

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

**INDICADORES FISIOLÓGICOS, DESEMPENHO, RENDIMENTO AO  
ABATE E QUALIDADE DE CARNE DE COELHOS PUROS E  
MISTIÇOS SUBMETIDOS AO ESTRESSE PELO CALOR INTENSO OU  
MODERADO**

**CYNTHIA PIERI ZEFERINO**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia como parte das exigências  
para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP  
Fevereiro – 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

**INDICADORES FISIOLÓGICOS, DESEMPENHO, RENDIMENTO AO  
ABATE E QUALIDADE DE CARNE DE COELHOS PUROS E  
MISTIÇOS SUBMETIDOS AO ESTRESSE PELO CALOR INTENSO OU  
MODERADO**

**CYNTHIA PIERI ZEFERINO**  
Zootecnista

ORIENTADORA: Profa. Dra. ANA SILVIA ALVES MEIRA TAVARES MOURA

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia como parte das exigências  
para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP  
Fevereiro – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Z44i Zeferino, Cynthia Pieri, 1981-  
Indicadores fisiológicos, desempenho, rendimento ao abate e qualidade de carne de coelhos puros e mestiços submetidos ao estresse pelo calor intenso ou moderado / Cynthia Pieri Zeferino. - Botucatu : [s.n.], 2009.  
viii, 81 f.: gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009

Orientador: Ana Silvia Alves Meira Tavares Moura  
Inclui bibliografia.

1. Coelho - Efeito de estresse. 2. Coelho - Crescimento. 3. Rendimento. 4. Carne - Qualidade. I. Moura, Ana Silvia Alves Meira Tavares. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

**DEDICO**

*A minha família,  
meus pais ORIVALDO e DULCE,  
aos meus irmãos MARCO AURÉLIO e FLÁVIA  
por todo amor, apoio, confiança e compreensão, amizade e carinho,  
pois sem eles seria impossível a realização desta importante etapa em minha vida.  
Eu os amo muito!*

**OFEREÇO**

*A DEUS  
pois sem Ele não teria forças para concluir esta missão.*

## *Agradecimentos*

Primeiramente à Deus.

À minha orientadora e amiga Profa. Dra. Ana Silvia Alves Meira Tavares Moura, pela orientação segura, participação em todas as etapas deste trabalho, disposição, dedicação e acima de tudo, pela amizade e o incentivo ao aprendizado.

Ao curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu pela excelente qualidade do curso e valorização da educação em nosso país.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - pela concessão de bolsa de estudo, possibilitando o aprimoramento científico.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP - (Processo nº 2006/60597-7), pela concessão de auxílio financeiro a esta pesquisa.

Ao Prof. Dr. José Roberto Sartori, Professor Assistente do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu pela importante amizade, valiosas sugestões e por possibilitar a realização do experimento no Laboratório de Nutrição de Aves.

À amiga e colaboradora Dra. Simone Fernandes, Zootecnista e Auxiliar Acadêmica do Departamento de Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu pelo companheirismo, apoio e pela imensa ajuda prestada.

Ao Prof. Dr. Cláudio Scapinello, Professor Titular do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, pela amizade, apoio e colaboração no fornecimento dos machos Nova Zelândia Brancos.

Ao Prof. Dr. Ariel Antonio Mendes, Professor Titular do Departamento de Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu pela possibilidade de utilizar as instalações do Abatedouro Experimental Avícola e do Laboratório de Qualidade de Carnes.

Ao Prof. Dr. Renato Luiz Furlan, Professor Assistente do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, por disponibilizar o modelo de plataforma de contenção para coelhos.

Ao técnico Renato Monteiro da Silva Diniz, responsável pelo Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu, pela alegria do dia-a-dia e pelo auxílio na realização das análises bromatológicas.

Ao Biotério Central da UNESP, Botucatu, pelo auxílio prestado e especialmente ao Zootecnista e Técnico Dr. Paulo Sérgio dos Santos Teixeira, pela amizade e grande ajuda prestada.

À colaboradora e doutoranda Claudia Marie Komiyama pelas sugestões e auxílio na fase laboratorial das análises de qualidade de carne.

À amiga e mestranda Juliana Spanguero Kanayama pela grande amizade, consideração e enorme colaboração nas fases de campo deste trabalho.

À amiga e dedicada colaboradora Irene Francisca de Arruda, funcionária da Área de Produção de Coelhos da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu pela grande amizade e imenso auxílio.

Ao colaborador Édino Martins, funcionário do Setor de Cunicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu pela amizade e atenção recebida.

Ao colaborador Arlindo Braga, funcionário do Laboratório de Nutrição de Aves da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu pela amizade e atenção recebida.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Posto de Serviço - Lageado, Seila Cristina Cassineli Vieira e Danilo José Teodoro Dias pela atenção recebida e auxílio prestados.

Aos funcionários José Luiz Barbosa de Souza e Solange Aparecida Ferreira de Souza do Departamento de Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu pela amizade e auxílio prestados.

À grande equipe formada pelos alunos de pós-graduação e estagiários de graduação que muito contribuíram nas coletas de dados a campo.

Ao amigo Rafael Damião Pinheiro Machado pela amizade e ajuda neste trabalho.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho e não foram citados nominalmente, mas que não estão esquecidos, meu muito obrigada.

## SUMÁRIO

|   | Página |
|---|--------|
| <b>CAPÍTULO I</b>   |        |
| <b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....   | 02     |
| Referências Bibliográficas .....  | 20     |
| <b>CAPÍTULO II</b>  |        |
| <b>INDICADORES FISIOLÓGICOS E DESEMPENHO DE COELHOS PUROS E MISTIÇOS SOB ESTRESSE PELO CALOR INTENSO OU MODERADO</b> .....    | 27     |
| Resumo .....  | 27     |
| Abstract .....  | 28     |
| Introdução .....  | 29     |
| Material e Métodos .....  | 30     |
| Resultados e Discussão .....  | 34     |
| Conclusão .....   | 41     |
| Referências Bibliográficas .....  | 41     |
| <b>CAPÍTULO III</b>   |        |
| <b>RENDIMENTO AO ABATE E QUALIDADE DA CARNE DE COELHOS PUROS E MISTIÇOS SOB ESTRESSE PELO CALOR INTENSO OU MODERADO</b> ..... | 58     |
| Resumo .....  | 58     |
| Abstract .....  | 59     |
| Introdução .....  | 60     |
| Material e Métodos .....  | 61     |
| Resultados e Discussão .....  | 66     |
| Conclusão .....   | 72     |
| Referências Bibliográficas .....  | 72     |
| <b>CAPÍTULO IV</b>  |        |
| <b>IMPLICAÇÕES</b> .....  | 80     |



## ÍNDICE DE TABELAS

|   | Página |
|---|--------|
| CAPÍTULO II   |        |
| Tabela 1. Composição bromatológica média das amostras da ração comercial utilizada (Linha Specialties- Nutricoeelho, Purina®) .....   | 44     |
| CAPÍTULO III  |        |
| Tabela 1. Composição bromatológica média das amostras da ração comercial utilizada (Linha Specialties- Nutricoeelho, Purina®) .....   | 75     |
| Tabela 2. Médias de quadrados-mínimos (erros-padrão) das características de qualidade de carcaça e de rendimento ao abate de acordo com o grupo genético e a condição térmica. .... | 76     |
| Tabela 3. Médias de quadrados-mínimos (erros-padrão) das características de qualidade de carne de acordo com o grupo genético e a condição térmica. ....                            | 77     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   | Página |
|---|--------|
| <b>CAPÍTULO II</b>  |        |
| Figura 1. Valores médios de temperatura (painel superior) e umidade relativa do ar (painel inferior) nas salas termoneutra, estresse moderado e intenso no período de 13 de março a 14 de abril de 2008. .... | 45     |
| Figura 2. Efeito da interação condição térmica x semana sobre a temperatura retal (TR) de coelhos puros e mestiços.<br>(EI = estresse intenso; EM = estresse moderado e TN = termoneutra) .....               | 46     |
| Figura 3. Efeito da interação grupo genético x condição térmica x semana sobre a temperatura média da superfície da pele (TSP) de coelhos. ....   | 47     |
| Figura 4. Efeito da interação grupo genético x semana sobre a temperatura da orelha (TO) de coelhos em três condições térmicas. ....  | 48     |
| Figura 5. Efeito da interação condição térmica x semana sobre a temperatura da orelha (TO) de coelhos puros e mestiços.<br>(EI = estresse intenso; EM = estresse moderado e TN = termoneutra) .....           | 49     |
| Figura 6. Efeito da interação grupo genético x semana sobre a frequência respiratória (FR) de coelhos em três condições térmicas. ....  | 50     |
| Figura 7. Efeito da interação condição térmica x semana sobre a frequência respiratória (FR) de coelhos puros e mestiços.<br>(EI = estresse intenso; EM = estresse moderado e TN = termoneutra) .....         | 51     |
| Figura 8. Efeito da interação grupo genético x condição térmica x semana sobre o peso médio dos coelhos por gaiola. ....  | 52     |
| Figura 9. Efeito da interação grupo genético x condição térmica sobre o ganho médio diário de peso de coelhos por gaiola.<br>(EI = estresse intenso; EM = estresse moderado e TN = termoneutra) .....         | 53     |
| Figura 10. Efeito da interação condição térmica x semana sobre o ganho médio diário de peso de coelhos puros e mestiços por gaiola.   |        |

|   |    |
|---|----|
| (EI = estresse intenso; EM = estresse moderado e TN = termoneutra). .....   | 54 |
| Figura 11. Efeito da interação grupo genético x condição térmica x semana sobre o consumo médio diário de ração de coelhos por gaiola. .... | 55 |
| Figura 12. Efeito de semana sobre a taxa de conversão alimentar de coelhos puros e mestiços em três condições térmicas. ....                | 56 |

### CAPÍTULO III

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Valores médios de temperatura (painel superior) e umidade relativa do ar (painel inferior) nas salas termoneutra, estresse moderado e intenso no período de 13 de março a 14 de abril de 2008. .... | 78 |
|---|----|

## **CAPÍTULO I**

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O coelho (*Oryctolagus cuniculus*) é um pequeno mamífero, monogástrico e herbívoro, cuja classificação taxonômica é: Reino: Animal; Sub-reino: Metazoa (pluricelulares); Filo: Cordados (vertebrados); Sub-filo: Craneados; Classe: Mamíferos; Sub-classe: Vivíparos; Ordem: *Lagomorpha*; Família: *Leporidae*; Sub-família: *Leporinae* e Gênero: *Oryctolagus*.

O conhecimento do coelho pelo homem é muito primitivo, correspondendo à Pré-História, em meados da Era Terciária. Apesar de sua origem geográfica ser muito discutida, existem relatos que indicam sua procedência da Ásia Central, de onde emigraram para a Europa e posteriormente para o norte da África. Havia desde aquela época interesse muito grande por estes animais devido à alta capacidade de reprodução. Segundo Lopes & Souza (1999) até o início do século XX houve a difusão do coelho no mundo; do início do século XX até os anos 50 existiam apenas raças não definidas; nos anos 60 surgiram as raças puras e nos anos 70, as raças sintéticas (originárias de cruzamentos de outras raças); na década de 80, houve importantes avanços na tecnologia européia: os animais passaram a apresentar maior ganho de peso diário e teve início o desenvolvimento de pesquisas na Europa e, por último, nos anos 90, foram desenvolvidos os coelhos híbridos.

A produção de coelhos no Brasil, como atividade de subsistência, se constitui numa alternativa para reduzir a carência de proteína da população de baixa renda, pois o animal é capaz de converter alimentos de baixa qualidade, em proteína animal de alto valor biológico. A cunicultura apresenta importância social muito grande em função do baixo investimento inicial, pequeno espaço exigido para a criação e também das facilidades de manejo e de alimentação dos coelhos. É uma atividade que apresenta excelente produtividade, viabilidade e garantia de retorno rápido. A produção intensiva de carne ainda é pouco difundida e atende a um nicho de mercado nas regiões Sul e Sudeste onde houve influência marcante na cultura e tradição provenientes dos países latinos da Europa Ocidental, notadamente da Itália.

Além da carne, os coelhos oferecem outras fontes de receita através da venda da pele para confecções; do couro para a indústria de artefatos ou então para a produção de

gelatina; dos pêlos para fabricação de feltro; das patas dianteiras e da cauda para a confecção de chaveiros; do cérebro para a extração de tromboplastina; das vísceras, utilizadas como farinha de carne em rações animais e do esterco para a adubação orgânica; sem falar da venda de reprodutores e animais de estimação (pet) e do uso como cobaias em laboratórios de pesquisa.

Segundo estimativas da FAO STAT (2008), a carne de coelho produzida na União Européia, no ano de 2007, representou 27,5% da produção mundial, sendo a Itália (230 mil ton/ano), a Espanha (99 mil ton/ano) e a França (51.700 ton/ano) os países de maior destaque na produção. Além da ampla difusão em quase toda a Europa, devem-se ressaltar outros países como a China (maior produtor mundial com 675 mil ton/ano) e a Ucrânia e a Rússia, onde são consumidas mais de 100 mil ton/ano de carne de coelho ao ano (Castellini et al., 1998). Os cinco maiores produtores na América do Sul, no ano de 2007, foram respectivamente: Argentina (7.300 ton/ano), Venezuela (6 mil ton/ano), Colômbia (3.900 ton/ano), Peru (3 mil ton/ano) e o Brasil, com 2.050 ton produzidas por ano.

Em 2006, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2008), existiam no Brasil 299.738 coelhos, concentrando-se as criações nas regiões Sul e Sudeste (respectivamente, 170.097 e 96.181 coelhos). O plantel do Estado do Paraná era estimado em 33.554 animais, situando-o na condição de quarto maior plantel do país, antecedido por Santa Catarina (3º lugar – 34.634), São Paulo (2º lugar – 60.101) e Rio Grande do Sul (1º lugar - 101.909). O Brasil ainda não possui a cultura de consumo da carne de coelho pelo fato da cunicultura ser pouco difundida em relação às outras atividades produtivas, mas atualmente, encontra-se em constante crescimento.

O aumento da demanda desta carne considerada exótica, que chega a ultrapassar a oferta, representa tendência de crescimento contínuo de mercado, o que tem expandido o número de cunicultores no Brasil. Isto ocorre porque os consumidores, na busca por alimentos mais saudáveis, são atraídos pelas propriedades nutricionais e dietéticas da carne de coelho: é mais nutritiva que as carnes de outras espécies animais pelo fato de ter cor branca, ser rica principalmente em proteínas, ser magra e possuir baixo teor de colesterol e além de tudo, ser saborosa.

A qualidade da carne foi tradicionalmente determinada por aspectos sensoriais, como aparência, textura, aroma e sabor. Contudo, atualmente, o valor nutricional e a

segurança alimentar ganharam grande importância entre os fatores determinantes desta qualidade.

A estreita relação entre dieta e saúde tem levado a mudanças nos hábitos do consumidor, exigindo produtos que satisfaçam suas preferências dietéticas e nutricionais. Assim, novos alimentos estão sendo desenvolvidos para realçar ou incorporar os componentes benéficos dos alimentos tradicionais, devido à sua vantagem na saúde ou na produção de efeitos fisiológicos desejáveis. Neste contexto, a carne de coelho tem papel fundamental como alimento funcional, pois além de ser rica em proteína, cálcio e fósforo, apresenta baixo conteúdo de gordura e de colesterol associados a um perfil favorável de ácidos graxos poli-insaturados (Hernández, 2008).

#### *Importância dos fatores ambientais*

A interação entre fatores genéticos, nutricionais e principalmente ambientais, é fundamental na determinação da produção eficiente de coelhos. Fatores ambientais representados pela temperatura, umidade, ventilação e fotoperíodo são os que mais marcadamente influenciam a saúde, a produção e a reprodução. Por isto, as instalações devem ser adequadas a ponto de amenizar o efeito do ambiente sobre o desempenho dos animais e propiciar maior produtividade por área de instalação construída. O relatório científico da *European Food and Safety Authority* (EFSA) intitulado: “O impacto do sistema de alojamento e manejo sobre a saúde e bem-estar de coelhos de granja” (European Food and Safety Authority, 2005) destacou a importância dos fatores ambientais, dentre os quais alta temperatura e umidade excessiva, sobre a incidência de doenças em coelhos. O mesmo documento enfatizou a necessidade de pesquisas a respeito das condições ambientais e de manejo de coelhos desmamados.

Por ser o coelho um animal que teve domesticação recente (na Idade Média, segundo Lebas et al., 1996) e ainda em adaptação ao novo sistema de vida, qualquer ambiente que não seja natural cria uma situação de estresse. A zona de conforto térmico constitui-se na faixa de temperatura ambiente efetiva em que o organismo despende o mínimo de esforço a fim de manter estável a temperatura corporal (De Oliveira, 1999). É nesta faixa que o animal consegue expressar ao máximo seu potencial genético, devido à maximização da eficiência na utilização da energia dos alimentos. A

temperatura ideal para a criação de coelhos, segundo o autor, varia de 15 a 20°C e a umidade relativa de 60 a 70%. Estas recomendações coincidem com as de Verga et al. (2007) para coelhos em crescimento, que afirmam que o clima pode atuar como poderoso fator estressor, prejudicando a produção, por exemplo, através da queda do consumo alimentar devido ao calor. Animais mantidos em espaço confinado devem estar submetidos à mínima faixa de variação diária de temperatura para, deste modo, evitar o aumento das exigências metabólica e comportamental em compensação às mudanças térmicas ambientais (National Research Council, 1996). Para os coelhos de laboratório, a recomendação é de 16 a 22°C e a umidade relativa também deve ser controlada, mas não tão estreitamente como a temperatura, sendo a faixa aceitável entre 30 a 70%.

Além da temperatura e da umidade, também devem ser consideradas na produção animal as condições de ventilação, o conteúdo de oxigênio, a pressão e a iluminação, pois suas variações alteram a estabilidade do meio, refletindo no conforto dos animais e, conseqüentemente, na rentabilidade da produção. Os indicadores de estresse avaliados são principalmente os fisiológicos e as variáveis de produção (Hoy & Verga, 2006).

### *Indicadores fisiológicos*

Animais homeotermos ou endotérmicos mantêm a temperatura corporal constante, independentemente das variações térmicas do ambiente externo, pois desenvolveram mecanismos precisos de controle da temperatura corpórea, o que os permite sobreviver a uma ampla diversidade ambiental. Dentre estes mecanismos, pequenos roedores não apresentam ofego e nem suam, passando desta forma saliva e água sobre o pêlo. Os roedores e também os lagomorfos não realizam a sudorese termorreguladora (Brewer & Cruise, 1994) pelo fato de apresentarem poucas (Mcnitt et al., 1996) ou nenhuma (Muller, 1989; Lebas et al., 1996) glândula sudorípara funcional. Necessitam, então, lançar mão do aumento da frequência respiratória para estimular a perda de calor por via evaporativa.

A frequência respiratória e as temperaturas da superfície da pele e das orelhas expressam os mecanismos fisiológicos utilizados pelos animais para livrarem-se do



calor excedente, já a temperatura corpórea interna expressa as condições térmicas reais do corpo (Finzi et al., 1988). Embora seja um pouco inferior à temperatura central do animal, a temperatura retal se constitui num bom indicativo da temperatura corpórea interna.

As orelhas do coelho são importantes órgãos sensitivos que também contribuem nas trocas de calor com o ambiente através do sistema de contra-corrente. São altamente vascularizadas e representam porcentagem relativamente grande da área da superfície corporal (aproximadamente 12%). Coelhos expostos à temperatura ambiental de 8°C, mas tendo suas orelhas aquecidas a 30°C, reduziram seus calafrios, seu consumo de oxigênio e sua temperatura retal. Entretanto, o resfriamento das orelhas a temperatura de 17°C levou a pronunciado calafrio e aumento na taxa metabólica. Em resposta à alta temperatura retal, a maioria dos mamíferos desenvolveu mecanismos de aumento na taxa de pulsação, mas o coelho mostrou muito pouca resposta vasomotora em alta temperatura (Brewer & Cruise, 1994).

Segundo Harkness & Wagner (1977), o coelho, em condições de conforto, apresenta frequência respiratória entre 35 e 60 respirações/minuto, temperatura corporal normal de 39°C, e pode ser alojado em ambientes com temperaturas entre 6 a 29°C, com média recomendada em condições de laboratório entre 18 e 21 °C. A frequência respiratória varia entre 32 e 60 respirações/minuto e a temperatura retal normal em adultos da raça Nova Zelândia Branca, cerca de 38,5 a 39,5°C (Manning et al., 1994). A zona de conforto térmico do coelho varia de 15 a 20°C e a umidade relativa de 60 a 70% (De Oliveira, 1999).

As variações fisiológicas podem ocorrer em função de outros fatores aliados à temperatura ambiental, como por exemplo, idade, sexo, tamanho corporal, exercício físico e também raça. Lukefahr & Ruiz-Feria (2003) expuseram coelhos Nova Zelândia Branco e Altex a ambientes do tipo subtropical e semi-árido e concluíram que houve correlação moderada a alta entre as variáveis comprimento de orelhas e desempenho de crescimento. Entre a temperatura corporal e o desempenho de crescimento esta correlação foi baixa e entre o comprimento de orelha e temperatura corporal, nula. Além disto, os coelhos da raça Altex apresentaram orelhas mais longas, mas não houve nenhuma diferença de temperatura corporal média entre as raças.

No experimento citado acima, Lukefahr & Ruiz-Feria (2003) afirmaram que estudos adicionais envolvendo maior número de animais, menos fatores experimentais impostos e medidas mais detalhadas (taxa de respiração e indicadores de estresse fisiológico) são necessários para elucidar o mecanismo termorregulatório do coelho. Verga et al. (2007) afirmaram serem necessários mais estudos em coelhos, pois os indicadores fisiológicos podem ser úteis na determinação das reações dos animais aos estressores psicológicos e físicos. Finzi et al. (1988) também afirmaram a necessidade de estudos da repetibilidade dos indicadores de termotolerância, devido à grande variabilidade nos índices de temperatura corporal, taxa respiratória e temperatura da pele e das orelhas.

González et al. (1971) com o objetivo de estudar o sistema termorregulatório, expuseram número reduzido (N=4) de coelhos adultos da raça Nova Zelândia Branca a uma ampla variação térmica ambiental (de 5°C até 35°C) e registraram variação na frequência respiratória (de 87 a 336 respirações/minuto, respectivamente), na temperatura retal (de 39,3 a 40,5°C, respectivamente), na temperatura média da pele sem as orelhas (de 29,9 a 39,5°C, respectivamente) e na temperatura média das orelhas (de 9,6 a 39,4°C, respectivamente).

Ao avaliar o efeito das estações de verão (temperatura média de 24°C e umidade relativa de 63,9%) e inverno (temperatura média de 18,6°C e umidade relativa de 57,2%) da cidade de Maringá/PR em três diferentes tipos de instalações (gaiolas ao ar livre, em galpões de alvenaria fechados, ou com tela de arame lateral), Barbosa et al. (1992a) verificaram que no verão os coelhos Nova Zelândia Branco apresentaram maiores valores de temperaturas corporais de manhã e à tarde e de frequência respiratória à tarde; mas a frequência respiratória da manhã, não apresentou efeito de estação do ano.

A prévia exposição dos animais ao estresse térmico pode induzir ao efeito de aclimação fazendo com que assumam temperaturas corporais diferentes dependendo da intensidade e da duração das experiências térmicas prévias e reais. Finzi et al. (1988) submeteram grupos de coelhos Nova Zelândia Branco (um proveniente de ambiente a 25°C e outro aclimatado a 20°C por uma semana) a diferentes intensidades de estresse térmico (25, 30 e 35°C) e tempo de exposição (60 e 90 minutos). A 25°C não houve diferença de temperatura retal entre os grupos. Esta temperatura ambiental não foi

estressante, assim os animais não necessitaram ativar seus mecanismos termorreguladores. O efeito de aclimatação sobre os coelhos, representado pelo aumento da temperatura retal, ocorreu quando a temperatura ambiente atingiu 30°C e o tratamento durou 90 minutos.

Cammack et al. (2005) submeteram ratos a diferentes formas de estresses pelo calor (estresse térmico diurno e estresse térmico constante) objetivando analisar a temperatura interna corporal e as características de desempenho de animais. O estresse pelo calor somente diurno induziu maiores variações na temperatura média interna corporal diária devido à recuperação parcial dos animais. Este fato melhorou o desempenho dos animais quando comparados ao tratamento do tipo estresse pelo calor constante. Desse modo, podemos afirmar que medidas de temperatura corporal interna podem ser usadas para posteriores avaliações de desempenho em condições ambientais semelhantes.

Algumas pesquisas também têm sido conduzidas para mostrar os efeitos do clima sobre indicadores fisiológicos em relação ao sistema de alojamento e manejo. Ashour (2001) estudou o metabolismo de coelhos de 5 a 12 semanas de idade, em relação à estação do ano e ao sistema de alojamento. A taxa respiratória e as temperaturas corporais e da pele, apresentaram menores valores ao longo do ano nas gaiolas com dupla cobertura de folha de metal em relação às de única cobertura ou de cobertura de concreto.

#### *Desempenho durante a fase de crescimento*

As alterações nas variáveis de desempenho animal podem ocorrer, dentre os principais fatores, em função de temperatura ambiental, idade, sexo, tamanho corporal, exercício físico e principalmente raça, pois, segundo Lebas et al. (1996), algumas características zootécnicas particulares podem ser encontradas em diferentes raças no mesmo ambiente de criação devido às diferenças nos valores genotípicos. Por outro lado, nem sempre uma diferença específica no ambiente tem o mesmo efeito sobre genótipos distintos: ela pode apresentar efeito maior sobre alguns genótipos que sobre outros ou pode haver mudança de ordem de mérito de uma série de genótipos quando avaliados sob diferentes ambientes, traduzindo-se numa interação entre genótipos e

ambientes (Falconer & McKay, 1996). A identificação de grupos genéticos (ou genótipos) que apresentem melhor desempenho sob estresse térmico é de extrema importância para o desenvolvimento da criação em países de clima quente, por possibilitar a seleção de raças ou grupos genéticos termotolerantes.

O efeito da raça e do ambiente no crescimento de coelhos pós-desmame foi estudado por McNitt & Lukefahr (1993). A raça Nova Zelândia Branca apresentou maiores ganho de peso pós-desmame e peso de abate aos 76 dias de idade que as demais raças avaliadas, sendo também a menos afetada em ambientes extremos. O menor ganho de peso pós-desmame foi encontrado na estação de verão. Existem indicações de que a duração do dia seja também importante fator no ganho de peso pós-desmame.

Bianospino et al. (2006) avaliaram os efeitos de idade e do grupo genético (coelhos Botucatu puros e mestiços Botucatu x Gigante Alemão Branco) sobre o desempenho e verificaram menores taxa de consumo de ração e peso vivo nos coelhos puros em relação aos mestiços.

O grupo genético Botucatu é uma linhagem de coelhos albinos de porte médio que descende de 30 coelhos híbridos Norfolk 2000 (cinco machos e 25 fêmeas), importados da *Norfolk Rabbits Limited Inc.*, Inglaterra, pela Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu em 1971. De acordo com a informação fornecida pelo exportador estes híbridos resultaram de duas gerações de cruzamentos: fêmeas mestiças Nova Zelândia Branco x Californiano foram acasaladas com machos Gigante de Bouscat. Seleção não sistemática e prevenção de acasalamentos entre parentes próximos foram praticadas por aproximadamente 15 gerações, em Botucatu, até 1991.

De janeiro de 1992 a julho de 1994 foi conduzido um programa de seleção com base no índice múltiplo proposto por Polastre et al. (1989). Maior peso econômico foi conferido ao tamanho da ninhada à desmama e ao peso às 10 semanas de idade, mas o índice combinava também os valores fenotípicos do peso da ninhada à desmama e peso individual à desmama (Moura et al., 2001). Nos últimos 10 anos a população vem sendo mantida com cerca de 100 matrizes e 20 machos reprodutores e a seleção é realizada em níveis independentes tendo como critérios o desempenho direto para tamanho da ninhada à desmama (5 semanas) e o ganho de peso médio diário individual da desmama até o abate (10 semanas). Atualmente, o grupo genético Botucatu é considerado uma

linhagem de dupla aptidão (Khalil & Al-Saef, 2008), cujo peso vivo adulto varia de 4,0 a 5,0 kg, com média em torno de 4,5 kg.

Chiericato et al. (1993) ao expor três grupos genéticos de coelhos (Nova Zelândia Branco e os híbridos comerciais Hyla e Provisal) às condições ambientais de inverno (11°C e umidade média de 66%) e verão (27°C e umidade média de 74%) constataram que no verão houve redução no ganho de peso diário, na ingestão alimentar diária e na conversão alimentar. Azevedo et al. (2001) também verificaram inapetência e redução do consumo alimentar em coelhos submetidos a temperaturas acima de 24°C.

Em outro estudo, Chiericato et al. (1994) submeteram coelhos híbridos comerciais a dois diferentes ambientes: frio (12°C) e quente (30°C), ambos tratamentos com umidade média de 65% e constataram piores resultados para ganho de peso diário, ingestão alimentar e conversão alimentar no ambiente quente. Além disto, Chiericato et al. (1996a) submeteram coelhos Nova Zelândia Branco, Grimaud e Provisal a condições ambientais de termoneutralidade (20°C e umidade média de 83%) e de estresse térmico (28°C e umidade média de 70%) e constataram que o estresse térmico diminuiu o peso corporal final, o ganho de peso médio diário e a ingestão alimentar. Os três genótipos exibiram peso corporal final, ganho diário de peso, ingestão alimentar diária e conversão alimentar semelhantes.

Ghosh et al. (2008) com o objetivo de avaliar as características de desempenho produtivo de coelhos em relação a diferentes raças e estações do ano submeteram coelhos Nova Zelândia Branco e Chinchila a condições de verão (com variações de 24,2 a 35,1°C) e de inverno (com variações de 8,4 a 24,5°C). Não houve efeito de raça sobre os pesos à desmama e ao abate. Em contrapartida, a estação de inverno foi favorável ao desempenho dos animais, pois os pesos à desmama e ao abate foram maiores em relação aos animais submetidos à estação de verão.

Yassein et al. (2008) com o objetivo de melhorar o desempenho produtivo de coelhos durante a estação do verão (temperatura ambiente de 27 a 35°C e umidade relativa de 70 a 80%), forneceram três tipos de tratamento da água: água de torneira fresca sem nenhuma suplementação; água potável esfriada a 10-15°C e água de torneira fresca suplementada diariamente com ácido ascórbico (a vitamina C é comumente utilizada para a redução do estresse térmico em coelhos, segundo Abdel-Hamid & El-Adawy, 1999). Os resultados mostraram melhor desempenho produtivo nos grupos

tratados. O uso da água potável esfriada ou suplementada com vitamina C, durante o verão, reduziu o estresse térmico em coelhos, pois, houve aumento no peso vivo final e no consumo alimentar diário das matrizes, além dos maiores pesos à desmama dos láparos.

A exposição de coelhos a ambientes quentes ocasionou diminuição na ingestão de alimento nos primeiros dois dias, sendo recuperada parcialmente nos dias posteriores (Amici et al., 1998). Quando a temperatura ambiente se elevou, o consumo de ração diminuiu sempre na ordem de 1 a 2% para cada grau acima de 27 a 28°C, temperatura considerada limite para a maioria dos autores, conforme observaram Heinzil & Crimella (1990).

Baccari et al. (1984) submeteram coelhos Norfolk (correspondentes a gerações iniciais do grupo genético Botucatu) a estresse térmico (32°C), durante dez dias, em câmara climática e verificaram menores índices de ingestão alimentar diária, ganho de peso médio diário e peso final, além de pior conversão alimentar e maior temperatura retal. Em contrapartida, após o fim do período de estresse térmico, houve melhora na conversão alimentar e no peso final, o que permite afirmar que houve crescimento compensatório, melhorando suficientemente o desempenho reduzido do período crítico.

Ao avaliar o efeito das estações de verão e inverno (temperatura média de 24°C e 18,6°C e umidade relativa de 63,9% e 57,2%, respectivamente) da cidade de Maringá/PR em três diferentes tipos de instalações (gaiolas ao ar livre, em galpões de alvenaria fechados, ou com tela de arame lateral), Barbosa et al. (1992a) constataram que o desempenho produtivo, representado pelo consumo médio de ração, pelo ganho de peso médio e pela taxa de conversão alimentar dos coelhos Nova Zelândia Branco não apresentou diferença entre estações do ano e tipos de instalações.

Numa criação comercial européia, a densidade ideal de alojamento durante a fase de crescimento varia de 14 a 23 coelhos/m<sup>2</sup> (Trocino & Xiccato, 2006). No entanto, altas temperaturas ambientais impossibilitam a aplicação destas recomendações, pois o aumento na densidade de alojamento pode prejudicar o desempenho através da queda na ingestão alimentar e na taxa de crescimento dos coelhos. Villalobos et al. (2008) ao submeterem coelhos híbridos em crescimento a diferentes densidades de alojamento (6, 12, 18 e 24 coelhos/m<sup>2</sup>) e ao estresse térmico pelo calor (temperatura média de 28°C e umidade relativa de 76%) comprovaram que o ganho de peso e a ingestão alimentar

diminuíram proporcionalmente em relação ao aumento na densidade de alojamento; a duração do período de crescimento aumentou para cada unidade de incremento na densidade mas a produção de coelho (kg/m<sup>2</sup>) aumentou com a densidade.

#### *Rendimento ao abate e Qualidade de carne*

A qualidade da carcaça pode variar em função de vários fatores, tais como, temperatura, umidade do ambiente e estação do ano (Paci et al., 1999), sexo (Russo et al., 1998), sistema de criação (Dal Bosco et al., 2000) e idade ao abate (Cavani et al., 2000). Além destes, podemos citar os fatores que alteram o metabolismo muscular (Dalle Zotte et al., 1996) e o genótipo (raça, linhagem ou grupo genético).

O aumento da temperatura ambiental acima da termoneutralidade reduz a ingestão alimentar em coelhos e, conseqüentemente, a taxa de crescimento, resultando em menor peso ao abate. Mas, algumas vezes, o melhor rendimento ao abate em temperatura elevada se dá por causa da menor proporção de pele, trato gastrointestinal e vísceras (Lebas & Ouhayoun, 1987; Chiericato et al., 1993; 1996a). Deste modo, efeitos sazonais são economicamente desfavoráveis se os consumidores preferem carcaças mais pesadas.

Chiericato et al. (1996a) com o objetivo de avaliar as características de abate de coelhos em crescimento em relação a diferentes genótipos e temperaturas ambientais, submeteram coelhos das raças Nova Zelândia Branca e híbridos comerciais Grimaud e Provisal a condições de termoneutralidade (20°C) e de estresse térmico (28°C). Os três genótipos exibiram rendimentos de carcaça semelhantes. Em contrapartida, os coelhos em estresse térmico apresentaram maior rendimento de carcaça em relação aos mantidos em termoneutralidade. Os rendimentos dos cortes (dianteiro, lombo e traseiro) não diferiram nos três grupos genéticos, mas as carcaças dos animais em estresse térmico apresentaram menor rendimento de dianteiro e maiores de lombo e traseiro, provavelmente devido à menor deposição de gordura na porção anterior destas carcaças. Os menores depósitos de gordura perirenal e interescapular nos coelhos em estresse térmico ocorreram em função do menor consumo de ração. Coelhos da raça Nova Zelândia Branca apresentaram maior porcentagem de gordura perirenal, mas semelhante gordura interescapular que os híbridos.

Ao pesquisar o crescimento e as características de carcaça de coelhos híbridos, Pla et al. (1994) observaram que animais transferidos pós-desmame para uma construção convencional à temperatura de 20°C apresentaram maiores taxas de crescimento e carcaças mais pesadas em comparação com os animais que se mantiveram sob as mesmas condições anteriores ao desmame, ou seja, à temperatura ambiente de 30°C.

Chiericato et al. (1993) ao submeterem três grupos genéticos de coelhos (Nova Zelândia Branco e os híbridos comerciais Hyla e Provisal) à temperatura média de 11°C e nível de umidade relativa de aproximadamente 66%, no inverno, e temperaturas de aproximadamente 27°C e umidade relativa de 74%, no verão, constataram que no verão os pesos de coração, fígado, rins, estômago vazio, intestino e de carcaça quente foram menores e a percentagem de gordura perirrenal, perivisceral e escapular também.

As condições tropicais também influenciam as densidades de alojamento dos animais. Numa criação comercial europeia, a densidade ideal durante a fase de crescimento varia de 14 a 23 coelhos/m<sup>2</sup>, segundo Trocino & Xiccato (2006). As recomendações em ótimas condições térmicas não podem ser extrapoladas às situações tropicais, devido à dificuldade de manutenção de adequado controle ambiental nestas condições. No estudo de Villalobos et al. (2008), as diferentes densidades de alojamento (6, 12, 18 e 24 coelhos/m<sup>2</sup>) não alteraram o rendimento, nem o peso da carcaça fria em coelhos híbridos submetidos ao estresse pelo calor (temperatura média de 28°C e umidade relativa de 76%). A proporção da gordura escapular aumentou linearmente com os níveis crescentes de densidade, mas a gordura perirenal não foi afetada.

Para as características de carcaça de coelhos, Barbosa et al. (1992b) verificaram que os maiores valores de temperatura corporal e frequência respiratória no verão em relação ao inverno (temperatura média de 24°C e 18,6°C e umidade relativa do ar de 63,9% e 57,2%, respectivamente) da cidade de Maringá/PR, propiciaram maior desenvolvimento da região tóraco-cervical com o objetivo de facilitar a troca de calor pelas vias respiratórias. Como, comercialmente, o corte de carcaça de maior valor é o lombo seguido do traseiro, não há vantagem nesse maior desenvolvimento dianteiro. Os melhores resultados para as partes nobres da carcaça de coelho foram obtidos na instalação cujas gaiolas se mantiveram ao ar livre.



Bianospino et al. (2006) avaliaram os efeitos de idade e de grupo genético (coelhos puros Botucatu e mestiços Botucatu x Gigante Alemão Branco) sobre o desempenho, a qualidade da carcaça e da carne e constataram que os coelhos puros apresentaram menores pesos de carcaça comercial (contendo a cabeça e as vísceras torácicas como coração, pulmão, traquéia, esôfago e timo, além do fígado e dos rins) e referência (sem a cabeça e as vísceras citadas anteriormente), de lombo e de dianteiro em relação aos mestiços. Bernardini et al. (1995) analisaram os efeitos da raça ou linhagem paterna, do sexo, da idade ao abate e de diferentes planos alimentares sobre a qualidade de carcaças de coelho e verificaram que a raça ou linhagem paterna afetou o desempenho e o desenvolvimento de carcaça sendo a progênie de Gigante Alemão Branco, detentora dos melhores resultados. O efeito de sexo não foi significativo e idades maiores de abate permitiram carcaças mais pesadas, maiores rendimento de carcaça e proporção de músculo:osso na perna.

As características de qualidade de carne parecem ser menos influenciadas pelas condições térmicas, em relação ao desempenho e à carcaça (Dalle Zotte, 2002). Além da influência ambiental a curto ou longo prazo, a qualidade da carne também depende do manejo de produção e das características inerentes ao animal, pois cada um responde de maneira diferente em função da idade, do sexo e principalmente da raça. Todos estes fatores podem alterar o metabolismo *post mortem*, responsável por determinar as características da carne no momento do processamento (Sams, 1999).

É possível que boa parte da variação nos parâmetros de qualidade possam ser atribuídas ao estresse térmico por desencadarem transtornos fisiológicos nos coelhos e, conseqüentemente, alterações bioquímicas durante a transformação do músculo em carne que levam a mudanças na cor, capacidade de retenção de água e maciez dos produtos cárneos, enfim, alterações nos aspectos que influenciam diretamente na aquisição do produto pelo consumidor.

Segundo Fletcher (1991), os principais atributos da qualidade de carne são a aparência, a textura, a suculência, o sabor e as propriedades funcionais. Os mais importantes fatores influenciadores na seleção inicial do produto e na satisfação final do consumidor são a textura e a aparência. Uma carne mais dura pode passar ao consumidor a impressão de carne de animal mais velho, quando, além dessa

possibilidade, a textura pode estar associada a fatores de estresse sofridos pelo animal antes do abate.

O pH muscular pode ser afetado por fatores extrínsecos, como condições climáticas e intrínsecos, como, por exemplo, tipo de músculo, espécie, indivíduos e raça. Em coelhos domésticos, os valores de pH estáveis podem variar em relação ao grupo genético (Blasco & Piles, 1990; Perrier & Ouhayoun, 1993) e à raça (Ristic & Zimmermann, 1992), mas as diferenças observadas são geralmente pequenas (Ouhayoun & Dalle Zotte, 1993). Estas variações podem ser atribuídas às diferenças na composição do músculo, como por exemplo, à maior quantidade de fibras brancas no músculo do coelho Gigante de Flandres em relação às fibras vermelhas predominantes no coelho selvagem. O pH final, obtido 24 horas *post-mortem*, é determinante para a qualidade de carne, pois está relacionado diretamente com as proteínas e os pigmentos da carne. Assim, o valor de estabilização influencia as características de cor, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento, suculência e maciez (Fletcher, 1991; Qiao et al., 2001).

A cor da carne é importante por determinar a aceitação do cliente no momento da compra. Os diversos fatores que podem afetá-la são: a idade, o sexo, a dieta, o genótipo (Ristic & Zimmermann, 1992), a localização do músculo e por fim as condições de manejo pré-abate, como, por exemplo, estresse térmico. Os principais componentes que contribuem para a coloração da carne são os teores de mioglobina e hemoglobina, o estado químico destes pigmentos e o complexo efeito do pH (Fletcher, 1991; Yang & Jiang, 2005).

A capacidade de retenção de água é propriedade de importância fundamental em termos de qualidade para a carne. É o termo utilizado para descrever a habilidade do músculo em se ligar à água sob diversas condições, ou seja, a capacidade da carne em reter a água contida em sua estrutura mesmo sob a aplicação de força (Trout, 1988). O interesse pelo estudo da capacidade de retenção de água do músculo decorre de sua influência no aspecto da carne crua e de seu comportamento durante o processo de cocção, tendo como objetivo avaliar a sua importância na palatabilidade do produto. A funcionalidade da indústria está relacionada principalmente a este atributo de qualidade de carne, pois grandes perdas de exsudado influenciarão a cor, a textura e a firmeza da carne crua, o sabor, o odor e a suculência da carne cozida.

A capacidade de retenção de água pode ser determinada por metodologias que utilizam a força de gravidade (perda por gotejamento), por aplicação de força (pressão em papel filtro ou centrifugação) e por tratamento térmico (perda de peso por cocção). Porém, a capacidade de retenção de água não é um indicador objetivo e sim uma tendência, pois não existe valor real para esta propriedade (Honikel & Hamm, 1994).

A perda de peso por cozimento também se constitui numa medida essencial de qualidade da carne, pois está associada ao seu rendimento no momento do consumo. O aquecimento da carne durante o cozimento produz alterações na aparência, sabor e textura, provocando o encolhimento, a liberação do suco celular e a descoloração. Estes fatores ocorrem em função das alterações nas proteínas dos músculos termossensíveis. A perda de peso por cozimento não se deve apenas à perda de água, mas também à parte da gordura existente na carne (Pardi et al., 1993).

Dentre os métodos objetivos conhecidos para avaliar a maciez da carne, a força de cisalhamento é o mais utilizado. Esta metodologia utiliza o texturômetro acoplado à lâmina Warner-Bratzler que mensura a pressão necessária para que a lâmina corte a amostra de músculo. Há discordância na literatura em relação a valores limite de força de cisalhamento para considerar a carne de peito de frango macia. Simpson & Goodwin (1974) indicam  $8 \text{ kgf.g}^{-1}$ , enquanto Liu et al. (2004) utilizam o valor de  $7,5 \text{ kgf.g}^{-1}$  como referência de limite de resistência ao corte, para considerar a carne de peito de frangos macia.

Chiericato et al. (1996b) com o objetivo de estudar a qualidade da carne de coelhos em crescimento em relação a diferentes genótipos e temperaturas ambientais submeteram coelhos da raça Nova Zelândia Branca e híbridos comerciais Grimaud e Provisal a condições de termoneutralidade ( $20^{\circ}\text{C}$ ) e de estresse térmico ( $28^{\circ}\text{C}$ ). O genótipo e as temperaturas não influenciaram o pH até 24hs pós-abate e nem o volume de água contido na carne. A cor da carcaça foi afetada pela raça e pelo ambiente. Coelhos da raça Nova Zelândia Branca apresentaram maior índice de vermelho no músculo *longissimus dorsi*, além de maior luminosidade e menor índice de amarelo no *biceps femoral*. Os coelhos alojados na condição de estresse térmico apresentaram maior luminosidade e menor índice de vermelho, exibindo, portanto, carne mais pálida. Uma tendência contrastante foi observada no índice de amarelo dos músculos *longissimus dorsi* e *biceps femoral*.

A duração do transporte também é fator determinante para a qualidade de carne. No estudo de Ouhayoun & Lebas (1994), a carne dos coelhos transportados à curta distância apresentou maior pH final e, conseqüentemente, coloração mais escura e maior capacidade de retenção de água resultando em carne mais macia. Estes resultados sugerem que os transportes à curta distância podem melhorar as qualidades sensoriais da carne de coelho, por torná-la mais tenra e suculenta (Dalle Zotte, 2002).

María et al. (2008) para analisarem os aspectos sensoriais da qualidade de carne, transportaram coelhos em caminhão comercial por uma ou sete horas nas estações de verão e de inverno. As análises sensoriais realizadas no músculo *longissimus dorsi* confirmaram o efeito da duração da viagem na maciez, na fibrosidade e na preferência geral da carne, sendo os melhores resultados para o tratamento de curto transporte. As maiores pontuações para a intensidade de odor foram obtidas nos transportes de verão. A interação tempo de viagem x estação do ano na maciez da carne revelou maior maciez sob curtas viagens no verão e carnes mais duras sob longas viagens no inverno.

Interações entre genética e condições de estresse ambientais podem favorecer o desenvolvimento de anomalias, como por exemplo, as carnes PSE, que se caracterizam por apresentarem propriedades funcionais indesejáveis, como cor pálida, textura flácida, além de serem exudativas devido à baixa capacidade de retenção de água. Essas particularidades se refletem em produtos de pouco rendimento na produção industrial e baixa aceitação pelos consumidores (Lara et al., 2008).

Em suínos, temperaturas ambientais elevadas antes do abate causam aumento na temperatura corporal e acelerações nas taxas de glicólise *post mortem*, determinando condições potenciais para o desenvolvimento de carnes PSE. Esta anomalia também ocorre em função da predisposição hereditária, na qual algumas raças apresentam maior susceptibilidade ao estresse em relação às outras. Quanto às aves, os motivos ainda não estão bem esclarecidos, mas, sabe-se que condições de estresse ambientais, como por exemplo, altas temperaturas e péssimas condições de manejo contribuem com o desenvolvimento da anomalia. Acredita-se que a ocorrência de carnes PSE seja conseqüência da interação entre os fatores ambientais (estresse pelo calor) e genéticos das aves, onde um único fator tomado isoladamente não pode caracterizar satisfatoriamente o fenômeno. A ocorrência de carnes PSE pode ser detectada pela combinação dos valores de pH e cor, medidos 24 horas pós-abate (Lara et al., 2008).

Segundo Mckee & Sams (1998), aves expostas a estresse térmico de curto prazo, imediatamente antes do abate, mostraram alterações de qualidade como coloração pálida, pH mais baixo em consequência da elevada taxa de glicólise *post mortem* e menor capacidade de retenção de água pelo músculo, características típicas da condição PSE. Porém, Petracci et al. (2001) sugeriram que a influência sobre a qualidade de carne pode variar de acordo com as condições do estresse térmico (duração e intensidade) e também com genótipos e tipos de músculos usados nas análises.

Sob condições de baixas temperaturas ambientais no *ante-mortem*, frangos desencadeiam mecanismos adicionais de produção de calor, como tremores musculares, que levam a redução de glicose sérica e consumo das reservas de glicogênio, resultando em rápida evolução do *rigor-mortis*. Estas condições podem gerar as carnes DFD que se caracterizam por apresentarem pH elevado (em níveis próximos ao fisiológico), coloração escura, consistência rígida e aparência seca. Além disto, são pouco atraentes para o consumidor e apresentam reduzido tempo de vida-útil (Berg, 2001).

Para Ouhayoun & Lebas (1994), os efeitos dos tratamentos *ante mortem* (jejum de alimento ou de água) não levaram a importantes modificações nas propriedades da carne de coelhos ou anomalias tais como síndromes de PSE ou DFD, apenas o pH final muscular foi aumentado e o brilho foi reduzido pelo jejum.

Diante do exposto acima, é correto afirmar que embora o efeito das condições de calor naturais (verão) sobre o desempenho dos animais pareçam ser já conhecidos em sua maior parte, o mesmo não pode ser mencionado em relação às respostas fisiológicas na fase de crescimento, a qualidade da carcaça e, principalmente, da carne de coelhos. São, particularmente, escassos os estudos do estresse pelo calor em coelhos realizados sob condições controladas em câmaras climáticas.

O Capítulo II, denominado **INDICADORES FISIOLÓGICOS E DESEMPENHO DE COELHOS PUROS E MISTIÇOS SOB ESTRESSE PELO CALOR INTENSO OU MODERADO**, apresenta-se redigido em formato de artigo e deverá ser submetido à publicação na revista: *Livestock Science*. O objetivo foi estudar a interação entre os efeitos do grupo genético (puro ou mestiço) e do nível de estresse

pelo calor (intenso ou moderado) sobre indicadores fisiológicos e o desempenho de coelhos.

O Capítulo III, denominado **RENDIMENTO AO ABATE E QUALIDADE DA CARNE DE COELHOS PUROS E MISTIÇOS SOB ESTRESSE PELO CALOR INTENSO OU MODERADO**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na revista: *World Rabbit Science*. O presente trabalho foi realizado com os animais provenientes da pesquisa anterior, tendo como objetivo estudar a interação entre os efeitos do grupo genético (puro ou mestiço) e do nível de estresse pelo calor (intenso ou moderado) sobre o rendimento ao abate, características de carcaça e qualidade de carne de coelhos.

## Referências Bibliográficas

ABDEL-HAMID, A.E.Y.; EL-ADAWY, M.M. Growth and physiological performance of New Zealand White rabbits fed diet supplemented with ascorbic acid. **Egypt Poultry Science**, v. 19, p. 857-871, 1999.

AMICI, A.; CANGANELLA, F.; BEVILACQUA, L. Effects of high ambient temperature in rabbits: metabolic changes, caecal fermentation and bacterial flora. **World Rabbit Science**, v. 6, n. 3-4, p. 319-324, 1998.

ASHOUR, G. Physiological adaptation of rabbits' kits to housing conditions as related to growth. **Egypt Journal Rabbit Science**, v. 11, p. 115-137, 2001.

AZEVEDO, M. et al. Adaptabilidade de dois grupos genéticos de coelhos às condições de verão e inverno no Estado de Pernambuco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 3-4.

BACCARI, J. R. F. et al. Compensatory growth of Norfolk rabbits subjected to a moderate heat stress. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 3., 1984, Roma. **Physiology Short Papers**, v.2, p. 488-495, 1984. 1 CD-ROM.

BARBOSA, O. R. et al. Desempenho de coelhos da raça Nova Zelândia Branco, criados em diferentes tipos de instalações, durante as estações de verão e inverno: 1 temperatura corporal, frequência respiratória, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 5, p. 779-786, 1992a.

BARBOSA, O. R. et al. Desempenho de coelhos da raça Nova Zelândia Branco, criados em diferentes tipos de instalações, durante as estações do verão e do inverno: 4 características quantitativas de carcaça. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 5, p. 807-814, 1992b.

BERG, E. P. Influence of stress on composition and quality of meat poultry, and meat products, 2001. Disponível em: <<http://www.fass.org/fass01/pdfs/Berg.pdf>>. Acesso em: 1 nov. 2008.

BERNARDINI, B. M.; CASTELLINI, C.; LATTAIOLI, P. Effect of sire strain, feeding, age and sex on rabbit carcass. **World Rabbit Science**, v. 3, n. 1, p. 9-14, 1995.

BIANOSPINO, E. et al. Growth, carcass and meat quality traits of straightbred and crossbred Botucatu rabbits. **World Rabbit Science**, v. 14, p. 237-246, 2006.

BLASCO, A.; PILES, M. Muscular pH of the rabbit. **Annales Zootechnie**, v. 39, p. 133-136, 1990.

BREWER, N. R.; CRUISE, L. J. Physiology. In: MANNING, P. J.; RINGLER, D. H.; NEWCOMER, C. E. **The biology of the laboratory rabbit**. 2nd ed. Academic Press, 1994. p. 63-70.

CAMMACK, K. M. et al. Relationships between body temperature and performance traits in heat stressed rats. **Journal of Thermal Biology**, v. 30, n. 6, p. 467-477, 2005.

CASTELLINI, C. et al. Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability of raw and cooked rabbit meat. **Meat Science**, v. 50, n. 2, p. 153-161, 1998.

CAVANI, C. et al. Influence of type of rearing, slaughter age and sex on fattening rabbit: II. meat quality. **World Rabbit Science**, v. 8, p. 567-572, 2000.

CHIERICATO, G. M.; RIZZI, C.; ROSTELLATO, V. Effect of genotype and environmental temperature on the performance of the young meat rabbit. **World Rabbit Science**, v. 1, n. 3, p. 119-125, 1993.

CHIERICATO, G. M.; RAVAROTTO, L.; RIZZI, C. Study of the metabolic profile of rabbits in relation to two different environmental temperatures. **World Rabbit Science**, v. 2, n. 4, p. 153-160, 1994.

CHIERICATO, G. M.; RIZZI, C.; ROSTELLATO, V. Effect of genotype and environmental conditions on the productive and slaughtering performance of growing meat rabbits. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6., 1996a, Toulouse, France. **Growth and Meat Short Papers**. Toulouse, 1996. v. 3, p. 147-151.

CHIERICATO, G. M.; RIZZI, C.; ROSTELLATO, V. Meat quality of rabbits of different genotypes reared in different environmental conditions. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6., 1996b, Toulouse, France. **Growth and Meat Short Papers**. Toulouse, 1996. v. 3, p. 141-145.

DAL BOSCO, A.; CASTELLINI, C.; BERNARDINI, M. Productive performance and carcass and meat characteristics of cage-or penraised rabbits. **World Rabbit Science**, v. 8, p. 579-583, 2000.

DALLE ZOTTE, A. et al. Effect of age, diet and sex on muscle energy metabolism and on related physicochemical traits in the rabbit. **Meat Science**, v. 43, p. 15-24, 1996.

DALLE ZOTTE, A. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality: review. **Livestock Production Science**, v. 75, p. 11-32, 2002.

DE OLIVEIRA, E. M. Ambiência e produtividade na cunicultura. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA E TECNOLOGIA EM CUNICULTURA, 3., 1999, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, 1999. p. 15.

EUROPEAN FOOD AND SAFETY AUTHORITY. Scientific opinion of the scientific panel on animal health and welfare on "The impact of the current housing and



husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbit”, EFSA-Q-2004-023. **EFSA Journal**, v. 267, p. 1-31, 2005.

FALCONER, D. S.; MCKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4th ed. Harlow: Pearson Prentice Hall, 1996. 464 p.

FAO. **STAT Agriculture 2008**. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 1 nov. 2008.

FINZI, A.; MORERA, P.; KUZMINSKY, G. Acclimatation and repeatability of thermotolerance of parameters in rabbit. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 4., 1988, Budapest. **Physiology Short Papers**, v. 1, p. 419-426, 1988.

FLETCHER, D. L. *Ante mortem* factors related to meat quality: quality of poultry products: I. poultry meat. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF POULTRY MEAT, 10., 1991, Doorwerth. **Proceedings...** Beekbergen: Spelderholt Centre for Poultry Research and Information Services, 1991. p. 11-19.

GHOSH, S. K. et al. Effect of breed and season on rabbit production under subtropical climate. **World Rabbit Science**, v. 16, n. 1, p. 29-33, 2008.

GONZÁLEZ, R. R.; KLUGER, M. J.; HARDY, J. D. Partitional calorimetry of the New Zealand White rabbit at temperatures 5 – 35 °C. **Journal of Applied Physiology**, v. 31, n. 5, p. 728-734, 1971.

HARKNESS, J. E.; WAGNER, J. E. **The biology and medicine of rabbits and rodents**. Pennsylvania: Lea & Febiger Philadelphia, 1977. 152 p.

HEINZL, E.; CRIMELLA, C. Importanza dell ambiente nell allevamento cunicolo. **Rivista di Coniglicoltura**, v. 2, p. 13-16, 1990.

HERNÁNDEZ, P. Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 9., 2008, Verona, Italy, p. 1287-1300.

HONIKEL, K. O.; HAMM, R. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Eds.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. New York: Chapman & Hall, 1994. chap. 5, p. 125-159.

HOY, S.; VERGA, M. Welfare indicators. In: MAERTENS, L.; COUDERT, P. (Eds.). **Recent advances in rabbit sciences**. Belgium, 2006. p. 71-72.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 1 nov. 2008.

KAHLIL, M. H.; AL-SAEF, A. M. Methods, criteria, techniques and genetic responses for rabbit selection: a review. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 9., 2008, Verona, Italy, p. 3-34.

LARA, J. A. F. et al. Estresse térmico e incidência de carne PSE em frangos, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em 1 nov. 2008.

LEBAS, F.; OUHAYOUN, J. Incidence du niveau proteique de l'aliment, du milieu d'élevage et de la saison sur la croissance et les qualités bouchères du lapin. **Annales Zootechnie**, v. 36, n. 4, p. 421-432, 1987.

LEBAS, F. et al. **El conejo**: cria y patologia. Rome: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1996. 227p. (Colección FAO. Produccion y sanidad animal).

LIU, Y. et al. Prediction of physical, color and sensory characteristics of broiler breasts by visible/near infrared reflectance spectroscopy. **Poultry Science**, v. 83, n. 8, p. 1467-1474, 2004.

LOPES, D. C.; SOUZA, A. V. C. Estudo comparativo sobre a evolução das pesquisas em coelhos, aves e suínos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA E TECNOLOGIA EM CUNICULTURA, 3., 1999, Jaboticabal, SP. Jaboticabal, 1999.

LUKEFAHR, S. D.; RUIZ-FERIA, C. A. Rabbit growth performance in a subtropical and semi-arid environment: Effects of fur clipping, ear length, and body temperature. **Livestock Research for Rural Development**, v. 15, n. 2, 2003.

MANNING, P. J.; RINGLER, D. H.; NEWCOMER, C. E. **The biology of the laboratory Rabbit**. 2nd ed. Academic Press, 1994. 483 p.

MARÍA, G. A. et al. Influence of transport duration and season on sensory meat quality in rabbits. **World Rabbit Science**, v. 16, n. 1, p. 81-88, 2008.

MCKEE, S. R.; SAMS, A. R. *Rigor mortis* development at elevated temperatures induces pale exudative turkey meat characteristics. **Poultry Science**, v. 77, p. 169-174, 1998.

MCNITT, J. I.; LUKEFAHR, S. D. Breed and environmental effects on postweaning growth of rabbits. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 8, p. 1996-2005, 1993.

MCNITT, J. I. et al. **Rabbit production**. 7th ed. Danville, Illinois: Interstate, 1996. 477 p.

MOURA, A. S. A. M. T.; COSTA, A. R. C.; POLASTRE, R. Variance components and response to selection for reproductive, litter and growth traits through a multi-purpose index. **World Rabbit Science**, v. 9, n. 2, p. 77-86, 2001.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. Porto Alegre: SULINA, 1989. 262 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Guide for the care and use of laboratory animals**. Washington, D. C.: National Academy Press, 1996. 128 p.

OUHAYOUN, J.; DALLE ZOTTE, A. Muscular energy metabolism and related traits in rabbit: a review. **World Rabbit Science**, v. 1, n. 3, p. 97-108, 1993.

OUHAYOUN, J.; LEBAS, F. Effects de la diète hydrique, du transport et de l'attente avant l'abattage sur les composantes du rendement et sur les caractéristiques physico-chimiques. In: JOURNÉES DE LA RECHERCHE CUNICOLE, 6., 1994. **Proceedings...** La Rochelle, 1994. v. 2, p. 443-448.

PACI, G. et al. Effetto della stagione e della tecnica di allevamento sulle prestazioni produttive e sulla qualità della carne di coniglio. **Rivista di Coniglicoltura**, n. 9, p. 30-36, 1999.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**: tecnologia da sua obtenção e transformação. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 1993. v. 1, 586 p.

PERRIER, G.; OUHAYOUN, J. Utilisation du mâle ZIKA em croisement terminal avec des femelles hybrides: croissance et caractéristiques bouchères des produits. **Cuniculture**, v. 20, n. 4, p. 179-184, 1993.

PETRACCI, M. D.; FLETCHER, D. L.; NORTHCUTT, J. K. The effect of holding temperature on lie shrink, processing yield, and breast meat quality of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 80, p. 670-675, 2001.

PLA, M. et al. Growth and some carcass traits of adult rabbits under high ambient temperature. **World Rabbit Science**, v. 2, n. 4, p. 147-151, 1994.

POLASTRE, R. et al. Índice de seleção em coelhos para o acréscimo do desempenho direto da ninhada e desenvolvimento ponderal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26., 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1989. p. 277.

QIAO, M. et al. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water holding capacity and emulsification capacity. **Poultry Science**, v. 80, p. 676-680, 2001.

RISTIC, M.; ZIMMERMANN, E. Slaughter value of young rabbits from fattening hybrides and pure breeding animals. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 5., 1992. **Body composition, meat quality and growth short papers and posters**. Corvallis: 1992. p. 827-831.

RUSSO, C. et al. Effetto della linea paterna, dell'età di macellazione e del sesso sul profilo acidico della carne di coniglio. **Rivista di Coniglicoltura**. n. 1, p. 29-32, 1998.

SAMS, A. R. Meat quality during processing. **Poultry Science**, v. 78, p. 798-803, 1999.

SIMPSON, M. D.; GOODWIN, T. L. Comparison between shear values and taste panel scores for predicting tenderness of broilers. **Poultry Science**, v. 53, p. 2042-2046, 1974.

TROCINO, A.; XICCATO, G. Animal welfare in reared rabbits: a review with emphasis on housing systems. **World Rabbit Science**, v. 14, p. 77-93, 2006.

TROUT, G. R. Techniques for measuring water-binding capacity in muscle foods: A review of methodology. **Meat Science**, v. 23, n. 3, p. 235-252, 1988.

VERGA, M.; LUZI, F., CARENZI, C. Effects of husbandry and management systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. **Hormones and Behavior**, v. 52, p.122-129, 2007.

VILLALOBOS, O.; GUILÉN, O.; GARCÍA, J. Effect of cage density on growth and carcass performance of fattening rabbits under tropical heat stress conditions. **World Rabbit Science**, v. 16, n. 1, p. 89-97, 2008.

YANG, N.; JIANG, R. S. Recent advances in breeding for quality chickens. **World's Poultry Science Journal**, v. 61, p. 373-381, Sept. 2005.

YASSEIN, S. A. et al. Hot climate effects and their amelioration on some productive and reproductive traits in rabbit does. **World Rabbit Science**, v. 16, n. 3, p. 173-181, 2008.

## **CAPÍTULO II**

## **INDICADORES FISIOLÓGICOS E DESEMPENHO DE COELHOS PUROS E MESTIÇOS SOB ESTRESSE PELO CALOR INTENSO OU MODERADO**

### **Resumo**

O objetivo foi avaliar os efeitos da interação grupo genético x estresse pelo calor sobre indicadores fisiológicos e desempenho de coelhos em crescimento. Foram utilizados 96 coelhos desmamados, metade do grupo genético Botucatu e metade mestiça, produtos do cruzamento entre machos da raça Nova Zelândia Branca e fêmeas Botucatu. Os animais foram distribuídos num delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2 x 3 (grupos genéticos e condições térmicas: termoneutra, estresse moderado e intenso) com medidas repetidas (semanas). A temperatura retal e da superfície da pele e a frequência respiratória foram registradas entre 42 e 67 dias de idade enquanto o peso vivo e o consumo de ração foram registrados dos 35 até os 70 dias de idade. A temperatura e a umidade relativa do ar média foram 18,4°C e 63,9% (termoneutralidade), 24,4°C e 80,2% (estresse moderado) e 29,6°C e 75,9% (estresse intenso). Observou-se queda na temperatura retal com o tempo, cuja intensidade variou com a condição térmica, mas na última semana houve aumento acentuado sob estresse intenso. Verificou-se relação direta entre temperatura média da superfície da pele e temperatura ambiente, mas houve pequenas diferenças entre os grupos genéticos nas semanas. A temperatura das orelhas se elevou até a oitava semana; na nona semana sofreu redução nos dois grupos genéticos, mas esta foi mais pronunciada nos coelhos puros. A frequência respiratória e a temperatura das orelhas se elevaram proporcionalmente ao nível de estresse pelo calor com o tempo, mas esta tendência não foi uniforme nas três condições térmicas. A frequência respiratória aumentou com o tempo nos dois grupos genéticos, mas o aumento foi mais pronunciado nos coelhos puros. Em condições de estresse intenso, o peso vivo e o consumo de alimento dos coelhos puros superaram os dos mestiços, mas sob estresse moderado e termoneutralidade estas diferenças desapareceram. O ganho de peso foi superior nos puros sob estresse intenso e nos mestiços sob termoneutralidade. Temperaturas ambientes mais elevadas resultaram em temperatura da superfície da pele e das orelhas mais altas. Para perderem calor, os coelhos aumentaram a frequência respiratória e reduziram o consumo de ração prejudicando o ganho de peso. Os coelhos puros Botucatu apresentaram maior frequência respiratória e temperatura de orelhas, mas, sob estresse intenso eles apresentaram maiores pesos corporais, consumo de ração e ganho de peso médio diário que os mestiços.

Palavras-chave: crescimento, frequência respiratória, grupo genético, temperatura, termoneutralidade

## **PHYSIOLOGICAL INDICATORS AND PERFORMANCE OF STRAIGHTBRED AND CROSSBRED RABBITS UNDER INTENSE OR MODERATE HEAT STRESS**

### **Abstract**

The objective was to evaluate the effects of the interaction between genetic group (straightbred or crossbred) and heat stress (intense or moderate) on physiological indicators and performance of growing rabbits. Ninety-six weaned rabbits were used; half were from the Botucatu genetic group and half were crossbreds between New Zealand White males and Botucatu females. They were assigned to a completely randomized design in a 2 x 3 factorial arrangement (genetic groups and thermal conditions: thermoneutral, moderate and intense heat stress) with repeated measures (weeks). The rectal temperature, skin surface temperature and respiratory frequency were recorded from 42 to 67 days of age, whereas body weight and feed intake were recorded from 35 up to 70 days of age. Average ambient temperature and relative humidity were 18.4°C and 63.9% (thermoneutral), 24.4°C and 80.2% (moderate heat stress) and 29.6°C and 75.9% (intense heat stress). A decrease in rectal temperature over time was observed whose intensity was distinct according to the thermal condition but, in the last week, there was a sudden increase under intense heat stress. There was a direct relationship between average skin temperature and ambient temperature, but there were slight differences between the genetic groups over weeks. Ear temperature increased up to the eighth week; in the ninth week it decreased in both genetic groups, but the decrease was more pronounced in the straightbreds. Respiratory frequency and ear temperature increased with heat stress over time, but this trend was not uniform across all thermal conditions. Respiratory frequency also showed an elevation trend over weeks in both genetic groups, but it was more pronounced in the straightbreds. Under heat stress conditions, body weight and feed intake of the straightbreds were higher than those of the crossbreds, but under moderate heat stress and thermoneutrality these differences disappeared. Average daily gain was higher for the straightbreds under intense heat stress and for the crossbreds under thermoneutrality. More elevated ambient temperatures resulted in higher skin surface and ear temperatures. In order to lose heat, rabbits increased respiratory frequency and reduced feed consumption, in detriment of body weight gain. Straightbred rabbits showed higher respiratory frequency and ear temperature, but, under intense heat stress they presented higher body weight and average daily gain than the crossbreds.

Key words: growth, respiratory frequency, genetic group, temperature, thermoneutrality.

## Introdução

A interação entre fatores genéticos e ambientais é fundamental na determinação da produção eficiente de coelhos. Além da nutrição, fatores ambientais representados pela temperatura, umidade, ventilação e fotoperíodo são os que mais marcadamente influenciam a saúde, a produção e a reprodução. O relatório científico da European Food and Safety Authority (2005) destacou a importância dos fatores ambientais, dentre os quais a alta temperatura e umidade excessiva, sobre a incidência de doenças em coelhos. O mesmo documento enfatizou a necessidade de pesquisas a respeito das condições ambientais e de manejo de coelhos desmamados.

Animais homeotermos, ou endotérmicos, mantêm a temperatura corporal constante, independentemente das variações térmicas do ambiente externo, pois desenvolveram mecanismos precisos de controle da temperatura corpórea, o que os permite sobreviver em ampla diversidade ambiental (Müller, 1989). Os coelhos não realizam a sudorese termorreguladora, então necessitam lançar mão do aumento da frequência respiratória para estimular a perda de calor por via evaporativa. A temperatura retal, embora seja um pouco inferior à temperatura central do animal, se constitui num bom indicativo da temperatura corpórea. Em coelhos, a temperatura corporal normal é de 38,5 a 39,5°C (Brewer & Cruise, 1994). Por ser um animal cuja domesticação foi recente (na Idade Média, segundo Lebas et al., 1996) e ainda em adaptação ao novo sistema de vida, qualquer ambiente que não seja natural cria uma situação de estresse para o coelho. Sua zona de conforto térmico varia de 15 a 20°C e a umidade relativa de 60 a 70 % (De Oliveira, 1999).

Algumas qualidades zootécnicas particulares podem ser encontradas em diferentes raças no mesmo ambiente de criação devido às diferenças nos valores genotípicos (Lebas et al., 1996). Por outro lado, nem sempre uma diferença específica no ambiente tem o mesmo efeito sobre genótipos distintos: ela pode apresentar maior efeito sobre alguns genótipos que sobre outros ou pode haver mudança de ordem de mérito de uma série de genótipos quando avaliados sob diferentes ambientes, traduzindo-se numa interação entre genótipos e ambientes (Falconer & McKay, 1996). A identificação de grupos genéticos (ou genótipos) que apresentem melhor desempenho



sob estresse pelo calor é de extrema importância para o desenvolvimento da produção de carne de coelho em regiões tropicais.

Este trabalho teve como objetivo estudar a interação entre os efeitos do grupo genético (puro ou mestiço) e do nível de estresse pelo calor (intenso ou moderado) sobre os indicadores fisiológicos e o desempenho de coelhos em crescimento.

## **Material e Métodos**

### *Animais e manejo pré-experimental*

Foram utilizados 96 coelhos machos e fêmeas recém-desmamados aos 35 dias de idade, metade do grupo genético Botucatu e metade mestiça. Os mestiços foram produzidos através do acasalamento de machos da raça Nova Zelândia Branca e fêmeas puras do grupo genético Botucatu. Quinze machos da raça Nova Zelândia Branca foram trazidos à Área de Produção de Coelhos da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da UNESP, Câmpus de Botucatu, provenientes de Maringá/ PR. Esta linhagem Neozelandesa Branca foi importada pelo setor de Cunicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi - Fundação Universidade Estadual de Maringá da *Oregon State University*, Estados Unidos, no ano de 1989, enquanto o grupo genético Botucatu é uma linhagem sintética originada de híbridos Norfolk 2000, selecionada há 18 anos para velocidade de crescimento e tamanho de ninhada (Garreau et al., 2004) e com 37 anos de adaptação local (Moura et al., 2001).

O galpão de alojamento dos animais possuía orientação leste-oeste, sendo aberto e com cortinas plásticas reguláveis nas laterais. Os lactentes permaneceram por 35 dias com suas mães em gaiolas metálicas suspensas de arame galvanizado. Às cinco semanas de idade, os láparos foram desmamados, tatuados na orelha direita para identificação e pesados. Do total de 193 láparos produzidos, 48 animais puros e 48 mestiços com pesos intermediários e de diferentes ninhadas foram selecionados, ou seja, os indivíduos que apresentaram peso corporal extremo foram descartados. Para auxiliar os animais a superarem o estresse típico da desmama procedeu-se à aplicação de um suplemento injetável de vitaminas A, D e E.

### *Condições experimentais*

Na desmama foi tomada a medida do comprimento inicial da orelha direita de cada animal com uma fita métrica. Em seguida, os coelhos foram alojados no Laboratório de Nutrição de Aves da FMVZ - UNESP, Câmpus de Botucatu, num total de dois animais do mesmo grupo genético por gaiola, em três salas climatizadas de 5,00 x 3,00 x 2,65 m cada. A primeira sala, classificada como *Termoneutra*, foi mantida permanentemente entre 18 e 20°C; a segunda, a 25°C, foi classificada como de *Estresse Moderado*, enquanto a terceira, aquecida a 30°C, de *Estresse Intenso*. Não houve controle da umidade relativa do ar nas três câmaras. Os coelhos foram distribuídos aleatoriamente nas salas, dois por gaiola. Cada sala abrigou oito gaiolas por grupo genético, totalizando 16 gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 0,60 x 0,50 x 0,45 m cada, equipadas com bebedouros automáticos e comedouros.

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente, às 09h00min, 14h00min e 21h00min nas três câmaras, durante todo o período experimental. Já as temperaturas máximas e mínimas também foram coletadas diariamente, mas somente às 21h00min. Para o cálculo da temperatura média e umidade relativa média do ar foram utilizadas as equações propostas pelo Inmet (MAPA), segundo Müller (1989):

$$T_{\text{med}} = (T_{9\text{h}} + T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}} + 2.T_{21\text{h}})/5$$

Onde:

$T_{\text{med}}$  = temperatura média do ar.

$T_{9\text{h}}$  = temperatura do ar registrada às 09h00min.

$T_{\text{máx}}$  = temperatura máxima do ar registrada às 21h00min.

$T_{\text{mín}}$  = temperatura mínima do ar registrada às 21h00min.

$T_{21\text{h}}$  = temperatura do ar registrada às 21h00min.

$$U = (U_{9\text{h}} + U_{14\text{h}} + 2.U_{21\text{h}})/4$$

Onde:

$U$  = umidade relativa média diária do ar.

$U_{9h}$  = umidade relativa do ar registrada às 09h00min.

$U_{14h}$  = umidade relativa do ar registrada às 14h00min.

$U_{21h}$  = umidade relativa do ar registrada às 21h00min.

Foi utilizada ração comercial peletizada e de composição balanceada (Linha Specialties- Nutricoeelho, Purina<sup>®</sup>). A composição bromatológica da ração foi determinada segundo a média de, no mínimo, duas amostras, no Laboratório de Bromatologia da FMVZ - UNESP, Câmpus de Botucatu e encontra-se descrita na Tabela 1. Durante todo o período experimental foram fornecidas ração e água à vontade e 12 horas de luz diárias (das 09h00min às 21h00min), conforme recomendações de Verga et al. (2007) para coelhos em crescimento.

#### *Indicadores fisiológicos*

Somente metade dos 96 animais foi utilizada na medição da frequência respiratória e das temperaturas retal, da superfície da pele e das orelhas, sorteando-se um animal por gaiola no dia do alojamento nas salas climatizadas. A primeira semana foi destinada ao período de adaptação dos animais ao novo ambiente (aclimatação), durante o qual foi realizado o treinamento dos coelhos nas plataformas de contenção, tricotomias em três partes do corpo do animal (dorso e membros dianteiro e posterior) e medidas-teste de frequência respiratória, temperatura retal e da superfície da pele.

Os indicadores fisiológicos foram registrados durante as quatro semanas seguintes, sempre às terças, quartas e quintas-feiras, entre as 14 e 17 horas. A temperatura retal foi tomada por sondas retais acopladas ao termômetro digital de três canais (*Physitemp*<sup>®</sup>). No momento da medição, a sonda era imersa em gel lubrificante e introduzida no reto do coelho até a profundidade aproximada de 5 cm por cerca de um minuto. A média das três medidas da semana foi calculada para cada característica e consistiu no valor semanal do indivíduo. As tricotomias foram repetidas semanalmente, sempre no dia antecedente às medições de temperatura da superfície da pele. As temperaturas do dorso, do membro dianteiro, do membro posterior e da superfície dorsal

da orelha foram tomadas através do termômetro infravermelho com mira digital, do tipo pistola (*Icel*<sup>®</sup>), posicionado a, aproximadamente, 25 cm do corpo do animal. A temperatura média da superfície da pele foi estimada pela equação proposta por González et al. (1971):

$$T_{sp} = 0,73.T_{sd} + 0,07.T_{md} + 0,08.T_{mp} + 0,12.T_{do}$$

Onde:

$T_{sp}$  = temperatura média da superfície da pele.

$T_{sd}$  = temperatura no dorso (superfície dorsal média).

$T_{md}$  = temperatura no membro dianteiro (acima do cotovelo).

$T_{mp}$  = temperatura no membro posterior (acima do joelho).

$T_{do}$  = temperatura na superfície dorsal da orelha.

A frequência respiratória foi observada a olho nu, através da contagem do número de movimentos do flanco do animal, durante quinze segundos. Os valores obtidos foram posteriormente multiplicados por quatro.

#### *Avaliação do desempenho*

O peso vivo e o consumo de ração dos coelhos foram registrados semanalmente, dos 35 aos 70 dias de idade. O consumo médio diário de ração por gaiola foi avaliado segundo pesagem das quantidades fornecidas, das sobras e também do número de animais por gaiola. O desempenho foi avaliado através do peso médio dos coelhos por gaiola, do consumo médio diário de ração por gaiola, do ganho médio diário de peso por gaiola e da conversão alimentar. Foram tomadas as medidas de comprimento final da orelha direita de cada animal aos 70 dias de idade.

#### *Delineamento experimental e análises estatísticas*

Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, num arranjo fatorial 2 x 3 (dois grupos genéticos e três condições térmicas) e 8 repetições. A

unidade experimental para as características de desempenho foi a gaiola contendo dois animais, enquanto que para os indicadores fisiológicos, foi o indivíduo.

As análises de variância dos indicadores fisiológicos (frequência respiratória, temperatura retal, temperatura média da superfície da pele e temperatura das orelhas) e de desempenho (peso vivo, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) da desmama até os 70 dias de idade foram conduzidas com o auxílio do procedimento MIXED do SAS (2003), utilizando-se modelos com medidas repetidas (semanas). Consideraram-se os efeitos fixos do grupo genético, da condição térmica, da interação grupo genético x condição térmica e da semana. O comprimento inicial e final das orelhas foram incluídos no modelo de análise dos indicadores fisiológicos como covariáveis, mas só foram mantidos quando significativos ( $P < 0,05$ ).

## **Resultados e Discussão**

A temperatura e a umidade relativa do ar (médias diárias), durante todo período experimental foram 18,4°C e 63,9% na sala termoneutra, 24,4°C e 80,2% na sala de estresse moderado e 29,6°C e 75,9% na de estresse intenso, conforme mostra a Figura 1. Observa-se que as temperaturas médias foram mantidas muito próximas dos valores desejados nas três câmaras (entre 18 e 20°C na termoneutra, 25°C na de estresse pelo calor moderado e 30°C na de estresse intenso); já a umidade relativa do ar oscilou em função da ausência de recursos para seu controle nas câmaras. A manutenção dos animais em instalações fechadas, com poucas condições de renovação de ar, pode ter contribuído para o aparecimento de diarreia e, conseqüente, morte em um animal da sala termoneutra e problemas respiratórios em outro da sala de estresse pelo calor intenso.

### *Indicadores fisiológicos*

Tanto o comprimento inicial como o comprimento final das orelhas foram maiores nos coelhos puros do que nos mestiços (83,6±0,5 e 81,7±0,5 mm,  $P=0,0065$ ; 108,9±1,2 e 103,2±1,2 mm,  $P=0,0013$ , respectivamente). Esta diferença pode ser atribuída a características raciais, pois os coelhos da raça Nova Zelândia Branca

apresentam orelhas mais curtas do que as do grupo genético Botucatu, o que poderia explicar orelhas mais curtas nos mestiços.

Não houve efeito de interação grupo genético x condição térmica x semana sobre a temperatura retal ( $P=0,7248$ ), mas o efeito da interação condição térmica x semana ( $P=0,0014$ ) foi detectado sobre esta característica. As médias da temperatura retal variaram entre 39,4 e 39,7°C considerando-se as três condições térmicas (Figura 2). Houve tendência geral de queda na temperatura retal com o avanço da idade do animal, com intensidades distintas nas três condições térmicas. Na última semana, houve aumento acentuado na temperatura retal sob estresse intenso, sugerindo que os animais perderam a capacidade de manutenção da temperatura corpórea com o avançar da idade (a quantidade de calor produzida e, ou absorvida pelo organismo é maior em relação à perda de calor), podendo até atingir a hipertermia. Este desequilíbrio gera diminuição na resistência do organismo e se o agente estressor é suficientemente intenso pode até ocorrer morte dos animais. Isto ocorre porque com o avanço da idade do animal, o sistema termorregulador passa por processo de maturação e há aumento da atividade energética reduzindo, portanto, a zona de conforto térmico do animal, que se torna menos tolerante ao calor.

Houve efeito das interações grupo genético x condição térmica x semana ( $P=0,0315$ ) e condição térmica x semana ( $P<0,0001$ ) sobre a temperatura média da superfície da pele e, conseqüentemente, as diferenças entre grupos genéticos ao longo das semanas foram examinadas sob cada uma das condições térmicas (Figura 3). Verificou-se que a temperatura média da superfície da pele apresentou relação direta com a temperatura ambiente: valores mais baixos foram obtidos na termoneutralidade, intermediários sob estresse moderado e mais elevados sob estresse intenso. Sob condições de termoneutralidade, a temperatura da superfície da pele foi ligeiramente superior nos coelhos mestiços ( $27,9\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) do que nos puros ( $27,0\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) ao final da sexta semana, mas os dois grupos genéticos apresentaram valores semelhantes para esta característica nas semanas subseqüentes. Sob estresse moderado a temperatura da superfície da pele foi ligeiramente superior nos coelhos puros ( $33,2\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) em relação aos mestiços ( $32,4\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) somente ao final da oitava semana. Quando houve estresse intenso verificou-se que a temperatura média da superfície da pele não apresentou

diferenças entre os grupos genéticos ao longo das semanas, tendo oscilado entre  $33,9\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  e  $35,3\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

Não houve efeito da interação grupo genético x condição térmica x semana sobre a temperatura das orelhas ( $P=0,1862$ ), mas detectou-se efeitos das interações grupo genético x semana ( $P=0,0418$ ) e condição térmica x semana ( $P<0,0001$ ) sobre esta característica. Verificou-se um acentuado aumento na temperatura das orelhas dos coelhos puros e mestiços da sexta até a oitava semana e uma diminuição na última semana (Figura 4). Observou-se também que a temperatura das orelhas dos coelhos puros foi superior à dos mestiços na sétima semana ( $29,0\pm 0,2$  vs.  $28,4\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) e na nona semana ( $29,8\pm 0,2$  vs.  $29,1\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ), independentemente da condição térmica.

A temperatura das orelhas elevou-se proporcionalmente ao nível de estresse pelo calor, ou seja, foi mais baixa na termoneutralidade, intermediária sob estresse moderado, e mais elevada sob estresse intenso (Figura 5). Sob termoneutralidade, a temperatura das orelhas aumentou de  $21,4\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  na sexta semana para  $25,1\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  ao final da oitava semana, mantendo-se no período subsequente (atingiu  $25,0\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  na nona semana). Com estresse moderado também houve elevação da temperatura das orelhas da sexta até a oitava semana (de  $29,2\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  para  $31,4\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ , respectivamente) e queda na nona semana ( $29,5\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ). Sob estresse intenso, houve leve aumento da temperatura das orelhas durante todo o período (de  $32,5\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  na sexta semana, para  $33,9\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  na nona semana).

Houve efeito da covariável comprimento final das orelhas ( $P=0,0076$ ) sobre a frequência respiratória, sendo, portanto, mantida no modelo de análise para esta característica. Para cada milímetro adicional no comprimento da orelha, houve a redução de um movimento respiratório por minuto.

Não houve efeito da interação grupo genético x condição térmica x semana sobre a frequência respiratória ( $P=0,6734$ ), mas detectou-se efeitos das interações grupo genético x semana ( $P=0,0250$ ) e condição térmica x semana ( $P<0,0001$ ). Verificou-se que a frequência respiratória dos dois grupos genéticos apresentou tendência de elevação no decorrer das semanas (Figura 6). Observou-se também que a frequência respiratória dos coelhos puros foi claramente superior à dos mestiços ao longo de todas as semanas, independentemente da condição térmica, e que a diferença entre os grupos genéticos se acentuou ao longo das semanas (nos coelhos puros, a frequência

respiratória aumentou de  $138,7 \pm 3,7$  respirações/minuto na sexta semana para  $181,5 \pm 3,7$  respirações/minuto ao final da nona semana e nos coelhos mestiços, esta elevação foi de  $132,3 \pm 3,7$  respirações/minuto na sexta semana para  $156,1 \pm 3,7$  respirações/minuto ao final da nona semana). Este resultado indica que os coelhos puros provavelmente apresentam maior capacidade de perda de calor do que os coelhos mestiços, devido à maior ofegação.

A frequência respiratória elevou-se proporcionalmente ao nível de estresse pelo calor, ou seja, foi mais baixa na termoneutralidade, intermediária sob estresse moderado, e mais elevada sob estresse intenso (Figura 7). Houve também tendência de elevação da frequência respiratória ao longo das semanas, no entanto, esta elevação não foi uniforme para as três condições térmicas. Sob termoneutralidade, a frequência respiratória aumentou de  $101,2 \pm 4,6$  respirações/minuto na sexta semana para  $114,4 \pm 4,6$  respirações/minuto ao final da sétima semana, mas diminuiu levemente no período subsequente (atingiu  $110,5 \pm 4,6$  respirações/minuto na nona semana). Com estresse moderado houve grande aumento na frequência respiratória da sexta até a oitava semana (de  $131,0 \pm 4,3$  para  $170,6 \pm 4,3$  respirações/minuto, respectivamente) e leve queda na última semana ( $168,6 \pm 4,3$  respirações/minuto). Sob estresse intenso, houve aumento acentuado da frequência respiratória durante todo o período (de  $174,4 \pm 4,5$  respirações/minuto na sexta semana, para  $227,3 \pm 4,5$  respirações/minuto na nona semana). Estes valores são extremamente altos se comparados com a frequência respiratória normal de um coelho em repouso, pois, adultos da raça Nova Zelândia Branca apresentam frequência respiratória entre 32 e 60 respirações/minuto (Manning et al., 1994) ou entre 35 e 60 respirações/minuto (Harkness & Wagner, 1977).

O aumento da frequência respiratória em coelhos Nova Zelândia Branco sob altas temperaturas foi comprovado por Barbosa et al. (1992). Estes autores avaliaram o efeito das estações de verão (temperatura média de  $24^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de 63,9%) e inverno (temperatura média de  $18,6^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de 57,2%) da cidade de Maringá/PR em três diferentes tipos de instalações (gaiolas ao ar livre, ou em galpões de alvenaria fechado, ou com tela de arame lateral) e verificaram que no período da tarde, os maiores valores de frequência respiratória foram apresentados na época de verão ( $246,8 \pm 3,5$  respirações/minuto) em relação ao inverno ( $181,1 \pm 4,4$  respirações/minuto), já no período da manhã a frequência respiratória não apresentou



efeito de estação do ano ( $157,7 \pm 2,4$  respirações/minuto no verão e  $150,3 \pm 3,0$  respirações/minuto no inverno).

### *Desempenho*

Houve efeito da interação grupo genético x condição térmica x semana ( $P=0,0063$ ) sobre o peso médio dos coelhos por gaiola, além das interações grupo genético x condição térmica ( $P=0,0295$ ) e também condição térmica x semana ( $P<0,0001$ ). Conseqüentemente, as diferenças entre grupos genéticos ao longo das semanas foram examinadas sob cada uma das condições térmicas (Figura 8). O peso médio dos coelhos apresentou relação inversa com a temperatura ambiente: foi maior na condição de termoneutralidade, apresentou-se intermediário sob estresse moderado e menor sob estresse intenso. Em condições de termoneutralidade e estresse moderado (Figura 8) não houve diferença de peso médio entre os grupos genéticos ao longo das semanas. Sob estresse intenso, o peso médio dos coelhos puros superou o dos mestiços durante todo o período e a diferença entre os grupos genéticos se acentuou ao longo das semanas (de  $1124 \pm 31$  g na sexta semana para  $2031 \pm 31$  g na décima semana nos puros e de  $1033 \pm 33$  g na sexta semana para  $1840 \pm 33$  g na décima semana para os mestiços). Portanto, os animais puros, quando mantidos sob estresse intenso, puderam expressar seu maior potencial de ganho de peso em relação aos mestiços, mas sob as condições de estresse moderado e termoneutralidade, os grupos genéticos apresentaram desempenho equivalente.

Não houve efeito da interação grupo genético x condição térmica x semana sobre o ganho médio diário de peso por gaiola ( $P=0,2226$ ), mas detectou-se efeitos das interações grupo genético x condição térmica ( $P=0,0159$ ) e condição térmica x semana ( $P<0,0001$ ) sobre esta característica. Sob condições de termoneutralidade, o ganho médio diário de peso foi ligeiramente superior nos coelhos mestiços ( $41 \pm 1$  g/dia) do que nos puros ( $38 \pm 1$  g/dia), mas os dois grupos genéticos apresentaram valores semelhantes para esta característica na condição de estresse moderado (Figura 9). Sob estresse intenso, verificou-se resultado inverso ao da termoneutralidade: os coelhos puros do grupo genético Botucatu superaram os mestiços quanto ao ganho médio diário de peso ( $34 \pm 1$  vs.  $31 \pm 1$  g/dia). Este resultado inédito configura uma interação genótipo x ambiente em coelhos. As diferenças no desempenho sob estresse intenso podem ser,

pelo menos em parte, atribuídas ao programa de seleção a que vêm sendo submetidos os coelhos do grupo genético Botucatu ou, alternativamente, à origem racial distinta. O grupo genético Botucatu é uma linhagem sintética proveniente, em sua origem, do cruzamento entre fêmeas mestiças Nova Zelândia Branco x Californiano e machos Gigante de Bouscat.

Na sexta semana, houve maior ganho médio diário de peso sob a condição de estresse moderado ( $42 \pm 1$  g/dia) em relação às condições de termoneutralidade e de estresse intenso (Figura 10). Este resultado sugere que a temperatura de termoneutralidade (18 a 20°C) foi muito baixa para os animais jovens, logo após a desmama. Da sétima até a nona semanas ocorreu aumento no ganho médio de peso nas condições de termoneutralidade e de estresse moderado, sugerindo que menores temperaturas foram favoráveis aos coelhos dos 49 aos 63 dias de idade, e a partir da nona semana ocorreu redução no ganho de peso nestas condições térmicas em função da redução da velocidade de crescimento, devido à maior idade dos animais. Na décima semana, os animais em termoneutralidade apresentaram maior ganho médio diário de peso ( $38 \pm 1$  g/dia) em relação aos sob estresse moderado ( $35 \pm 1$  g/dia). Sob estresse intenso, houve queda no ganho médio diário de peso entre a oitava e a décima semanas (de  $34 \pm 1$  g/dia para  $26 \pm 1$  g/dia, respectivamente) sugerindo menor ganho de peso em função da queda no consumo de alimento sob alta temperatura e que a redução no ganho de peso sob estresse intenso é acentuada com a idade do animal.

Houve efeito das interações grupo genético x condição térmica x semana ( $P=0,0147$ ) e condição térmica x semana ( $P<0,0001$ ) sobre o consumo médio diário de ração por gaiola. Conseqüentemente, as diferenças de consumo médio de ração entre os grupos genéticos, ao longo das semanas, foram examinadas sob cada uma das condições térmicas (Figura 11). Verificou-se que o consumo médio diário de ração por gaiola aumentou durante todo o período experimental em todas as condições térmicas, mas este aumento apresentou relação inversa com a temperatura ambiente: maior consumo diário de ração foi encontrado na condição de termoneutralidade, consumo intermediário sob estresse moderado e reduzido sob estresse intenso. Em condições de termoneutralidade (Figura 11), o consumo médio diário de ração foi ligeiramente superior nos coelhos mestiços em relação aos puros na oitava semana ( $146 \pm 5$  vs.  $131 \pm 5$  g). Sob estresse moderado não houve diferença clara de consumo diário de ração entre

os dois grupos genéticos. Sob estresse intenso os coelhos puros apresentaram consumo ligeiramente superior ao longo das semanas.

Chiericato et al. (1993) constataram que coelhos Nova Zelândia Branco e híbridos comerciais Hyla e Provisal reduziram o consumo diário de ração no verão (27°C) em relação ao inverno (11°C). Azevedo et al. (2001) também verificaram inapetência e redução do consumo alimentar com conseqüente perda de peso em coelhos submetidos a temperaturas acima de 24°C. Chiericato et al. (1994) em outro estudo, constataram menor consumo alimentar em coelhos híbridos comerciais em sala com alta temperatura (30°C) em relação à sala fria (12°C). Chiericato et al. (1996) verificaram que o estresse pelo calor (28°C) diminuiu o peso corporal final e o consumo alimentar quando comparados aos coelhos mantidos em condição termoneutra (20°C). Além disto, os autores não constataram diferenças entre grupos genéticos: os três genótipos (Nova Zelândia Branco, Grimaud e Provisal) exibiram semelhantes pesos corporais finais e consumos alimentares diários.

Não houve efeito de interação grupo genético x condição térmica x semana sobre a conversão alimentar ( $P=0,8626$ ). Também não se detectou efeitos das interações grupo genético x condição térmica ( $P=0,2793$ ), grupo genético x semana ( $P=0,5441$ ) e condição térmica x semana ( $P=0,2596$ ) sobre esta característica. Verificou-se aumento acentuado na taxa de conversão alimentar com o passar do tempo ( $P<0,0001$ ), independentemente do grupo genético e da condição térmica (de  $2,31\pm 0,06$  na sexta semana, para  $4,51\pm 0,06$  na última semana, Figura 12). Isto significa pior conversão alimentar em função da maior idade dos animais, conforme esperado. Este resultado difere de Baccari et al. (1984) que ao submeterem coelhos Norfolk a estresse pelo calor (32°C) em câmara climática, durante dez dias, verificaram piora na conversão alimentar em relação ao ambiente natural. Em contrapartida, após este período de estresse pelo calor, houve melhora na conversão alimentar. Já os resultados de Chiericato et al. (1996) concordam com os encontrados neste estudo, pois ao submeterem coelhos Nova Zelândia Branco, Grimaud e Provisal a condições ambientais de termoneutralidade (20°C) e de estresse pelo calor (28°C), os autores não detectaram diferenças entre os três genótipos em relação à conversão alimentar.

## Conclusão

As condições de estresse pelo calor moderado e intenso elevam a temperatura da superfície da pele e a frequência respiratória dos coelhos e diminuem o consumo de ração, o peso corporal e o ganho de peso com o avançar da idade. Os coelhos puros do grupo genético Botucatu apresentam maior frequência respiratória e temperatura de orelhas em relação aos mestiços (Nova Zelândia Branco x Botucatu), o que indica maior capacidade de perda de calor. Mas, em condições de estresse intenso, os coelhos puros apresentam maiores pesos corporais, consumo de ração e ganho de peso em relação aos mestiços, o que não ocorre sob estresse moderado e termoneutralidade. Configura-se, assim, uma interação genótipo x ambiente e comprova-se a existência de diferenças detectáveis no desempenho de diferentes grupos genéticos sob condições de estresse pelo calor.

## Referências Bibliográficas

- AZEVEDO, M. et al. Adaptabilidade de dois grupos genéticos de coelhos às condições de verão e inverno no Estado de Pernambuco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 3-4.
- BACCARI, J. R. F. et al. Compensatory growth of Norfolk rabbits subjected to a moderate heat stress. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 3., 1984, Roma. **Physiology Short Papers**, v. 2, p. 488-495. 1 CD-ROM.
- BARBOSA, O. R. et al. Desempenho de coelhos da raça Nova Zelândia Branco, criados em diferentes tipos de instalações, durante as estações de verão e inverno: 1 temperatura corporal, frequência respiratória, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 5, p. 779-786, 1992.
- BREWER, N. R.; CRUISE, L. J. Physiology. In: MANNING, P. J.; RINGLER, D. H.; NEWCOMER, C. E. **The biology of the laboratory rabbit**. 2nd ed. Academic Press, 1994. p. 63-70.
- CHIERICATO, G. M.; RIZZI, C.; ROSTELLATO, V. Effect of genotype and environmental temperature on the performance of the young meat rabbit. **World Rabbit Science**, v. 1, n. 3, p. 119-125, 1993.

CHIERICATO, G. M.; RAVAROTTO, L.; RIZZI, C. Study of the metabolic profile of rabbits in relation to two different environmental temperatures. **World Rabbit Science**, v. 2, n. 4, p. 153-160, 1994.

CHIERICATO, G.M.; RIZZI, C.; ROSTELLATO, V. Effect of genotype and environmental conditions on the productive and slaughtering performance of growing meat rabbits. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6., 1996, France. **Growth and Meat Short Papers**, v. 3, p. 147-151. 1 CD-ROM.

DE OLIVEIRA, E. M. Ambiente e produtividade na cunicultura. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA E TECNOLOGIA EM CUNICULTURA, 3., 1999, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, 1999. p. 15.

EUROPEAN FOOD AND SAFETY AUTHORITY. Scientific opinion of the scientific panel on animal health and welfare on “The impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbit”, EFSA-Q-2004-023. **EFSA Journal**, v. 267, p. 1-31, 2005.

FALCONER, D. S.; MCKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4th ed. Harlow: Pearson Prentice Hall, 1996. 464 p.

GARREAU, H. et al. Selection of maternal lines: last results and prospects. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 8., 2004, Puebla. **Anais...** Puebla, 2004. p. 14-25.

GONZÁLEZ, R. R.; KLUGER, M. J.; HARDY, J. D. Partitional calorimetry of the New Zealand White rabbit at temperatures 5 – 35 °C. **Journal of Applied Physiology**, v. 31, n. 5, p. 728-734, 1971.

HARKNESS, J. E.; WAGNER, J. E. The biology and medicine of rabbits and rodents. Pennsylvania: Lea & Febiger Philadelphia, 1977. 152 p.

LEBAS, F. et al. **El conejo: cria y patologia**. Rome: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1996. 227 p. (Colección FAO. Produccion y sanidad animal).

MANNING, P. J.; RINGLER, D. H.; NEWCOMER, C. E. The biology of the laboratory Rabbit. 2nd ed. Academic Press, 1994. 483 p.

MOURA, A. S. A. M. T.; COSTA, A. R. C.; POLASTRE, R. Variance components and response to selection for reproductive, litter and growth traits through a multi-purpose index. **World Rabbit Science**, v. 9, n. 2, p. 77-86, 2001.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. Porto Alegre: SULINA, 1989. 262 p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: user's guide**. release 9.1.3. Cary, 2003. CD-ROM.

VERGA, M.; LUZI, F.; CARENZI, C. Effects of husbandry and management systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. **Hormones and Behavior**, v. 52, p. 122-129, 2007.

Tabela 1. Composição bromatológica média das amostras da ração comercial utilizada (Linha Specialties- Nutricoeelho, Purina<sup>®</sup>).

| Nutrientes                    | % <sup>1</sup> |
|-------------------------------|----------------|
| Matéria seca                  | 90,7           |
| Umidade                       | 9,3            |
| Proteína bruta                | 17,3           |
| Extrato etéreo                | 2,4            |
| Extrativos não-nitrogenados   | 51,3           |
| Fibra bruta                   | 16,7           |
| Fibra em detergente ácido     | 21,6           |
| Fibra em detergente neutro    | 47,2           |
| Nutrientes digestíveis totais | 65,9           |
| Minerais                      | 12,4           |

<sup>1</sup> Resultado expresso em 100% da matéria seca.

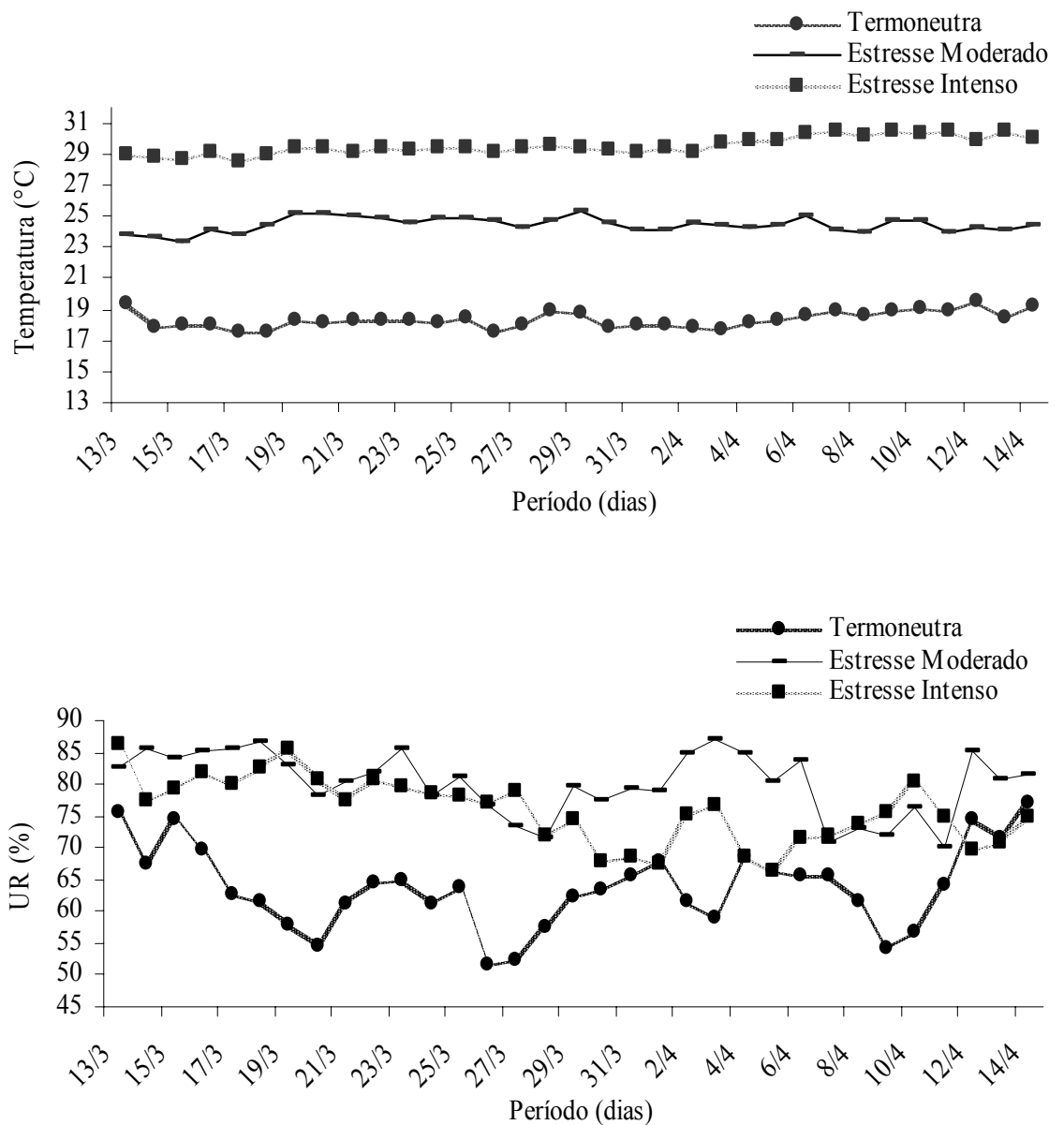


Figura 1. Valores médios de temperatura (painel superior) e umidade relativa do ar (painel inferior) nas salas termoneutra, estresse moderado e intenso no período de 13 de março a 14 de abril de 2008.



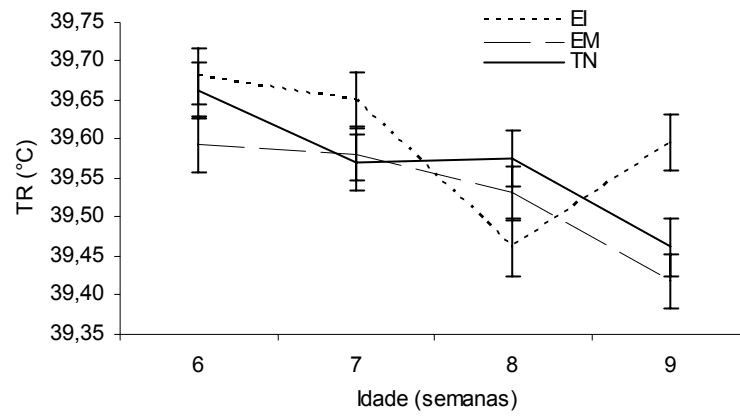


Figura 2. Efeito da interação condição térmica x semana sobre a temperatura retal (TR) de coelhos puros e mestiços.

(EI = estresse intenso; EM = estresse moderado e TN = termoneutra)

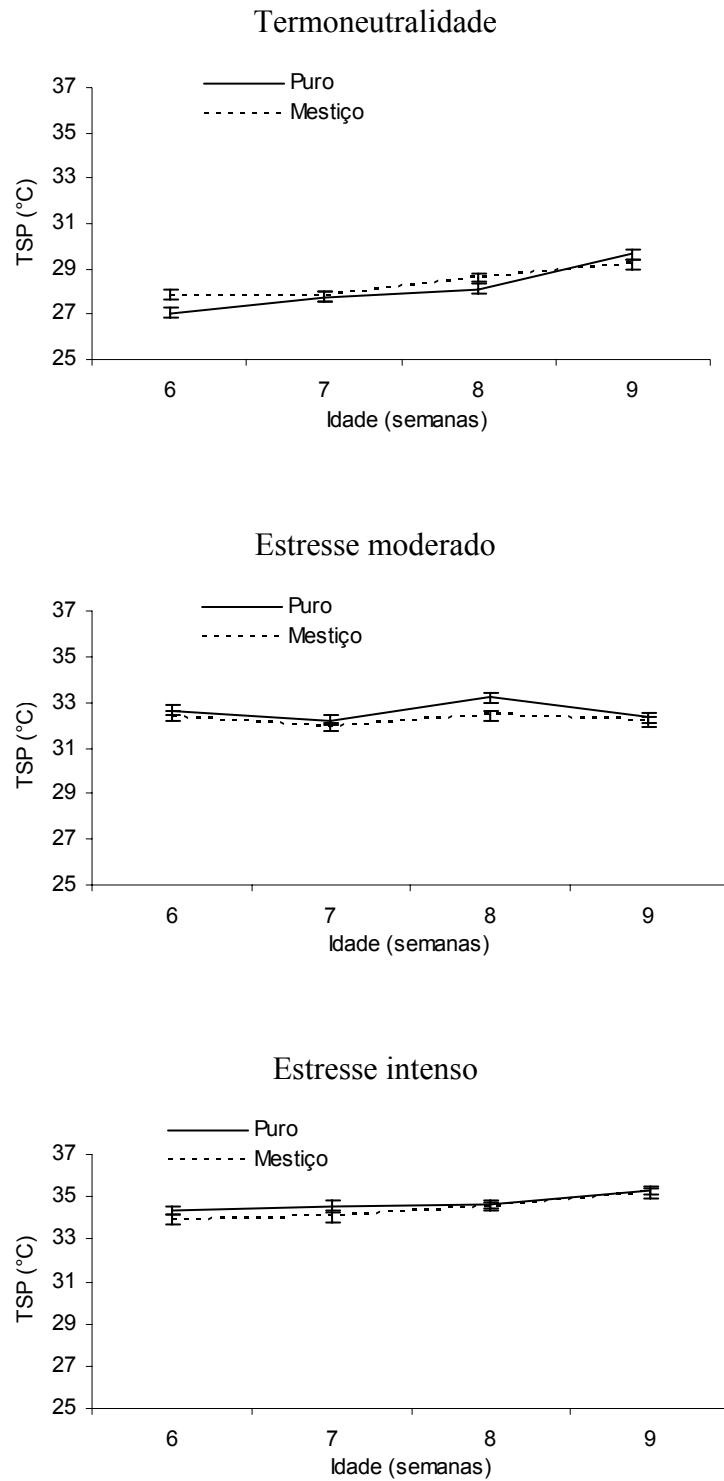


Figura 3. Efeito da interação grupo genético x condição térmica x semana sobre a temperatura média da superfície da pele (TSP) de coelhos.

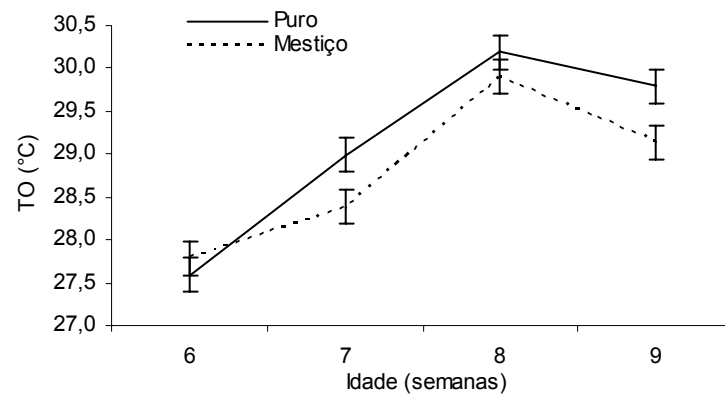


Figura 4. Efeito da interação grupo genético x semana sobre a temperatura da orelha (TO) de coelhos em três condições térmicas.

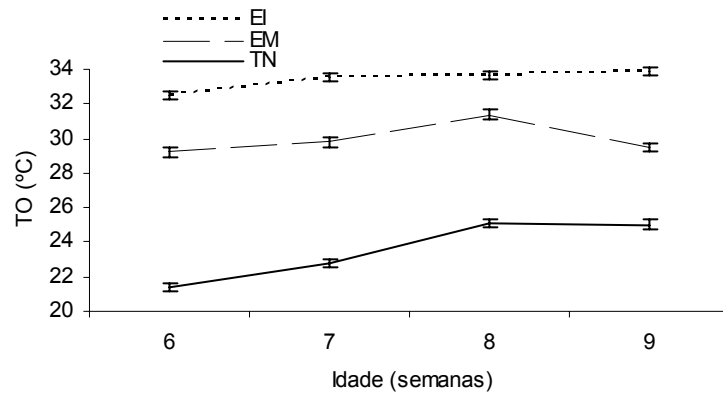


Figura 5. Efeito da interação condição térmica x semana sobre a temperatura da orelha (TO) de coelhos puros e mestiços.

(EI = estresse intenso; EM = estresse moderado e TN = termoneutra)

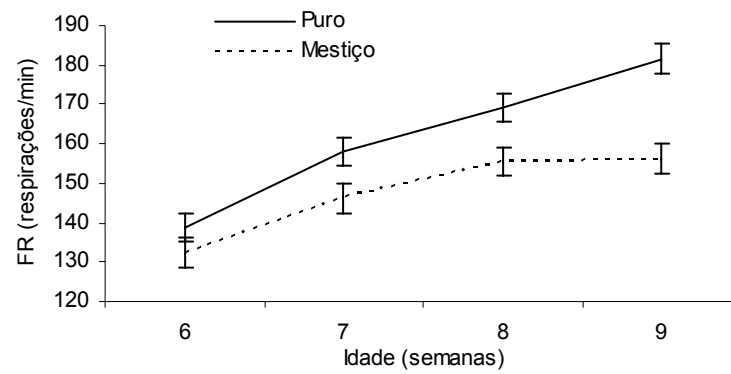


Figura 6. Efeito da interação grupo genético x semana sobre a frequência respiratória (FR) de coelhos em três condições térmicas.

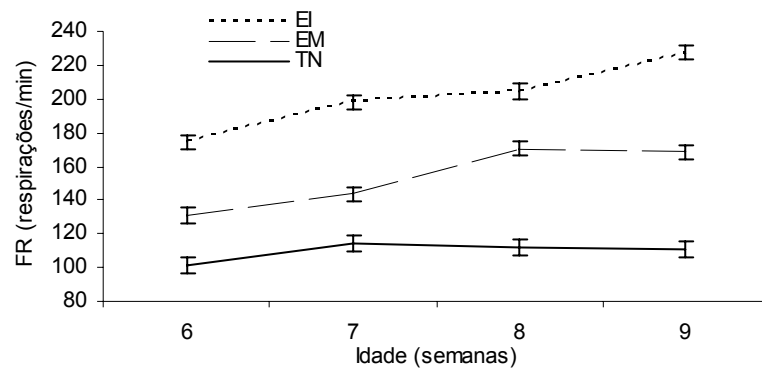


Figura 7. Efeito da interação condição térmica x semana sobre a frequência respiratória (FR) de coelhos puros e mestiços.  
(EI = estresse intenso; EM = estresse moderado e TN = termoneutra)

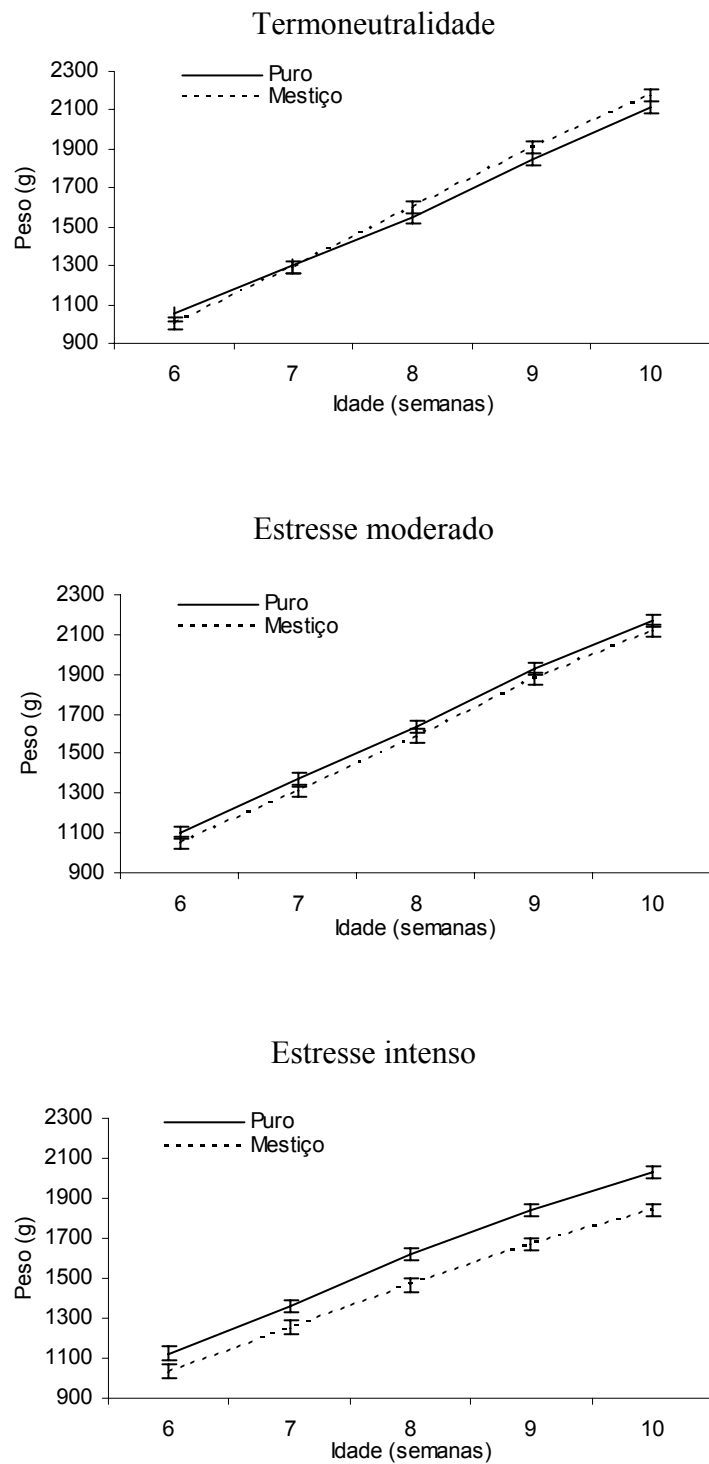


Figura 8. Efeito da interação grupo genético x condição térmica x semana sobre o peso médio dos coelhos por gaiola.

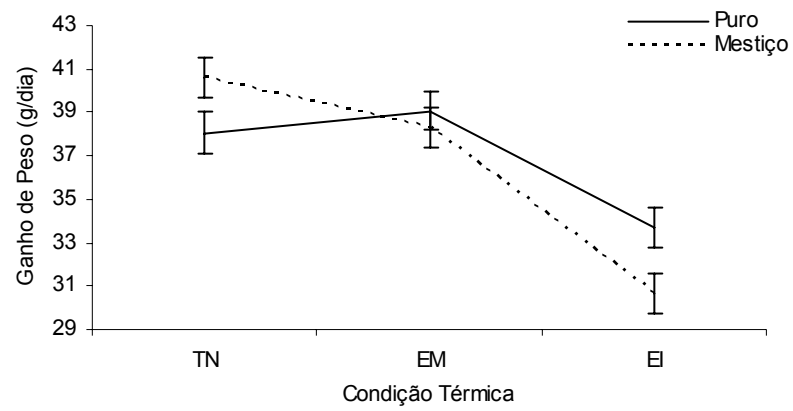


Figura 9. Efeito da interação grupo genético x condição térmica sobre o ganho médio diário de peso de coelhos por gaiola.

(EI = estresse intenso; EM = estresse moderado e TN = termoneutra)



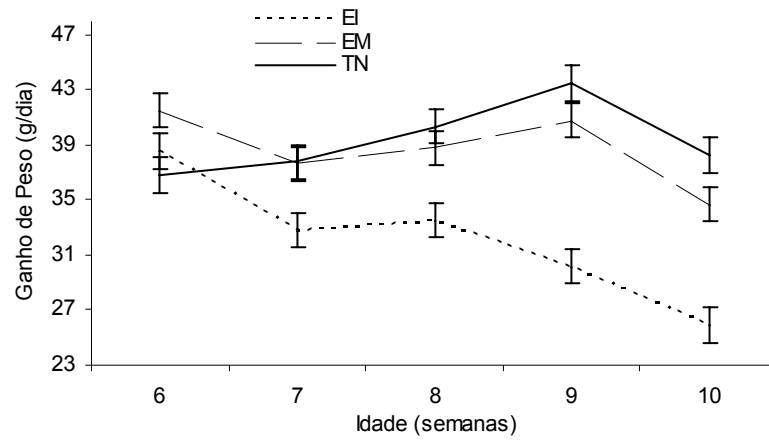


Figura 10. Efeito da interação condição térmica x semana sobre o ganho médio diário de peso de coelhos puros e mestiços por gaiola.

(EI = estresse intenso; EM = estresse moderado e TN = termoneutra)

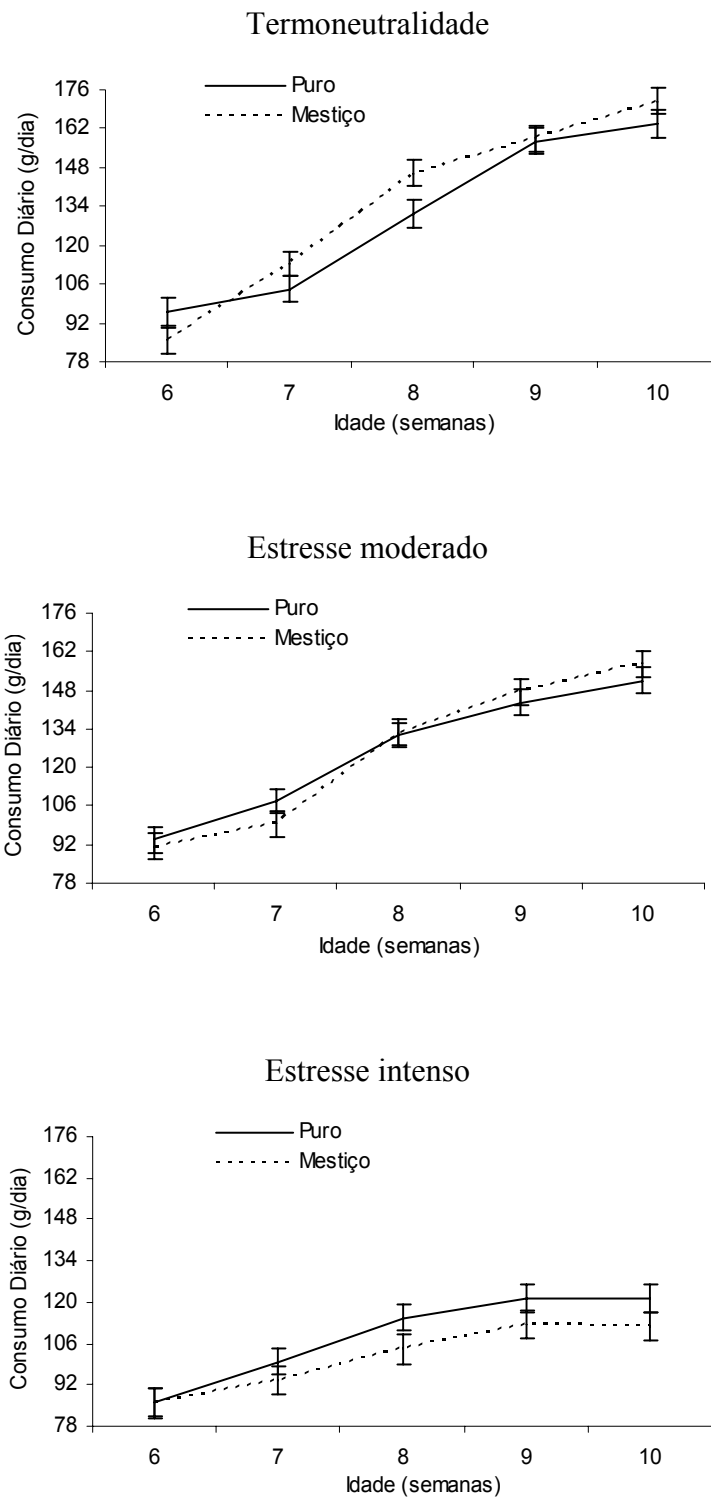


Figura 11. Efeito da interação grupo genético x condição térmica x semana sobre o consumo médio diário de ração de coelhos por gaiola.

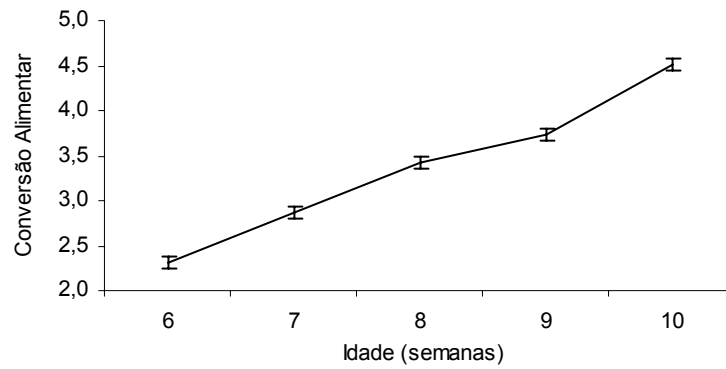


Figura 12. Efeito de semana sobre a taxa de conversão alimentar de coelhos puros e mestiços em três condições térmicas.

### **CAPÍTULO III**

## RENDIMENTO AO ABATE E QUALIDADE DA CARNE DE COELHOS PUROS E MESTIÇOS SOB ESTRESSE PELO CALOR INTENSO OU MODERADO

### Resumo

O objetivo foi avaliar os efeitos da interação grupo genético x estresse pelo calor sobre rendimento ao abate e qualidade da carcaça e da carne de coelhos. Foram utilizados 96 coelhos desmamados, metade do grupo genético Botucatu e metade mestiça, produtos do cruzamento entre machos Nova Zelândia Branco e fêmeas do grupo genético Botucatu. Foram distribuídos num delineamento em blocos casualizados, com arranjo fatorial 2 x 3 (grupos genéticos e condições térmicas: termoneutra, estresse pelo calor moderado e intenso). O abate foi realizado às 10 semanas de idade em dois dias consecutivos (blocos) e as características de qualidade de carne foram medidas no *longissimus dorsi*. A temperatura e a umidade relativa do ar médias foram 18,4°C e 63,9% (termoneutralidade), 24,4°C e 80,2% (estresse moderado) e 29,6°C e 75,9% (estresse intenso). Não houve efeito de interação grupo genético x condição térmica sobre o rendimento ao abate e as características de qualidade de carcaça e de carne. O rendimento de dianteiro e as porcentagens de patas e pele foram maiores nos coelhos mestiços e a porcentagem de vísceras torácicas nos puros. A luminosidade do músculo *longissimus dorsi* foi maior nos puros e o índice de vermelho, nos mestiços. O peso vivo ao abate e o peso das carcaças comercial e referência foram mais baixos sob estresse intenso. No entanto, maiores rendimentos de carcaça comercial e referência foram encontrados sob estresse intenso em relação à termoneutralidade. A porcentagem de patas foi maior sob estresse intenso e a de pele sob estresse moderado em relação ao intenso. As porcentagens de vísceras torácicas, fígado e rins foram maiores em condições de termoneutralidade e sob estresse moderado. O índice de amarelo foi maior na carne de coelhos em termoneutralidade do que sob estresse intenso, enquanto a perda de peso por cozimento do músculo *longissimus dorsi* foi menor em termoneutralidade do que sob estresse intenso. A carne dos coelhos puros apresentou-se mais clara que a dos mestiços. O estresse pelo calor resultou em menor peso ao abate e redução proporcional no peso dos órgãos, o que contribuiu para maior rendimento ao abate, mas parece ter prejudicado a qualidade de carne na cor e na perda de peso por cozimento.

Palavras-chave: carcaça, cor, estresse térmico, grupo genético, perda de peso por cozimento

## **DRESSING PERCENTAGE AND MEAT QUALITY OF STRAIGHTBRED AND CROSSBRED RABBITS UNDER INTENSE OR MODERATE HEAT STRESS**

### **Abstract**

The objective was to evaluate the effects of the interaction between genetic group and heat stress on dressing percentage and carcass and meat quality traits of rabbits. Ninety-six weaned rabbits were used; half were from the Botucatu genetic group and half were crossbreds between New Zealand White males and Botucatu females. They were assigned to a randomized block design in a 2 x 3 factorial arrangement (genetic groups and thermal conditions: thermoneutral, moderate and intense heat stress). Slaughter took place at 10 weeks of age in two consecutive days (blocks) and meat quality traits were measured in the *longissimus dorsi*. Average ambient temperature and relative humidity were 18.4°C and 63.9% (thermoneutral), 24.4°C and 80.2% (moderate heat stress) and 29.6°C and 75.9% (intense heat stress). No effect of the genetic group x thermal condition interaction was detected on dressing percentage, carcass or meat quality traits. The percentage of carcass forepart, of distal parts of legs and skin were higher in the crossbred rabbits and the percentage of thoracic viscera in the straightbreds. Lightness of the *longissimus dorsi* muscle was higher in the straightbred and redness in the crossbreds. Slaughter, commercial carcass and reference carcass weights were lower under intense heat stress. However, higher commercial and reference carcass yields were found under intense heat stress relative to thermoneutrality. The percentage of distal parts of legs was higher under intense heat stress and the percentage of skin under moderate relative to intense heat stress. The percentages of thoracic viscera, liver and kidneys were higher under thermoneutrality and moderate heat stress. Yellowness was higher in thermoneutrality than under intense heat stress, whereas cooking loss was lower in thermoneutrality relative to intense stress. The meat from the straightbreds was lighter in color. Heat stress resulted in lower slaughter weight and proportional reduction in organ weights, which contributed to a higher slaughter yield, but it seemed to have exerted a negative effect on meat quality regarding color and cooking loss.

Key words: carcass, color, heat stress, genetic group, cooking loss

## **Introdução**

Como atividade de subsistência, a produção de coelhos apresenta importância social muito grande no Brasil por constituir-se numa alternativa para reduzir a carência de proteína da população de baixa renda, pois o coelho é capaz de converter alimentos de baixo valor nutricional em proteína animal de alto valor biológico. Atualmente, a cunicultura encontra-se em constante crescimento devido ao aumento no consumo de carne de coelho. Isto ocorre porque os consumidores, na busca por alimentos mais saudáveis, são atraídos por suas propriedades nutricionais e dietéticas.

Para atingir melhores resultados econômicos e produtivos, a produção de coelhos necessita avançar não só nos aspectos nutricionais e sanitários, mas principalmente nos aspectos genéticos e ambientais, porque a temperatura interfere diretamente na expressão do potencial genético dos coelhos, determinando o grau de eficiência da produção.

A zona de conforto térmico para coelhos varia de 15 a 20°C e a umidade relativa de 60 a 70 % (De Oliveira, 1999). Assim, o aumento na temperatura ambiental acima do valor de termoneutralidade tende a influenciar a manutenção da homeotermia, havendo muitas vezes a necessidade de ajustes fisiológicos do organismo, reduzindo o consumo de alimentos, com conseqüentes alterações no desempenho dos animais, no peso, no rendimento ao abate e na qualidade de carcaça. É possível que muitas das variações nas características de qualidade de carne sejam devidas ao estresse térmico, por desencadear transtornos fisiológicos nos coelhos, e conseqüentemente, alterações bioquímicas durante a transformação do músculo em carne que levam a mudanças na cor, capacidade de retenção de água e maciez.

A raça ou grupo genético também pode influenciar a qualidade da carcaça (Bernardini et al., 1995) e da carne, pois características zootécnicas peculiares podem ser encontradas em diferentes raças no mesmo ambiente de criação devido às diferenças nos valores genotípicos (Lebas et al., 1996). A identificação de grupos genéticos (ou genótipos) que apresentem maiores rendimentos ao abate e melhores qualidade de carcaça e de carne sob estresse em altas temperaturas é de extrema importância para o desenvolvimento da produção de carne de coelho em regiões tropicais.

Embora sejam, em parte, conhecidos os efeitos do estresse térmico no rendimento de carcaça e na qualidade da carne das espécies animais em geral, há poucos estudos em coelhos (Dalle Zotte, 2002). Este trabalho objetivou estudar a interação entre os efeitos do grupo genético (puro ou mestiço) e do nível de estresse pelo calor (intenso ou moderado) sobre rendimento ao abate, características de carcaça e qualidade de carne de coelhos.

## **Material e Métodos**

### *Animais*

Foram utilizados 96 coelhos machos e fêmeas recém-desmamados, metade do grupo genético Botucatu e metade mestiça. Os últimos foram produzidos através do acasalamento de machos da raça Nova Zelândia Branca e fêmeas do grupo genético Botucatu. A linhagem Neozelandesa Branca, proveniente de Maringá/ PR, foi importada pelo setor de Cunicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi - Fundação Universidade Estadual de Maringá da *Oregon State University*, Estados Unidos, em 1989, enquanto o grupo genético Botucatu é uma linhagem sintética originada de híbridos Norfolk 2000, selecionada há 18 anos para velocidade de crescimento e tamanho de ninhada (Garreau et al., 2004) e com 37 anos de adaptação local.

### *Condições experimentais*

Às cinco semanas de idade, os coelhos puros e mestiços foram desmamados, tatuados na orelha direita para identificação e alojados no Laboratório de Nutrição de Aves da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Câmpus de Botucatu, num total de dois animais do mesmo grupo genético por gaiola, em três salas climatizadas de 5,00 x 3,00 x 2,65 m cada. A primeira sala, classificada como *Termoneutra*, foi mantida permanentemente entre 18 e 20°C; a segunda, mantida a 25°C, foi classificada como de *Estresse Moderado*, enquanto a terceira, aquecida a 30°C, de *Estresse Intenso*. Não houve controle da umidade relativa do ar nas três



câmaras. Os coelhos foram distribuídos aleatoriamente nas salas, dois por gaiola. Cada sala abrigou oito gaiolas por grupo genético, totalizando 16 gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 0,60 x 0,50 x 0,45 m cada, equipadas com bebedouros automáticos e comedouros.

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente, às 09h00min, 14h00min e 21h00min nas três câmaras, durante todo o período experimental. As temperaturas máximas e mínimas também foram registradas diariamente, mas somente às 21h00min. Para o cálculo da temperatura média e umidade relativa média do ar foram utilizadas as equações propostas pelo Inmet (MAPA), segundo Müller (1989):

$$T_{med} = (T_{9h} + T_{máx} + T_{mín} + 2.T_{21h})/5$$

Onde:

$T_{med}$  = temperatura média do ar.

$T_{9h}$  = temperatura do ar registrada às 09h00min.

$T_{máx}$  = temperatura máxima do ar registrada às 21h00min.

$T_{mín}$  = temperatura mínima do ar registrada às 21h00min.

$T_{21h}$  = temperatura do ar registrada às 21h00min.

$$U = (U_{9h} + U_{14h} + 2.U_{21h})/4$$

Onde:

$U$  = umidade relativa média diária do ar.

$U_{9h}$  = umidade relativa do ar registrada às 09h00min.

$U_{14h}$  = umidade relativa do ar registrada às 14h00min.

$U_{21h}$  = umidade relativa do ar registrada às 21h00min.

Os animais tiveram livre acesso à água e à ração comercial peletizada e de composição balanceada (Linha Specialties- Nutricoeelho, Purina<sup>®</sup>). A composição bromatológica da ração foi determinada segundo a média de, no mínimo, duas amostras,

no Laboratório de Bromatologia da FMVZ - UNESP, Câmpus de Botucatu e se encontra descrita na Tabela 1. Durante todo o período experimental foram fornecidas 12 horas de luz diárias, das 09h00min às 21h00min horas, conforme indicado por Verga et al. (2007) para coelhos em crescimento.

#### *Avaliação do rendimento ao abate*

Os abates foram realizados em dois dias consecutivos em função do elevado número de coelhos, da limitação física do abatedouro e da reduzida equipe de trabalho. Deste modo, foram formados dois blocos de 48 coelhos cada, 16 por sala, oito de cada grupo genético e, obrigatoriamente, os dois animais da mesma gaiola.

Cada bloco de coelhos foi submetido a jejum sólido de 12 horas (respectivamente aos 70 e 71 dias de idade) e posteriormente destinado ao Abatedouro Experimental Avícola da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Câmpus de Botucatu. Os animais foram submetidos à pesagem e imediatamente abatidos através do procedimento do atordoamento por concussão cerebral, seguido de sangria, conforme critérios descritos por De Luca et al. (1996) e Close et al. (1997).

Após a sangria, pesaram-se as extremidades distais dos membros anteriores e posteriores (patas) e a pele e registrou-se o peso da carcaça comercial (contendo a cabeça e as vísceras torácicas como coração, pulmão, traquéia, esôfago e timo, além do fígado e rins) obtendo-se, por consequência, o rendimento comercial (relação entre peso da carcaça comercial e o peso vivo ao abate x 100), de acordo com os critérios estabelecidos por Blasco & Ouhayoun (1996).

As vísceras torácicas, o fígado, os rins e os depósitos de gordura tiveram seus pesos auferidos em balança semi-analítica. Foram dissecados somente os depósitos de gordura escapular, inguinal e perirrenal e pesados conjuntamente. Após 24 horas de resfriamento a 4°C, registrou-se o peso da carcaça referência (sem a cabeça e as vísceras citadas anteriormente) obtendo-se por consequência o rendimento da carcaça referência (relação entre peso da carcaça referência e o peso vivo ao abate x 100). Em seguida, as carcaças foram cortadas de acordo com a divisão tecnológica proposta por Blasco & Ouhayoun (1996), em dianteiro, lombo e traseiro e as partes foram pesadas obtendo-se o

rendimento de partes (relação entre peso de cada parte e o peso da carcaça referência x 100).

#### *Avaliação da qualidade de carne*

As análises foram conduzidas no Laboratório de Qualidade de Carne da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Câmpus de Botucatu. A avaliação da qualidade de carne, da mesma forma que o abate, foi realizada em dois dias consecutivos, em função do elevado número de amostras, da limitação física do laboratório e da reduzida equipe de trabalho. Deste modo, os dois blocos de animais formados ao abate foram mantidos e os intervalos de coleta de dados entre um bloco e outro também.

A medição do pH do músculo *longissimus dorsi* 24 horas após o abate foi realizada na carcaça inteira, enquanto a medição do pH do mesmo músculo, 48 horas após o abate, foi realizada no músculo dissecado. Usou-se o peagâmetro Hommis<sup>®</sup>, modelo 238, acoplado à sonda de vidro Digimed<sup>®</sup>, modelo CF1. A sonda foi inserida diretamente no músculo até uma profundidade de três milímetros, aproximadamente.

A cor objetiva foi tomada em duas porções do músculo *longissimus dorsi* e determinada através do colorímetro Kônica Minolta<sup>®</sup>, modelo CR-400, no sistema CIELab, onde foram avaliados os parâmetros L\* (luminosidade), variando de preto (0) a branco (100), a\* (teor de vermelho), variando de verde (-60) a vermelho (+60) e b\* (teor de amarelo), variando de azul (-60) a amarelo (+60). Para estas determinações, as amostras foram previamente expostas ao ar livre por 30 minutos, à temperatura de 15°C (Van Laack et al., 2000).

A capacidade de retenção de água foi medida segundo a metodologia descrita por Hamm (1960), com base na medição da perda de água liberada quando aplicada pressão de dez quilogramas, por cinco minutos, sobre amostras de 0,50 g de tecido muscular do *longissimus dorsi*. A porcentagem da água perdida foi calculada a partir da diferença de peso da carne antes e após sofrer pressão. Através da equação:  $100 - \% \text{ perda de água}$ , foi obtida a capacidade de retenção de água.

Para a análise de perda de peso por cozimento, as porções direita e esquerda do músculo *longissimus dorsi* foram simultaneamente pesadas, embaladas a vácuo em

sacos plásticos de polietileno e cozidas por 45 minutos em banho-maria a 85°C (Banho Ultratermostatizado<sup>®</sup>, modelo MA=184). Depois de resfriadas até a temperatura ambiente, as amostras foram secas em papel toalha e pesadas. Por diferença de peso das amostras antes e depois do cozimento, se obteve a porcentagem de perda de peso por cozimento (Honikel, 1987).

Para medição da força de cisalhamento foram utilizadas as mesmas amostras empregadas na determinação da perda de peso por cozimento, as quais foram cortadas em pelo menos cinco paralelepípedos com dimensões de 1x1x2 cm em corte transversal, paralelamente à direção das fibras do músculo, e colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Warner-Bratzler<sup>®</sup> acoplado ao texturômetro TA.XT. plus - Texture Analyser<sup>®</sup> (Stable Micro Systems<sup>®</sup>) (Amsa,1995).

#### *Delineamento experimental e análises estatísticas*

Os animais foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, com arranjo fatorial 2 x 3 (dois grupos genéticos e três condições térmicas) e oito repetições. A unidade experimental para as características de carcaça e qualidade de carne foi a gaiola.

Por meio do procedimento GLM do SAS (2003) foram conduzidas análises de variância das características de peso vivo ao abate, pesos da carcaça comercial e referência e dos rendimentos de patas, pele, vísceras torácicas, fígado, rins e gordura dissecável (depósitos escapular, inguinal e perirrenal), além dos rendimentos da carcaça comercial e referência e de cortes comerciais (dianteiro, lombo e traseiro). Também foram conduzidas análises de variância das características de qualidade de carne (pH, cor, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento). Considerou-se o dia de abate (bloco), o grupo genético, a condição térmica e a interação grupo genético x condição térmica como efeitos fixos no modelo estatístico. Utilizou-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para a comparação das médias das condições térmicas.

## Resultados e Discussão

A temperatura e a umidade relativa do ar (médias diárias), durante todo período experimental foram 18,4°C e 63,9% na sala termoneutra, 24,4°C e 80,2% na sala de estresse moderado e 29,6°C e 75,9% na de estresse intenso (Figura 1). Observa-se que as temperaturas médias foram mantidas muito próximas dos níveis planejados nas três câmaras (entre 18 e 20°C na termoneutra, 25°C na de estresse moderado e 30°C na de estresse intenso); já a umidade relativa do ar oscilou em função da ausência de recursos para seu controle nas câmaras. A manutenção dos animais em instalações fechadas, com poucas condições de renovação de ar, pode ter contribuído para o aparecimento de diarreia e, conseqüente, morte em um animal da sala termoneutra e problemas respiratórios em outro da sala de estresse pelo calor intenso.

### *Rendimento ao abate*

Não houve efeito de interação grupo genético x condição térmica ( $P>0,05$ ) nem sobre as características de qualidade de carcaça e nem sobre as de rendimento ao abate. As médias de quadrados-mínimos e erros-padrão das características de qualidade de carcaça e de rendimento ao abate de acordo com o grupo genético e a condição térmica são apresentadas na Tabela 2.

Não se detectou efeito do dia de abate sobre o peso vivo ao abate ( $P=0,2599$ ), o peso da carcaça comercial ( $P=0,3776$ ) e o peso da carcaça referência ( $P=0,1086$ ). Não houve efeito do grupo genético sobre o peso vivo ao abate e os pesos da carcaça comercial e referência, mas houve efeito de condição térmica sobre estas mesmas características (Tabela 2). Menores valores foram encontrados sob condições de estresse pelo calor intenso. Chiericato et al. (1993) encontraram maiores pesos de carcaça quente no inverno (11°C) em relação ao verão (27°C) em coelhos Nova Zelândia Brancos e híbridos comerciais Hyla e Provisal. Da mesma forma, Pla et al. (1994) encontraram maiores pesos de carcaças em coelhos híbridos mantidos à temperatura de 20°C em comparação aos mantidos a 30°C, evidenciando melhor desempenho dos animais a temperaturas mais baixas, conforme esperado.

Não houve efeito do dia de abate sobre a porcentagem de patas ( $P=0,3478$ ), mas houve sobre a porcentagem de pele ( $P=0,0023$ ). O grupo genético e a condição térmica influenciaram estas duas características (Tabela 2). A porcentagem de patas foi maior nos animais mestiços do que nos puros do grupo genético Botucatu e maior sob estresse intenso em relação ao moderado e ao termoneutro. Sugere-se que a maior porcentagem de patas encontrada nos animais mestiços pode estar associada à maior influência da raça Nova Zelândia Branca, pois no estudo de Nofal et al. (1995), as raças puras Nova Zelândia Branca e Californiana apresentaram maiores rendimentos de patas em relação aos animais cruzados (Nova Zelândia Branca x Californiana ou Californiana x Nova Zelândia Branca).

A porcentagem de pele também foi maior nos mestiços em relação aos puros, entretanto foi menor sob estresse intenso do que sob estresse moderado, mas não em relação a termoneutralidade. Este resultado permanece parcialmente inexplicado, pois em função da necessidade de um isolamento adequado contra a perda de energia térmica, era esperado que os coelhos da sala termoneutra também apresentassem pele mais espessa, além de pelagem mais densa, que os coelhos sob estresse pelo calor intenso. Foi notado, ao abate, que estes últimos apresentaram peles mais frágeis. Barbosa et al. (1992) ao submeterem coelhos da raça Nova Zelândia Branca às estações de verão (temperatura média de  $24^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de 63,9%) e inverno (temperatura média de  $18,6^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de 57,2%) da cidade de Maringá/PR encontraram maiores pesos de pele no inverno. Deve-se considerar, no entanto, que naquele caso os animais estavam sujeitos às variações naturais de fotoperíodo entre as estações do ano, fator determinante da muda de pêlos, o que não é o caso no presente estudo.

Não se detectou efeito do dia de abate sobre o rendimento de carcaça comercial ( $P=0,7384$ ) e as porcentagens de vísceras torácicas ( $P=0,8107$ ), de fígado ( $P=0,0541$ ) e de rins ( $P=0,4947$ ). Também não houve efeito do grupo genético sobre o rendimento de carcaça comercial, entretanto detectou-se efeito de condição térmica sobre esta característica, com maior valor sob estresse pelo calor intenso do que sob a condição termoneutra. Detectou-se efeito de grupo genético sobre as porcentagens de vísceras torácicas, com maior valor para os coelhos puros do grupo genético Botucatu em relação aos mestiços (Tabela 2), entretanto, não se detectou este efeito sobre as

porcentagens de fígado e de rins. As vísceras torácicas incluem os pulmões, portanto este resultado é compatível com a constatação de que os coelhos puros ofegaram mais sob estresse intenso.

Houve efeito de condição térmica sobre as porcentagens de vísceras torácicas, de fígado e de rins, com maiores valores sob termoneutralidade e estresse moderado em relação ao estresse intenso. O maior rendimento da carcaça comercial dos coelhos mantidos sob estresse pelo calor intenso foi consequência do menor peso e conteúdo relativos do trato gastrointestinal, além do menor peso relativo da pele. Por razões opostas, o menor rendimento da carcaça comercial foi encontrado nos coelhos mantidos sob condição de termoneutralidade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Barbosa et al. (1992) que ao submeterem coelhos Nova Zelândia Branco às estações de verão (24°C e umidade relativa de 63,9%) e inverno (18,6°C e umidade relativa de 57,2%) da cidade de Maringá/PR encontraram maior peso de rins no inverno. Chiericato et al. (1993) também constataram maiores pesos de fígado e de rins no inverno (11°C), em relação ao verão (27°C) para coelhos Nova Zelândia Branco e híbridos comerciais Hyla e Provisal. Esta diferença na porcentagem de órgãos entre a termoneutralidade e estresse moderado em relação ao estresse intenso constituiu um ajuste fisiológico dos coelhos à temperatura ambiente. Temperaturas ambientes baixas ou mais amenas favoreceram o consumo de alimento e a elevação do metabolismo que conduziu ao aumento do peso relativo dos órgãos. Ao contrário, no ambiente de alta temperatura, houve redução do tamanho relativo destes órgãos, em função da necessidade de se reduzir a produção de calor interno. Desta forma, a modificação das porcentagens de órgãos nos diferentes ambientes ocorreu em função dos efeitos das temperaturas sobre o consumo de ração. Considerando a influência que órgãos metabolicamente ativos, como o fígado, têm sobre a produção de calor e, conseqüentemente, sobre o gasto de energia, pode-se deduzir que a exigência de manutenção dos coelhos expostos ao estresse pelo calor intenso é menor que a dos expostos a termoneutralidade, assim os coelhos associaram a redução na exigência de manutenção à diminuição da massa de órgãos.

Não houve efeito do dia de abate sobre a porcentagem de gordura ( $P=0,7649$ ) e os rendimentos de carcaça referência ( $P=0,1855$ ) e de traseiro ( $P=0,4397$ ), mas houve sobre os rendimentos de dianteiro ( $P=0,0206$ ) e de lombo ( $P=0,0111$ ).

Não se detectou efeito de grupo genético sobre a porcentagem de gordura e o rendimento da carcaça referência, como também do efeito de condição térmica sobre a porcentagem de gordura. Entretanto, houve efeito de condição térmica sobre o rendimento da carcaça referência, com maior valor sob estresse intenso do que sob estresse moderado e termoneutralidade. Estes resultados permitem inferir que o maior rendimento da carcaça referência sob estresse intenso foi consequência do menor peso relativo dos órgãos (vísceras torácicas, fígado e rins) nos coelhos mantidos sob estresse intenso. O menor rendimento de carcaça referência dos coelhos mantidos sob estresse moderado e termoneutralidade foi consequência do maior peso dos órgãos.

Houve efeito do grupo genético sobre o rendimento de dianteiro, com maior valor nos animais mestiços. Este resultado foi inesperado porque por possuírem vísceras torácicas mais pesadas, os coelhos puros deveriam possuir também a parte dianteira da carcaça mais pesada. Considerando que as porcentagens de pele e patas também foram maiores nos mestiços, pode-se levantar a hipótese de que os coelhos mestiços apresentaram menor grau de maturidade ao abate do que os coelhos puros Botucatu (Tabela 2). A condição térmica não influenciou o rendimento de dianteiro. Não houve efeito de grupo genético, nem da condição térmica sobre o rendimento de lombo e de traseiro.

Os resultados de Barbosa et al. (1992) contrastam com os do presente estudo, pois estes autores concluíram que os maiores valores de frequência respiratória obtidos no verão (24°C e umidade relativa de 63,9%) da cidade de Maringá/PR propiciaram um maior desenvolvimento da região tóraco-cervical com o objetivo de facilitar a troca de calor pelas vias respiratórias. Como, comercialmente, o corte de carcaça de maior valor é o lombo seguido do traseiro, não há vantagem nesse maior desenvolvimento dianteiro. Os melhores resultados para carcaça contendo apenas partes nobres do coelho foram obtidos na instalação cujas gaiolas se mantiveram ao ar livre.

### *Qualidade de carne*

Não houve efeito de interação grupo genético x condição térmica sobre nenhuma característica de qualidade de carne ( $P>0,05$ ). As médias de quadrados-mínimos e erros-



padrão das características de qualidade de carne de acordo com o grupo genético e a condição térmica são apresentadas na Tabela 3.

Não se detectou efeito do dia de abate sobre o pH 24h ( $P=0,9716$ ) e 48h ( $P=0,7687$ ) após o abate, do músculo *longissimus dorsi* (Tabela 3). O grupo genético e a condição térmica também não apresentaram efeito sobre estas características (Tabela 3). Chiericato et al. (1996), ao estudarem a qualidade da carne de coelhos em crescimento em relação a diferentes genótipos (Nova Zelândia Branca, Grimaud e Provisal) e temperaturas ambientais (termoneutralidade a 20°C e estresse pelo calor a 28°C), também não encontraram efeito de genótipo e de temperatura sobre o pH 24h pós-abate do músculo *longissimus dorsi*.

Como não houve variação significativa no pH da carne com a elevação da temperatura nas três condições térmicas (Tabela 3) e estando os valores dentro dos limites considerados normais (Hulot & Ouhayoun, 1999), pode-se sugerir que não ocorreram problemas relacionados ao pH, como por exemplo, carnes PSE (pálida, flácida e exudativa). Os valores das demais características de qualidade de carne também se mantiveram próximos dos relatados recentemente por grupos de pesquisadores reconhecidos internacionalmente para o músculo *longissimus* em coelhos selecionados ou não para velocidade de crescimento (Ramirez et al., 2004; Gondret et al., 2005; Pascual & Pla, 2007).

Houve efeito do dia de abate sobre as características de cor da carne: luminosidade ( $P=0,0129$ ) e índices de vermelho ( $P=0,0310$ ) e amarelo ( $P<0,0001$ ). Conforme resultados mostrados na Tabela 3, a carne de coelho em geral, apresentou valores de luminosidade altos indicando músculos de cor clara. Detectou-se efeito do grupo genético sobre a luminosidade e o índice de vermelho do músculo *longissimus dorsi* (Tabela 3). A luminosidade da carne dos animais puros do grupo genético Botucatu foi maior, o que indicou uma carne mais clara, enquanto o índice de vermelho foi mais elevado nos mestiços. Não houve efeito da condição térmica sobre a luminosidade e o índice de vermelho. Embora não se tenha detectado efeito de grupo genético sobre o índice de amarelo, houve efeito de condição térmica sobre esta característica. O índice de cor amarela foi maior sob termoneutralidade do que sob estresse intenso, o que pode indicar carne mais escura no último caso.

Resultados em parte distintos foram obtidos por Chiericato et al. (1996) ao avaliarem a qualidade da carne de coelhos em crescimento em relação a diferentes genótipos (Nova Zelândia Branca, Grimaud e Provisal) e temperaturas ambientais (termoneutralidade a 20°C e estresse pelo calor a 28°C). Coelhos Nova Zelândia Branco apresentaram maior índice de vermelho no músculo *longissimus dorsi* que os demais grupos genéticos, o que está de acordo com o presente estudo. A carne de coelhos alojados na condição de estresse pelo calor apresentou maior luminosidade e menor índice de vermelho, exibindo, portanto, cor mais pálida, resultado que difere dos do presente estudo.

Detectou-se efeito do dia de abate sobre a capacidade de retenção de água ( $P=0,0246$ ), perda de peso por cozimento ( $P=0,0008$ ) e força de cisalhamento ( $P=0,0214$ ) no músculo *longissimus dorsi*. Não houve efeito nem de grupo genético nem de condição térmica sobre a capacidade de retenção de água e a força de cisalhamento (Tabela 3). Apesar de não se ter detectado efeito de grupo genético, nem de condição térmica sobre a força de cisalhamento, todos os valores de resistência ao corte situaram-se na faixa de variação que considera a carne macia, de acordo com o padrão de Liu et al. (2004), que utilizaram o valor de  $7,5 \text{ kgf.g}^{-1}$  como referência de limite de resistência ao corte para considerar a carne de peito de frangos macia.

Embora não se tenha detectado efeito de grupo genético sobre a perda de peso por cozimento, detectou-se efeito de condição térmica sobre esta característica, com um maior índice de perda na carne de animais sob estresse pelo calor intenso do que na carne dos animais mantidos em termoneutralidade. A maior retenção de água no processo de cozimento é que determina a qualidade, devido ao maior grau de maciez e suculência conferidas à carne. Portanto, o estresse pelo calor parece ter prejudicado a qualidade da carne. Muitos pesquisadores têm investigado os mecanismos de retenção de água pelo músculo em nível molecular e microestrutural, mas há muito a ser pesquisado sobre a natureza das ligações de água no músculo e como as estruturas macromoleculares influenciam sua retenção dentro dos tecidos biológicos (Baianu et al., 1991). A maior perda de peso por cozimento na condição de estresse pelo calor intenso deveria resultar em carne menos suculenta e, portanto mais rígida, revelando assim maior força de cisalhamento, mas os resultados do presente estudo não confirmam esta hipótese.

## Conclusão

Coelhos do grupo genético Botucatu apresentaram menores rendimento de dianteiro e porcentagens de patas e de pele e maiores porcentagens de vísceras torácicas que os coelhos mestiços. Para os cortes comerciais de maior valor, como o lombo e o traseiro, não houve diferença entre os grupos genéticos, mas a carne dos coelhos puros Botucatu apresentou-se mais clara e a dos mestiços, mais vermelha.

A condição de estresse pelo calor intenso (temperatura de 29,6°C e umidade relativa do ar de 75,9%) proporcionou menores peso vivo ao abate e pesos da carcaça comercial e referência; porém maiores valores para rendimentos de carcaça comercial e referência, com reduções no desempenho e tamanho dos órgãos. Sob esta condição, a qualidade da carne parece ter sido prejudicada na cor e na perda de peso por cozimento.

## Referências Bibliográficas

- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of fresh meat.** Chicago, 1995. 47 p.
- BAIANU, I. C. et al. Molecular dynamics of water and related model system: multinuclear spin relaxation studies and comparison with theoretical calculations. In: LEVINE, H.; SLADE, L. (Ed.). **Water relationships in food.** New York: Plenum Press, 1991. p. 517-540.
- BARBOSA, O. R. et al. Desempenho de coelhos da raça Nova Zelândia Branco, criados em diferentes tipos de instalações, durante as estações do verão e do inverno. 4 Características quantitativas de carcaça. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 5, p. 807-814, 1992.
- BERNARDINI, B. M.; CASTELLINI, C.; LATTAIOLI, P. Effect of sire strain, feeding, age and sex on rabbit carcass. **World Rabbit Science**, v. 3, n. 1, p. 9-14, 1995.
- BLASCO, A.; OUHAYOUN, J. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. **World Rabbit Science**, v. 4, n. 2, p. 93-99, 1996.
- CHIERICATO, G. M.; RIZZI, C.; ROSTELLATO, V. Effect of genotype and environmental temperature on the performance of the young meat rabbit. **World Rabbit Science**, v. 1, n. 3, p. 119-125, 1993.

- CHIERICATO, G. M.; RIZZI, C.; ROSTELLATO, V. Meat quality of rabbits of different genotypes reared in different environmental conditions. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 6., 1996, Toulouse, France. **Growth and meat short papers**. Toulouse: 1996. v. 3, p. 141-145.
- CLOSE, B. et al. Recommendations for euthanasia of experimental animals: part 2. **Laboratory Animals**, v. 31, n. 1, p. 1-32, 1997.
- DALLE ZOTTE, A. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. **Livestock Production Science**, v. 75, p. 11-32, 2002.
- DE LUCA, R. R. et al. **Manual para técnicos em bioterismo**. 2. ed. Comissão de Ensino do COBEA, 1996. 259 p.
- DE OLIVEIRA, E. M. Ambiência e produtividade na cunicultura. In: III SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA E TECNOLOGIA EM CUNICULTURA, 1999, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, 1999. p. 15.
- GARREAU, H. et al. Selection of maternal lines: last results and prospects. In: WORLD RABBIT CONGRESS, 8., 2004, Puebla. **Anais...** Puebla, 2004. p. 14-25.
- GONDRET, F. et al. Carcass composition, bone mechanical properties, and meat quality traits in relation to growth rate in rabbits. **Journal Animal Science**, v.83, p.1526-1535, 2005.
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research Cleveland**, v. 10, n. 2, p. 435-443, 1960.
- HONIKEL, K. O. The water binding of meat. **Fleischwirtschaft**, v. 67, p. 1098-1102, 1987.
- HULOT, F.; OUHAYOUN, J. Muscular pH and related traits in rabbits: a review. **World Rabbit Science**, v. 7, n. 1, p. 15-36, 1999.
- LEBAS, F. et al. **El conejo: cria y patologia**. Rome: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1996. 227p. (Colección FAO. Produccion y sanidad animal).
- LIU, Y. et al. Prediction of physical, color and sensory characteristics of broiler breasts by visible/near infrared reflectance spectroscopy. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 8, p. 1467-1474, 2004.
- MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. Porto Alegre: SULINA, 1989. 262 p.
- NOFAL, R. Y.; TOTH, S.; VIRAG, G. Y. Carcass traits of purebred and crossbred rabbits. **World Rabbit Science**, v. 3, n. 4, p. 167-170, 1995.

PASCUAL, M.; PLA, M. Changes in carcass composition and meat quality when selecting rabbits for growth rate. **Meat Science**, v. 77, p. 474-481, 2007.

PLA, M. et al. Growth and some carcass traits of adult rabbits under high ambient temperature. **World Rabbit Science**, v. 2, n. 4, p. 147-151, 1994.

RAMÍREZ, J. A. et al. Effect of selection for growth rate on biochemical, quality and textura characteristics of meat from rabbits. **Meat science**, v. 67, p. 617-624, 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's guide. release 9.1.3. Cary, 2003. 1 CD-ROM.

VAN LAACK, R. L. J. M. et al. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, Ithaca, v. 79, p. 1057-1061, 2000.

VERGA, M.; LUZI, F.; CARENZI, C. Effects of husbandry and management systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. **Hormones and Behavior**, v. 52, p. 122-129, 2007.

Tabela 1. Composição bromatológica média das amostras da ração comercial utilizada (Linha Specialties- Nutricoeelho, Purina ®).

| Nutrientes                    | % <sup>1</sup> |
|-------------------------------|----------------|
| Matéria seca                  | 90,7           |
| Umidade                       | 9,3            |
| Proteína bruta                | 17,3           |
| Extrato etéreo                | 2,4            |
| Extrativos não-nitrogenados   | 51,3           |
| Fibra bruta                   | 16,7           |
| Fibra em detergente ácido     | 21,6           |
| Fibra em detergente neutro    | 47,2           |
| Nutrientes digestíveis totais | 65,9           |
| Minerais                      | 12,4           |

<sup>1</sup> Resultado expresso em 100% da matéria seca.

Tabela 2. Médias de quadrados-mínimos (erros-padrão) das características de qualidade de carcaça e de rendimento ao abate de acordo com o grupo genético e a condição térmica.

| Característica <sup>1</sup> | Grupo Genético <sup>2</sup> |              |                    | Condição Térmica <sup>3</sup> |                            |                           |                    |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|
|                             | P                           | M            | Prob. <sup>4</sup> | TN                            | EM                         | EI                        | Prob. <sup>4</sup> |
| PV abate (g)                | 2058 (23)                   | 2000 (23)    | 0,0804             | 2105 (28) <sup>b</sup>        | 2097 (28) <sup>b</sup>     | 1886 (28) <sup>a</sup>    | <0,0001            |
| PCC (g)                     | 1292 (16)                   | 1257 (16)    | 0,1362             | 1309 (20) <sup>b</sup>        | 1315 (20) <sup>b</sup>     | 1199 (20) <sup>a</sup>    | 0,0001             |
| PCR (g)                     | 1130 (14)                   | 1104 (14)    | 0,2027             | 1140 (17) <sup>b</sup>        | 1143 (17) <sup>b</sup>     | 1069 (17) <sup>a</sup>    | 0,0058             |
| Patas (%)                   | 3,31 (0,02)                 | 3,40 (0,02)  | 0,0102             | 3,24 (0,03) <sup>a</sup>      | 3,33 (0,03) <sup>a</sup>   | 3,49 (0,03) <sup>b</sup>  | <0,0001            |
| Pele (%)                    | 12,50 (0,09)                | 13,29 (0,09) | <0,0001            | 12,95 (0,11) <sup>ab</sup>    | 13,05 (0,11) <sup>b</sup>  | 12,68 (0,11) <sup>a</sup> | 0,0451             |
| RCC (%)                     | 62,76 (0,26)                | 62,85 (0,26) | 0,8132             | 62,19 (0,31) <sup>a</sup>     | 62,70 (0,31) <sup>ab</sup> | 63,53 (0,31) <sup>b</sup> | 0,0150             |
| VT (%)                      | 1,97 (0,05)                 | 1,81 (0,05)  | 0,0227             | 2,01 (0,06) <sup>b</sup>      | 1,91 (0,06) <sup>ab</sup>  | 1,76 (0,06) <sup>a</sup>  | 0,0074             |
| Fíg (%)                     | 3,94 (0,07)                 | 3,86 (0,07)  | 0,4264             | 4,22 (0,09) <sup>b</sup>      | 4,01 (0,09) <sup>b</sup>   | 3,48 (0,09) <sup>a</sup>  | <0,0001            |
| Rins (%)                    | 1,72 (0,05)                 | 1,60 (0,05)  | 0,0975             | 1,79 (0,06) <sup>b</sup>      | 1,72 (0,06) <sup>b</sup>   | 1,46 (0,06) <sup>a</sup>  | 0,0010             |
| Gord. (%)                   | 2,20 (0,10)                 | 2,15 (0,10)  | 0,7144             | 2,30 (0,12)                   | 2,19 (0,12)                | 2,03 (0,12)               | 0,2969             |
| RCR (%)                     | 54,94 (0,33)                | 55,28 (0,33) | 0,4722             | 54,19 (0,41) <sup>a</sup>     | 54,47 (0,41) <sup>a</sup>  | 56,66 (0,41) <sup>b</sup> | 0,0001             |
| RDiant. (%)                 | 29,00 (0,12)                | 29,34 (0,12) | 0,0477             | 29,43 (0,14)                  | 29,01 (0,14)               | 29,06 (0,14)              | 0,0905             |
| RLombo (%)                  | 30,49 (0,16)                | 30,24 (0,16) | 0,2775             | 30,13 (0,20)                  | 30,58 (0,20)               | 30,37 (0,20)              | 0,2907             |
| RTras. (%)                  | 40,46 (0,14)                | 40,37 (0,14) | 0,6494             | 40,44 (0,17)                  | 40,31 (0,17)               | 40,50 (0,17)              | 0,7157             |

<sup>1</sup> PV abate = peso vivo ao abate, em g; PCC = peso da carcaça comercial, em g; PCR = peso da carcaça referência, em g; Patas (%) = porcentagem das patas; Pele (%) = porcentagem da pele; VT (%) = porcentagem das vísceras torácicas; Fíg. (%) = porcentagem do fígado; Rins (%) = porcentagem dos rins; Gord. (%) = porcentagem das gorduras; RCC = rendimento da carcaça comercial, em %; RCR = rendimento da carcaça referência, em %; RDiant. = rendimento do dianteiro, em %; RLombo = rendimento do lombo, em % e RTras. = rendimento do traseiro, em %. <sup>2</sup> P = puro; M = mestiço. <sup>3</sup> TN = termoneutra; EM = estresse moderado; EI = estresse intenso. <sup>4</sup> Prob = probabilidade de erro do tipo I. <sup>a, b, c</sup>: Médias seguidas de diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3: Médias de quadrados-mínimos (erros-padrão) das características de qualidade de carne de acordo com o grupo genético e a condição térmica.

| Característica <sup>1</sup> | Grupo Genético <sup>2</sup> |              |                    | Condição Térmica <sup>3</sup> |                            |                           |                    |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|
|                             | P                           | M            | Prob. <sup>4</sup> | TN                            | EM                         | EI                        | Prob. <sup>4</sup> |
| pH 24h                      | 5,92 (0,02)                 | 5,90 (0,02)  | 0,4998             | 5,88 (0,02)                   | 5,93 (0,02)                | 5,92 (0,02)               | 0,1933             |
| pH 48h                      | 5,93 (0,01)                 | 5,95 (0,01)  | 0,1747             | 5,92 (0,01)                   | 5,95 (0,01)                | 5,95 (0,01)               | 0,3585             |
| L*                          | 53,46 (0,35)                | 52,24 (0,35) | 0,0167             | 52,28 (0,42)                  | 53,04 (0,42)               | 53,23 (0,42)              | 0,2570             |
| a*                          | 4,63 (0,24)                 | 5,48 (0,24)  | 0,0161             | 5,51 (0,29)                   | 4,99 (0,29)                | 4,68 (0,29)               | 0,1404             |
| b*                          | 2,15 (0,16)                 | 2,17 (0,16)  | 0,9288             | 2,44 (0,20) <sup>b</sup>      | 2,30 (0,20) <sup>ab</sup>  | 1,74 (0,20) <sup>a</sup>  | 0,0429             |
| CRA (%)                     | 59,48 (1,01)                | 59,56 (1,01) | 0,9579             | 58,77 (1,24)                  | 60,19 (1,24)               | 59,60 (1,24)              | 0,7155             |
| PPC (%)                     | 35,63 (0,49)                | 35,46 (0,49) | 0,8156             | 34,31 (0,59) <sup>a</sup>     | 35,74 (0,59) <sup>ab</sup> | 36,59 (0,59) <sup>b</sup> | 0,0318             |
| FC (kgf/cm <sup>2</sup> )   | 2,65 (0,12)                 | 2,69 (0,12)  | 0,8221             | 2,74 (0,14)                   | 2,70 (0,14)                | 2,57 (0,14)               | 0,6852             |

<sup>1</sup> pH 24h = pH do músculo *longissimus dorsi* 24h após o abate; pH 48h = pH do músculo *longissimus dorsi* 48h após o abate; L\* = luminosidade; a\* = teor de vermelho; b\* = teor de amarelo; CRA = capacidade de retenção de água, em %; PPC = perda de peso por cozimento, em %; FC = força de cisalhamento, em kgf/cm<sup>2</sup>. <sup>2</sup> P = puro; M = mestiço. <sup>3</sup> TN = termoneutra; EM = estresse moderado; EI = estresse intenso. <sup>4</sup> Prob = probabilidade de erro do tipo I. <sup>a, b</sup>: Médias seguidas de diferentes letras diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.



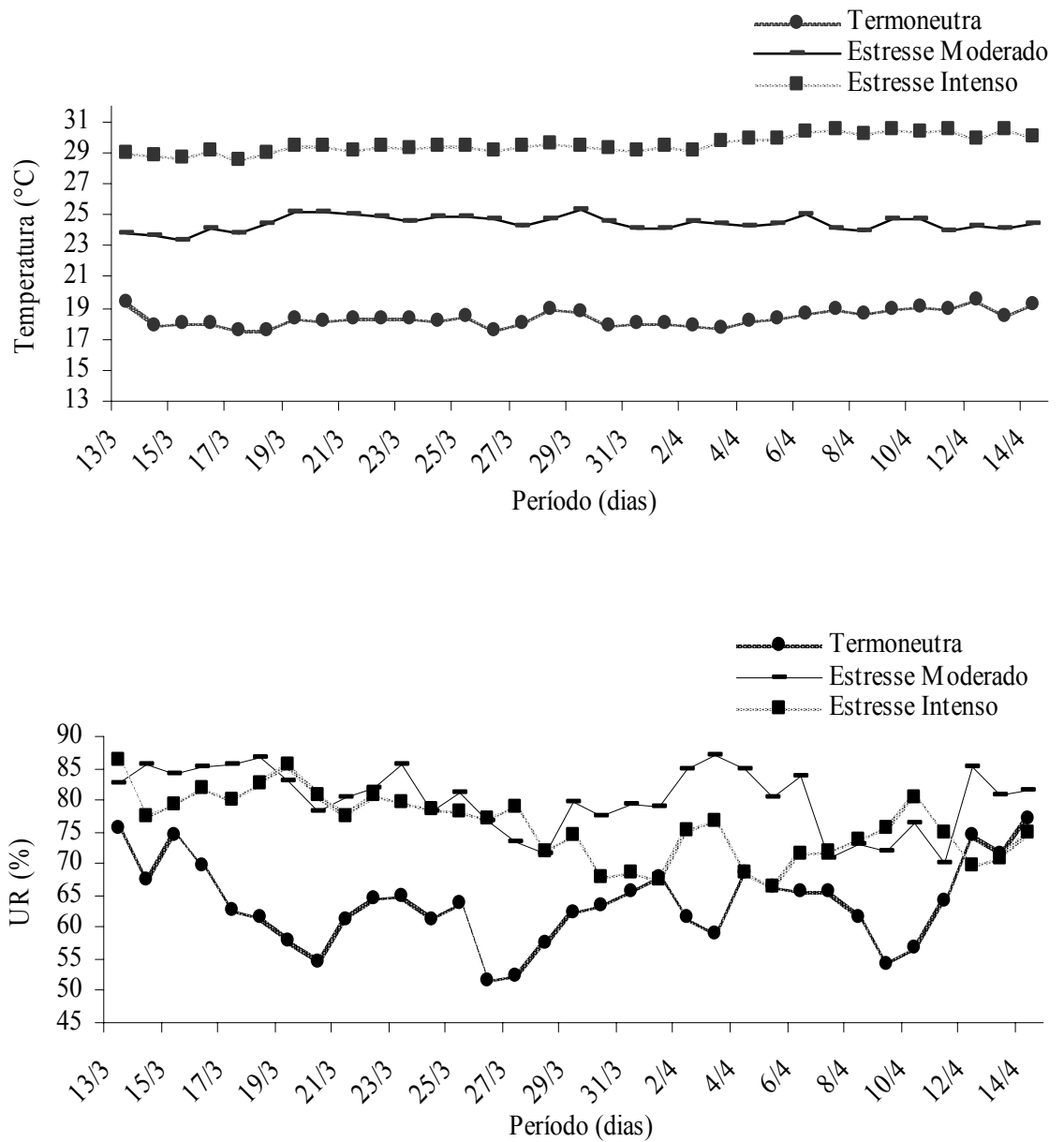


Figura 1. Valores médios de temperatura (painel superior) e umidade relativa do ar (painel inferior) nas salas termoneutra, estresse moderado e intenso no período de 13 de março a 14 de abril de 2008.

## **CAPÍTULO IV**

## IMPLICAÇÕES

Coelhos mestiços Nova Zelândia Branco x Botucatu apresentam menor capacidade de perda de calor (devido à menor ofegação e temperatura das orelhas) do que os coelhos puros do grupo genético Botucatu. Coelhos do grupo genético Botucatu são mais produtivos (apresentam maiores peso vivo e ganho de peso) sob condições de estresse pelo calor intenso do que os mestiços. Portanto, os coelhos puros Botucatu podem trazer vantagem para os produtores em climas tropicais. Estes resultados comprovam a existência de diferenças detectáveis no desempenho de diferentes grupos genéticos sob estresse intenso e encorajam a realização de novos estudos, englobando outras populações ou grupos genéticos de coelhos a fim de se investigar mais profundamente as diferenças fisiológicas e de desempenho e de se produzir mestiços que combinem características de maior resistência às condições tropicais e melhor produção.

A maior porcentagem de patas e de pele e o maior rendimento de dianteiro dos coelhos mestiços pode ser uma diferença racial ou ser devida ao menor grau de maturidade ao abate. Para os cortes comerciais de maior valor, como o lombo e o traseiro, não houve diferença entre os grupos genéticos. Caso a segunda hipótese se confirme, o abate, especialmente dos coelhos mestiços, deve ser realizado um pouco mais tarde, principalmente se houver interesse no rendimento de cortes nobres. A carne dos coelhos puros do grupo genético Botucatu apresentou-se mais clara e a dos mestiços mais vermelha. Não é possível fazer qualquer recomendação a este respeito, sem antes conhecer a preferência do consumidor brasileiro em relação à cor da carne de coelho, se mais clara ou mais vermelha.

A temperatura ambiente ao redor de 25°C parece ser mais favorável aos coelhos jovens recém-desmamados (de 35 a 42 dias) do que temperaturas mais baixas, entre 18 e 20°C. Com o avanço da idade (dos 42 aos 70 dias), estas últimas tornam-se mais favoráveis e o animal apresenta menor tolerância ao calor. Os coelhos mantidos sob condição de termoneutralidade são mais produtivos (apresentam maiores peso vivo, consumo diário de ração e ganho de peso). Sob a condição de estresse pelo calor intenso, a qualidade da carne parece ter sido prejudicada na cor e na perda de peso por cozimento.

A estação de verão, representada pela condição de estresse intenso, prejudica o produtor que vende coelhos em pé, em função do maior tempo requerido para atingir o peso mínimo de abate, em geral ao redor de 2kg. Por outro lado, beneficia o abatedouro em função dos maiores rendimentos de carcaça comercial e referência (devido ao menor conteúdo do trato gastrintestinal e peso dos órgãos). Por razões opostas, na estação mais fria ou de inverno, os resultados são favoráveis ao produtor e desfavoráveis ao abatedouro.

Enfim, a influência do estresse pelo calor na produção de carne de coelho é expressiva. Para minimizar seus efeitos desfavoráveis, deve-se oferecer aos animais ambientes adequados e utilizar coelhos mais resistentes. É preciso conduzir estudos visando a melhoria do ambiente, seja através do aperfeiçoamento das instalações, seja pelo uso de equipamentos com o intuito de reduzir a temperatura ambiente, principalmente quando os animais se aproximam da idade de abate.