al.* ¹⁶ encontrou maior teor de umidade na carcaça dos animais criados em temperatura quente do que a carcaça de animais criados em termoneutralidade. Animais estressados termicamente obtiveram menor teor de umidade, lipídeos e cinza em pesquisa realizada por Brossi ¹.

A literatura não disponibiliza pesquisas relacionadas à reutilização da cama e a qualidade da carne, sendo necessários maiores estudos que demonstrem a influência desse fator produtivo.

Conclusões

Nas condições desse experimento a temperatura ambiente não influenciou o desempenho, rendimento de carcaça, cortes nobres e a composição centesimal da carne. Entretanto a carne sofreu alterações na cor e na oxidação lipídica, o que pode trazer prejuízos ao consumidor como a diminuição de vida de prateleira do produto.

A cama reutilizada de primeiro ciclo tratada com cal não prejudica o desempenho, rendimento de carcaça, cortes nobres e qualidade físico-química do frango de corte. O seu uso é desejável do ponto de vista econômico e de produção sustentável.

Agradecimentos

Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo– FAPESP e à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal.

Referências

1. Brossi C. Qualidade da carne de frango: efeito do estresse severo pré-abate, classificação pelo uso da carne marinação. Tese de mestrado, Faculdade de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.
2. Cheng TK, Hamre ML, Coon CN. Effect of environmental temperature, dietary protein, and energy on broiler performance. *J Appl Poult Res* 1997; 6(1):1-17.

3. Dransfield E, Sosnicki AA. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poult Sci* 1999; 78:743-746.
4. Faria Filho DE, Rosa PS, Figueiredo DF, Macari FDM, Furlan RL. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. *Pesq agropec Bras* 2006; 41(3):101-106.
5. Faustman C, Sun Q, Mancini R, Suman SP. Myoglobin and lipid oxidation interactions: mechanistic bases and control. *Meat Sci* 2010; 86(1):86-94.
6. Fletcher DL. Poultry meat quality. *Worlds Poult Sci J* 2002; 58(2):131-145.
7. Furlan RL, Macari M. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP; 2002.
8. Hamm R. Biochemistry of meat hydration. *Adv Food Res* 1960; 10:335-443.
9. Horwitz W. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Maryland: AOAC; 2002.
10. Huallanco MBA. Aplicação de um sistema de classificação de carcaças e cortes e efeito pós abate na qualidade de cortes de frango de corte criados no sistema alternativo. Tese de mestrado, Faculdade de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
11. Koblitz MGB. Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011.
12. Kosenko E, Kaminsky Y, Kaminisky A, Valencia M, Lee L, *et al.* Superoxide production and antioxidant enzymes in ammonia intoxications in rats. *Free Radic Res* 1997; 27(6):637-644.
13. Lawrie RA. The conversion of muscle to meat. En: Lawrie's meat science. 6.ed. Cambridge: Lawrie RA, 1998. p. 96-118.
14. Lyon CE, Lyon BG. The relationship of objective shear value and sensory tests to changes in tenderness of broiler breast meat. *Poult Sci* 1990; 69(2):1420-1427.
15. Menegali I. Avaliação de diferentes sistemas de ventilação mínima sobre a qualidade do ar e o desempenho de frangos de corte. Tese de doutorado, Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
16. Oba A, Souza PA, Souza HBA, Leonel FR, Pelicano ERL, *et al.* Qualidade da carne de frango de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados em diferentes temperaturas ambientais. *Acta Sci Anim Sci* 2007; 29(3): 143-149.
17. Offer G, Knight P. The structural basis of water-holding capacity in meat. Part 2: drip losses. En: *Developments in meat science*. London: Elsevier Science Publications. 1998: p. 173-243.
18. Olivo R. Estrutura, composição e funcionalidade do tecido muscular. En: *O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango*. 1a ed. Criciúma: R. Olivo; 2006. p. 240-272.
19. Pikul J, Leszczynski DE, Kummerow FA. Evaluation of tree modified TBA methods. *J Agric Food Chem* 1989; 37 (3):1309-1313.
20. R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
21. Ruiz V, Ruiz D, Gernat AG, Grimes JL, Murillo JG, *et al.* The Effect of Quicklime (CaO) on Litter Condition and Broiler Performance. *Poult Sci* 2008; 82(5): 823-827.
22. Simões GS, Oba A, Matsuo T, Rossa A, Shimokomaki M, *et al.* Vehicle thermal microclimate evaluation during Brazilian summer broiler transport and the occurrence of PSE (Pale, Soft, Exudative) meat. *Braz Arch Biol Technol*. 2009; 52(2):195-204.

23. Tankson JD, Vizzier TY, Thaxton JP, May JD, Cameron JA. Stress and nutritional quality of broilers. *Poult Sci.* 2001; 80(9):1384-1389.
24. Traldi AB, Oliveira MC, Rizzo PV, Moraes VMB. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com ração contendo probiótico e criados sobre cama nova ou reutilizada. *Ciência Animal Brasileira.* 2009; 10(1): 107-114.
25. Wheeler TL, Cundiff LV, Koch RM. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcass traits and longissimus palatability. *J Anim Sci.* 1996; 74(5): 1023-1035.