

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

**AVALIAÇÃO DE INJÚRIAS EM CARCAÇAS DE SUÍNOS
ORIUNDAS DO MANEJO NA ÁREA DE ESPERA DO
ABATEDOURO E ADIÇÃO DE NUTRIENTES VIA DIETA
HÍDRICA EM AVES E SUÍNOS**

Tiago Goulart Petrolli
Zootecnista

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**

**AVALIAÇÃO DE INJÚRIAS EM CARCAÇAS DE SUÍNOS ORIUNDAS DO
MANEJO NA ÁREA DE ESPERA DO ABATEDOURO E ADIÇÃO DE
NUTRIENTES VIA DIETA HÍDRICA EM AVES E SUÍNOS**

Tiago Goulart Petrolli

Orientador: Prof. Dr. Otto Mack Junqueira

Coorientador: Prof. Dr. Luciano Hauschild

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do Título de Doutor em Zootecnia

2014

P497a Petrolli, Tiago Goulart
Avaliação de injúrias em carcaças de suínos oriundas do manejo na área de espera do abatedouro e adição de nutrientes via dieta hídrica em aves e suínos / Tiago Goulart Petrolli. – – Jaboticabal, 2014
vii, 69 p. ; il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
Orientador: Otto Mack Junqueira
Coorientador: Luciano Hauschild
Banca examinadora: Antonio Carlos Laurentiz, Eurípedes Laurindo Lopes, Silvana Martinez Baraldi Artoni, Lizandra Amoroso
Bibliografia

1. Jejum. 2. Glicose. 3. Bicarbonato de sódio. 4. Vitamina E. 5. Qualidade de carne. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.084.5:636.5:636.4

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

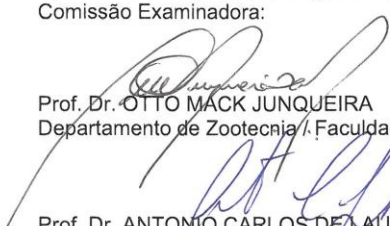
TÍTULO: AVALIAÇÃO DE INJÚRIAS EM CARCAÇAS DE SUÍNOS ORIUNDAS DO MANEJO NA ÁREA DE ESPERA DO ABATEDOURO E ADIÇÃO DE NUTRIENTES VIA DIETA HÍDRICA EM AVES E SUÍNOS

AUTOR: TIAGO GOULART PETROLI

ORIENTADOR: Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

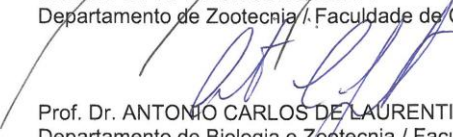
CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. LUCIANO HAUSCHILD

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:



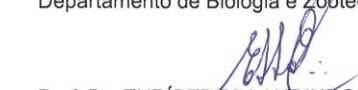
Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



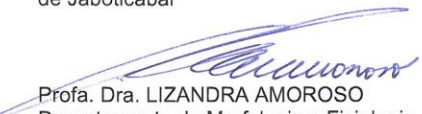
Prof. Dr. EURÍPEDES LAURINDO LOPES

Departamento de Zootecnia / Universidade Federal de Goiás / Goiânia/GO



Profa. Dra. SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. LIZANDRA AMOROSO

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 20 de junho de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

TIAGO GOULART PETROLI – Nascido na cidade de Dois Vizinhos/PR, em 18 de novembro de 1986, filho de Osmar José Petrolli e Marina Lopes Goulart Petrolli. Em março de 2004 ingressou no curso de Zootecnia na Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Câmpus oeste em Chapecó/SC, graduando-se em julho de 2008. Em março de 2009 foi selecionado para o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa – UFV, na área de nutrição e produção de monogástricos, sob a orientação do prof. Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino. Em março de 2010 foi aprovado em concurso na Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC Xanxerê/SC, para docência na área de nutrição animal, avicultura e suinocultura. No período entre julho de 2010 e julho de 2012 foi professor temporário da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Câmpus de Chapecó, na área de nutrição de monogástricos. Em março de 2011 foi aprovado para ingresso no curso de Doutorado da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, também na área de nutrição e produção de monogástricos, sob a orientação do Prof. Dr. Otto Mack Junqueira.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP – Câmpus de Jaboticabal pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

Ao professor Otto Mack Junqueira, em especial, pelo aceite de minha orientação, pelos conselhos e total apoio em todas as atividades de minha caminhada durante a pós-graduação.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Zootecnia da FCAV-UNESP, pelos ensinamentos e colaborações, em especial aos professores Luciano Hauschild e Silvana Martinez Baraldi Artoni, por todo auxílio e colaboração nas pesquisas.

À professora Dra. Simone Cravo Pereira, pelo auxílio nas análises e colaborações com o trabalho.

A empresa CooperXanxerê pela abertura das portas para a realização do trabalho, em especial ao Dr. César Dobler Castagna, pelos auxílios e disposições necessárias.

Ao Colégio Agrícola La Salle de Xanxerê/SC, pela disposição das instalações e suporte oferecido.

À empresa DSM nutricional produtos, pelo fornecimento das vitaminas.

Aos alunos do Colégio Agrícola La Salle e da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, pelo auxílio e dedicação às pesquisas efetuadas.

Aos amigos Carla, Thiago e Everton por todo o companheirismo e auxílio a mim prestado.

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a execução e elaboração deste trabalho.

MUITO OBRIGADO

SUMÁRIO

	Página
1. CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	8
Manejo na área de espera do abatedouro	8
Efeitos do jejum pré-abate em suínos e aves	9
Vitamina E	11
Vitamina E na nutrição de suínos e aves	14
Vitamina E e qualidade da carne	15
Efeitos da oxidação na qualidade da carne	17
Bicarbonato de sódio	19
Glicose	20
Objetivos	22
2. CAPÍTULO 2 - CONSTATAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS CAUSAS DE LESÕES NA PELE E NA CARÇA DE SUÍNOS DURANTE O MANEJO NA ÁREA DE ESPERA DO ABATEDOURO	27
Introdução.....	28
Material e métodos.....	29
Resultados e discussão.....	30
Conclusão.....	34
Referências	34
3. CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE GLICOSE, BICARBONATO DE SÓDIO E VITAMINA E VIA ÁGUA DE BEBIDA NO PRÉ-ABATE DE SUÍNOS SOBRE PARÂMETROS DE CARÇA, ESVAZIAMENTO ESTOMACAL E QUALIDADE DA CARNE.....	37
Introdução.....	38
Material e métodos.....	40
Resultados e discussão.....	42
Conclusão.....	49
Referências	49
4. CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE GLICOSE, BICARBONATO DE SÓDIO E VITAMINA E VIA ÁGUA DE BEBIDA NO PRÉ-ABATE EM FRANGOS DE CORTE SOBRE PARÂMETROS DE CARÇA, ESVAZIAMENTO GÁSTRICO E QUALIDADE DA CARNE	54
Introdução.....	55

Material e métodos.....	57
Resultados e discussão.....	59
Conclusão.....	65
Referências	65

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 2

	Página
Tabela 1. Ocorrência de lesões na pele dos suínos (frequência observada em 1000 animais) durante período de permanência na área de espera do abatedouro.....	32

CAPÍTULO 3

	Página
Tabela 1. Tratamentos utilizados	41
Tabela 2. Valores de rendimento percentual (%) da carcaça quente e peso relativo de órgãos de suínos tratados com diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E durante o período pré-abate.....	43
Tabela 3. Valores de peso do estômago e conteúdo estomacal de suínos tratados com diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E durante o jejum pré-abate.....	45
Tabela 4. Valores dos parâmetros de qualidade de carne em suínos aos 150 dias de idade tratados com diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E durante o período pré-abate.....	47

CAPÍTULO 4

Página

Tabela 1. Tratamentos utilizados	59
Tabela 2. Valores de rendimento da carcaça e peso relativo de órgãos de frangos de corte tratados com diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E durante o período pré-abate.....	60
Tabela 3. Peso e conteúdo de ração da moela de frangos de corte tratados com diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E durante o período pré-abate.....	62
Tabela 4. Valores dos parâmetros de qualidade de carne em frangos de corte tratados com diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E durante o período pré-abate.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Página

Figura 1. Coloração da carne e formas associadas de mioglobina.....	18
--	----

AValiação de Injúrias em Carcaças de Suínos Oriundas do Manejo na Área de Espera do Abatedouro e Adição de Nutrientes via Água de Bebida em Aves e Suínos

RESUMO – O primeiro experimento foi conduzido nas instalações de um abatedouro comercial situado no município de Xanxerê/SC, com o objetivo de avaliar as principais injúrias que ocorrem na pele e nas carcaças suínas oriundas do manejo na área de espera do abatedouro. Foram utilizados 1000 suínos, machos e fêmeas, com aproximadamente 150 dias de idade, criados e manejados de acordo com as normas do abatedouro comercial, observados desde o momento do desembarque na área de descanso do abatedouro até o momento da entrada na área de insensibilização. Foram avaliados os danos à superfície corporal, compreendendo contusões, marcas de mordidas e feridas, juntamente com hematomas roxos ou esverdeados na carcaça. Observou-se a ocorrência de danos na pele dos animais, causados por marcas de mordidas ocorridas por brigas de animais de lotes diferentes misturados em uma mesma baia, principalmente no dorso e nos membros dianteiros dos suínos. Foram observadas contusões decorrentes da condução dos animais, com predominância no dorso e nos membros, não sendo encontradas feridas nem hematomas nos animais avaliados. Conclui-se que as maiores injúrias à carcaça durante o manejo na área de espera do abatedouro são compreendidas por marcas de mordidas na pele oriundas de brigas e contusões oriundas do manejo de condução dos animais. O segundo estudo foi conduzido nas instalações de uma granja comercial em Santa Catarina, com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E via dieta hídrica durante o jejum pré-abate sobre o rendimento de carcaça, peso relativo de órgãos, conteúdo estomacal e parâmetros de qualidade de carne em suínos. Foram utilizados 500 animais, distribuídos no último dia pré-abate durante o período de dieta hídrica em delineamento experimental inteiramente casualizado, com dez tratamentos e dez repetições, com cinco suínos em cada unidade experimental. Os tratamentos foram: água (controle); 50g/L de glicose; 50g/L de glicose + 200mg/L de vitamina E; 75g/L de glicose; 75g/L de glicose + 200mg de vitamina E; 0,45% de bicarbonato de sódio; 0,45% de bicarbonato de sódio + 200mg/L de vitamina E; 0,55% de bicarbonato de sódio; 0,55% de bicarbonato de sódio + 200mg/L de vitamina E; 200mg/L de vitamina E. O rendimento de carcaça, peso relativo do coração, do fígado e do estômago não foram influenciados pelos tratamentos, enquanto houve diminuição do peso relativo renal dos animais suplementados com glicose. Os animais que receberam somente água apresentaram menor conteúdo estomacal. A adição de 0,55% de bicarbonato de sódio + vitamina E reduziu o pH final da carne, e de 0,45% de bicarbonato reduziu o valor a^* (intensidade do pigmento vermelho) da carne. Não houve diferença dos tratamentos quanto aos parâmetros L^* (luminosidade) e b^* (intensidade do pigmento amarelo). Conclui-se que o uso de glicose, bicarbonato de sódio e de vitamina E não influencia no rendimento de carcaça e no peso relativo de órgãos, sobre o conteúdo estomacal e sobre a qualidade da carne dos suínos. O terceiro experimento foi conduzido no setor de avicultura do Colégio Agrícola La Salle – Xanxerê/SC, com o objetivo de avaliar a inclusão de bicarbonato de sódio,

glicose e vitamina E via dieta hídrica durante o jejum pré-abate sobre o rendimento de carcaça, peso absoluto de órgãos, esvaziamento de conteúdo da moela e qualidade de carne em frangos de corte. Os tratamentos foram os mesmos descritos no experimento anterior, sendo utilizados 500 animais, distribuídos no último dia pré-abate durante o período de dieta hídrica, em delineamento experimental inteiramente casualizado com dez tratamentos e cinco repetições, com cinco aves em cada unidade experimental. Não houve diferença sobre o rendimento de carcaça dos animais, com o mesmo comportamento observado para o peso relativo dos órgãos. Não ocorreram alterações significativas no conteúdo digestivo presente na moela, no pH final da carne, na perda de peso por cozimento, força de cisalhamento e nos parâmetros L*, a* e b* de coloração da carne. Conclui-se que as adições de glicose, bicarbonato de sódio e de vitamina E não influenciam no rendimento de carcaça e peso relativo de órgãos, sobre o esvaziamento do conteúdo da moela e sobre a qualidade da carne de frangos de corte.

Palavras-chave: Bicarbonato de sódio, glicose, jejum, qualidade de carne, vitamina E

EVALUATION OF SWINE CARCASS INJURY OCASIONED BY PRE-SLAUGHTER HANDLING AND NUTRIENT ADDITION IN WATER DURING PRE-SLAUGHTER FASTING IN BROILER CHICKS AND SWINE

SUMMARY – The first experiment was conducted in a commercial slaughterhouse in Xanxerê city, Santa Catarina, intending to evaluate frequently problems that occur in swine skin and carcass during slaughterhouse resting area handling. Were used 1000 male pigs, 150 day-old, raised and handled according to the rules of the commercial slaughterhouses, and reared welfare norms. Were evaluated skin injury, comprehending marks of biting and wounds, and also green or purple hematomas in the carcass. Were observed injuries in the pigs skin, caused by biting, fighting between animals of different locates in a same place, mainly in the back and front limbs of the animals. Also, occurred punch marks in the back and limbs, resulting from the animal conduction handling, not been observed wounds and hematomas on animals evaluated. It is concluded that the highest incidence of carcass injuries in the handling of slaughterhouse resting area are composed by biting marks resulted from fighting and punch marks in the skin arisen from animal conduction. The second trial was conducted in a commercial swine farm and was aimed the evaluation of the addition of glucose, sodium bicarbonate and vitamin E in water during swine pre-slaughter fasting on the carcass yield, relative organs weight, stomach content and pork quality parameters. Were used 500 animals, distributed in the last day during fasting pre-slaughter, in a completely randomized design, with ten treatments and five replicates of five pigs each experimental unit. The treatments were the addition of 0,45% of sodium bicarbonate; 0,45% of sodium bicarbonate + 200mg/L of vitamin E; 0,55% of sodium bicarbonate; 0,55% of sodium bicarbonate + 200mg/L of vitamin E; 50g/L of glucose; 50g/L of glucose + 200mg/L of vitamin E; 75g/L of glucose; 75g/L of glucose+ 200mg of vitamin E; 200mg/L of vitamin E and a treatment with water only. The addition of glucose, bicarbonate and vitamin E does not influence the carcass yield and relative organ weights, while there was decrease in renal relative weight in animals supplemented by glucose. Animals that received only water had lower stomach content, and the addition of 0,55% of sodium bicarbonate + vitamin E decreased meat pH, while addition of 0,45% of sodium bicarbonate reduced a* value of meat. There was no difference in the treatments in L* and b* value. It is concluded that glucose, sodium bicarbonate and vitamin E does no influence the carcass yield, relative organ weights, stomach content and swine meat quality. The third experiment was conducted in the poultry sector of La Salle Agricultural School, in Xanxerê/SC, aimed to evaluate the addition of glucose, bicarbonate and vitamin E in water during fasting pre-slaughter of broiler chicks on the carcass yield, relative organs weight, gizzard content and meat quality

parameters. The treatments were the same described above, being used 500 animals, distributed in the last day during fasting pre-slaughter, in a completely randomized design, with ten treatments and five replicates of five birds each experimental unit. There was no difference on carcass yield of the birds, as same as observed to relative organ weights. No alteration occurred in gizzard content, meat pH, weight loss by cooking, shear force and L*, a* and b* values. Concluded that addition of glucose, sodium bicarbonate and vitamin E do not improve the carcass yield and relative organ weights. Also, the nutrients added do not influence the gizzard content and meat quality of broiler chicks.

Keywords: Bicarbonate, fasting, glucose, meat quality, vitamin E

1. Capítulo 1 – Considerações gerais

Manejo na área de espera do abatedouro

Na chegada ao frigorífico os suínos devem ser descarregados com auxílio de rampas móveis que devem ter no máximo 20° de declividade, sendo dirigidos às pocilgas onde também é realizado o descanso, que varia de quatro a cinco horas. Os animais ao chegarem ao frigorífico são inspecionados, separados por lotes e permanecem em descanso e jejum, por 16 a 24 horas visando a diminuição do estresse provocado pelo transporte. Neste tempo de descanso também são equilibrados os níveis normais de adrenalina e glicogênio sanguíneo desses animais (DALLA COSTA et al., 2005). Se os animais estiverem sob condições consideradas normais de temperatura ambiental e umidade, o tempo de descanso poderá ser de 2–3 horas não prejudicando o bem estar animal.

Durante este período, os suínos são constantemente lavados para acalmá-los e retirar sujeiras do seu corpo. O alojamento deve propiciar condições de conforto aos suínos, para reduzir o estresse pós-transporte, podendo ser alcançado com auxílio de aspersão de água nas baias e corredores pré-abate, juntamente com alojamento em densidade ideal de animais e ausência de mistura de lotes diferentes, que evita briga na área de descanso. As baias de espera permitem fluxo contínuo do sistema de abate do frigorífico, juntamente com a recuperação do desgaste físico ocasionado durante o manejo pré-abate (ROSENVOLD e ANDERSEN, 2003).

Para manter lotes homogêneos (peso e número de animais) nas baias da área de espera do abatedouro, frequentemente ocorre mistura de animais oriundos de lotes diferentes. Esse procedimento altera a hierarquia social do grupo de animais, que induz ao incremento nos níveis de agressões, resultando em lesões na pele e na carcaça, prejuízos ao bem estar e à qualidade da carne, com ocorrência de mortalidade em alguns casos (DALLA COSTA et al., 2005).

Efeitos do jejum pré-abate em suínos e aves

A prática do jejum pré-abate é recomendada e benéfica para a cadeia produtiva da suinocultura e da avicultura. Entretanto, este jejum deve ser cuidadosamente controlado para que não haja problemas de qualidade, tais como perda de rendimento de carcaça no abate e ocorrência de carne de má qualidade no pós-abate. De acordo com Peloso (2001), o jejum feito de maneira correta tem impacto positivo na qualidade final da carne, principalmente pela influência significativa sobre o metabolismo glicolítico muscular e da consequente alteração do pH final. Outra importante característica referem-se ao aumento das condições de bem estar durante o período entre a saída das granjas e o abate no frigorífico.

Na produção animal industrial, é imprescindível que haja um período no qual os animais permaneçam sem acesso aos alimentos sólidos entre a saída da terminação e o abate. Peloso (2001) descreveu que este período, definido como "jejum pré-abate", possui sua importância por contribuir com o bem estar durante o carregamento nas granjas, transporte e desembarque dos animais nos abatedouros, reduzindo a mortalidade durante este percurso. O jejum pré-abate facilita o processo de evisceração na linha de abate, diminuindo possíveis condenações de carcaças devido à contaminação por conteúdo gastrointestinal, além de contribuir com a diminuição da quantidade de dejetos que chega à indústria. (Tarrant, 1991; Guise et al., 1995; Murray, 2000).

Entre 18 e 48 horas de jejum, a taxa de perda de peso vivo de suínos é de aproximadamente 0,1% por hora. No período de 24 horas, grande parte da perda é provocada pelo esvaziamento intestinal. Mayes et al. (1988) afirmaram que 80% do conteúdo gastrointestinal é eliminado em 24 horas de alojamento no pré-abate. Com 48 horas de jejum, o conteúdo intestinal é perdido na ordem de 21,1g/kg de conteúdo. Entre nove e 18 horas em jejum a perda de PV começa a se refletir em perda de peso de carcaça. Isto resulta numa perda de rendimento de carcaça de aproximadamente 1% nas primeiras 24 horas em jejum.

Durante o transporte os animais são privados também de água, o que ocasiona em perda adicional de peso vivo devido à desidratação (Peloso, 2001). Isto acontece porque o tecido muscular é constituído de aproximadamente 75% de água.

Contribui, ainda, para a perda de peso de carcaça a perda de proteínas e gorduras (Eikelenboom et al., 1991).

O jejum pode alterar não só a carcaça, mas também indicadores fisiológicos, principalmente na bioquímica do músculo, do sangue e do fígado, aumentando as concentrações plasmáticas e salivares dos chamados "hormônios do stress", como as catecolaminas, o cortisol e as beta-endorfinas (Shaw et al., 1995). O período de jejum pré-abate nos suínos também influencia o equilíbrio ácido-base sanguíneo, com destaque para a hipercapnia (aumento do CO_2) concomitante com hipocalcemia (diminuição do Ca^{+2}) em 24 horas de jejum (Schaefer et al., 1987).

Com relação à perda energética, tem-se que a concentração média de glicogênio hepático em animais alimentados é de 30mg/g. Após nove horas em jejum esta concentração cai rapidamente, sendo mobilizado mais de 50% do glicogênio, e após 18 horas de jejum, esta concentração é quase desprezível. Foi demonstrado que 12% do peso do fígado é perdido durante 24 horas de jejum (Peloso, 2001). O jejum tem menor efeito sobre a depleção do glicogênio muscular quando comparado ao hepático, por exemplo, jejum de 24 horas ocasiona perda aproximada de 20% do glicogênio no músculo (Jones et al., 1988; Warriss, 2000).

Alterações musculares são frequentemente avaliadas com medições da concentração de enzimas como a creatina-quinase e a lactato-dehidrogenase. Entretanto, estas medidas nem sempre estão correlacionadas às variações encontradas na qualidade muscular que poderiam influenciar na industrialização da carne, principalmente em se tratando da formação da carne Pálida, Mole e Exsudativa (PSE). Neste aspecto, as medidas mais precisas e de melhores resultados são as da concentração do glicogênio muscular, ou melhor ainda, a medida do potencial glicolítico, que é a soma de todos os componentes musculares que podem ser convertidos para lactato (Peloso, 2001).

O pH final possui correlações com características de qualidade da carne suína, tais como a cor e capacidade de retenção de água. Consequentemente, a variação do glicogênio muscular pode influenciar significativamente a qualidade final da carne, no pós-abate. Desta forma, o pH é um dos parâmetros que possui alto valor econômico dentre todas as características de qualidade da carne suína

possíveis de serem avaliadas dentro de uma rotina na linha de desossa (Hovenier et al., 1993).

Vitamina E

A vitamina E é classificada como lipossolúvel de acordo com a sua solubilidade, propriedade que condiciona o seu comportamento no organismo. As vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) encontram-se associadas aos lipídios do alimento sendo digeridas e absorvidas da mesma forma que as gorduras. De acordo com Packer et al. (2001), a sua estrutura e natureza química revela oito isoformas na natureza: quatro tocoferóis (α -tocoferol, trimetil; β -tocoferol, dimetil; δ -tocoferol monometil e γ -tocoferol, monometil) e quatro tocotrienóis (α -tocotrienol, trimetil; β -tocotrienol, dimetil; δ -tocotrienol monometil e γ -tocotrienol, monometil). Relativamente aos tocoferóis, a forma que possui maior atividade biológica e encontra-se com grande frequência nos compostos para formulação de alimentos para animais é o α -tocoferol (Barroeta et al., 2002).

O tocoferol é um excelente antioxidante natural, porém é facilmente destruído se for submetido ao calor, luz, umidade, presença de gorduras rancificadas e alguns minerais, como cobre e ferro. Assim sendo, a esterificação é usada para estabilizar o produto. Usualmente, os suplementos comerciais contêm acetato de DL- α -tocoferol ou D- α -tocoferol. Esta forma esterificada não tem ação antioxidante “in vitro”, mas é prontamente hidrolisada no intestino, liberando α -tocoferol, possuindo sua forma biologicamente ativa e exercendo potente atividade antioxidante no organismo (Bertechini, 2006).

A absorção está relacionada com a digestão e a absorção das gorduras (McDOWELL, 1989), sendo facilitada pela bile e pela lipase pancreática. A forma esterificada (DL- α -tocoferol-acetato) é hidrolisada na parede intestinal, sendo absorvida e transportada por lipoproteínas transportadoras para a circulação geral. A vitamina E é armazenada principalmente no fígado e tecido adiposo, podendo ser mobilizada para a manutenção dos níveis sanguíneos normais. Intracelularmente, pode ser encontrada principalmente em mitocôndrias e membranas dos microsomas (Bertechini, 2006).

O mesmo autor ainda descreveu que óleos vegetais são boas fontes de vitamina E, enquanto que os produtos de origem animal, exceto a gema do ovo, são pobres. As forragens verdes e os fenos de boa qualidade são relativamente ricos nesta vitamina. A estabilidade dos tocoferóis naturais é relativamente baixa, ocorrendo grandes perdas no processamento e armazenamento dos alimentos. Assim, os valores apresentados em tabelas podem não corresponder à realidade, quando da formulação de rações.

A vitamina E não atravessa a placenta em quantidades apreciáveis, sendo bastante concentrada no colostro. Assim, enquanto há redução da vitamina E sérica fetal, o recém-nascido recupera o nível desta vitamina após a ingestão do colostro. A vitamina E pode ser armazenada em todos os tecidos corporais, sendo o fígado e os tecidos adiposo e muscular, os principais depósitos. Ela pode ser armazenada no organismo por longos períodos, embora pequenas quantidades permaneçam disponíveis ao longo do tempo. Uma vez interiorizada nas células, a vitamina E apresenta-se mais concentrada nas organelas, tais como microssoma e mitocôndria, que têm alta atividade de oxirredução (BERTECHINI, 2006).

A vitamina E atua como antioxidante celular, intervindo na estabilização dos ácidos graxos polinsaturados da fração lipídica das membranas celulares, impedindo a formação de lipoperóxidos tóxicos, evitando formação de lesões nos vasos sanguíneos e alterações na permeabilidade capilar. Exerce atividade de proteção a membrana eritrocítica, através do aumento de sua resistência ao peróxido de hidrogênio. A desintegração oxidativa da vitamina A no organismo animal pode ser protegida pela ação antioxidante da vitamina E, melhorando seu aproveitamento e armazenamento orgânico, aumentando assim a resistência às doenças (GAUDRÉ e QUINIOU, 2009).

O oxigênio ativo é continuamente produzido pelo organismo durante o metabolismo celular aeróbico ou pela ação de algumas enzimas como oxidase, desidrogenase e peroxidase. A atividade do sistema imune também resulta em produção de radicais livres. Assim, os antioxidantes são extremamente importantes para o sistema imune e a saúde dos animais (OSADA et al., 2000).

A vitamina E e o selênio possuem importante interação na manutenção da integridade das membranas. Enquanto a vitamina E evita a peroxidação dos tecidos

e dos fosfolipídios das membranas, o selênio ativa a enzima glutathione-peroxidase, que destrói os peróxidos formados. Desta maneira, verifica-se que o selênio pode servir como fator de economicidade de tocoferol no metabolismo. Adicionalmente, sabe-se também que os aminoácidos sulfurados são os precursores da referida enzima (BERTECHINI, 2006).

Ainda conforme Bertechini (2006), a vitamina E age como doador de elétrons para as radicais livres, impedindo a retirada de átomos de hidrogênio de ácido graxos insaturados, que, sendo uma reação em cadeia, pode destruir milhares de moléculas de PUFA. A vitamina E se oxida nos tecidos, com liberação de H^+ que complementa a insaturação dos ácidos graxos insaturados presentes nas membranas celulares, principalmente na molécula de lecitina. A lecitina é o fosfolipídio mais importante da membrana das células, onde atua controlando a permeabilidade celular.

Dentre os ácidos graxos polinsaturados que podem compor a molécula de lecitina, o ácido araquidônico é o mais frequente, contendo quatro duplas ligações na sua molécula, com grandes chances de ocorrer peroxidação. Lindahl et al. (2001) mencionam que todas as membranas celulares e de organelas do organismo são formadas pela unidade de membranas compostas por uma camada bimolecular de lipídeos envolvida por uma camada protéica, onde a peroxidação da fração lipídica destas membranas acarreta sérios prejuízos no metabolismo orgânico. Estes prejuízos podem ser simples perda de permeabilidade celular, com perda de líquidos das células com a ruptura das membranas e liberação dos complexos enzimáticos como hidrolases que em reações em cadeia pode levar o animal a morte.

Segundo Barroeta et al. (2002) a função antioxidante traduz-se na proteção dos fosfolipídios das membranas das reações de oxidação lipídica, pois a vitamina E ao se integrar nas membranas celulares, onde neutraliza os radicais livres, em associação com o selênio através da enzima glutathione peroxidase, previne o desenvolvimento da oxidação. A proteção contra a oxidação é de grande importância quando falamos da influência que exerce sobre a arquitetura das membranas dos fosfolipídios (McDOWELL, 1989) e pela proteção à oxidação dos ácidos graxos polinsaturados, que são os constituintes primários das membranas

celulares e precursores das prostaglandinas (inibindo a peroxidação do ácido araquidônico).

Alguns autores citam ainda que o tocoferol possui reduz a liberação de glicocorticóides (cortisol), considerados os hormônios do estresse e conferindo também ação imunossupressora no organismo, causando grandes prejuízos ao desempenho e na qualidade de carne, especialmente nos aspectos de manejo pré-abate e aparecimento de casos de carnes PSE.

Vitamina E na nutrição de suínos e aves

A vitamina E pode ser suplementada como parte do concentrado (ração), misturado ao premix mineral, misturada na água ou injetada. A principal forma disponível no comércio é o produto sintético acetato de dl- α -tocoferol que, após a hidrólise, no intestino, libera a forma alcoólica ativa, que é, então absorvida. O d- α -tocoferol pode ser extraído de óleos vegetais e acetilados. As formas esterificadas são bastante estáveis e, portanto, resistente à oxidação durante o armazenamento. É relativamente baixa a toxicidade da vitamina E. Níveis muito elevados desta vitamina na dieta (acima de 2.000 UI/kg) podem reduzir o crescimento de frangos e causar problemas de coagulação sanguínea em diversas espécies, principalmente quando há deficiência de vitamina K (GAUDRÉ e QUINIOU, 2009).

A determinação das exigências de vitamina E pode ser muito difícil, devido às inter-relações com outros fatores nutricionais. Alguns fatores contribuem para aumentar a exigência: PUFA's, agentes oxidantes, vitamina A, carotenoides, gossipol e microminerais. Outros fatores reduzem a exigência: anti-oxidantes lipossolúveis, selênio e aminoácidos sulfurosos. Deste modo, alimentos que contenham óleo de fígado de bacalhau, óleo de linhaça ou outros óleos vegetais com certo grau de rancificação podem elevar a exigência de vitamina E (FRIEDMAN et al., 1998).

A quantidade de vitamina E exigida para crescimento e reprodução adequados pode não ser suficiente para assegurar o funcionamento ótimo do sistema imune. Sendo assim, dosagens mais elevadas podem ser necessárias, dependendo das condições sanitárias da criação (150 a 300 UI/kg).

As exigências de vitamina E para suínos foram intensamente estudadas a partir da década de 80, onde Ullrey (1981) recomendou o fornecimento de 10-20UI/kg de alimento para suínos em crescimento, aconselhando também a utilizar o nível de 30UI/kg de alimento em situações de desafio alimentar ou sanitário, ou mesmo como margem de segurança. Jensen et al. (1988) sugeriram o fornecimento de 15UI/kg, com uma margem de segurança de 30UI/kg. Mahan (1994) aponta o fornecimento de 44UI/kg como o suficiente para atender as exigências de matrizes em gestação e lactação.

O efeito da vitamina E na qualidade da carne de suínos e aves só pode ser observado quando se utiliza um nível bastante expressivo nas dietas, girando em torno de 100-200UI/kg (GAUDRÉ e QUINIOU, 2009), níveis suficientes para expressar mudanças significativas na coloração da carne e na sua resistência à oxidação.

Um fornecimento de curta duração fornecido aos suínos nos últimos 35 dias do período de terminação com uma dieta suplementar de 200 mg tocoferol/kg aumentou os níveis musculares duas vezes mais se comparado a músculos de suínos recebendo um suplemento de 20 mg. Similarmente, foi observado aumento duas vezes maior nos níveis de tocoferol quando a dieta de 200 mg foi administrada nos últimos 42 dias. Foi demonstrado que fibras musculares vermelhas tem níveis mais altos de tocoferol em relação às fibras brancas (JENSEN, 1998).

Vitamina E e qualidade da carne

De acordo com Weber e Antipatis (2001), a qualidade de carnes é muito afetada pela oxidação de lipídios. Como resultado direto, há uma série de modificações indesejáveis, tal como deterioração da cor, deterioração do sabor, redução da capacidade de retenção de água e oxidação do colesterol, podendo ocorrer em produtos de carne processados, sejam frescos ou congelados. Quando a vitamina E é adicionada em altas quantidades à dieta alimentar, é encontrada em altas quantidades no tecido animal. Ainda segundo os mesmos autores, tecidos de suínos possuem alta concentração de PUFA (Ácidos Graxos Poli-Insaturados), e em razão disso a carne de suínos é mais sujeita à oxidação. Com um suplemento

apropriado de vitamina E adicionado à dieta alimentar, se obtém melhor controle da oxidação de lipídios e excelente palatabilidade (maciez, sabor, suculência).

A vitamina E é fisiologicamente depositada nas membranas celulares, cujo anel de cromanol do α -tocoferol localiza-se entre os grupos polares dos fosfolipídios, e a cadeia lateral de fitol interage com os ácidos graxos insaturados em direção ao interior da membrana. Esta localização específica do tocoferol na membrana e a mobilidade lateral da molécula permite que ele funcione de forma efetiva para proteger os PUFA oxidáveis da peroxidação (OSADA et al., 2000).

Além do seu valor nutritivo, a carne tem outros atributos importantes, incluindo suas propriedades sensoriais. Dentre as propriedades sensoriais pelas quais consumidores julgam a qualidade de carne mais prontamente, estão a aparência, a textura e sabor, o último sendo composto de dois fatores distintos - sabor e aroma (MURRAY et al., 1994). No supermercado, consumidores repudiam cortes de carne que perderam a aparência fresca, e em razão disso, a carne pálida geralmente tem que ser moída ou vendida a preço reduzido.

As tendências modernas com relação à utilização de comidas práticas e pré-prontas resultaram num aumento da produção de produtos de carne pré-cozidos e processados. Entretanto, estes alimentos são altamente suscetíveis à oxidação lipídica e à deterioração do sabor, trazendo novos desafios a frigoríficos e aos profissionais do ramo (SURAI et al., 1999).

A oxidação de lipídios é um processo autocatalítico que ocorre em alimentos e membranas biológicas, resultando numa deterioração significativa da qualidade da carne (WEBER e ANTIPATIS, 2001). A rancidez oxidativa inicia logo após a morte, quando o fluxo de sangue é interrompido e os processos metabólicos são interrompidos. O processo é favorecido por uma série de fatores, sendo os mais importantes relacionados à presença de PUFA no músculo, que servem como um substrato para o processo de oxidação. Outros fatores que promovem a oxidação de lipídios incluem componentes metabólicos tais como mioglobina, hemoglobina, citocromos e metais de transição (ferro, por exemplo), os quais são liberados durante a maturação da carne. O rompimento da integridade das membranas musculares (como na desossa mecânica, na trituração ou moagem, na

reestruturação ou no cozimento, por exemplo) também acelera a oxidação de lipídios (BUCKLEY et al., 1995).

Efeitos da oxidação na qualidade da carne

Deterioração do sabor

Durante a peroxidação, PUFA's são degradados em componentes voláteis de cadeia curta, tais como aldeídos, cetonas, álcoois, ésteres e ácidos, o que gera deterioração do odor e do sabor. A oxidação de lipídios em produtos da carne é aumentada durante o cozimento e armazenamento subsequentes. Este fenômeno, reconhecido como Sabor ao Aquecimento (*WOF - Warmed-Over Flavor*) é uma grande preocupação para carnes pré-cozidas. O desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis, os quais dependem basicamente do grau de insaturação dos componentes da carne, reduz imensamente a aceitabilidade dos consumidores (WEBER e ANTIPATIS, 2001).

Oxidação do pigmento muscular

A coloração da carne é o fator principal que afeta a aparência do produto no momento da compra. A coloração da carne suína é influenciada pelo teor de pigmentos, pela forma química do pigmento e pela estrutura da carne, que frequentemente varia entre diferentes raças e músculos (Lindahl et al., 2001). O pigmento muscular mioglobina pode existir numa forma férrico-oxigenada, como oximioglobina vermelho-intenso ou em uma forma férrico-oxidada, como metamioglobina vermelha com tons marrons (FAUSTMAN e CASSENS, 1990) (Figura 1). Durante o armazenamento e exposição nas prateleiras de supermercado, a oximioglobina é transformada em metamioglobina por oxidação, podendo ser entrave a comercialização, pois consumidores consideram menos saudável e atrativa a coloração marrom.

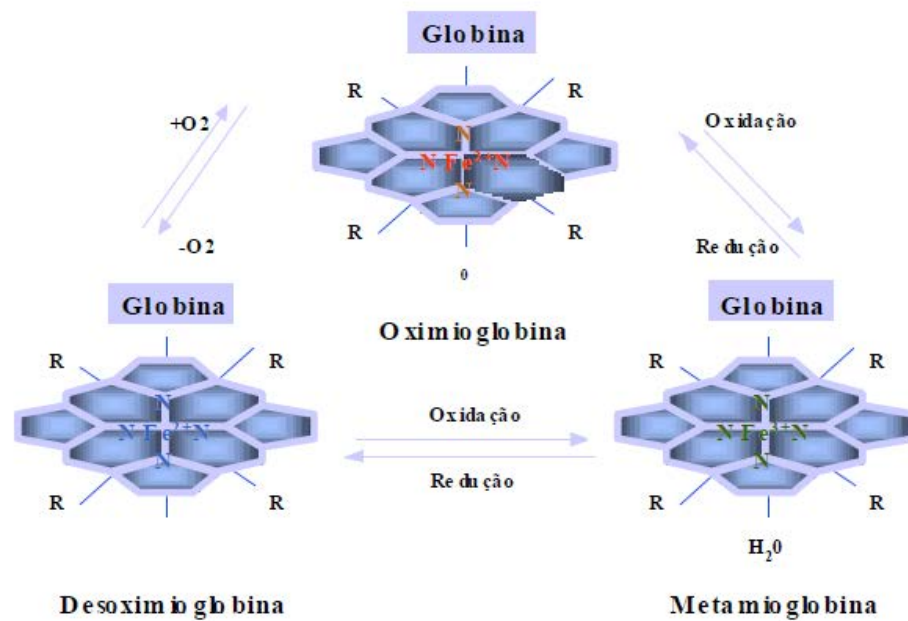


Figura 1. Coloração da carne e formas associadas de mioglobina (WEBER e ANTIPATIS, 2001).

Capacidade de retenção de água

Ao estabelecer-se o *rigor mortis*, o pH cai, a miosina é desnaturada e a actinmiosina se forma causando redução post-mortem de miofibrilas, e consequente perda exsudativa da carne. Processos oxidativos podem afetar a habilidade das membranas de funcionar como barreira semipermeável, e podem contribuir para a perda de água (JENSEN, 1998). A perda de água em carne suína fresca tende a aumentar durante o armazenamento refrigerado, e pode causar perda de peso no produto que gira entre 8-12% (MONAHAM et al., 1994, DIRINCK et al., 1996).

Oxidação do colesterol

As moléculas de colesterol formam uma parte integral da bicamada lipídica da membrana celular, e estão intimamente associadas com fosfolipídios da membrana. Os produtos da oxidação do colesterol (POCs) são encontrados em um grande número de alimentos, incluindo ovos e seus subprodutos, batatas fritas, biscoitos,

laticínios e carnes e seus subprodutos (Weber e Antipatis, 2001). Carnes cruas contêm apenas uma pequena quantidade (1 ppm) de POCs, enquanto que o armazenamento, o cozimento e a irradiação aumentam sua ocorrência. Foram encontrados níveis de até 5 ppm de POCs em carnes cozidas, e a concentração pode alcançar 10 ppm em carnes armazenadas por 4 dias. A oxidação aumentada de colesterol em altas temperaturas e durante o armazenamento é causada pelo aumento da geração de radicais livres derivados da oxidação de PUFA's nas carnes de porco cozidas e armazenadas (OSADA et al., 2000). Alguns dos produtos da oxidação foram relatados como sendo geradores de uma variedade de efeitos biológicos adversos, incluindo aterosclerose, citotoxicidade, mutagênese e carcinogênese.

Bicarbonato de sódio

A utilização de sais via água de bebida ou ração é a forma mais comum utilizada para fornecer eletrólitos aos animais, além de ser uma alternativa frequentemente empregada pelos produtores de frangos de corte para reduzir as perdas decorrentes do estresse calórico. Eletrólito pode ser definido como uma substância química, que se dissocia nos seus constituintes iônicos, tendo como função fisiológica principal a manutenção do equilíbrio ácido-base corporal. Nesse contexto, para a redução dos efeitos prejudiciais do jejum no alojamento, as soluções eletrolíticas são alternativas para minimizar possíveis perdas (BORGES et al., 2003).

Várias alterações metabólicas e fisiológicas são desencadeadas em frangos de corte submetidos a altas temperaturas ambientais, o que pode acarretar em grandes perdas no desempenho e na imunocompetência destas aves. Nos últimos anos, o manejo nutricional adequado também tem demonstrado ser efetivo como medida preventiva para o estresse calórico, pois o funcionamento do sistema termorregulador do frango (produção de calor, rotas evaporativas e não evaporativas de dissipação de calor) pode ser influenciado pela dieta, em especial, o estabelecimento de adequados balanços eletrolíticos, devido a sua importância fisiológica no mecanismo do estresse calórico (BORGES et al., 2003).

Um dos mais utilizados é o bicarbonato de sódio (NaHCO_3), constituindo-se em um pó cristalino, com 27% de sódio, de coloração branca ou levemente rosado, peso molecular 84,01 e pH 8,3. Nutricionalmente, é usado para promover o balanceamento eletrolítico das rações, fornecendo íons sódio e bicarbonato (COLE et al., 2004).

A ação do bicarbonato de sódio aumenta o consumo de água pelos animais, uma das formas de perder calor, visto que, o bicarbonato de sódio aumenta a liberação de HCO_3 , o que fisiologicamente conduziria à saturação de base, o que é altamente prejudicial a um animal com alcalose respiratória (PENZ JR., 1989). Ao aumentar a ingestão de água, ocorre aumento da velocidade de passagem do bolo alimentar pelo trato digestivo, devido a digesta estar mais úmida, promovendo maior eficiência de esvaziamento do trato gastrointestinal no período em que os animais estão em jejum pré-abate. Adicionalmente, a ingestão de eletrólitos provoca maior hidratação dos tecidos, diminuindo perdas por desidratação durante as etapas de pré-abate e abate de aves e suínos.

Cole et al. (2004) descreveram que não há restrição de uso do bicarbonato de sódio, ao avaliar o fornecimento de bicarbonato de sódio via água de bebida em fêmeas suínas, como medida profilática contra a ocorrência de úlceras gástricas. Ainda afirmaram que não ocorrem alterações no pH sanguíneo, no hematócrito e nos níveis de bicarbonato e de sódio circulantes, relatando apenas maior excreção renal de sódio.

Glicose

A glicose é o principal substrato metabólico para a atividade normal dos seres vivos ao longo do seu ciclo de vida. A sua principal fonte no organismo corresponde aos glicídios provenientes da dieta, essencialmente polissacarídeos, os quais são digeridos enzimaticamente a unidades mais simples, os monossacarídeos (maioritariamente glicose, galactose e frutose), antes da sua absorção no intestino delgado, nos enterócitos das vilosidades intestinais. A glicose é a fonte energética principal em qualquer fase do desenvolvimento dos animais (ARAÚJO e MARTEL, 2009).

Nos mamíferos, o transporte transmembranar de glicose e outros açúcares é executado por duas famílias de proteínas transportadoras: uma, formada por transportadores ativos, que requerem o consumo de ATP e dependentes do íon sódio (SGLT), e outra, formada por transportadores de glicose por difusão facilitada (GLUT), que não requerem energia transportando a glicose a favor do seu gradiente de concentração (WOOD e TRAYHURN, 2003). Ambos exibem diferentes especificidades para os substratos e diferentes propriedades cinéticas e padrões de expressão tecidual, o que garante que a captação celular de glicose está assegurada perante grande variedade de condições metabólicas (LUDWIG, 2002).

Através destes transportadores, o gradiente eletroquímico do íon sódio gerado pela bomba de sódio e potássio (ATPase- Na^+/K^+) é utilizado para transportar a glicose contra o seu gradiente de concentração (transporte ativo secundário) (WRIGHT et al., 2003). Destes transportadores transmembranares, o SGLT1 é proeminentemente expresso no epitélio do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo). Quanto ao outro mecanismo de transporte, engloba uma família de 14 moléculas de transportadores de glicose (GLUT1-GLUT14, genes da família SLC2) independentes do sódio, que utilizam o gradiente de concentração da glicose, ou de outros monossacarídeos, para realizar a sua função de transporte. (ARAÚJO e MARTEL, 2009)

Quando a glicose é transportada para o interior do enterócito, rapidamente esta hexose é fosforilada pela enzima hexoquinase. Isto permite que a célula mantenha a glicose em seu interior, visto que a membrana celular é bidirecional. Quando há saturação da concentração energética exigida pelo enterócito, o excesso é lançado na corrente sanguínea. No entanto, a glicose-6-fosfato tem que ser desfosforilada para passar pela membrana basal do enterócito. Nesta estrutura existe a enzima glicose-6-fosfatase, que tem esta função de desfosforilação. A partir daí, a glicose cai na corrente sanguínea, indo ao sistema porta do fígado, sendo distribuído posteriormente aos vários tecidos corporais (WOOD e TRAYHURN, 2003).

Quando a glicose chega ao interior da célula muscular, novamente é fosforilada pela hexoquinase. Nestes tipos celulares não existe a enzima glicose-6-fosfatase na membrana, e consequentemente, a glicose-6-fosfato vai acumulando.

Quando esta glicose fosfatada está em excesso, a hexoquinase é inibida e a glicogênio sintetase é estimulada a produzir glicogênio (WRIGHT et al., 2003).

Todas as células do organismo têm a capacidade de armazenar certas quantidades de glicogênio, todavia, algumas células podem armazená-lo em grande quantidade, sobretudo as células hepáticas, capazes de armazenar até 5 a 8% de seu peso sob a forma de glicogênio, e as células musculares, que podem armazenar até 1 a 3% de glicogênio. A maior parte do glicogênio precipita sob a forma de grânulos sólidos, formando um composto de alto peso molecular, o que torna possível o armazenamento de grandes quantidades de carboidratos sem alterar significativamente a pressão osmótica dos líquidos intracelulares. A síntese do glicogênio ocorre após as refeições, quando os teores de glicose sanguínea estão elevados (ARAÚJO e MARTEL, 2009).

O glicogênio hepático atua como reservatório de glicose para a corrente sanguínea com a distribuição para outros tecidos, variando amplamente em resposta à ingestão de alimentos. Acumula após as refeições e, quando necessário, é degradado lentamente para manter a concentração de glicose no sangue constante.

As reservas de glicogênio hepático apresentam importante papel como fonte de glicose no período entre as refeições e, em maior extensão, durante o jejum noturno (isto é, 8-16 horas). O glicogênio muscular serve como combustível para gerar ATP durante a atividade muscular aumentada, sendo formado durante o repouso, após as refeições. Os níveis de glicogênio muscular apresentam menor variabilidade do que os teores hepáticos em resposta a ingestão de carboidratos. (ARAÚJO e MARTEL, 2009)

Objetivos Gerais

Frente às informações descritas e relatadas, conduziram-se três experimentos, sendo um com o objetivo de avaliar as principais causas de injúrias à pele e às carcaças de suínos oriundas do manejo na área de insensibilização, e outros dois experimentos com o objetivo de verificar a influência da adição de nutrientes via água de bebida durante o jejum pré-abate em suínos e aves (glicose, bicarbonato de

sódio e vitamina E) sobre parâmetros de carcaça, no peso relativo de órgãos e na qualidade da carne.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J.R.; MERTEL, F. Regulação da absorção intestinal de glicose. **Arquivos de medicina**, Porto, v. 23, n. 2, p. 35-43, 2009.

BARROETA, A.; CALSAMIGLIA, S.; CEPERO et al. **Óptima nutrición vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad**. Pulso Ediciones, Barcelona, 2002.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 975-981, 2003.

BUCKLEY, D.J.; MORRISSEY P.A.; GRAY, J.I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 3122-3130, 1995.

COLE, J.T.; ARGENZIO, R.A.; EISEMANN, J.H. Physiological responses in swine treated with water containing sodium bicarbonate as a prophylactic for gastric ulcers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 2757-2763, 2004.

DALLA COSTA, O.J.; BERTOL, T.M.; LUDKE, J.V.; COLDEBELLA, A.; COSTA, M.J.R.P.; FAUCITANO, L.; DALLA ROZA, D.; PELOSO, J.V.; TRIQUEZ, N.J. Efeito do manejo pré-abate e da posição do box dentro da carroceria sobre o perfil hormonal dos suínos. **Comunicado técnico nº 406**. Concórdia: EMBRAPA, 2005.

DIRINCK, P.; De WINNE, A.; CASTEELS, M.; FRIGG, M. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. **Meat Science**, Barking, n. 44, p. 65-68, 1996.

EIKELENBOOM, G.; BOLINK, A. H.; SYBESMA, W. Effects of feed withdrawal before delivery on pork quality and carcass yield. **Meat Science**, Barking, v. 29, p. 25-30, 1991.

FAUSTMAN, C.; CASSENS, R.G. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. **Journal of Muscle Foods**, v. 1 p. 217-243, 1990.

FRIEDMAN, A.; BARTOV, I; SALAN, D. Humoral immune response impairment following excess vitamin E nutrition in the chick and turkey. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 956-962, 1998.

GAUDRÉ, D; QUINIOU, N. What mineral and vitamin levels to be recommended for swine diets? **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 190-200, 2009 (suplemento especial)

GUISE, H. J., PENNY, R. H. C., BAYNES, P. J., ABBOTT, T. A., HUNTER, E. J.; JOHNSTON, A. M. Abattoir observations of the weights of stomachs and their contents in pigs slaughtered at known times after their last feed. **British Veterinary Journal**, Londres, v. 151, p. 659-670, 1995.

HOVENIER, R., BRASCAMP, E. W., KANIS, E., VAN DER WERF, J. H. J.; WASSENBERG, A. P. A. M. Economic values of optimum traits: The example of meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 1429-1433, 1993.

JENSEN, M.; HAKKARAINEN, J.; LINDHOLM, A. Vitamin E requirement of growing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, p. 3101-3111, 1988.

JENSEN, C. **Dietary vitamin E and pork meat quality**. Ph.D. thesis, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, 1998.

JONES, S. D. M., MURRAY, A. C., SATHER, A. P. & ROBERTSON, W. M. Body proportions and carcass composition of pigs with known genotypes for stress susceptibility fasted for different periods of time prior to slaughter. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 68, p. 139-149, 1988.

LINDAHL G.; LUNDSTROM, K; TORNBERG, E. Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the color of pork loin and ham from pure breed pigs. **Meat Science**, Barking, v. 59, p. 141-151, 2001.

LUDWIG, D.S. The glycemic index physiological mechanisms relating to obesity, diabetes and cardiovascular disease. **Journal of American Medical Association**, Chicago, v.287, n. 18, p. 2414-2423, 2002.

MAHAN, D.C. Effects of dietary vitamin E on sow reproductive performance over a five-parity period. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 2870-2879, 1994.

MAYES, H. F., HAHN, G. L., NIENABER, J. A., JESSE, G. W., ANDERSON, M. E., BECKER, A., HEYMANN, H., BRYAN, R. & HEDRICK, H. B. Effect of pre-slaughter fast and transportation of pigs on weight loss and meat quality. **Proceedings of the 34th International Congress of Meat Science and Technology**. p. 145-146, 1988.

MCDOWELL, L.R. **Vitamins in animal nutrition – Comparative aspects to Human nutrition**. Academic Press, California, 1989.

MONAHAN , F.J.; GRAY, J.I.; ASGHAR, A.; HAUG, A.; STRASBURG, G.M.; BUCKLEY, D.J.; MORRISSEY, P.A. Influence of diet on lipid oxidation and membrane structure in porcine muscle microsomes. **Meat Science**, Barking, v. 42, p. 59-63, 1994.

MURRAY, A. C.; JONES, S. D. M. The effect of mixing, feed restriction and genotype with respect to stress susceptibility on pork carcass and meat quality. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 74, p. 587-594, 1994.

MURRAY, A. C. Reducing losses from farm gate to packer. **Advances in Pork Production**. Alberta, v. 11, p. 175-180, 2000.

OSADA, K; HOSHINA, S; NAKAMURA, S.; SUGANO, M. Cholesterol oxidation in meat products and its regulation by supplementation of sodium nitrite and apple polyphenol before processing. **Journal of Agricultural Food Chemistry, Washington**, v. 48, n. 9, p.3823-3829, 2000.

PACKER, L; WEBER, S.U.; RIMBACH, G. Molecular aspects of α -tocotrienol antioxidant action and cell signalling. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 131, p. 369-373, 2001.

PELOSO, J.V. Influência do jejum pré-abate sobre a condição muscular em suínos e seus efeitos na qualidade final da carne para industrialização. In: 2a Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína. **Anais...Concórdia: EMBRAPA**, 2001.

PENZ Jr, A. M. Estresse pelo calor: efeitos em frangos e matrizes; manipulação do equilíbrio ácido-base. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: APINCO, 1989. p. 139-146.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H.J. Factors of significance for pork quality – a review. **Meat Science**, Barking, v. 64. p. 219-237, 2003.

SCHAEFER, A. L.; DOORNENBAL, H.; TONG, A. K. W.; MURRAY, A. C.; SATHER, A. P. Effect of time off-feed on blood acid-base homeostasis in pigs differing in their reaction to halothane. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 67, p. 427-436, 1987.

SHAW, F. D.; TROUT, G. R.; McPHEE, C.P. Plasma and muscle cortisol measurements as indicators of meat quality and stress in pigs. **Meat Science**, Barking, v. 39, p. 237-246, 1995.

SURAI, P.F.; NOBLE, R.C.; SPEAKE, B.K. Relationship between vitamin E content a susceptibility to lipid peroxidation in tissues of the newly hatched chick. **British Poultry Science**, Londres, n. 40, p. 406-410, 1999.

TARRANT, P. V. The last feed before slaughter. **Pig International**, v.21, p.39-41, 1991.

ULLREY, D.E. Vitamin E for swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 53, n. 4, p. 1039-1056, 1981.

WARRISS, P. D. **Meat Science - An Introductory text**. CABI Publishing, Wallingford, 2000.

WEBER, G.M.; ANTIPATIS, C. Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E. In: 2ª conferência virtual sobre qualidade da carne suína. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA, 2001.

WOOD, I.S.; TRAYHURN, P. Glucose transporters (GLUT and SGLT): expanded families of sugar transport proteins. **British Journal of Nutrition**, Londres, v. 89, p. 3-9, 2003.

WRIGHT, E.M.; MARTÍN, M.G.; TURK, E. Intestinal absorption in health and disease—sugar. **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**, v. 17, n. 6, p. 943-956, 2003.

2. Capítulo 2 - Constatação e avaliação das causas de lesões na pele e na carcaça de suínos durante o manejo na área de espera do abatedouro

RESUMO – O presente estudo foi realizado nas instalações de um abatedouro comercial situado no município de Xanxerê/SC, com o objetivo de avaliar as principais injúrias que ocorrem na pele e nas carcaças suínas oriundas do manejo na área de espera do abatedouro. Foram utilizados 1000 suínos machos com 150 dias de idade, criados e manejados de acordo com os regulamentos do abatedouro comercial, observados desde o momento do desembarque na área de descanso do abatedouro até o momento da entrada na área de insensibilização. Foram avaliados os danos à superfície corporal, compreendendo marcas de mordida, contusões, feridas e lacerações, juntamente com hematomas azul violáceos ou esverdeados na carcaça. Observou-se a ocorrência de danos na pele dos animais, causados por marcas de mordidas ocorridas por brigas de animais de lotes diferentes misturados em uma mesma baia, principalmente no dorso e nos membros dianteiros dos suínos. Foi observada ocorrência de contusões decorrentes da condução dos animais, com predominância no dorso e nos membros, não sendo observada a ocorrência de feridas e hematomas nos animais avaliados. Conclui-se que as maiores ocorrências de injúrias à carcaça durante o manejo na área de espera do abatedouro são compreendidas por marcas de mordidas na pele dos suínos oriundas de brigas e contusões oriundas do manejo de condução dos animais.

Palavras-chave: Contusões, hematomas, injúrias à pele, pré-abate, *Sus scrofa*.

Introdução

O processo de abate dos suínos é afetado por práticas que vão desde o estabelecimento do jejum alimentar na granja ao abate realizado no frigorífico. Durante o manejo de pré-abate, os animais são submetidos a práticas que irão refletir diretamente na qualidade da sua carcaça, além de resultar em cortes com maior ou menor valor comercial em função de sua classificação. Relacionado a isto, as etapas que antecedem o abate são fundamentais para a qualidade do produto final, pois influenciam a sobrevivência dos animais até o abate, a qualidade da carne e o rendimento de carcaça. Qualquer preparo cuidadoso quanto à criação, nos aspectos nutricionais, genéticos e de manejo desde os primeiros dias pode ser perdido se não forem observadas as demais etapas, que são o embarque, transporte, espera pré-abate, a insensibilização, sangria e pendura.

Uma das etapas mais delicadas deste processo consiste na manutenção dos animais na área de espera dos abatedouros. Quando os suínos chegam ao frigorífico, são desembarcados do caminhão em situação de extremo cansaço e estresse, devido ao manejo pré-abate a que foram submetidos. Esses animais precisam eliminar o excesso de ácido láctico acumulado no músculo e restabelecer o seu equilíbrio homeostático, que somente pode ser alcançado com a utilização de períodos de descanso adequados (Dalla Costa et al., 2005). Esta prática permite que os animais descansem e que recuperem as suas reservas de glicogênio muscular, que se reidratem devido à desidratação causada pelo transporte, e que facilite a eliminação do conteúdo gastrintestinal, para evitar contaminações no interior do abatedouro.

Porém, como há condução dos animais por parte dos funcionários e a mistura entre animais oriundos de lotes diferentes nesta área, o índice de lesões e ferimentos neste setor torna-se elevado. Ao misturar animais provenientes de lotes diferentes, ocorrem frequentes brigas para formação da hierarquia social, o que provoca alto índice de injúrias na pele devido a mordidas (WARRIS, 1996). O excesso de lotação, durante o transporte e durante a permanência dos animais nas baias da área de espera do abatedouro leva à monta, resultando em ferimentos nas costas dos animais.

Dalla Costa et al. (2009) relataram diversos estudos comportamentais e fisiológicos que demonstraram práticas inadequadas de retirada dos animais das baias, transporte mistura entre lotes, adensamento, exposição a novos ambientes e interação forçada com humanos, que prejudicam seu bem estar e aumentam o índice de lesões e perdas. Adicionalmente, Dalla Costa et al. (2005) constataram em seu trabalho que 83% dos suínos apresentavam algum tipo de lesão na pele logo antes do abate

Os ferimentos devido ao mau manuseio durante a condução dos animais (pontapés, uso de varas ou bastões de choque) e disposição inadequada das instalações (pisos escorregadios, pancadas em estruturas protuberantes), também constituem situações estressantes e com grande contribuição para o aparecimento de lesões, como hematomas e fraturas (Muchenje, 2011).

Os danos físicos podem ter muitas formas, desde graves (ossos quebrados, hematomas musculares) até danos superficiais na pele, característicos de brigas, sendo comumente atribuídas ao manejo pré-abate as condenações no abatedouro por contusão ou fraturas (NANI-COSTA et al., 2007).

Objetivou-se neste trabalho constatar e quantificar as principais causas de injúrias na pele e na carcaça dos animais oriundas do manejo na área de espera e descanso em um abatedouro de suínos no oeste de Santa Catarina.

Material e métodos

A presente pesquisa foi conduzida nas instalações de uma empresa comercial situada no município de Xanxerê/SC, com a utilização de 1000 animais, de ambos os sexos (fêmeas e machos imunocastrados), da linhagem Topigs. Os suínos foram transportados até o abatedouro no período da madrugada e abatidos no período da manhã, permanecendo pelo período de três horas na área de descanso, em uma densidade de $0,60\text{m}^2/\text{animal}$. Os animais foram mantidos em baias de concreto durante o período de espera, com piso antiderrapante, com 30 animais cada baia.

Os parâmetros avaliados foram injúrias à superfície corporal, hematomas e feridas existentes, divididos por parte do corpo: pescoço, dorso, peito, membro direito e membro esquerdo(dianteiro e traseiro) e ventre. Os critérios de avaliação de

superfície corporal constituem-se de carcaças com marcas de mordida, carcaças com contusões, e carcaças com feridas.

Para a avaliação dos danos à superfície corporal, (marcas de mordida, contusões e feridas) os animais foram observados durante o período compreendido entre a recepção dos animais no abatedouro até o momento de entrada na área de insensibilização, quantificando os animais que apresentavam lesões no momento do descarregamento e no momento que eram conduzidos para o atordoamento. O número de animais com lesões na pele (em cada um dos segmentos descritos anteriormente) foi obtido através da diferença entre o número de animais com lesões na entrada da área de insensibilização e o número de animais com lesões na área de desembarque.

A avaliação dos hematomas foi efetuada no interior do abatedouro, logo após o processo de evisceração. A avaliação efetuada para averiguar a presença de hematomas seguiu as classificações hematoma azul-violáceo (indicativo de pancada há menos de 24 horas) e hematoma esverdeado (indicativo de pancada há mais de 24 horas). A partir disto, os resultados obtidos foram submetidos à análise do teste de qui-quadrado, utilizando-se o programa estatístico R.

Resultados e discussão

Os resultados da quantificação das injúrias à superfície corporal estão apresentados na Tabela 1, com a maior ocorrência de injúrias na pele sendo por marcas de mordidas, ocasionadas por brigas, principalmente no dorso e nos membros dos animais. Estes dados estão de acordo com o afirmado por Murray e Jones (1994) e Dalla Costa et al. (2007), os quais descrevem frequência elevada de lesões provocadas por brigas, principalmente durante o transporte e alojamento na área de espera do abatedouro.

Foi constatada diferença significativa na frequência de marcas de mordida entre as partes do corpo dos animais ($P < 0,05$), com maior ocorrência de marcas de mordida na região do dorso, seguidas pela ocorrência no membro esquerdo dianteiro, membro direito dianteiro, membro esquerdo traseiro, membro direito traseiro e pescoço. Dalla Costa et al. (2005) verificaram aumento de 17,26% sobre a

porcentagem de suínos com lesões na pele na baia de descanso do frigorífico, após um período de descanso dos suínos no frigorífico de três horas.

Geverink et al. (1996) ao trabalharem com observação comportamental e de danos na pele de suínos durante as etapas de pré-abate e abate, relataram que há grande ocorrência de danos na pele dos animais, principalmente nas regiões do dorso, regiões mediana e dianteira dos animais, ocasionadas por brigas entre animais, agrupamento de lotes diferentes nas salas de espera pré-abate e o uso de choques ou utensílios de condução dos animais. A maior ocorrência de lesões no dorso e nos membros dianteiros dos suínos ocorre devido a estas regiões serem as mais expostas durante o comportamento de briga dos animais. Nas regiões menos expostas (regiões do peito e barriga), houve menor frequência de marcas de mordida.

Nas áreas de espera no interior dos abatedouros, instalações com baias muito grandes favorecem a ocorrência de lesões na pele, pois abrigam muitos animais de lotes diferentes, e por esta razão, brigas para determinar a hierarquia são mais frequentes (MURRAY et al., 2000; DALLA COSTA et al., 2009). Faucitano et al. (1998) e Guardia et al. (2009) descreveram que elevada densidade de animais durante o transporte ou o alojamento também favorecem o aparecimento de danos à pele dos animais.

Resultados obtidos por Mota-Rojas et al. (2006) indicaram que a duração do transporte afeta a ocorrência de lesões na pele dos animais. Quanto mais longo for o tempo de transporte, mais lacerações os animais apresentam no abatedouro (GEVERINK et al., 1996). Morgado (2009) comentou que, em média, 70% dos animais que chegam à área de insensibilização e sangria apresentam algum tipo de injúria ou laceração na pele.

Mota-Rojas et al. (2006) descreveram que o ideal seria abater os animais próximo dos locais de cria e produção, para que o estresse de transporte fosse minimizado. Hartung et al. (2008) afirmaram que transportes de curta distância não exerce efeitos negativos na qualidade da carne, sendo uma prática de manejo adequada a ser implementada nos abatedouros.

Tabela 1. Ocorrência de lesões na pele dos suínos (frequência observada em 1000 animais) durante período de permanência na área de espera do abatedouro¹

Parte do corpo do animal	Marca de mordida	Contusões	Feridas e lacerações	Hematoma azul-violáceo	Hematoma esverdeado
Pescoço	49	0	6	0	0
Dorso	408	18	81	0	0
Peito	31	0	1	1	0
Membro direito dianteiro	132	13	8	1	0
Membro esquerdo dianteiro	184	11	11	12	0
Membro direito traseiro	95	18	18	0	0
Membro esquerdo traseiro	110	17	20	0	0
Ventre	3	0	1	0	0

¹- indica diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste chi-quadrado.

Aliado a isso, foram constatadas contusões (Tabela 1), causadas pelo uso de instrumentos na condução dos animais, utilizados pelos funcionários e colaboradores das atividades de condução dos animais. Tal descrição está de acordo com o afirmado por Faucitano (2000), o qual descreve que um dos principais fatores de injúrias às carcaças refere-se ao manejo inadequado por parte dos auxiliares.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) na frequência de contusões entre as regiões do corpo dos animais, sendo mais observadas nos membros dianteiros, nos membros traseiros e no dorso, com menor ocorrência no peito, pescoço e ventre. Este comportamento ocorreu durante as etapas de condução dos animais (da área de desembarque para o interior das baias e das baias para a área de insensibilização), na tentativa dos funcionários de realizar esta operação com maior rapidez. A maior ocorrência de contusões nos membros e no dorso dos animais ocorreu em virtude destas regiões serem as mais expostas do corpo, portanto mais susceptíveis a qualquer tipo de injúria, além da frequência do uso de bastões elétricos e outros objetos pontiagudos nesta mesma região, comumente utilizados

na condução dos animais. Conforme Faucitano (2000), instalações mal projetadas podem ser prejudiciais ao bem estar e à qualidade das carcaças dos animais, pois para manter o fluxo dos suínos para a área de insensibilização na velocidade desejada pelo abatedouro, há a necessidade da utilização de choques e varas, aumentando a ocorrência de contusões nos animais.

Foram verificados resultados significativos na ocorrência de feridas na pele dos animais (Tabela 1), com a maior frequência verificada no dorso dos suínos, seguida pelos membros traseiros e em menor ocorrência nos membros dianteiros. A presença de feridas foi averiguada em quantidades semelhantes à presença de contusões em quase todas as regiões do corpo dos animais, com exceção do dorso, havendo maior frequência de feridas em relação às referidas marcas nesta região. Dalla Costa et al. (2007) destacaram que em todas as etapas do carregamento, desembarque dos animais e espera no abatedouro ocorrem lesões e feridas, sendo que, em média, 34% dos suínos apresentam algum tipo de lesão na pele ao ser abatido.

Na tabela 1 estão apresentados os dados das observações de hematomas, não sendo encontrados valores significativos ($P>0,05$) nas frequências de hematomas azul-violáceos nem de hematomas esverdeados ($P>0,05$). Faucitano (2000) e Grandin (2001) relataram que a ocorrência de hematomas em carcaças suínas é causada principalmente por elevada densidade durante o transporte, fato este não evidenciado na presente pesquisa.

Um estudo de Nanni-Costa et al. (2007) revelou que densidades elevadas (acima dos $0,6\text{m}^2/100\text{kg}$) aumentam a ocorrência de traumatismos e lacerações nos animais. Morgado (2009) relatou que altas densidades de alojamento e transporte ocasionam maior proximidade entre os animais, gerando maior contato físico, pisoteio de animais em caso de quedas e possíveis confrontos, possibilitando maiores ocorrências de hematomas nas carcaças.

Hematomas esverdeados indicam a ocorrência de pancada há pelo menos 24 horas, tempo em que os animais ainda estão na granja, e a ausência da constatação deste parâmetro indica adequado manejo de condução dos lotes de animais pelo produtor. Já a presença de hematomas azul-violáceos indica ocorrência de pancada há menos de 24 horas, sendo resultantes de pancadas durante as etapas de

transporte e manutenção dos animais na área de descanso do frigorífico. Entre cinco e 10 dias, o hematoma apresenta coloração amarelada, e após 14 dias, em média, ocorre o desaparecimento do mesmo.

Morgado (2009) ainda afirmou que as condições de viagem e transporte, como o trajeto e as condições da estrada, são causas pré-disponentes para a ocorrência de hematomas. Tempos longos de viagem e da permanência na área de espera do abatedouro geram maior possibilidade de contato físico, brigas, traumas e quedas dos animais, aumentando a ocorrência de hematomas nas carcaças (HERRERA et al., 2007). Faucitano (2000) ainda afirmou que uma carcaça com hematoma pode ter seu preço depreciado em até 20%.

Conclusão

As principais ocorrências de lesões na pele e carcaça dos suínos são ocasionadas por brigas entre os animais durante a permanência na área de espera do abatedouro. A ocorrência de contusões também é considerada como ponto crítico durante a permanência nesta área.

Referências

DALLA COSTA, O.A.; LUDKE, J.V.; COSTA, M.J.R.P. Aspectos econômicos e de bem estar animal no Manejo dos suínos da granja até o abate. In: IV Seminário Internacional de Aves e Suínos – Avesui 2005. **Anais...** Suinocultura: Nutrição e Manejo: Florianópolis, 2005.

DALLA COSTA, O.; LUDKE, J.V.; COSTA, M.J.R.P. et al. Modelo de carroceria e seu impacto sobre o bem estar e a qualidade da carne dos suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1418-1422, 2007.

DALLA COSTA, O.; LUDKE, J.V.; COSTA, M.J.R.P.; PELOSO, J.V.; COLDEBELLA, A.; TRIQUES, N. Efeito do jejum na granja e condições de transporte sobre o comportamento dos suínos de abate nas baias de descanso e lesões na pele. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 48-58, 2009.

FAUCITANO, L.; MARQUARDT, L.; OLIVEIRA, M.S.; COELHO, H.S.; TERRA, N.N. The Effect of Two Handling and Slaughter Systems on Skin Damage, Meat Acidification and Color in Pigs. **Meat Science**, Barking, v. 50, n. 1, p. 13-19, 1998.

FAUCITANO, L. Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem estar e sua influência sobre a qualidade de carne. In: CONGRESSO INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Embrapa, 2000. p. 55-75.

GEVERINK, N. A. ENGEL, B.; LAMBOOIJ, E.; WIEGANT, V. N. Observations on behavior and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 50, p.1-13, 1996

GRANDIN, T. Perspectives on transportation issues: The importance of having physically fit cattle and pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 201-207, 2001.

GUÀRDIA, M. D.; ESTANY, J.; BALASCH, S.; OLIVER, M. A.; GISPERT, M.; DIESTRE, A. Risk assessment of skin damage due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs, **Meat Science**, Barking, v. 81, n, 4, p. 745-751, 2009.

HARTUNG, J.; STEFFENS, C.; NOWAK, B. Effects of short transport and lairage time on stress response of slaughter pigs. **20th International Pig Veterinary Society Congress**, Durban, África do Sul, 2008.

HERRERA, M.B; MOTA-ROJAS, D.; LEGARRETA, I.G.; LOZANO, M.G.; APARICIO, P.S.; FLORES, C.L; PEINADO, S. C.F.; NECOECHEA, R.R.; SPILSBURY, M.A. Effects of adicional space during transport on pre-slaughter traits of pigs. **Journal of Biological Sciences**, Islamabad, v. 7, p. 1112-1120, 2007.

MORGADO, C.R.M.S. **Deficiências no Bem estar Animal: Repercussões sobre as carcaças de suínos abatidos para consumo**. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Dissertação de Mestrado), 2009.

MOTA-ROJAS, D.; BECERRIL, M.; LEMUS, C.; SÁNCHEZ, P.; GONZÁLEZ, M.; OLMOS, S. A.; RAMÍREZ, R.; ALONSO-SPILSBURY, M. Effects of mid-summer transport duration on pre- and post-slaughter performance and pork quality in Mexico. **Meat Science**, Barking, v. 73, p. 404-412, 2006.

MUCHENJE, V.; NDOU, S.P. **How pig pre-slaughter welfare affects pork quality and the pig industry**. Disponível em: <http://www.sapork.biz/how-pig-pre-slaughter-welfare-affects-pork-quality-and-the-pig-industry>. Acesso em: Mar. 23, 2012. 2011.

MURRAY, A. C.; JONES, S.D.M. The effect of mixing, feed restriction and genotype with respect to stress susceptibility on pork carcass and meat quality. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 74, p. 587-594, 1994.

MURRAY, A.C.; ROBERTSON, W.; NATTRESS, F.; FORTIN, A. Effect of pre-slaughter overnight feed withdrawal on pig carcass and muscle quality. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 81, p. 89-97, 2001.

NANNI-COSTA, L.; TASSONE, F.; RIGHETTI, R.; MELOTTI, L.; COMELLINI, M.; Effect of farm floor type on the behavior of heavy pigs during pre-slaughter handling. **Veterinary Research Communications**, Amsterdam, v. 31 (Suppl. 1), p. 397–399, 2007.

WARRISS, P.D. The consequences of fighting between mixed groups of unfamiliar pigs before slaughter. **Meat Focus Internacional**, Wallingford, v. 5, p. 89–92, 1996.

3. Capítulo 3 - Avaliação da adição de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E via água de bebida no pré-abate de suínos sobre parâmetros de carcaça, esvaziamento estomacal e qualidade da carne

RESUMO – O presente estudo foi conduzido nas instalações de uma granja comercial em Santa Catarina, com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E via dieta hídrica durante o jejum pré-abate sobre o rendimento de carcaça, peso relativo do fígado, rins, estômago e coração, conteúdo estomacal e parâmetros de qualidade de carne em suínos. Foram utilizados 500 animais, distribuídos no último dia pré-abate durante o período de dieta hídrica em delineamento experimental inteiramente casualizado, com dez tratamentos e dez repetições, com cinco suínos em cada unidade experimental. Os tratamentos foram: água como controle; 50g/L de glicose; 50g/L de glicose + 200mg/L de vitamina E; 75g/L de glicose; 75g/L de glicose + 200mg de vitamina E; 0,45% de bicarbonato de sódio; 0,45% de bicarbonato de sódio + 200mg/L de vitamina E; 0,55% de bicarbonato de sódio; 0,55% de bicarbonato de sódio + 200mg/L de vitamina E; 200mg/L de vitamina E. O rendimento de carcaça, peso relativo do coração, do fígado e do estômago não foram influenciados pelos tratamentos, enquanto houve diminuição do peso relativo renal dos animais suplementados com glicose. Os animais que receberam somente água apresentaram menor conteúdo estomacal. A adição de 0,55% de bicarbonato de sódio + vitamina E reduziu o pH final da carne, e de 0,45% de bicarbonato reduziu o valor a^* (intensidade do pigmento vermelho) da carne. Não houve diferença dos tratamentos quanto aos parâmetros L^* (luminosidade) e b^* (intensidade do pigmento amarelo). Conclui-se que o uso de glicose, bicarbonato de sódio e de vitamina E não influencia no rendimento de carcaça e no peso relativo de órgãos, sobre o conteúdo estomacal e sobre a qualidade da carne dos suínos.

Palavras-chave: Abate de suínos, bicarbonato de sódio, glicose, tocoferol

Introdução

Durante o período de pré-abate, pouco pode ser feito para alterar a quantidade de carne na carcaça dos suínos, mas algumas práticas podem ser feitas para evitar piora na qualidade da carne. Nesta etapa, o manejo pré-abate tem por objetivo promover o bem estar e permitir a obtenção de carne de qualidade (Dalla Costa et al., 2008). Uma das práticas incluídas no manejo pré-abate consiste na realização do jejum, iniciando entre 8-12 horas pré-embarque e durando até o abate, sendo que neste período os animais permanecem sem acesso a alimentos sólidos (ração), tendo livre acesso à água.

Esse manejo é de grande importância para o produtor de suínos e para os abatedouros, pois contribui para o bem estar animal e redução de vômitos durante o transporte (Bridi e Silva, 2009), para a economia de ração, redução da taxa de mortalidade durante o transporte, aumento da velocidade e facilidade no processo de evisceração, redução no volume de dejetos no abatedouro e padronização no rendimento das carcaças e da qualidade da carne (TARRANT, 1991; BEATTIE et al, 2002; DALLA COSTA et al., 2006), além de evitar que haja contaminações das carcaças devido ao extravasamento de conteúdo estomacal ou intestinal durante a evisceração.

Em contrapartida, alguns efeitos deletérios nas carcaças e nos órgãos podem ser observados, resultantes da privação alimentar deste período. O jejum pré-abate influencia negativamente o rendimento de carcaça dos suínos, podendo perder até 5% de seu peso corporal, a uma taxa de 0,20% por hora, quando submetidos a 24 horas de jejum, sendo estas perdas maiores em animais mais pesados (Dalla Costa et al., 2008).

A qualidade da carne também pode ser prejudicada devido ao jejum alimentar, pois pode haver depleção das reservas de glicogênio muscular, importantes para o processo final de *rigor mortis* e maturação final da carne. Logo após o abate, as reservas de glicogênio são consumidas pelas células do tecido muscular, em um processo anaeróbio que gera como metabólito residual o lactato, que contribui para a queda do pH final da carne, importante para a maturação adequada. Com a falta de glicogênio, haverá menor produção de lactato, e o pH

final permanecerá mais alto, gerando carnes DFD (*dark, firm and dry*). Dalla Costa et al. (2005) afirmaram que o período de jejum dos suínos na granja pode influenciar significativamente a qualidade da carne, alterando de forma negativa o pH 24 horas *post mortem*, a perda água do músculo e a sua cor. Adicionalmente, Hambrecht et al. (2004) descreveram que há perda no potencial glicogênico do músculo dos animais devido ao estresse causado pelo manejo de carregamento, transporte e espera na área de descanso dos abatedouros.

Várias pesquisas vem sendo realizadas com o intuito de avaliar a ocorrência de efeitos benéficos da vitamina E sobre a qualidade da carcaça e da carne de suínos. A vitamina E é um potente antioxidante, e o seu fornecimento em dietas tem provocado diminuição na oxidação lipídica, na perda por gotejamento e melhoria na coloração dos cortes de carne suína (Souza et al., 2007). Dietas suplementadas com vitamina E também têm melhorado a média do ganho de peso diário, conversão alimentar, redução da espessura de toucinho e aumento da quantidade de carne magra nas carcaças (Monahan et al., 1990; Cheah et al., 1995; Cannon et al., 1996; Hastly et al., 2002). Gaudre e Quiniou (2009) relatam que ao adicionar doses maiores em relação às recomendadas como exigência nutricional diária do animal pode-se detectar benefícios na coloração da carne e na resistência à oxidação, com a utilização de níveis que variam de 100-200mg/kg de ração, cujos valores são maiores quando comparados aos níveis requeridos diariamente recomendados por Yang et al. (2009), que estão em torno de 10 a 20mg/kg de ração diariamente.

A utilização de grandes quantidades de carboidratos digestíveis na dieta tem sido investigada com o objetivo de reduzir ou superar o problema de qualidade de carne inferior, associada com alto pH 24 horas após o abate, comumente conhecido como DFD (carne escura, firme e ressecada na superfície). Este tipo de situação ocorre devido à restrita formação de lactato *post mortem* nos músculos com baixos níveis de glicogênio e fosfato creatina na hora do abate (Bendall e Swatland, 1973), como consequência de longos períodos de estresse pré-abate. A dieta com altos níveis de sacarose ou outra fonte de carboidrato de rápida absorção, poucos dias antes do abate ou na área de repouso pré-abate, pode aumentar o suprimento de glicogênio muscular e assim reduzir o pH 24 horas *post mortem* (Briskey et al., 1959; Briskey et al., 1960; Sayre et al., 1963; Fernandes et al., 1979).

O bicarbonato de sódio tem sido rotineiramente utilizado nas rações, principalmente de aves, com o objetivo de aumentar a ingestão de água (PENZ Jr, 1989; WHITING et al., 1991; BALNAVE & GORMAN, 1993), o que indiretamente faz com que haja melhoria no conforto térmico dos animais em condições de estresse calórico. Ao aumentar a ingestão de água, o quimo torna-se mais liquefeito e o trânsito do conteúdo alimentar é acelerado, diminuindo o tempo necessário para que ocorra o esvaziamento gástrico. Em paralelo a isto, o fornecimento de eletrólitos aos animais aumenta a hidratação dos tecidos, diminuindo os efeitos de perda de peso do animal quando submetidos a longos períodos de jejum.

Considerando a importância da dieta hídrica, aliada a necessidade de mais estudos envolvendo este tema, realizou-se a presente pesquisa objetivando-se avaliar a influência da adição de vitamina E, glicose e bicarbonato de sódio na água de bebida de suínos durante o jejum alimentar pré-abate na granja sobre os parâmetros de rendimento de carcaça, peso relativo de órgãos (fígado, coração, estômago e rins), esvaziamento gástrico e qualidade da carne.

Material e métodos

A presente pesquisa foi conduzida nas instalações de uma granja comercial do município de Xanxerê/SC. Os animais foram criados de acordo com os procedimentos das granjas comerciais, também sendo seguidas normas de carregamento, pré-abate e abate das empresas integradoras.

Foram utilizados 500 animais, da linhagem Topigs, com 150 dias de idade e peso aproximado de 110 kg, distribuídos no último dia pré-abate durante o período de dieta hídrica na granja, em delineamento experimental inteiramente casualizado (Tabela 1), compreendendo as dietas: água como controle; 50g/L de glicose; 50g/L de glicose + 200mg/L de vitamina E; 75g/L de glicose; 75g/L + 200mg de vitamina E; 0,45% de bicarbonato de sódio; 0,45% de bicarbonato de sódio + 200mg/L de vitamina E; 0,55% de bicarbonato de sódio; 0,55% de Bicarbonato de sódio + 200mg/L de vitamina E; 200mg/L de vitamina E, compreendendo 10 tratamentos constituídos por 10 repetições, compostas por cinco animais em cada repetição.

Seis horas antes do início do jejum alimentar foram administrados os aditivos via água, fornecidos até o final do período de jejum na granja, sendo adaptados

baldes e mangueiras aos bebedouros para administração dos nutrientes. Os animais passaram por um jejum alimentar de oito horas na granja, totalizando 14 horas de consumo dos nutrientes via água. O tempo de transporte até o abatedouro foi de uma hora, realizado durante o período da madrugada. O tempo de permanência na área de espera do abatedouro foi de três horas, totalizando o período de jejum alimentar em 12 horas.

Tabela 1 - Tratamentos utilizados

Tratamento	NaHCO₃/glicose	vit E (mg/L)
T1	Água como controle	
T2	-	200mg/L vit E
T3	50g/L de glicose	-
T4	50g/L de glicose	200mg/L vit E
T5	75g/L de glicose	-
T6	75g/L de glicose	200mg/L vit E
T7	0,45% de NaHCO ₃	-
T8	0,45% de NaHCO ₃	200mg/L vit E
T9	0,55% de NaHCO ₃	-
T10	0,55% de NaHCO ₃	200mg/L vit E

Previamente ao carregamento os animais foram pesados, posteriormente abatidos e eviscerados para pesagem da carcaça, do fígado, coração, estômago (cheio e vazio) e rins, para avaliação de rendimento de carcaça e de órgãos. O rendimento de carcaça quente e o peso relativo dos órgãos foram calculados através das seguintes fórmulas:

$$\text{Rendimento de carcaça quente (\%)} = \frac{\text{Peso da carcaça quente} \times 100}{\text{Peso vivo ao abate}}$$

$$\text{Peso relativo do órgão (\%)} = \frac{\text{Peso do órgão} \times 100}{\text{Peso corporal ao abate}}$$

No tocante ao conteúdo estomacal, o estômago dos animais foi pesado logo após a evisceração, para a obtenção do peso do estômago cheio, e imediatamente

aberto, lavado e esvaziado, obtendo então o peso do estômago vazio. O peso do conteúdo estomacal foi obtido através da diferença entre os pesos do estômago cheio e vazio.

Após o abate, foram retiradas três amostras de aproximadamente 2,5cm de largura do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 10^a e a 11^a costelas de cada meia carcaça direita, para avaliação do pH e da coloração. O pH da carne foi obtido 24 horas *post mortem*, onde a amostra foi armazenada a 4°C, com análise através de eletrodo de penetração. Para análise de cor, as amostras permaneceram em repouso, em sala climatizada a 15°C por 30 minutos, para oxigenação da superfície das mesmas, com coloração determinada através de colorímetro portátil (mod. MiniScan XE, marca Hunterlab), utilizando-se as escalas L* (luminosidade), a* (intensidade do pigmento vermelho) e b* (intensidade do pigmento amarelo) como parâmetro.

Os dados de rendimento de carcaça, peso relativo de órgãos (fígado, coração, estômago e rins) e qualidade da carne foram submetidos à análise de variância, e no caso de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste Student-Newmann-Keuls, ao nível de 0,05 de significância, utilizando-se o programa estatístico R.

Resultados e discussão

Os resultados experimentais de rendimento de carcaça e peso relativo de órgãos estão apresentados na Tabela 2, não observando-se diferença significativa ($P>0,05$) sobre o rendimento de carcaça dos suínos, em virtude principalmente do curto período de fornecimento dos nutrientes, não suficiente para promover mudanças neste parâmetro. Souza et al. (2007), ao avaliar diferentes níveis de vitamina E na dieta de suínos nas fases de crescimento e terminação, constataram aumento linear no rendimento de carcaça dos animais com a suplementação de até 400 mg de vitamina E por kg de ração.

Os valores obtidos de rendimento de carcaça são semelhantes aos constatados por Oliveira et al. (2006), ao testar diferentes níveis de proteína bruta nas rações, trabalhando com suínos machos castrados. Os valores de rendimento

de carcaça encontrados pelos referidos autores se situaram entre 76% e 78%. De acordo com Meincke (2009), o rendimento de carcaça pode ser influenciado pelo genótipo, sexo, nutrição, temperatura ambiente e peso ao abate, em que quanto mais pesado for abatido o animal, maior será o rendimento de carcaça.

Tabela 2. Valores de rendimento percentual (%) da carcaça quente e peso relativo de órgãos de suínos tratados com diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E durante o período pré-abate

Tratamento	Rendimento de carcaça (%)	Peso relativo do coração (%)	Peso relativo do fígado (%)	Peso relativo dos rins (%)	Peso relativo do estômago (%)
Água (controle)	76,72	0,39	1,43	0,25ab	0,45
50 g/L glicose	75,63	0,35	1,50	0,23b	0,51
50 g/L glicose + 200mg/L Vit E	76,63	0,34	1,49	0,23b	0,47
75 g/L glicose	76,68	0,34	1,43	0,27ab	0,47
75 g/L glicose + 200mg/L Vit E	76,46	0,36	1,51	0,23b	0,48
0,45% NaHCO ₃	76,68	0,36	1,40	0,27ab	0,55
0,45% NaHCO ₃ + 200mg/L Vit E	75,82	0,38	1,61	0,31a	0,45
0,55% NaHCO ₃	75,74	0,37	1,52	0,27ab	0,48
0,55% NaHCO ₃ + 200mg/L Vit E	76,76	0,39	1,48	0,27ab	0,42
200mg/L Vit E	75,97	0,35	1,39	0,23b	0,47
CV (%)	9,0	15,51	10,9	20,1	13,2
P	0,350	0,132	0,074	0,027	0,105

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste SNK.

Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) sobre peso relativo do coração (Tabela 2). Esta informação corrobora os dados de Oliveira et al. (2006), em que não encontraram diferenças significativas no peso do coração de suínos, em um trabalho que avaliou diferentes níveis proteicos na ração. Adicionalmente, Kerr et

al. (2003) não constataram diferenças no peso do coração de suínos, também trabalhando com diferentes níveis proteicos na dieta.

Também não foram observadas diferenças significativas no peso relativo do fígado ($P>0,05$). Kerr et al. (2003) não constaram variações no peso do fígado, avaliando animais abatidos aos 36kg de peso corporal mantidos em diferentes ambientes térmicos. Oliveira et al. (2006) não encontraram diferenças perante os valores de peso hepático em suínos, ao avaliar diferentes níveis de proteína bruta na ração.

Foram constatadas diferenças significativas ($P<0,05$) no peso relativo dos rins (Tabela 2), havendo maior rendimento percentual nos suínos suplementados com 0,45% de bicarbonato de sódio + vitamina E, quando comparados aos animais que receberam 50g/L de glicose, 50g/L de glicose associada à vitamina E e 75g/L de glicose associada à vitamina E. Este comportamento ocorre devido ao maior aporte de sódio proporcionado, o qual é absorvido e atinge a corrente sanguínea, gerando aumento na retenção renal do mesmo juntamente com água, para posterior excreção, desta forma aumentando o peso relativo dos rins. Não foram obtidas diferenças ($P>0,05$) entre os demais tratamentos, concordando com os dados relatados por Kerr et al. (2003) e Oliveira et al. (2006), os quais não observaram diferença significativa no peso e rendimento renal dos suínos.

Não foram obtidos valores significativos ($P>0,05$) no rendimento estomacal dos suínos avaliados. Oliveira et al. (2006) descrevem que o peso estomacal é influenciado pelo nível proteico da ração, onde quanto maior for o nível de proteína da dieta maior será o tamanho e o peso estomacal.

De acordo com os valores apresentados na Tabela 3, houve efeito dos tratamentos ($P<0,05$) sobre o conteúdo estomacal dos suínos avaliados, cujos suínos que receberam 50g/L de glicose associada à vitamina E, 75g/L de glicose, 75g/L de glicose associada à vitamina E, 0,45% de bicarbonato de sódio e 0,55% de bicarbonato de sódio apresentaram maior peso de conteúdo estomacal quando comparados aos animais que receberam água como controle e 0,45% de bicarbonato de sódio associado à vitamina E, não diferindo entre os demais tratamentos.

Tabela 3. Valores de peso do estômago e conteúdo estomacal de suínos tratados com diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E durante o jejum pré-abate

Tratamento	Estômago cheio (g)	Estômago Vazio (g)	Conteúdo Estomacal (g)
Água (controle)	774b	606ab	168b
50 g/L glicose	806ab	609ab	197ab
50 g/L glicose + 200 mg/L Vit E	848ab	575ab	273a
75 g/L glicose	821ab	580ab	241a
75 g/L glicose + 200 mg/L Vit E	905a	609ab	296a
0,45% NaHCO ₃	919a	680a	239a
0,45% NaHCO ₃ + 200 mg/L Vit E	759b	599ab	160b
0,55% NaHCO ₃	841ab	594ab	247a
0,55% NaHCO ₃ + 200 mg/L Vit E	790ab	551b	239a
200 mg/L Vit E	810ab	611ab	199ab
CV (%)	18,38	13,73	28,05
P	<0,001	0,014	<0,001

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste SNK.

Fonseca (2012) afirmou que a adição de bicarbonato de sódio na ração dos suínos induz ao aumento do consumo de água, deixando o bolo alimentar mais liquefeito e acelerando o trânsito do mesmo pelo trato digestivo. Ao trabalhar com níveis de bicarbonato na ração entre 0 e 11%, o mesmo autor constatou aumento na viscosidade das fezes a partir da inclusão de 2% de bicarbonato de sódio, em virtude do aumento no consumo voluntário de água. Porém, no presente estudo, a adição de bicarbonato de sódio via água não se mostrou eficiente em promover diminuição do conteúdo estomacal quando comparada aos demais nutrientes testados.

Dalla Costa et al. (2008) descreveram que ocorre aumento no esvaziamento gástrico de acordo com o aumento no tempo de jejum na granja. Os mesmos autores ainda descrevem uma metodologia de forma em que considera-se um animal com estômago cheio quando há conteúdo estomacal acima de 1,100g; conteúdo entre 800-1100g como tendência a estômago cheio; conteúdo entre 500-800g como tendência a estômago vazio; e conteúdo estomacal abaixo de 500g como indicativo de estômago vazio. De acordo com a metodologia proposta, pode-se concluir que os suínos da presente pesquisa foram submetidos ao período de jejum adequado, pois não foi encontrado nenhum animal em que o peso do conteúdo estomacal se apresentou maior que 500g.

Os animais que receberam a solução com 0,45% de bicarbonato de sódio e 70g/L de glicose associado à vitamina E apresentaram maior peso do estômago cheio ($P < 0,05$) em relação aos suínos suplementados com 0,45% de bicarbonato de sódio associado à vitamina E e aos suínos que receberam apenas água. A diferença constatada na análise do estômago cheio ocorreu em virtude do somatório entre o estômago vazio e o conteúdo estomacal, visto que, quando observam-se os valores de estômago vazio, a adição de 0,45% de bicarbonato de sódio promoveu maior valor neste parâmetro apenas em relação ao tratamento 0,55% de bicarbonato de sódio associado à vitamina E.

Sant'ana et al. (2011) afirmaram que o esvaziamento ocorre por completo quando o estômago se encontra em condições fisiológicas normais, porém quando há estresse ou aumento no tempo do jejum, ocorre mobilização de líquido osmótico em direção ao trato gastrointestinal, não sendo possível retirar totalmente este líquido, pois parte dos mesmo fica retido nas camadas intermembranares do estômago. Nesse sentido, infere-se que quanto maior o tempo de jejum, maior será a mobilização de líquido osmótico e maiores serão os pesos estomacais.

Houve influência dos tratamentos sobre os parâmetros de qualidade da carne (Tabela 4), sendo observados valores significativos ($P < 0,05$) entre os tratamentos no tocante à avaliação do pH da carne, inferior nos animais que receberam 0,55% de bicarbonato de sódio associado à vitamina E quando comparados aos valores obtidos dos animais suplementados com 0,45% de bicarbonato de sódio (associado

ou não à vitamina E), aos que receberam apenas 0,55% de bicarbonato de sódio e aos que receberam apenas água, não diferindo dos demais tratamentos.

Tabela 4. Valores dos parâmetros de qualidade de carne em suínos aos 150 dias de idade tratados com diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E durante o período pré-abate

Tratamento	pH	Cor		
		L*	a*	b*
Água (controle)	5,99ab	37,51	10,39a	6,73
50 g/L glicose	6,11a	42,30	7,42ab	6,67
50 g/L glicose + 200 mg/L VE	5,95ab	39,06	10,41a	7,97
75 g/L glicose	5,93ab	39,25	10,02a	7,25
75 g/L glicose + 200 mg/L VE	5,96ab	40,30	10,52a	7,83
0,45% NaHCO ₃	6,06a	40,51	6,88b	8,34
0,45% NaHCO ₃ + 200 mg/L VE	6,05a	41,69	7,19ab	7,74
0,55% NaHCO ₃	6,07a	37,04	10,44a	6,39
0,55% NaHCO ₃ + 200 mg/L VE	5,88b	39,37	9,81a	8,86
200 mg/L VE	6,09a	39,67	9,45a	7,53
CV (%)	4,53	6,93	9,32	8,21
P	<0,001	0,430	<0,001	0,546

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste SNK. VE=Vitamina E.

Os dados encontrados diferem do descrito por Angerami (2004), que ao trabalhar com suínos de diferentes genótipos constatou valores de pH final da carne variando entre 5,57 e 5,85. Caldara et al. (2012), ao avaliar o pH da carne de animais em um abatedouro comercial, encontraram pH médio de 5,52. Valores de pH final da carne abaixo de 5,8 podem indicar ocorrência de carne PSE (CALDARA et al., 2012) e acima de 6,2 podem indicar ocorrência de carne DFD (GISPERT et al., 2000; SANTIAGO et al., 2012). Desta forma, os animais de todos os tratamentos

apresentaram carnes com pH dentro da faixa desejada para os aspectos de qualidade de carne.

Não foram constatadas diferenças ($P>0,05$) entre os animais dos diversos tratamentos quanto ao parâmetro L^* (luminosidade) de coloração da carne. Os dados estão de acordo com o constatado por Guo et al. (2006) e Janz et al. (2008), os quais não encontraram diferenças no valor L^* ao adicionar vitamina E na dieta dos suínos. Bridi et al. (2006) descrevem que quanto maior for o valor do parâmetro L^* mais pálida será a carne, e conforme Ramos e Gomide (2007) e Caldara et al. (2012), carnes com valores de L^* acima de 53 são consideradas como PSE.

Houve diferenças ($P<0,05$) quanto ao parâmetro a^* (intensidade do pigmento vermelho), enquanto não foi observada diferença ($P>0,05$) referente ao parâmetro b^* (intensidade do pigmento amarelo). Os animais que receberam 0,45% de NaHCO_3 apresentaram na carne valores inferiores em relação aos demais, com exceção dos animais que foram suplementados com 0,45% de NaHCO_3 + 200 mg/L de vitamina E e aos que receberam 50g/L de glicose. A adição da vitamina E mostrou-se ineficiente em promover melhorias na coloração, estando de acordo com vários estudos que concluem a ausência de efeito da inclusão da vitamina E sobre os parâmetros de coloração da carne, como Honikel (1998), Waylan et al. (2002), Ohene-Adjei et al. (2004), Guo et al. (2006), Janz et al. (2008) e Bahelka et al. (2011). Caldara et al. (2012), ao avaliar a ocorrência de carnes PSE em um abatedouro, descreveram não haver diferença entre os valores de a^* e b^* de carnes consideradas normais e carnes PSE, encontrando valores entre 8 e 11 para o parâmetro a^* e 6 a 9 para o parâmetro b^* , índices semelhantes aos averiguados no presente estudo.

A adição de glicose também não se mostrou eficiente em promover alterações nos parâmetros L^* , a^* e b^* . Diferentemente do averiguado, Rosenvold e Andersen (2003) descreveram que a adição de fontes de carboidratos rapidamente digestíveis e absorvíveis pode manipular as reservas de glicogênio muscular, evitando sua depleção acentuada no momento do abate e propiciando adequada produção de lactato, fazendo com que o pH final (pH 24 horas após o abate) possa estar nos parâmetros adequados.

Conclusão

A adição de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E não influencia o rendimento de carcaça, de vísceras e no conteúdo estomacal de suínos submetidos aos padrões normais de pré-abate, porém exerce efeito sobre o pH e a coloração da carne dos suínos.

Referências

ANGERAMI, C.N. **Influência do genótipo, sexo e peso de abate na composição da carcaça e nas características de qualidade da carne suína**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP (Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), 2004.

BAHELKA, I.; NURNBERG, K.; KUCHENMEISTER, U.; LAHUCKY, R. Chemical composition, meat quality and oxidative status of pork after supplementation of diet with vitamin e and/or vitamin e + herb extracts. **Biotechnology in Animal Husbandry**, Amsterdam, v.27, n.3, p 853-860, 2011.

BALNAVE, D., GORMAN, I. A role for sodium bicarbonate supplements for growing broilers at high temperatures. **World's Poultry Science Journal**, Londres, v. 49, p.236-41, 1993.

BEATTIE, V.E.; BURROWSA, M.S.; MOSSB, B. W.; WEATHERUP, R.N. The effect of food deprivation prior to slaughter on performance, behavior and meat quality. **Meat Science**, Barking, v.62, p.413-418, 2002.

BENDALL, J.R.; SWATLAND, H.J. A review of the relationship of pH with physical aspects of pork quality. **Meat Science**, Barking, v.24, p.85-126, 1988.

BRIDI, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; FONSECA, N.A.N.; SHIMOKOMAKI, M.; COUTINHO, L.L.; SILVA, C.A. Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.5, p.2027-2033, 2006.

BRIDI, A.M.; COSTA, C.A. **Bem estar de suínos – Manejo pré abate**. Londrina: UEL, 2009.12p.

BRISKEY, E.J.; BRAY, R.W.; HOEKSTRA, W.G. et al. The effect of exhaustive exercise and high sucrose regimen on certain chemical and physical pork ham characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.8, p.173-177, 1959.

BRISKEY, E.J.; BRAY, R.W.; HOEKSTRA, W.G. et al. Effect of high protein, high fat and high sucrose rations on the water binding and associated properties of pork muscle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.19, p.404-411, 1960.

CALDARA, F. R.; SANTOS, V. M. O.; SANTIAGO, J. C.; PAZ, I. C. L.; GARCIA, R. G.; VARGAS JUNIOR, F. M.; SANTOS, L. S.; NÄÄS, I. A. Propriedades físicas e sensoriais da carne suína PSE. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.815-824, 2012.

CANNON, J.E.; MORGAN, J.B.; SCHMIDT, G.R.; TATUM, J.D.; SOFOS, J.N.; SMITH, G.C.; DELMORE, R.J.; WILLIAMS, S.N. Growth and fresh meat quality characteristics of pigs supplemented with vitamin E. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, p.98-105, 1996.

CHEAH, K.S.; CHEAH, A.M.; KRAUSGRILLE, D.I. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. **Meat Science**, Barking, v.39, p.255-264, 1995.

DALLA COSTA, O.A.; LUDKE, J.V.; COSTA, M.J.R.P. Aspectos econômicos e de bem estar animal no Manejo dos suínos da granja até o abate. In: IV Seminário Internacional de Aves e Suínos – Avesui 2005. **Anais...** Suinocultura: Nutrição e Manejo: Florianópolis, 2005.

DALLA COSTA, O.A. et al. Período de descanso dos suínos no frigorífico e seu impacto na perda de peso corporal e em características do estômago. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1582-1888, 2006.

DALLA COSTA, O.A.; COSTA, M.P.R.; LUDKE, J.V. Tempo de jejum dos suínos no manejo pré-abate sobre a perda de peso corporal, o peso do conteúdo estomacal e a ocorrência de úlcera esofágico-gástrica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 1233-1240, 2008.

FERNANDES, T.H.; SMITH, W.C.; ARMSTRONG, D.G. The administration of sugar solutions to pigs immediately prior to slaughter. I. Effect on carcass yield and some muscle and liver characteristics. **Animal production**, Bletchley, v. 29, p.213-221, 1979.

FONSECA, L.S. **Balanco eletrolítico em rações para suínos em crescimento**. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (Dissertação de Mestrado), 2012.

GAUDRE, D.; QUINIOU, N. What mineral and vitamin levels to recommend in swine diets? **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 190-200, 2009 (suplemento especial).

GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; OLIVER, M.A.; GUÀRDIA, M.D.; COLL, C.; SIGGENS, K.; HARVEY, K.; DIESTRE, A. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, Barking, n.55, p.97–106, 2000.

GUO Q., RICHERT B.T., BURGESS J.R., WEBEL D.M., ORR D.E., BLAIR M., FITZNER G.E., HALL D.D., GRANT A.L., GERRARD D.E. Effects of dietary vitamin E and fat supplementation on pork quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, p.3089-3099, 2006.

HASTY, J.L.; HEUGTEN, E. van; SEE, M.T.; LARICK, D.K. Effect of vitamin E on improving fresh pork quality in Berkshire and Hampshire-sired pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, p.3230- 3237, 2002.

HAMBRECHT, E.; EISSEN, J.J.; NOOIJEN, R.I.J.; DUCRO, B.J.; SMITS, C.H.M.; DEN HARTOG, L.A.; VERSTEGEN, M.W.A. Preslaughter stress and muscle energy largely determine pork quality at two commercial processing plants. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 1, p. 1401-1409, 2004.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, Barking, v.49, p.447-457, 1998.

JANZ, J.A.M.; MOREL, P.C.H.; PURCHAS, R.W.; CORRIGAN, V.K.; CUMARASAMY, S.; WILKINSON, B.H.P.; HENDRIKS, W.H. The influence of diets supplemented with conjugated linoleic acid, selenium, and vitamin E, with or without animal protein, on the quality of pork from female pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.86, p.1402-1409, 2008.

KERR, B.J.; YEN, J.T.; NIENABER, J.A. et al. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.81, p.1998-2007, 2003.

MEINCKE, W. **Principais fatores que afetam o rendimento de carcaça**. Informativo técnico Génétiporc, 2009.

MONAHAN, F.J.; BUCKLEY, D.J.; GRAY, J.I.; MORRISSEY, P.A.; LYNCH, P.B.; ASGHAR, A.; HANRAHAN, J.J. Effect of dietary vitamin E on the stability of raw and cooked pork. **Meat Science**, Barking, v.27, p.99-108, 1990.

PENZ Jr, A. M. Estresse pelo calor: efeitos em frangos e matrizes; manipulação do equilíbrio ácido-base. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: APINCO, 1989. p. 139-146.

OHENE-ADJEI S., BERTOL T., HYUN Y., ELLIS M., MCKEITH F.K., BREWER M.S. Effect of vitamin E, low dose irradiation, and display time on the quality of pork. **Meat Science**, Barking, v.68, p.19-26, 2004.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. et al. Características de carcaça e peso de vísceras em suínos alimentados com rações contendo baixos teores de proteína bruta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1890-1895, 2006.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: Fundamentos e Metodologias**. Viçosa/MG: Ed. UFV, 2007. 599 p.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H.J. Factors of significance for pork quality – a review. **Meat Science**, Barking, v.64, p.219–237, 2003.

SANT'ANA, D.S. et al. Influência do jejum na incidência de lesão na mucosa esofágica-gástrica, peso de carcaça quente e peso de estômagos em suínos. **PUBVET**, Londrina, v.5, n.10, ed.157, art.1058, 2011.

SANTIAGO, J.C.; CALDARA, F.R.; SANTOS, V.M.O.; SENO, L.O.; GARCIA, R.G.; PAZ, I.C.L.A. Incidência da carne PSE (*pale, soft, exsudative*) em suínos em razão do tempo de descanso pré-abate e sexo. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.64, n.6, p.1739-1746, 2012.

SAYRE, R.N.; BRISKEY, E.J.; HOEKSTRA, W.G. Comparison of muscle characteristics and post mortem glycolysis in three breeds of swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.22, p.1012-1020, 1963.

SOUZA, V.L.F.; SILVA, R.S.F.; SILVA, C.A. et al., Vitamina E no desempenho, características de carcaça e qualidade do presunto cozido de suínos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p.581-587, 2007

TARRANT, P.V. The last feed before slaughter. **Pig International**, n.21, p.39-41, 1991.

WAYLAN A.T., O'QUINN P.R., UNRUH J.A., NELSEN J.L., GOODBAND R.D., WOODWORTH J.C., TOKACH M.D., KOO S.I. Effects of modified tall oil and vitamin E on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, p.1575-1585, 2002.

WHITING, T. S., ANDREWS, L. D., STAMPS, L. Effects of sodium bicarbonate and potassium chloride drinking water supplementation. 1. performance and exterior carcass quality of broilers grown under thermoneutral or cyclic heat-stress conditions. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p. 53-9, 1991.

YANG, H.; MAHAN, D.C.; HILL, D.A.; SHIPP, T.E.; RADKE, T.R.; CECAVA, M.J. Effect of vitamin E source, natural versus synthetic, and quantity on serum and tissue α -tocopherol concentrations in finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, p.4057-4063, 2009.

4. Capítulo 4 - Avaliação da adição de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E via água de bebida no pré-abate em frangos de corte sobre parâmetros de carcaça, esvaziamento gástrico e qualidade da carne

RESUMO - Foi conduzido um experimento no setor de avicultura do colégio agrícola La Salle – Xanxerê/SC, com o objetivo de avaliar a inclusão de bicarbonato de sódio, glicose e vitamina E via dieta hídrica durante o jejum pré-abate sobre o rendimento de carcaça, peso relativo de órgãos, esvaziamento de conteúdo da moela e qualidade de carne em frangos de corte. Os tratamentos foram: água como controle; 50g/L de glicose; 50g/L de glicose + 200mg/L de vitamina E; 75g/L de glicose; 75g/L + 200mg/L de vitamina E; 0,45% de bicarbonato de sódio; 0,45% de bicarbonato de sódio + 200mg/L de vitamina E; 0,55% de bicarbonato de sódio; 0,55% de bicarbonato de sódio + 200mg/L de vitamina E; 200mg/L de vitamina E. Foram utilizados 500 animais, distribuídos no último dia pré-abate durante o período de dieta hídrica, em delineamento experimental inteiramente casualizado com dez tratamentos e cinco repetições, com cinco aves em cada unidade experimental. Não houve diferença sobre o rendimento de carcaça dos animais, com o mesmo comportamento observado para o peso relativo dos órgãos. Não ocorreu alterações significativas no conteúdo digestivo presente na moela, no pH final da carne, na perda de peso por cozimento, força de cisalhamento e nos parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade do pigmento vermelho) e b* (intensidade do pigmento amarelo) de coloração da carne. Conclui-se que a adição de glicose, bicarbonato de sódio e de vitamina E não influencia no rendimento de carcaça e peso relativo de órgãos, sobre o esvaziamento do conteúdo da moela e sobre a qualidade da carne de frangos de corte.

Palavras-chave: abate de frangos, bicarbonato de sódio, glicose, tocoferol

Introdução

A utilização de jejum pré-abate é uma prática rotineira na indústria avícola, tendo por objetivo diminuir a contaminação no abatedouro e melhorar a eficiência da produção ao evitar que o alimento que não será transformado em carne seja fornecido à ave poucas horas antes da mesma ser abatida (MENDES, 2001b). Adicionalmente, objetiva-se a retirada do alimento antes do carregamento com o intuito de reduzir a ocorrência de contaminações de carcaças (RUI et al., 2011).

O tempo empregado no período de jejum tem sido amplamente discutido, variando entre 8 a 12 horas, no entanto ele é influenciado pela logística da empresa, distância até o abatedouro e o tempo de espera na plataforma, podendo assim ter sua duração prolongada (NORTHCUTT et al., 1997; RUI et al., 2011). Em alguns casos, o período de jejum pode ultrapassar 12 horas recomendadas, o que pode afetar vários processos metabólicos. A privação do consumo causa inversão metabólica do anabolismo para o catabolismo, incluindo inversão de lipogênese para lipólise e redução das taxas metabólicas. A glicose circulante de frangos submetidos ao jejum alimentar declina rapidamente, causando grande consumo do glicogênio presente no fígado, onde Warriss et al. (1988) afirmaram que o glicogênio hepático é quase todo metabolizado em até seis horas de jejum alimentar. Além disso, o jejum induz à diferentes respostas fisiológicas e comportamentais, indicando que os frangos provavelmente sofrem estresse neste período (CASTRO et al., 2008).

É importante afirmar que vários fatores ambientais podem gerar mudanças no metabolismo do músculo da ave. Estas mudanças são responsáveis por diferenças nas características finais da carne, onde a natureza destas mudanças é influenciada pela severidade do estresse e pelo nível de resistência do animal (DUKE et al., 1997). A qualidade da carne de frango é resultado de interações complexas entre o genótipo do animal e as influências ambientais, como por exemplo em animais submetidos a estresse por calor, o que gera rápida glicólise muscular, queda no pH e alterações no *rigor mortis* do músculo (RASMUSSEN e MAST, 1989). Diante das rápidas mudanças metabólicas que ocorrem muitas vezes a temperatura do músculo aumenta, juntamente com a depleção do glicogênio e consequente acúmulo de ácido láctico no músculo (LYON et al., 1991). Esta combinação de situações gera exagerada transformação do músculo em carne (ALI et al., 2008), resultando em

desnaturação protéica excessiva. Carne de aves que passaram por estresse pré-abate podem se tornar pálidas, mole e exsudativa (*pale, soft and exsudative* – PSE) ao atingir 24 horas *post mortem*. Esta condição frequentemente resulta em aumento nas perdas por cozimento, menor suculência e menor rendimento durante o processamento da carne (ALI et al., 1999).

Ali et al. (2008) comentam que o estresse pré-abate, causado por práticas que incluem, fadiga, exercício, brigas ou qualquer outra atividade que provoque agitação excessiva das aves, sem que haja tempo suficiente para a reposição deste glicogênio, gerará depleção precoce do glicogênio muscular, resultando em glicólise muscular limitada após o abate, alto pH 24 horas *post mortem*, alterações na coloração da carne e na maciez pós-cozimento, ocorrendo o fenômeno conhecido como DFD (*dark, firm and dry*).

Com o incremento na comercialização de cortes desossados e de produtos pós-processados, outros fatores passaram a preocupar os pesquisadores, tais como o efeito do jejum sobre a qualidade da carne em termos de pH, maciez, perda de peso por cozimento e composição química (Ali et al., 1999; Beraquet et al., 1999; Berri, 2000).

Desta forma, são necessários estudos que apontem alternativas para minimizar os efeitos deletérios das práticas de manejo pré-abate em frangos de corte sobre a carcaça e a qualidade da carne. Recentes estudos utilizaram a vitamina E como alternativa promissora para melhoria destes parâmetros. A vitamina E é um potente antioxidante, e o seu fornecimento em dietas tem provocado diminuição na oxidação lipídica, na perda por exsudação e melhoria na coloração da carne (Souza et al., 2007).

A adição de carboidratos durante o jejum alimentar pode ser uma alternativa para evitar o esgotamento do glicogênio muscular durante este período. Em paralelo a isto, há anos pesquisas vêm sendo realizadas com respeito à adição de eletrólitos na dieta de frangos de corte, com o objetivo de promover maior retenção de líquidos na carcaça. Esta alternativa é descrita como uma das formas de evitar a desidratação muscular das aves durante as etapas de jejum na granja e os processos de transporte para o abatedouro e permanência na área de espera, além de reduzir a ocorrência de problemas organolépticos na carne, com respeito à perda

de água (gotejamento na câmara fria, exsudação ou durante o cozimento), melhorando o aspecto visual e aumentando de forma significativa a maciez da carne.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a influência da adição de diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E na água de bebida de frangos de corte durante o jejum alimentar pré-abate sobre os parâmetros de rendimento de carcaça, peso e rendimento de órgãos, esvaziamento gástrico e qualidade da carne.

Material e métodos

A presente pesquisa foi conduzida nas instalações do setor de avicultura do Colégio Agrícola La Salle – Xanxerê/SC. Os animais foram criados de acordo com as normas e manejos das granjas comerciais e do manual de linhagem, procedendo com as práticas e carregamento, pré-abate e abate da mesma forma.

Foram utilizados 500 frangos de corte da linhagem Cobb, distribuídos no último dia pré-abate, aos 42 dias de idade, durante o período de dieta hídrica, em delineamento experimental inteiramente casualizado (Tabela 1), sendo: água como controle; 50g/L de glicose; 50g/L de glicose + 200mg/L de vitamina E; 75g/L de glicose; 75g/L + 200mg/L de vitamina E; 0,45% de bicarbonato de sódio; 0,45% de bicarbonato de sódio + 200mg/L de vitamina E; 0,55% de bicarbonato de sódio; 0,55% de bicarbonato de sódio + 200mg de vitamina E e 200mg/L de vitamina E, compreendendo 10 tratamentos constituídos por dez repetições, com cinco animais em cada repetição.

Doze horas antes do início do jejum alimentar foram administrados os nutrientes via água, para tanto foram adaptados ao nipple de todos os box baldes e mangueiras para avaliação do consumo de água. Neste período de doze horas foi fornecida luminosidade contínua (luz artificial + natural). Para simular o manejo pré-abate, as aves passaram por um jejum alimentar de seis horas nos boxes e retirada da água ao final deste período, permanecendo por uma hora nos boxes sem ração e sem água. Posteriormente, os frangos foram colocados em caixas e permaneceram dentro do box por uma hora, após isso foram transferidos para uma sala com ambiente controlado, à 32°C de temperatura e 65% de umidade, onde permaneceram por mais duas horas (para simular o estresse térmico que ocorre nas

horas mais quentes do dia durante o transporte). Em seguida, as caixas foram transferidas para outro ambiente controlado, com 22°C de temperatura e 65% de umidade, onde permaneceram por uma hora (para simular o galpão de espera climatizado no abatedouro), sendo abatidas em seguida, totalizando 11 horas de jejum.

As aves foram pesadas antes da sangria e após o abate evisceradas, sendo pesados na sequência a carcaça, fígado, coração, proventrículo e moela (cheia e vazia), para avaliação do rendimento de carcaça e peso relativo dos órgãos.

No tocante a qualidade da carne, foi coletado o filé do peito (*Pectoralis major*), para avaliação do pH, cor, perda de água por cozimento e força de cisalhamento. O pH da carne foi obtido 24 horas *post mortem*, onde as amostras permaneceram armazenadas a 4°C, e analisadas através de eletrodo de penetração. Para análise de cor, as amostras permaneceram em repouso, em sala climatizada a 15°C por 30 minutos, para oxigenação da superfície das mesmas, com coloração determinada por colorímetro portátil (mod. MiniScan XE, marca Hunterlab), utilizando-se as escalas L* (luminosidade), a* (intensidade do pigmento vermelho) e b* (intensidade do pigmento amarelo) como parâmetro.

Para determinação da perda de peso por cozimento e da força de cisalhamento, as amostras foram embaladas em papel laminado e mantidas em uma chapa elétrica de modelo comercial, com aquecimento nas duas faces, aquecidos a temperatura de 170°C até atingir a temperatura interna de 82°C (Novello et al., 2009). Depois de uma hora, a amostra foi pesada, obtendo-se assim o peso 1 hora após o cozimento. A diferença de peso entre peso do peito in natura e o peso cozido corresponderão à perda de peso por cozimento (Lyon et al., 1998), expressos em porcentagem. Estas mesmas amostras foram utilizadas para determinação da força de cisalhamento, as quais foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Warner-Bratzler, acoplado ao aparelho Instron M 2318, conforme técnica descrita por Froning et al. (1978).

Tabela 1 - Tratamentos utilizados

Tratamento	NaHCO ₃ /glicose	vit E (mg/L)
T1	Água (controle)	
T5	50g/L de glicose	-
T6	50g/L de glicose	200mg/L vit E
T7	75g/L de glicose	-
T8	75g/L de glicose	200mg/L vit E
T1	0,45% de NaHCO ₃	-
T2	0,45% de NaHCO ₃	200mg/L vit E
T3	0,55% de NaHCO ₃	-
T4	0,55% de NaHCO ₃	200mg/L vit E
T9	-	200mg/L vit E

Os dados de rendimento de carcaça, de peso e rendimento de órgãos e qualidade da carne foram submetidos à análise de variância, e no caso de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste Student-Newmann-Keuls, ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$), utilizando-se o programa estatístico R.

Resultados e discussão

Os resultados experimentais de rendimento de carcaça, de peso de órgãos e de rendimento de órgãos estão apresentados nas Tabelas 2 e 3, não sendo observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) sobre o rendimento de carcaça das aves. Esta situação provavelmente ocorreu em virtude do curto período de fornecimento dos nutrientes, não suficiente para promover mudanças significativas nestes parâmetros. Tais resultados concordaram com o descrito por Souza et al. (2006) e Leonel et al. (2007), os quais não encontraram diferenças significativas no rendimento de carcaça de frangos alimentados com diferentes níveis de vitamina E na dieta, onde o nível mais alto de adição deste componente foi de 300mg/kg de ração, acima do ministrado no presente experimento.

Tabela 2. Valores de rendimento da carcaça e peso relativo de órgãos de frangos de corte tratados com diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E durante o período pré-abate

Tratamento	Rendimento de carcaça (%)	Peso relativo do coração (%)	Peso relativo do fígado (%)	Peso relativo do Pró-ventrículo (%)	Peso relativo da moela (%)
Água (controle)	69,90	0,60	2,42	0,51	1,99
50 g/L glicose	70,68	0,63	3,02	0,58	2,01
50 g/L glicose + 200 mg/L Vit E	69,52	0,65	2,71	0,55	1,96
75 g/L glicose	70,88	0,59	2,55	0,44	1,75
75 g/L glicose + 200 mg/L Vit E	69,98	0,57	2,59	0,50	2,11
0,45% NaHCO ₃	70,74	0,65	2,50	0,47	2,02
0,45% NaHCO ₃ + 200 mg/L Vit E	71,10	0,62	2,61	0,51	2,00
0,55% NaHCO ₃	71,33	0,66	2,62	0,48	2,00
0,45% NaHCO ₃ + 200 mg/L Vit E	71,40	0,64	2,47	0,43	1,83
200 mg/L Vit E	69,59	0,57	2,30	0,48	1,66
CV (%)	4,01	17,11	14,1	18,34	13,2
P	0,965	0,857	0,208	0,308	0,212

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste SNK.

Souza et al. (2011) também descreveram ausência de efeito da suplementação vitamínica sobre os pesos absoluto e relativo da carcaça de aves aos 42 dias de idade. Os resultados obtidos para o rendimento de carcaça neste estudo confirmam os de Avci et al. (2005), que ao conduzir estudo com codornas japonesas também não observaram efeito da adição de vitamina E à ração sobre os pesos absoluto e relativo da carcaça das aves, e de Boschini (2011), o qual não encontrou diferenças no rendimento de carcaça de frangos de corte ao avaliar diferentes níveis de vitamina E na dieta.

Trabalhos conduzidos por Whiting et al. (1991) e Smith (1994) relataram que a suplementação de eletrólitos, como o bicarbonato de sódio, mesmo em condições de estresse calórico, não exerce efeito sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. Adicionalmente Borges (1997), ao avaliar a suplementação de 0,5 a 1,0% de bicarbonato de sódio na ração e na água de bebida de frangos de corte, relata que não ocorrem diferenças significativas sobre o rendimento de carcaça, de cortes e da gordura abdominal. Souza Junior (2006), ao avaliar diferentes combinações de bicarbonato de sódio e cloreto de amônio, tanto na ração quanto via água de bebida, também relata que não ocorrem alterações significativas no ganho de peso, no peso e rendimento da carcaça e de cortes da mesma.

Não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) sobre o rendimento percentual do coração (Tabela 2). Rocha et al. (2003), ao avaliar peso e rendimento de órgãos de diferentes linhagens de frangos de corte, descreveram um rendimento percentual de 0,41 para a linhagem Cobb aos 42 dias de idade, valor inferior aos encontrados, que variam de 0,57% a 0,66%.

Também não foram observadas diferenças significativas no rendimento do fígado ($P>0,05$) nos animais em nenhum dos tratamentos testados. Rocha et al. (2003), ao testar diferentes níveis de proteína bruta em rações de frangos de corte descreveram a ausência de variação nos pesos absoluto e relativo do fígado, encontrando valores de peso relativo entre 2,6 e 3,0%, dados semelhantes aos descritos neste experimento.

Da mesma forma, não foram constatadas diferenças significativas ($P>0,05$) no peso relativo do pro-ventrículo e da moela. Schettino et al. (2006) ao trabalhar com diferentes períodos de jejum alimentar em frangos de corte, não constataram diferenças significativas no rendimento percentual da moela, estando de acordo com os dados encontrados.

Conforme demonstrado na Tabela 3, não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o peso da moela cheia, peso da moela vazia e no conteúdo de ração na moela das aves avaliadas, estando de acordo com o observado por Denadai et al. (2002), em que não encontraram diferenças significativas no conteúdo da moela, mesmo ao avaliar diferentes tempos de jejum alimentar.

Tabela 3. Peso e conteúdo de ração da moela de frangos de corte tratados com diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E durante o período pré-abate

Tratamento	Moela cheia (g)	Moela vazia (g)	Conteúdo de ração na moela (g)
Água (controle)	56,40	46,00	10,40
50 g/L glicose	65,60	49,60	16,00
50 g/L glicose + 200 mg/L Vit E	61,40	48,80	12,60
75 g/L glicose	57,20	43,60	13,60
75 g/L glicose + 200 mg/L Vit E	69,40	51,40	18,00
0,45% NaHCO ₃	65,40	49,00	16,40
0,45% NaHCO ₃ + 200 mg/L Vit E	61,60	49,40	12,20
0,55% NaHCO ₃	63,20	48,20	15,00
0,45% NaHCO ₃ + 200 mg/L Vit E	58,60	45,80	12,80
200 mg/L Vit E	54,40	44,40	10,00
CV (%)	12,07	10,77	23,05
P	0,060	0,313	0,395

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste SNK.

Os dados encontrados pelos referidos autores são de 10 a 19 gramas de conteúdo de moela por ave, valores semelhantes aos encontrados na presente pesquisa. Os mesmos autores descrevem que também não encontraram diferenças significativas sobre o conteúdo do papo, de intestino e de trato digestivo total. Tal comportamento pode ser explicado pelo fato de que a retenção de alimento na moela é definida em maior parte pela granulometria das partículas, sofrendo pouca influência do aumento da ingestão de água ou mesmo de eletrólitos. Em contrapartida, Schettino et al. (2006) verificaram a diminuição no conteúdo de ração da moela de frangos de corte na medida em que se aumenta o período de jejum alimentar, ao testar períodos entre quatro e 16 horas de jejum.

Tabela 4. Valores dos parâmetros de qualidade de carne em frangos de corte tratados com diferentes níveis de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E durante o período pré-abate

Tratamento	pH	Perda de peso por cozimento (%)	Força de cisalhamento (kgf/cm ²)	Cor		
				L*	a*	b*
Água (controle)	5,90	25,20	2,63	45,81	3,28	6,92
50 g/L glicose	5,84	27,48	1,89	49,31	2,68	8,70
50 g/L glicose + 200 mg/L Vit E	5,81	25,10	2,11	51,01	2,93	8,74
75 g/L glicose	5,89	25,95	2,21	46,81	3,53	7,41
75 g/L glicose + 200 mg/L Vit E	5,87	24,46	1,82	47,32	3,10	8,11
0,45% NaHCO ₃	5,91	26,51	1,68	49,25	2,34	7,22
0,45% NaHCO ₃ + 200 mg/L Vit E	5,87	24,60	2,03	46,14	2,64	8,44
0,55% NaHCO ₃	5,90	20,76	2,48	48,85	3,22	8,91
0,45% NaHCO ₃ + 200 mg/L Vit E	5,88	25,31	2,45	48,83	2,94	7,64
200 mg/L Vit E	5,91	26,61	1,82	46,34	3,86	7,79
CV (%)	1,33	12,80	24,90	7,32	9,90	20,61
P	0,436	0,394	0,375	0,063	0,312	0,080

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste SNK.

Não foram observados valores significativos ($P > 0,05$) entre os tratamentos no tocante à avaliação em todos os parâmetros de qualidade da carne (Tabela 4). Os resultados obtidos de pH do músculo *pectoralis major* não diferiram entre os animais dos diferentes tratamentos, dados estes condizentes com o descrito por Souza et al. (2006), que não constataram influência ao testar a inclusão de 0, 100, 150 e 200mg de vitamina E/kg de ração e Leonel et al. (2007), que também não encontraram valores significativos neste parâmetro ao trabalhar com a adição de vitamina E na dieta das aves. Conforme Mendes (2001a), o pH da carne do peito de frangos após o abate se encontra entre 5,7 e 5,9, corroborando os valores encontrados no presente estudo.

Foram encontrados valores semelhantes ($P>0,05$) entre os tratamentos na avaliação da perda de peso por cozimento. Tal evidência foi averiguada também por Almeida (2006), que afirmou não haver diferença neste parâmetro ao testar níveis de vitamina E e de ácido linoléico conjugado em dietas de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. Castro et al. (2008), ao avaliar diferentes períodos de jejum para frangos de corte, constatou perda de peso após o cozimento entre 25 e 30%, semelhantes ao apresentado neste trabalho.

Os valores de força de cisalhamento não diferiram ($P>0,05$) entre os animais suplementados pelos diferentes nutrientes. Lyon et al. (2004), ao trabalhar com frangos de corte submetidos a dietas baseadas em milho e farelo de soja ou trigo e farelo de soja encontraram valores que variavam entre 1,82 e 2,19 kgf/cm², considerando valores entre 1,60 e 3,0 kgf/cm² como recomendados para a carne de peito de frangos, resultados próximos ao encontrado na presente pesquisa. Adicionalmente, Almeida (2006) não encontrou variações na força de cisalhamento da carne do peito e de coxas de frangos criados até 49 dias de idade suplementados com níveis crescentes de vitamina E.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) sobre o parâmetro de coloração L* (luminosidade). Os resultados estão semelhantes aos encontrados por Leonel et al. (2007) e Boschini (2011), que descrevem não ter encontrado alterações significativas com o uso de diferentes níveis de vitamina E sobre a luminosidade do músculo do peito de frangos. Castro et al. (2008) não encontraram diferenças na luminosidade da carne do peito de frangos ao avaliar diferentes tempos de jejum alimentar, comentando que mesmo diferentes períodos de restrição alimentar não influenciam este parâmetro. Em contrapartida, Karacay et al. (2008) constataram diferenças na luminosidade da carne de frangos ao suplementar sacarose via água de bebida durante o jejum pré-abate, resultados diferentemente do constatado ao adicionar glicose via água de bebida.

De acordo com Barbut (1998), o fenômeno PSE em frangos pode ser detectado pela combinação dos valores de pH menores que 5,8 e valores de luminosidade do parâmetro L* maiores que 52, aferidos 24 horas após o abate. Desta forma, pode-se afirmar que os frangos abatidos de acordo com as normas comerciais vigentes apresentam pouca frequência de casos de PSE, visto que na

presente pesquisa todos os valores de pH permaneceram acima de 5,8, enquanto que os valores do parâmetro L^* obtidos permaneceram abaixo de 52.

Não foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos ($P>0,05$) na avaliação do parâmetro a^* . Tais resultados são semelhantes aos encontrados e descritos por Leonel et al. (2007) e Boschini (2011), cujos autores não encontraram diferenças ao testar diferentes níveis de vitamina E nas rações. Este parâmetro (pigmentação/intensidade de vermelho) é utilizado para avaliar a oxidação da mioglobina, onde quanto maior for seu valor mais avermelhada será a carne.

Seguindo a mesma tendência, não ocorreu diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos sobre a avaliação do parâmetro b^* (pigmentação/intensidade de amarelo). Leonel et al. (2007) e Boschini (2011) também não encontraram alterações significativas neste valor, corroborando o comportamento dos parâmetros anteriores. Karacay et al. (2008) ao avaliar a adição de sacarose durante o jejum pré-abate de frangos de corte encontraram diferenças na coloração da carne da coxa e do fígado, os quais aumentaram os valores de luminosidade e da pigmentação vermelha.

Conclusão

A adição de glicose, bicarbonato de sódio e vitamina E na água de bebida durante o jejum pré-abate não influencia o rendimento de carcaça, de vísceras e esvaziamento da moela de frangos de corte submetidos às condições padrões de pré-abate. Da mesma forma, a adição destes nutrientes não influencia nos parâmetros de qualidade da carne de frangos de corte.

Referências

ALMEIDA, E.G. **Ácido linoléico conjugado e vitamina E para frangos de corte**. Universidade de São Paulo (Dissertação de Mestrado em Zootecnia), 2006.

ALI, A.S.A.; HARRISON, A.; JENSEN, J.F. Effect of some ante-mortem stressors on peri-mortem and post-mortem biochemical changes and tenderness in broiler breast muscle: a review. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v.55, n.4, p. 403-414, 1999.

ALI, M.S.; KANG, G.H.; JOO, S.T. A Review: Influences of Pre-slaughter Stress on Poultry Meat Quality. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, Seul, v.21, n.6, p.912-916, 2008.

AVCI, M.; YERTURK, M.; KAPLAN, O. Effects of ascorbic acid on the performance and some blood parameters of Japanese quails reared under hot climate conditions. **Turkey Journal Veterinary Animal Science**, Ankara, v.29, p.829-833, 2005.

BARBUT, S. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. **Journal of Muscle Foods**, v.9, p.35-49, 1998.

BERAQUET, N.J. Influência de fatores ante e post mortem na qualidade da carne de aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.1, p.155-166, 1999.

BERRI, C. Variability of sensory and processing qualities of poultry meat. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v.3, n.56, p.209-224, 2000.

BORGES, S.A. **Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão**. Universidade Estadual Paulista/Campus de Jaboticabal (Dissertação de Mestrado), 1997.

BOSCHINI, C. **Antioxidantes na dieta de frangos de corte**. Universidade Federal de Pelotas (Dissertação de Mestrado), 2011.

CASTRO, J.B.J.; CASTILLO, C.J.C.; ORTEGA, E.M.M.; PEDREIRA, M.S. Jejum alimentar na qualidade da carne de frangos de corte criados em sistema convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.470-476, 2008.

DENADAI, J.C.; MENDES, A.A.; GARCIA, R.G.; ALMEIDA, I.C.L.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E.G.; TAKITA, T.S.; ROÇA, R.O. Efeito da duração do período de jejum pré-abate sobre rendimento de carcaça e a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.4, n.2, p.101-109, 2002.

DUKE, G.E.; MAUREEN, B.; NOLL, S. Optimum duration of feed and water removal prior to processing in order to reduce the potential for fecal contamination in turkeys. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.3, p.516-522, 1997.

FRONING, G.W.; BABJI, A.S.; MATHER, F.B. The effect of pre-slaughter temperatures, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. **Poultry Science**, Champaign, v.57, n.3, p.630-678, 1978.

KARACAY, N.; OCAK, N.; SARICA, M.; ERENER, G. Effect of carbohydrate supplementation provided through drinking water during feed withdrawal on meat and liver colors in broilers. **Journal of Science of Food and Agriculture**, Londres, v.88, n.3, p.479–484, 2008.

LEONEL, F.R.; OBA, A.; PELICANO, E.R.L.; ZEOLA, N.M.B.L.; BOIAGO, M.M.; SCATOLINI, A.M.; LIMA, T.M.A.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A. Performance, carcass yield, and qualitative characteristics of breast and leg muscles of broilers fed diets supplemented with vitamin E at different ages. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.9, n.2, p. 91 – 97, 2007.

LYON, C.E.; PAPA, C.M.; WILSON JR, R.L. Effect of feed withdrawal on yields, muscle pH, and texture of broiler breast meat. **Poultry Science**, Champaign, v.70, n.3, p.1020-1025, 1991.

LYON, C.E.; LYON, B.G.; DICKENS, J.A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, Oxford, v.7, n.5, p.53-60, 1998.

LYON, B.G.; SMITH, D.P.; LYON, C.E.; SAVAGE, E.M. Effects of diet and feed withdrawal on the sensory descriptive and instrumental profiles of broiler breast fillets. **Poultry Science**, Champaign, n.83, p.275-281, 2004.

MENDES, A.A. Jejum Pré-abate em Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.3, 2001a.

MENDES, A.A. Rendimento e Qualidade da Carcaça de Frangos de Corte. **Anais da Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**. Campinas, v.2, p.79-99, 2001b.

NORTHCUTT, J.K. et al. Relationship between feed withdrawal and viscera condition of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.4, p.410-414, 1997

NOVELLO, D.; MARQUES, A.; TONETO, E.R.L.; POLLONIO, M.A.R. atributos de qualidade funcional de peito de frango injetado com cloreto de sódio e cálcio. **Alimentação e Nutrição**, v.20, n.3, p. 403-410, 2009.

RASMUSSEN, A.L.; MAST, M.G. Effect of feed withdrawal on composition and quality of meat. **Poultry Science**, Champaign, n.68, p.1109-1113, 1989.

ROCHA, P.T.; STRINGHINI, J.H.; ANDRADE, M.A.; LEANDRO, N.S.M.; ANDRADE, M.L.; CAFÉ, M.B. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré-

iniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.1, p.162-170, 2003.

ROSA, P.S. et al. Efeito da temperatura e duração de jejum pré-abate sobre indicadores de estresse em frangos de corte abatidos aos 35 e 49 dias de idade. **Avisite**, 2002. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/cet/trabalhos.asp?codigo=37>>. Acesso em: 14 jun. 2010.

RUI, B.R.; ANGRIMANI, D.S.R.; SILVA, M.A.A. Pontos críticos no manejo pré-abate de frango de corte: jejum, captura, carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.7, p.1290-1296, 2011.

SCHETTINO, D.N.; CANÇADO, S.V.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C.; FIGUEIREDO, T.C.; SANTOS, W.L.M. Efeito do período de jejum pré-abate sobre o rendimento de carcaça de frango de corte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, Belo Horizonte, 2006.

SMITH, M.O. Effects of electrolyte and lighting regimen on growth of heat-distressed broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n.6, p. 350-3, 1994.

SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; PELICANO, E.R.L. CARDINI, C.H.C.; OBA, A.; LIMA, T.M.A. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v.101, n.2, p.87-94, 2006.

SOUZA, V.L.F.; SILVA, R.S.F.; SILVA, C.A. et al., Vitamina E no desempenho, características de carcaça e qualidade do presunto cozido de suínos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p.581-587, 2007.

SOUZA JUNIOR, F.N. **Bicarbonato de sódio associado ao cloreto de amônio em rações para frangos de corte sob condições naturais de estresse calórico**. Universidade Federal do Piauí (Dissertação de Mestrado em Ciência Animal), 2006.

SOUZA, M.G.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; MAIA, A.P.A.; BALBINO, E.M.; OLIVEIRA, W.P. Utilização das vitaminas C e E em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.10, p.2192-2198, 2011.

WARRISS, P.D.; KESTIN, S.N.; BROWN, E.A.; BEVIS, E.A. Depletion of glycogen reserves in fasting broiler chickens. **British Poultry Science**, Londres, v.29, n.2, p.149-154, 1988.

WHITING, T. S., ANDREWS, L. D., STAMPS, L. Effects of sodium bicarbonate and potassium chloride drinking water supplementation. 1. performance and exterior carcass quality of broilers grown under thermoneutral or cyclic heat-stress conditions. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n.3, p.53-59, 1991.