Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Comportamento suíno, interações com Ractopamina e suas possíveis implicações na qualidade da carne

Ivan Luís Stella

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2007

Ivan Luís Stella
Médico Veterinário

Comportamento suíno, interações com Ractopamina e suas possíveis implicações na qualidade da carne

Orientador:
Prof. Dr. **EDUARDO FRANCISQUINE DELGADO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba

2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Stella, Ivan Luís
Comportamento suíno, interações com Ractopamina e suas possíveis implicações na qualidade da carne / Ivan Luís Stella. - - Piracicaba, 2007.
53 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Aditivos alimentares para animal 2. Carnes e derivados – Qualidade 3. Comportamento animal 4. Nutrição animal 5. Suínos I. Título

CDD 636.4085

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais, *Vera Lúcia e Luiz Roberto*, pelo amor incondicional dado a mim em todos os momentos da minha vida e pela incansável luta pela minha educação e formação.

Ao meu irmão, *Tiago*, pela amizade, carinho, companheirismo, em todos os momentos de nossas vidas.

À minha namorada, *Kátia*, pelo carinho, amor, paciência e companheirismo em todos os dias em que estivemos juntos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida que me foi dada;

À Universidade Estadual de Londrina, pela formação profissional, acadêmica e pessoal;

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e ao Programa de Prós-graduação em Ciência Animal e Pastagens, pela oportunidade da realização do curso e, grande conhecimento proporcionado;

Ao Profº. Drº. Wilmar Sachetin Marçal, pelo apoio, dedicação, amizade e, ensinamentos tanto profissionais quanto pessoais;

Ao meu orientador, Profº. Drº Eduardo Francisquine Delgado, pelo apoio, dedicação, ensinamentos e, principalmente, por acreditar que poderia vencer esse desafio, muito obrigado;

Especial ao meu amigo Eric Franchi Leonardo, pelo companheirismo, luta, garra e dedicação neste trabalho e, pela generosidade em compartilhá-lo, muito obrigado;

Ao Profº Mateus Paranhos da Costa, pela grande contribuição neste experimento;

À Carla Pedreira, por tornar possível a execução deste trabalho, muito obrigado;

À Profª. Carmen (LAN) e Carmenzetes, pela grande ajuda dada em nossas análises e pela oportunidade de conhecer e participar de outros experimentos;

Aos meus grandes amigos, Marcos, Márcio, Bruno e Uira, companheiros, entusiastas, grandes irmãos que me foram dados pela vida;

À Anali, grande amiga vinda diretamente do Maranhão para nosso laboratório, valeu!

A todos do GAMA, que de todas as formas contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional;

A todo o pessoal do prédio da Zoologia, grandes pessoas que Deus colocou em meu caminho durante essa jornada, não irei citar nomes para não esquecer ninguém;

A todos que não foram citados aqui, mas que contribuíram de alguma forma para o meu aprendizado e realização deste experimento, muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO.....6
ABSTRACT.....7
1 INTRODUÇÃO.....8
Referências.....9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....10
2.1 Aspectos envolvidos na determinação de respostas comportamentais.....10
2.2 Testes de Comportamento.....11
2.3 Natureza, ação e efeito fisiológico da Ractopamina em suínos.....14
Referências.....16
3 AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE SUINOS DE DIFERENTE CONDIÇÃO SEXUAL E RAÇA, E ALTERAÇÃO CAUSADA PELA RACTOPAMINA UTILIZANDO O TESTE DO CAMPO ABERTO.....21
Resumo.....21
Abstract.....21
3.1 Introdução.....22
3.2 Material e Métodos.....23
3.3 Resultados e Discussão.....26
3.4 Conclusão.....33
Referências.....33
4 RELAÇÃO ENTRE O COMPORTAMENTO DE SUINOS COM AÇÃO DA RACTOPAMINA VERIFICADO EM TESTE DE CAMPO ABERTO E ATRIBUTOS DE COR E PERDA DE ÁGUA DA CARNE.....37
Resumo.....37
Abstract.....37
4.1 Introdução.....38
4.2 Material e Métodos.....39
4.3. Resultados e Discussão.....44
4.4 Conclusão.....51
Referências.....51

RESUMO

Comportamento suíno, interações com Ractopamina e suas possíveis implicações na qualidade da carne

Testes de comportamento têm sido utilizados para observar diferenças na reatividade de animais domésticos, quando submetidos a condições desafiadoras. A eficácia do teste do campo aberto (TCA) na detecção de diferenças comportamentais em suínos de diferentes raças, condição sexual e doses de ractopamina e relação as variáveis de comportamento do teste com qualidade de carne foram analisadas. Trinta suínos da raça Large White (LW) (15 machos castrados e 15 fêmeas) e 30 da raça Duroc (DC) com mesma distribuição de condição sexual e média de 105 dias de idade e 78,3 kg de peso vivo, foram individualmente submetidos ao primeiro TCA (CA1) por 5 minutos, em uma área gramada (6,0 X 6,0 m), sem contato visual com o exterior, dividida em 36 quadrantes pintados no chão de 1,0 m^2. O teste foi repetido (CA2) aos 120 dias de idade e peso médio de 101,7 kg, 11 dias após o início do fornecimento de doses de ractopamina (0, 10 e 20 ppm). O experimento considerou as variáveis: diferença entre o tempo de permanência dentro dos quadrantes inicial (QI), intermediário (QInt), lateral (QL), central (QC) e central total (QCT), durante o CA2 e CA1 (ΔTP) e o tempo de permanência nos quadrantes durante o CA2. Os resultados de variáveis informativas de diferenças comportamentais foram relacionados com diferenças nas variáveis de qualidade da carne: cor (CIELab), perdas por gotejamento e cozimento. Para análises de qualidade de carne foram utilizados 30 suínos LW (15 machos castrados e 15 fêmeas) e 22 suínos DC (10 machos castrados e 12 fêmeas). As avaliações de comportamento apresentaram diferenças para as raças em ΔTP no QI. O ΔTP no QInt e QCT foi maior para fêmeas LW em relação às fêmeas DC. Os resultados em conjunto apontam para LW e, especialmente as fêmeas, como animais mais reativos a condições novas. O ΔTP para o QL apresentou valores extremos e inversos para fêmeas e machos que receberam 10 ppm. No CA2, fêmeas LW permaneceram menos tempo no QI e mais tempo no QInt, em relação aos LW castrados e fêmeas DC, respectivamente. Por outro lado, DC castrados permaneceram mais tempo no QCT, em relação aos LW castrados e fêmeas DC. No segundo trabalho, animais LW apresentaram menores valores de a* e b* em relação aos DC, distribuição coincidente com as diferenças de raças avaliadas pelo TCA. Fêmeas LW e DC castrados que apresentaram comportamento diametralmente oposto, mais e menos reativos, obtiveram maiores valores de L*. Machos castrados que receberam ractopamina perderam menos água após o cozimento. Esse resultado não parece ter relação com os resultados de mudança de reatividade que podem estar ligados ao fornecimento de ractopamina. O TCA detectou diferenças comportamentais relacionadas com reatividade em suínos. Fêmeas LW e machos castrados DC apresentaram maior impacto nas variáveis do teste, com possível influência nas variáveis de cor de carne. O mesmo teste apresenta potencial para identificar suínos com comportamento (reatividade) que pode ser determinante da cor da carne.

Palavras-chave: Reatividade; Teste do campo aberto; Cor da carne, Large White; Duroc

ABSTRACT

Study of pig behavior, interactions with Ractopamina and its possible implications in meat quality

Behavior tests have been used to observe differences in reactivity of domestic animals when submitted to challenging conditions. The effectiveness of open field test (OFT) to detect behavior differences in pigs of different breeds, sexual condition and doses of ractopamine, and the relation of the behavior variables of the test with meat quality were analyzed. Thirty pigs Large White (LW) (15 barrows and 15 gilts) and 30 Duroc (DC), with the same distribution of sexual condition were used in the tests. They were submitted to first OFT (OF1) individually, with average age and weight of 105 days and 78.3 kg, respectively. The test lasted 5 minutes, in a grassy area (6.0 X 6.0 m), without visual contact with the exterior, divided in 36 squares painted on the floor, with 1.0 m^2 each. The test was repeated (OF2) with 120 days of average age and 101.7 kg of average weight and, 11 days after the beginning of ractopamine dosage (0, 10 and 20 ppm). The experiment considered the variables: difference between the rest time during the OF2 and OF1 (ΔPT) inside initial squares (IS), intermediary (IntS), lateral (LS), central (CS) and central total (CTS), and the rest time into those squares during the OF2. The results of informative variables of behavior differences were related with differences in meat quality variables: color (CIELab system), driploss and cookingloss. For meat quality analyses were used 30 pigs Large White (LW) (15 barrows and 15 gilts) and 22 Duroc (10 barrows and 12 gilts). The behavior evaluations showed higher absolute ΔPT values at IS for the LW breed. The ΔPT for IntC and TCS was higher for gilts LW in relation to gilts DC. The results, point to LW, especially gilts, as more reactive animals to new conditions. The ΔPT for LS presented extreme and inverse values for gilts and barrows who received 10 ppm. In OF2, gilts LW remained shorter time in IS and longer in IntS, in relation to barrows LW and gilts DC, respectively. On the other hand, barrows DC remained more time in CTS, in relation to barrows LW and gilts DC. In relation to meat quality, LW animals presented lower values of a* and b* in relation to DC, distribution that coincides with breed differences evaluated on OFT. Gilts LW and barrows DC that presented opposite behavior, more and less reactive, obtained higher values of L*. Barrows that received ractopamine lost less water after cooking. This result does not seem to have relation with reactivity changes that can be caused by ractopamine supply. The OFT detected behavior differences related to reactivity in pigs. Barrows DC and gilts LW presented more impact in the variables of the test, with possible influence in the meat color variables. The OFT presents potential to identify pig with behavior (reactivity) that can be determinant in meat color.

Keywords: Reactivity; Open field test; Meat color; Large White; Duroc

1 INTRODUÇÃO

A domesticação e a seleção alteraram a anatomia e a fisiologia dos suínos, em relação à quantidade de pêlos, forma corporal, deposição de gordura, taxa de desenvolvimento físico, assim como em parâmetros relacionados ao comportamento, como aversão ao humano, agressividade e movimentação. Essas características estão presentes em patamares menores em raças modernas de suínos domésticos (PRICE, 1999).

A susceptibilidade ao estresse com o aparecimento de animais com “defeitos” genéticos como no gene halotano aumentou susceptibilidade ao estresse, alteração decorrente da pressão de seleção para alta taxa de crescimento, eficiência na conversão alimentar e deposição de tecido magro (JOHNSTON et al., 1992).

A grande susceptibilidade do suíno moderno ao estresse também acarretou problemas para a indústria como o aparecimento de carne PSE (do inglês Pale, Soft and Exudative) que significa carne pálida, mole e exsudativa, pois, durante o transporte e manejo pré-abate, fatores como ambiente social (mistura de lotes de animais), genética (Síndrome do Estresse Suíno, associado ao gene halotano), exposição ao manejo de embarque-desembarque (choque, barulho) potencializam o aparecimento deste estado fisiológico (BENJAMIN, 2005).

Outro fator importante na suinocultura moderna e que tem grande impacto no desenvolvimento do estresse é a utilização de agonistas β2-adrenérgico (ractopamina). Esse fármaco vem sendo utilizado na alimentação animal como importante promotor de crescimento, modificador da composição corporal do animal, diminuindo consideravelmente o tecido adiposo ao mesmo tempo em que aumenta o acréscimo de proteína muscular, sendo chamado de partidor de nutrientes (HANRAHAN, 1987). Por outro lado, acarretou maior dificuldade no manejo, aumento dos batimentos cardíacos e estresse durante o transporte (MARCHANT-FORDE, 2003).

O estudo do comportamento dos indivíduos frente a novos desafios em seu ambiente pode ser uma abordagem para identificar maneiras de selecionar animais melhor adaptados a condições de estresse no pré-abate e, conseqüentemente, reduzir

problemas com o bem-estar animal, assim como efeitos detrimentais na carne produzida.

O presente trabalho tem como objetivos verificar a relação de aspectos de comportamento com métodos estabelecidos de avaliação etológica, as alterações devidas ao uso de ractopamina na fase de terminação e o impacto dos diferentes aspectos do comportamento detectados pelos métodos de avaliação na qualidade de carne de suínos.

Referências

BENJAMIN, M. Pig trucking & handling - Stress and fatigued pig. **Advances in Pork Production**. v. 16, p. 1-7, 2005.

BOLHUIS, J. E. **Personalities in pigs – Individual characteristics and copping with environmental challenges**. 2004. PhD thesis - Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 2004.Disponível em:http://library.wur.nl/wda/dissertations/dis3607.pdf. Acesso em: 06 fev. 2007.

HANRAHAN, J. P. **Beta-agonists and their effects on animal growth and carcass quality**. London: Elservier Applied Science, 1987,p.193-196.

LEDWARD, D. E.; JOHNSTON, D. E.; KNIGHT, M. K. **The chemistry of muscled-based foods**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1992. p.62 – 63.

MARCHANT-FORDE, J. N.; LAY, D. C.; PAJOR, E. A.; RICHERT, B. T.; SCHINCKEL, A. P. The effects of ractopamine on the behavior and physiology of finishing pigs. **Journal of Animal Science,** Champaign, v. 81, p. 416 – 422, 2003.

PRICE, E. O. Behavioral development in animals undergoing domestication **Applied Animal Behavior Science,** Amsterdam, v. 65, n. 3, p. 245 - 271, 1999.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos envolvidos na determinação de respostas comportamentais

2.1.1 Medo e Estresse

Alterações ambientais são consideradas estímulos capazes de serem percebidos pelo animal que reage a eles como um perigo em potencial. Tal condição emocional é comumente conhecida como medo (BOISSY, 1995). O medo, a ansiedade têm suas raízes nas reações de defesa dos animais (MARGIS et al., 2003) e suas características comportamentais são mais evidentes quando o animal é submetido a condição de estresse (STOWELL et al., 2001).

O estresse, em geral, refere-se a um estado de busca pela homeostase. Pode ser vista como uma “luta” entre forças opostas. Em um dos lados está o agente estressor e do outro estão os processos de adaptação do organismo na tentativa de neutralizar esse agente (LAZARUS; FOLKMAN, 1984). Pode-se considerar agente estressor qualquer estímulo externo percebido como uma ameaça, gerando conflitos entre o estado interno do animal e condições ambientais (JANSEN; TOATES, 1997; WIEPKEMA, 1987).

Na tentativa de lidar com o agente estressor ocorrem modificações no comportamento e nas respostas fisiológicas, alterando a atividade do Sistema Nervoso Autônomo (SNA) e do Eixo Hipotalâmico-Pituitário-Adrenal (HPA). A resposta ao estresse agudo tem a função de reajustar o comportamento e metabolismo normais, e são geralmente adaptativos, envolvendo mecanismos de aprendizagem que ajudarão o indivíduo responder mais adequadamente ao futuro estressor que apresente similaridade (LEVINE; URSIN, 1991; McEWEN, 2001; MOBERG, 1985). Se o animal tiver dificuldade em adaptar-se a um agente estressor severo e persistente, mantendo maior atividade dos sistemas de resposta ao estresse, pode desenvolver distúrbios fisiológicos e comportamentais, resposta conhecida como estresse crônico, que tem como principal mediador hormonal o cortisol (HENRY; STEPHENS-LARSON, 1985; McEWEN; STELLAR, 1993; MOBERG, 1985; WIEPKEMA; KOOLHAAS, 1993). A natureza do estímulo externo e fatores individuais interagem para determinar qual

dessas vias será predominantemente ativada para uma resposta eficiente ao estresse (SLUYTER et al., 1996)

Respostas comportamentais e neuroendócrinas têm grande variação individual, em parte, por diferenças genéticas (CASTANON; MORMÈDE, 1994), etárias e sexuais (SWANSON, 1969; GRAY; LALLJEE, 1974), fazendo com que os suínos reajam de diversas maneiras, quando são expostos à mesma situação estressante (LAWRENCE et al., 1991). Tais diferenças no comportamento entre os animais vêm sendo nomeadas pelos pesquisadores como “temperamento” e “personalidade” (GLOSLING; JOHN, 1999). Elas podem ser variadas e contraditórias, como a luta, a fuga, imobilidade, movimentos inibidos, movimentos expressivos (piloereção, movimentos faciais), vocalização, produção de cheiros (ferormônios) (BOISSY, 1995), indicando diferenças na capacidade adaptativa (SCHOUTEN; WIEPKEMA, 1991).

2.1.2 Comportamento exploratório em suínos

Suínos são animais onívoros, cuja fonte natural de alimentos é encontrada em grandes áreas (STUDNITZ et al., 2006). Dessa forma, sob condições semi-naturais, gastam por volta de 52% do período luminoso do dia fuçando e pastando e outros 23%, locomovendo e investigando o ambiente (STOLBA; WOOD-GUSH, 1989). Tal comportamento é fundamentado pelo apetite. O animal faminto procura por comida e não o cessa enquanto não tiver consumido o suficiente, ou pelo instinto de exploração (curiosidade). A curiosidade motiva o animal a procurar por novidade ou simplesmente mudar de ambiente (STUDNITZ et al., 2006).

2.2 Testes de Comportamento

No intuito de avaliar as respostas comportamentais apresentadas pelos animais frente a eventos aversivos, a comunidade científica desenvolveu grande quantidade de situações laboratoriais para simular as adversidades encontradas pelos animais em seu habitat. Esses testes facilitaram a comparação da reatividade psicobiológica entre indivíduos em um ambiente padronizado. Os testes mais conhecidos são “open-field

test” (teste do campo aberto), o teste do objeto estranho, presença de um ser humano desconhecido, segurar o animal com as mãos, estímulo sonoro, movimentos em labirinto e pequenos choques elétricos (BOISSY, 1995).

2.2.1 Teste do Campo Aberto

Teste do campo aberto (“Open Field Test”) foi desenvolvido por Hall em 1934 e consiste em submeter um animal, geralmente um roedor, a um ambiente desconhecido, cercado por muros para evitar a sua fuga. Esse procedimento, geralmente, submete o animal a um confronto forçado com a situação em que foi colocado, durante um determinado período de tempo, que pode variar de 2 a 20 minutos. Durante esse tempo, os pesquisadores podem avaliar variáveis do comportamento animal como locomoção (andar, correr), imobilidade, exploração, local em que o animal permanece dentro da área teste (periféricas ou centrais) e posição corporal (em estação, deitado, sentado) (THODBERG et al., 1998).

Esse teste tornou-se muito popular e passível de ser aplicado em um grande número de espécies como bovinos, suínos, ovinos, primatas, aves e roedores (PRUT; BELZUNG, 2003), tendo como principal finalidade mensurar o comportamento exploratório dos animais e correlacionar com emocional (*emotionality*) ou medo (ARCHER, 1973). O teste não está ligado somente à ansiedade, mas também à sedação ou atividade (PRUT; BELZUNG, 2003).

O termo “emocional” é como a comunidade científica denomina as alterações comportamentais que acompanham o aumento da atividade do sistema nervoso simpático, quando o animal (rato e camundongo) é submetido a teste em ambiente desconhecido (ARCHER, 1973).

2.2.1.1 Atividades passíveis de serem monitoradas no teste

2.2.1.1.1 Andar

Archer (1973) ressalta, em sua revisão, que pesquisas feitas com ratos e camundongos submetidos ao teste do campo aberto associam a atividade de andar durante o teste negativamente com o emocional. Observou uma redução dessa atividade com a repetição do teste e, quando os mesmos são de alguma forma estimulados, há uma diminuição ou não alteração desta atividade.

Em suínos nos quais foi observado aumento significativo no cortisol salivar devido a estresse sofrido antes do teste do campo aberto, o tempo gasto andando não diferiu de animais controle, com média de 19,0% do tempo total gasto para locomoção (RUTHERFORD et al., 2006).

Mini suínos Göttingen tiveram grande diminuição no comportamento de andar, devido à deficiência locomotora gerada em animais que receberam anfetamina (LIND et al., 2005). A anfetamina apresenta efeito simpatomimético, resultado da capacidade de provocar liberação de noradrenalina (NA) de neurônios simpáticos, como principal mecanismo de ação, podendo, ainda, bloquear a captação da NA liberada na fenda sináptica (SPINOSA et al., 2002)

2.2.1.1.2 Demais atividades

Suínos criados a pasto não diferiram dos animais criados em baias de alvenaria no teste do campo aberto realizado em chão gramado para a atividade de correr (0,35 e 0,2 % do tempo do teste, respectivamente). Porém, animais criados a pasto permaneceram 23,3% do teste deitados, enquanto que os demais não apresentaram esse comportamento (TAYLOR; FRIEND,1986)

Leitões, quando submetidos ao teste do campo aberto, permaneceram 3,5 % do tempo total imóveis (JANSEN et al., 1995).

2.2.1.1.3 Local de permanência no teste do campo aberto

Durante a atividade de locomoção (andar) a passagem pela área central do teste do campo aberto está diretamente relacionada a comportamento ligado ao emocional e ansiedade. Verificou-se que, em ratos, a administração de drogas ansiolíticas aumentou a exploração nessas áreas do teste do campo aberto (NAZAR et al., 1997).

Não houve diferença entre ratos machos e fêmeas para o número de quadrantes ultrapassados na área central do teste do campo aberto. Entretanto, a quantidade de quadrantes percorridos na área periférica foi maior para as fêmeas, em relação aos machos (RAMOS et al., 2003).

2.2.2 Desempenho de suínos em teste do campo aberto

Mini suínos Göttingen submetidos ao teste do campo aberto diminuíram, significativamente, o comportamento exploratório após receberem anfetamina (agonista dopaminérgico), estimulador do Sistema Nervoso Parassimpático (LIND et al., 2005).

Suínos adultos criados em pastagem demonstraram um comportamento exploratório muito inferior aos animais criados em baias de alvenaria no teste do campo aberto realizado em chão gramado (13,5 e 58% do tempo do teste, respectivamente) (TAYLOR; FRIEND 1986). Já animais jovens, como os leitões, quando submetidos ao teste do campo aberto, apresentaram comportamento exploratório em 33,2% do tempo total (JANSEN et al., 1995).

2.3 Natureza, ação e efeito fisiológico da Ractopamina em suínos

A ractopamina faz parte do grupo dos agonistas β2-adrenérgicos (β2-AA), autorizados na terapia humana e veterinária, principalmente como anti-asmáticos, broncodilatadores e tocolíticos. Esses medicamentos há muito vêm sendo utilizados na medicina veterinária em frangos (BUYSE et al., 1987), suínos (BARK et al., 1992) e bovinos (EISEMANN et al., 1988), reconhecidos como promotores de crescimento animal.

O mecanismo de ação mais sugerido aponta para a membrana celular, onde um receptor (R) é estimulado pelo agonista (β AA). O complexo βA-R fixa-se sobre uma proteína de ligação. Essa proteína denominada Gs, na sua forma ativa, vai induzir a modificação da fluidez da membrana, permitindo assim, o seu deslocamento lateral, levando à estimulação da ação catalítica da enzima adenilato ciclase, Ac. Essa, que se situa na face interna da membrana plasmática, vai, a partir do trifosfato de adenosina (ATP), levar à formação do monofosfato cíclico de adenosina (AMPc), que atua como mensageiro secundário. O AMPc ativa uma proteína-quinase (PKA) que conduz à fosforilação de proteínas. As proteínas têm sua funcionalidade controlada pelo processo de fosforilação/defosforilação (adaptado de RAMOS; SILVEIRA, 2002), desencadeando efeitos fisiológicos.

Os β AA são capazes de promover maior ganho de peso diário em frangos e suínos (RAMOS; SILVEIRA, 2002). Existe também aumento da massa muscular em percentagens que variam entre 6 e 18% em ratos (RAMOS; SILVEIRA, 2002; CORREIA et al., 1992; CARTER et al., 1991) e suínos (RAMOS; SILVEIRA, 2002). Concomitantemente, observa-se a diminuição da gordura corporal, com valores oscilando entre 6 e 33% em ratos (RAMOS; SILVEIRA, 2002), frangos (MURAMATSU et al., 1991) e suínos (RAMOS; SILVEIRA, 2002).

Entretanto, a utilização da ractopamina no período de terminação dos suínos revelou, após 4 semanas, um aumento de duas vezes nos valores de epinefrina e norepinefrina (catecolaminas) em relação aos animais controle, acarretando maior dificuldade no manejo, aumento dos batimentos cardíacos e aumento do estresse durante o transporte. Os animais que receberam ractopamina também se apresentaram mais ativos e permaneceram parte do tempo em estado de alerta, em decúbito external e menos tempo em decúbito lateral que animais controle (MARCHANT-FORDE, 2003).

2.3.1 Ractopamina e Qualidade de Carne

Apesar de a ractopamina trazer grandes benefícios para a eficiência alimentar, taxa de crescimento e na produção de carne magra (STOLLER et al., 2003), a mesma pode acarretar algumas alterações em qualidade de carne.

Porém, em pesquisa realizada com suínos que receberam 10 ppm de ractopamina, não encontraram diferenças entre os grupos para perdas por gotejamento, perdas por cozimento e valor de L* (brilho) (STOLLER et al., 2003).

A utilização de 20 ppm de ractopamina na dieta causou diminuição nas perdas por cozimento e também aumento na força de cisalhamento na carne (UTTARO et al., 1993). Houve diferenças em relação a valores de a* e b*, sendo que animais que receberam ractopamina apresentaram menores valores, o mesmo não ocorreu com o valor de L*. Também não foi encontrada diferença para perdas por gotejamento.

Perdas por gotejamento e valor de L* também não diferiram entre animais controle e tratados com 2,7 ppm de salbutamol (agonista beta-adrenérgico), porém, em animais tratados houve um aumento na força de cisalhamento (WARRIS et al., 1990).

Referências

ARCHER, J. Tests for emotionality in rats and mice: a review. **Animal Behaviour**, London, v. 21, p. 205-235, 1973.

BARK, L.J.; STAHLY, T. S.; CROMWELL, G. L.; MIYAT, J. Influence of genetic capacity for lean tissue growth on rate and efficiency of tissue accretion in pigs feed ractopamine. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3391-3400, 1992.

BOISSY, A. Fear and fearfulness in animals. **The Quarterly Review of Biology**, Baltimore, v. 70, n. 2, p. 165-191, 1995.

BUYSE, J.; DECUYPERE, E; HUYGHEBAERT, G.; HERREMANS, M. The effect of clenbuterol supplementation on growth performance and on plasma hormone and metabolite levels of broilers. **Poultry Science**, Ithaca, v. 70, n. 4, p. 993-1002, 1987.

CARTER, W.J.; DANG, A. Q.; FAAS, F. H.; LYNCH, M. E. Effects of clenbuterol on skeletal muscle mass, body composition, and recovery from surgical stress in senescent rats. **Metabolism: Clinical and Experimental**, Philadelphia, v. 40, p. 855-860, 1991.

CORREIA, J.H.R.D.; PRATES, J. A. M.; SANTOS, P. J. R. Effects du salbutamol sur le dévelopement musculaire et sur l'activité monoamine oxydase du plasma chez le rat. **Revue de Medecine Veterinaire**, Toulouse, v.143, p.905-911, 1992.

EISEMANN, J.H.; HUNTINGTON, G. B.; FERRELL, C. L. Effects on dietary cienbuterol on metabolism of the hindquarters in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, p. 342-353, 1988.

GLOSLING, S. D.; JOHN, O. P. Personality dimensions in nonhuman animal: a cross-species review. **Current Directions in Psychological Science**, Rochester, v. 8, p. 69-75, 1999.

GRAY, J.A.; LALLJEE, B. Sex differences in emotional behavioral in the rat:correlation between open-field defecation and active avoidance. **Animal Behaviour**, London, v. 22, p. 856-861, 1974.

HALL, C. S. Emotional behavior in the rat. I. Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality. **Journal of Comparative Psychology**, Baltimore, v. 18, p. 385-403, 1934.

HENRY, J. P.; STEPHENS-LARSON, P. Specific effects of stress on disease processes. In: MOBERG, G. P. (Ed.). **Animal stress**. Baltimore: The willians & Wilkins, 1985, p. 161-175.

JENSEN, P.; FORKMAN, B.; THODBERG, K.; KOSTER, E. Individual variation and consistency in piglet behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 45, p. 43-52, 1995.

JANSEN, P.; TOATES, F. M. Stress a state of motivational systems. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 53, p. 145-156, 1997.

LAWRENCE, A. B.;TERLOUW, E. M. C.; ILLIUS, A. W. Individual differences in behavior responses of pigs exposed to non-social and social challenges. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 30, p. 76-83, 1991.

LAZARUS, R. S.; FOLKMAN, S. **Stress, appraisal and coping**. New York: Springer Publishing, 1984. p. 62.

LEVINE, S.; URSIN, H. What is stress? In: BROWN, M. R. (Ed.). **Stress:** neurobiology and neuroendocrinology. New York: Marcel Dekker, 1991. p. 56.

LIND, N.M.; ARNFRED, S. M.; HEMMINGSEN, R. P.; HANSEN, A. K.; JENSEN, K. H. Open Field Behaviour and Reaction to Novelty in Göttingen Minipigs: Effects of Amphetamine and Haloperidol. **Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science**, Stockholm, v. 32, p. 103-112, 2005.

MARGIS, R.; PICON, P.; COSNER; A. F.; SILVEIRA, R. O. Relação entre estressores, estresse e ansiedade. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 65-74, 2003.

McEWEN, B. S. Protective and damaging effects of stress mediators. Lessons learned from the immune system and brain. In: BROOM, D. M. (Ed.). **Coping with challenge:** Welfare in animals including humans. Berlin: Dahlem University Press, 2001. p. 35-37.

McEWEN, B. S.; STELLAR, E. Stress and the individual. Mechanisms leading to disease. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 153, p. 2093-2101, 1993.

MARCHANT-FORDE, J. N.; LAY, D. C.; PAJOR, E. A.; RICHERT, B. T.; SCHINCKEL, A. P. The effects of ractopamine on the behavior and physiology of finishing pigs. **Journal of Animal Science,** Champaign, v. 81, p. 416 – 422, 2003.

MOBERG, G. P. Biological response to stress: Key to assessment of well-being? In: MOBERG, G. P. (Ed.). **Animal stress**. Baltimore: The willians & Wilkins, 1985. p.27.

MURAMATSU, T. Research note: beta-adrenergic agonist effects on liver and breast muscle protein synthesis in female chicks. **Poultry Science**, Ithaca, v. 70, p.1630-1632, 1991.

NAZAR, M.; JESSA, M.; PLAZNIK, A . Benzodiazepine-GABAA receptor complex ligands in two models of anxiety. **Journal of Neural Transmission**, Vienna, v. 104, p. 733-746, 1997.

PLAZNIK, A.; DANYSZ, W.; KOSTOWSKI, W.; BIDZIŃSKI, A.; HAUPTMANN, M**.** Interaction between noradrenergicand serotonergic brain systems as evidenced by behavioral and biochemical effects of microinjections of adrenergic agonists and antagonists into the median raphe nucleus. **Pharmacology Biochemistry & Behavior**, New York, v. 19, p. 27-32, 1983.

PRUT, L.; BELZUNG, C. The open field as a paradigm to measure the effects of drugson anxiety-like behaviors: a review. **European Journal of Phamacology**, Amsterdam, v. 463, p. 3-33, 2003.

RAMOS, A.; CORREIA, E. C.; IZÍDIO, G. S.; BRÜSKE, G. R. Genetic selection of two new rat lines displaying different levels of anxiety-related behaviors. **Behavior Genetics**, New York, v. 33, p. 657-668, 2003.

RAMOS, F.; SILVEIRA, M.I.N. Agonistas adrenérgicos B2 e produção animal. I – Mecanismo de acção. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinária**, Lisboa, v. 95, p. 99-110, 2000.

RUTHERFORD, K. M.; HASKELL, M. J.; GLASBEY, C.; LAWRENCE, A. B. The responses of growing pigs to a chronic-intermittent stress treatment**. Physiology & Behavior**, New York, v. 89, p. 670-680, 2006.

SHOUTEN, W.G.P.; WIEPKEMA, P.R. Coping styles of tethered sows. **Behavioural Processes**, Amsterdam, v. 25, p. 125-132, 1991.

SLUYTER, F.; KORTE, S. M.; BOHUS, B.; VAN OORTMERSSEN, G. A. Behavioral stress response of genetically selected aggressive and non-aggressive wild house mice in the shock-probe/defensive burying test. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, New York, v. 60, p. 1403-1407, 1996.

SPINOSA, H. S.; GORNIAK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacología aplicada à medicina veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 103.

STOLBA, A.; WOOD-GUSH, D.G.M. The behaviour of pigs in a semi-natural environment. **Animal Production**, Edinburgh, v. 48, p. 419–425, 1989.

STOLLER, G. M.; ZERBY, H. N.; MOELLER, S. J.; BAAS, T. J.; JOHNSON, C.; WATKINS, L. E. The effect of feeding ractopamine (Paylean) on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1508-1516, 2003.

STOWELL, J.R.; KIECOLT-GLASER, J. K.; GLASER, R. Perceived stress and cellular immunity: when coping counts. **Journal of Behavioral Medicine**, New York, v. 24, p. 323-339, 2001.

STUDNITZ, M.; JENSEN, M. B.; PEDERSEN, L. J. Why do pigs root and in what will they root? A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, (2006) doi:10.1016/j.applanim.2006.11.013

SWANSON, H. H. Interaction of experience with adrenal and sex hormones on the behaviour of hamsters in the open field test. **Animal Behaviour**, London, v. 17, p. 148-154, 1969.

TAYLOR, L.; FRIEND, T.H. Open-field test behavior of growing swine maintained on a concrete floor and a pasture. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 16, p. 143-148, 1986.

THODBERG, K.; JENSEN, K. H.; HERSKIN, M. S. A general reaction pattern across situations in prepubertal gilts. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 63, p. 103-119, 1999.

UTTARO, B. E.; BALL, R. O.; DICK, P.; RAE, W.; VESSIE, G.; JEREMIAH, L. E. Effect of ractoparnine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 2439-2449, 1993.

WARRISS, P.D.; BROWN, S. N.; ROLPH, T. P.; KESTIN, S. C. Interactions between the beta-adrenergic agonist salbutamol and genotype on meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 3669-3676, 1990.

WIEPKEMA, P. R. Behavioural aspects of stress. In: WIEPKEMA, P. R.; VAN ADRICHEM (Ed.). **Biology of stress in farm animals.** An integrative approach. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1987. p. 77.

WIEPKEMA, P. R.; KOOLHAAS, J. M. Stress and animal Welfare. **The Animal Welfare Institute quarterly**, Washington v. 2, p. 195-218, 1993.

3 AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE SUINOS DE DIFERENTE CONDIÇÃO SEXUAL E RAÇA, E ALTERAÇÃO CAUSADA PELA RACTOPAMINA UTILIZANDO O TESTE DO CAMPO ABERTO

Resumo

A reatividade dos animais ao homem e a situações novas pode influenciar manejo, produção e qualidade do produto de origem animal. A eficácia do teste do campo aberto (TCA) na detecção de diferenças comportamentais em suínos de diferentes raças, condição sexual e doses de ractopamina foram analisadas. Trinta suínos da raça Large White (LW) (15 machos castrados e 15 fêmeas) e 30 da raça Duroc (DC) com mesma distribuição de condição sexual e média de 105 dias de idade e 78,3 kg de peso vivo, foram individualmente submetidos ao primeiro TCA (CA1) por 5 minutos, em uma área gramada (6,0 X 6,0 m), sem contato visual com o exterior, dividida em 36 quadrantes pintados no chão de 1,0 m^2. O teste foi repetido (CA2) aos 120 dias de idade e peso médio de 101,7 kg, 11 dias após o início do fornecimento de doses de ractopamina (0, 10 e 20 ppm). O experimento considerou as variáveis: diferença entre o tempo de permanência dentro dos quadrantes inicial (QI), intermediário (QInt), lateral (QL), central (QC) e central total (QCT), durante o CA2 e CA1 (ΔTP) e o tempo de permanência nos quadrantes durante o CA2. Para ΔTP no QI, animais LW apresentaram uma diferença maior e negativa em relação aos DC. O ΔTP no QInt e QCT foi maior para fêmeas LW em relação às fêmeas DC. O ΔTP para o QL foi maior para as fêmeas em relação aos machos, para animais que receberam 10 ppm de ractopamina. No CA2, fêmeas LW permaneceram menos tempo no QI e mais tempo no QInt em relação aos LW castrados e fêmeas DC, respectivamente. DC castrados permaneceram mais tempo no QCT em relação aos LW castrados e fêmeas DC. O TCA detectou diferenças comportamentais relacionadas com reatividade em suínos. Esse resultado pode ser a confirmação de maior reatividade das fêmeas LW. Por outro lado, machos castrados DC parecem ser uma categoria animal de maior ímpeto exploratório em condições novas.

Palavras chave: Large White; Duroc; Reatividade; Exploração; Estresse

EVALUATION OF PIGS BEHAVIOR OF DIFFERENT SEXUAL CONDITION AND RACE, AND ALTERATION CAUSED BY RACTOPAMINA USING IN OPEN FIELD TEST

Abstract

The reactivity of animals to man and new situations can influence handling, production and animal products quality. The effectiveness of open field test (OFT) in detection behavior differences in pigs of different breed, sexual condition and doses of ractopamine were analyzed. Thirty pigs Large White (LW) (15 barrows and 15 gilts) and 30 Duroc (DC), with the same distribution of sexual condition. They were submitted to first OFT (OF1) individually, with average age and weight of 105 days and 78.3 kg, respectively. The test lasted 5 minutes, in a grassy area (6.0 X 6.0 m), without visual

contact with the exterior, divided in 36 squares painted on the floor, with 1.0 m^2 each. The test was repeated (OF2) with 120 days of average age and 101.7 kg of average weight and, 11 days after the beginning of ractopamine dosage (0, 10 and 20 ppm). The experiment considered the variables: difference between the rest time during the OF2 and OF1 (ΔPT) inside initial squares (IS), intermediary (IntS), lateral (LS), central (CS) and central total (CTS), and the rest time into those squares during the OF2. The behavior evaluations showed higher absolute ΔPT values at IS for the LW breed. The ΔPT for IntC and TCS was higher for gilts LW in relation to gilts DC. The results, point to LW, especially females, as more reactive animals to new conditions. The ΔPT for LS presented extreme and inverse values for gilts and barrows who received 10 ppm. In OF2, gilts LW remained shorter time in IS and longer in IntS, in relation to barrows LW and gilts DC, respectively. On the other hand, barrows DC remained more time in CTS, in relation to barrows LW and gilts DC. The OFT detected behavior differences related to reactivity in pigs. This result can be the confirmation of higher reactivity of gilts LW. On the other hand, barrows DC might be considered an animal category with higher exploratory impetus in new conditions.

Keywords: Large White; Duroc; Reactivity; Exploration; Stress

3.1 Introdução

Existem diferenças comportamentais, não somente entre espécies, mas também entre indivíduos da mesma espécie, diferentes idades e sexos, quando estes são submetidos às mesmas condições (SWANSON, 1969; GRAY; LALLJEE, 1974), indicando diferenças na capacidade adaptativa (SCHOUTEN; WIEPKEMA, 1991), sugerindo a existência de traços de personalidade em animais (BOISSY, 1995), que são mais evidentes, quando submetidos à condição de estresse (STOWELL et al., 2001).

O desencadeamento do medo, da ansiedade e do próprio estresse (busca pela homeostase) (LAZARUS; FOLKMAN, 1984), cujas raízes estão contidas nas reações de defesa dos animais (MARGIS et al., 2003), geram respostas comportamentais a eventos aversivos que podem ser várias e contraditórias (BOISSY, 1995), decorrentes das modificações das atividades do Sistema Nervoso Autônomo (SNA) e do Eixo Hipotalâmico-Pituitário-Adrenal (HPA).

Em resposta ao estresse pela ativação do Sistema Nervoso Simpático e do eixo HPA, verifica-se aumento do beta-adrenérgico natural, epinefrina, na circulação. Portanto, a utilização de agonistas β2-adrenérgico sintéticos como a ractopamina, no

período de terminação dos suínos, tem potencial de estimular respostas típicas do estresse. Esta prática acarretou um aumento de duas vezes nos valores de epinefrina circulante, maior dificuldade no manejo, aumento dos batimentos cardíacos e aumento do estresse durante o transporte (MARCHANT-FORDE, 2003).

A avaliação de respostas comportamentais dos animais, em condições de adversidade, encontradas em seu hábitat, como movimentação e transporte, e concomitante exposição a novos ambientes, situações essas consideradas estressantes, têm sido simulada em diversas situações laboratoriais, como o teste do campo aberto (BOISSY, 1995).

O presente trabalho tem como objetivos verificar a relação de medidas de comportamento por método estabelecido de avaliação etológica com reatividade e comportamento exploratório, e a influência da Ractopamina nessa relação em suínos submetidos a ambiente extranho.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Galpão de criação e baias

O galpão utilizado para a criação dos suínos possui 658,07 m^2 (43,5 x 16,5 m) de construção e pé direito de 3,0 m, provido de janelas de vidro, teladas em ambos os lados de seu comprimento, permitindo ventilação e claridade durante o dia todo. O mesmo possui 80 baias construídas em alvenaria, com dimensões de 1,11 m de largura por 2,20 m de comprimento (2,40 m^2 de área). Cada baia possui em sua parte posterior um bebedouro do tipo *niplee* (chupeta) e, na parte anterior, um cocho de 0,25 m^2 (0,50 x 0,50 m). As baias são divididas com grades de ferro, permitindo a visualização dos animais vizinhos.

3.2.2 Animais

Foram utilizados 60 suínos para a realização do experimento, sendo 30 da raça Large White (15 machos castrados e 15 fêmeas) e 30 da raça Duroc, com mesma

distribuição de condição sexual. Os animais foram transportados para o local do experimento, com média de 60 dias de idade e 27,0 (±0,56) kg de peso vivo. Foram, aleatoriamente, alocados nas baias individuais, não se respeitando a ordem de desembarque. No mesmo instante tiveram acesso à água e ao alimento.

3.2.3 Manejo de rotina

A primeira alimentação do dia era fornecida às 07h 30min. Após a alimentação, as baias eram lavadas com água, sob pressão. Durante o dia, era fornecida alimentação aos animais, conforme os cochos eram esvaziados, sendo que a último trato do dia ocorria às 17h 30min. Uma vez na semana, havia a pesagem dos animais, que se iniciava às 08h. Neste dia, os animais recebiam o primeiro trato após a pesagem.

3.2.4 Tratamento com ractopamina

Após 10 semanas de experimento, os animais atingiram média de 85,0 (±6,5) kg de peso vivo. Neste momento, foi iniciado o fornecimento da ractopamina (Paylean 20). Foram feitas duas doses do agonista β2-adrenérgico na ração: 10 e 20 ppm, e grupo controle. As doses foram, aleatoriamente, designadas aos animais, dentro dos dois grupos de condição sexual diferenciada (machos castrados e fêmeas) e das raças (Large White e Duroc). A ractopamina foi adicionada à ração comercial na fábrica de ração experimental.

3.2.5 Teste do campo aberto

O teste do campo aberto foi realizado em uma área-teste gramada (6,0 X 6,0 m), totalizando 36,0 m^2 e sem contato visual com o exterior (cerca coberta com lona preta). A área foi dividida, igualmente, em 36 quadrantes de 1,0 m^2 cada, pintados no chão.

Os animais, com idade média de 105 dias e peso médio de 78,3 kg, foram submetidos ao teste do campo aberto 1 (CA1). O teste foi realizado das 10h às 14h em

dois dias consecutivos, sendo 30 animais por dia, escolhidos na seqüência das baias em que estavam contidos. Cada animal foi conduzido individual e lentamente até a área-teste. O teste teve duração de 5 minutos/animal e foram medidas as variáveis tempo de permanência em segundos para: grupo de quadrantes iniciais (ao redor da porta de entrada do teste), intermediários, laterais, centrais e central total (Figura 1). O animal pertencia à determinada área no teste do campo aberto, quando a maior parte de seu corpo estava contida na mesma.

Após 11 dias do início do tratamento com ractopamina, os animais foram submetidos, novamente, ao teste do campo aberto (CA2), com 120 dias de idade e peso médio de 101,7 kg. Foram respeitados o horário de execução do teste e a ordem de entrada dos animais, estabelecidos no CA1. Todos os animais foram filmados, tomando-se cuidado para que o animal não tivesse contato visual com o cinegrafista. Também foi mantido silêncio durante o teste. Foram submetidos à análise estatística a diferença entre os tempos de permanência nos quadrantes obtidos no CA1 e CA2 ($\Delta TP = CA2 - CA1$) e o tempo obtido no CA2, pois os animais já estavam recebendo o tratamento com ractopamina. Pela dificuldade de retirada das fezes e urina do local do teste, antes do mesmo ser iniciado, eram coletadas fezes e urina de várias baias e jogadas na área, antes de iniciar os testes.

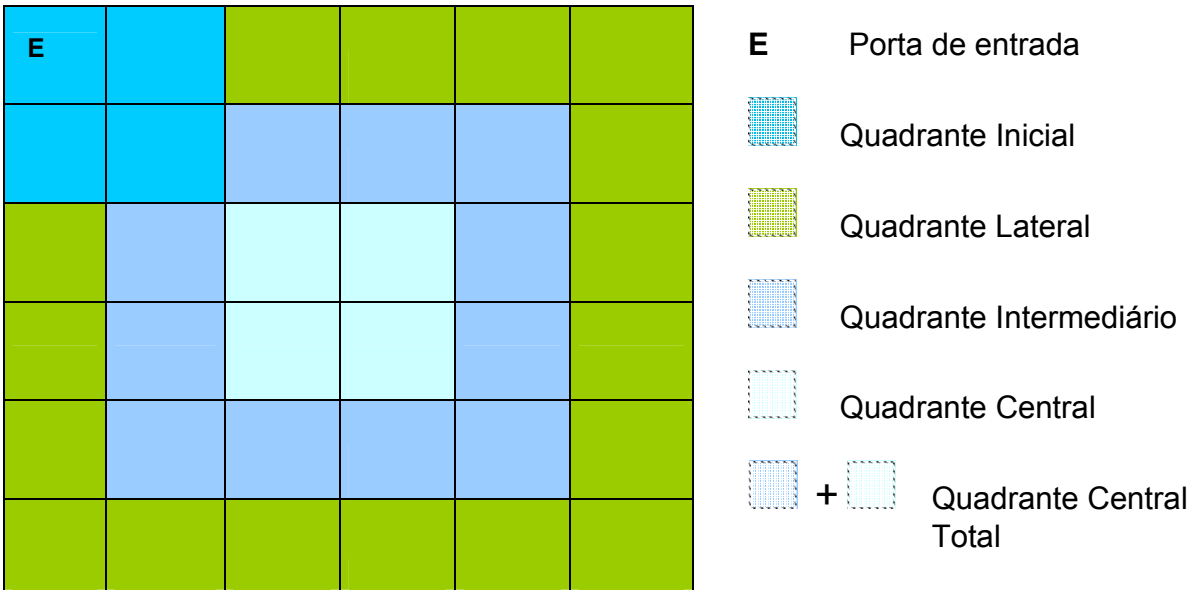


Figura 1 - Divisão dos quadrantes no teste do campo aberto

Tabela 1 - Variáveis amostradas nos testes de comportamento

Variável	Registro
Quadrante Inicial (QI)	Tempo total que o animal permaneceu nos quadrantes iniciais (ao redor da entrada da área teste);
Quadrante Intermediário (QInt)	Tempo total que o animal permaneceu nos quadrantes intermediários (entre os centrais e os laterais);
Quadrante Lateral (QL)	Tempo total que o animal permaneceu nos quadrantes laterais da área teste;
Quadrante Central (QC)	Tempo total que o animal permaneceu nos quadrantes centrais da área teste;
Quadrante Central Total (QCT)	Tempo total que o animal permaneceu na soma dos quadrantes centrais e intermediários da área teste;

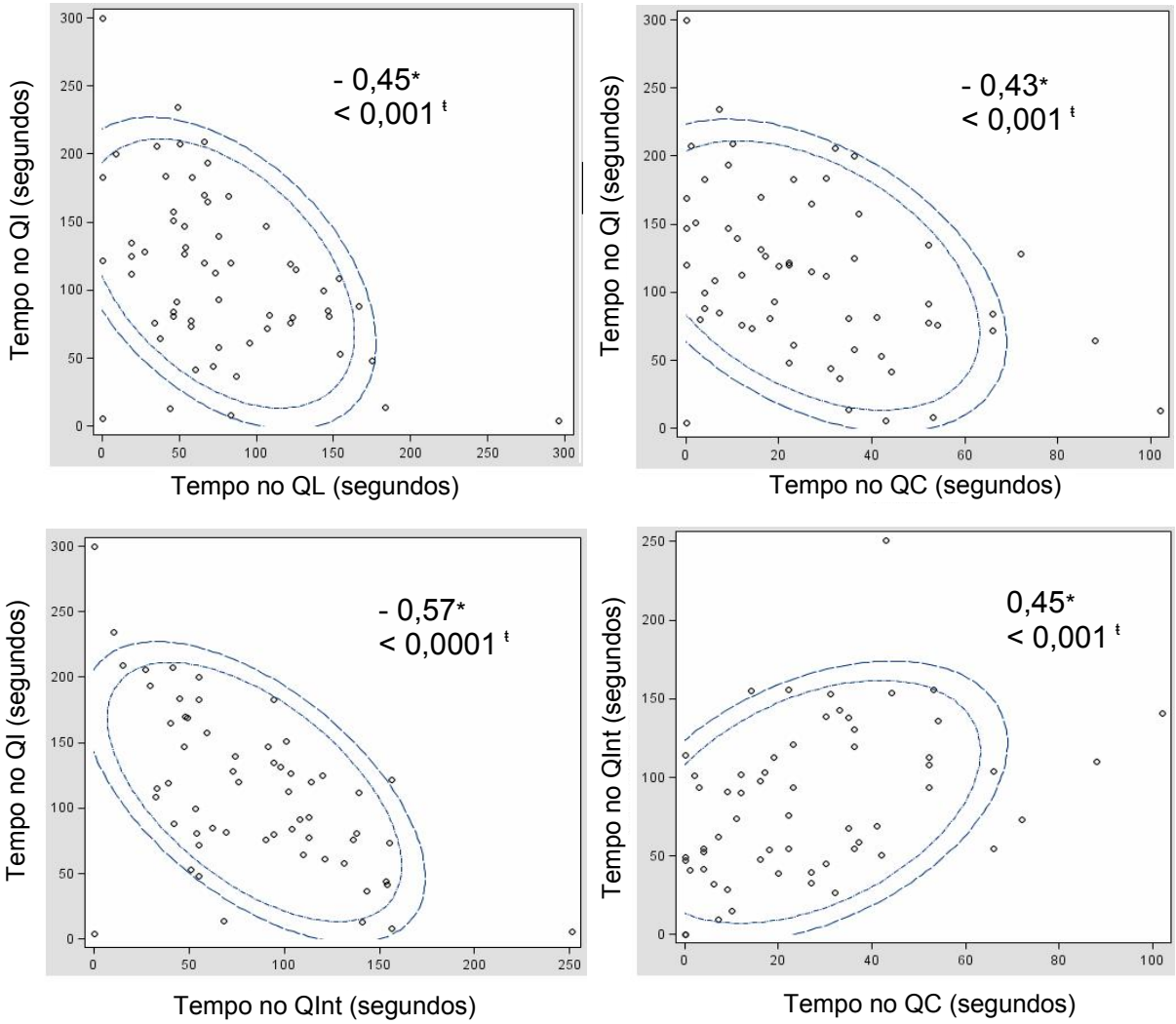
3.2.6 Análise estatística

O experimento foi delineado, inteiramente ao acaso, com estrutura fatorial 2 (raças) X 2 (condição sexual) X 3 (doses de ractopamina). Os dados foram analisados utilizando-se o Proc Mixed do pacote estatístico do SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC). A análise de movimentação dos animais, no campo aberto, foi realizada através da correlação de Pearson. Foram incluídos no modelo os efeitos principais (raça, condição sexual e dose) e suas interações. Os efeitos principais e suas interações foram submetidos à ANOVA. O teste utilizado para a comparação das médias foi o Student'*t.*

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 *Movimentação dos animais no teste do campo aberto*

No teste do campo aberto 2, o tempo de permanência dos animais no QI foi inversamente proporcional aos tempos de permanência nos QC, QL e QInt, com certa preferência para movimentação dos animais do QI, com destino ao QInt, em relação ao QL (Figura 1).



*Coeficiente de correlação de Pearson; ‡Nível de significância.

Figura 1 - Gráfico de dispersão das observações e correlação entre tempos de permanência em quadrantes do teste do campo aberto para suínos Large White e Duroc, com 120 dias de idade e 102 kg de peso vivo

A menor correlação entre tempo de permanência no QI e QC, em relação a QI e QInt, deve-se à necessidade de movimentação pelo QInt para entrar no QC e dele sair em direção a outros quadrantes. Isso é comprovado por meio da correlação positiva entre os QC e QInt.

Traduzindo tais correlações na tentativa de descrever uma rota para os animais submetidos ao teste, esta seria: os animais começariam o teste no QI, com uma probabilidade maior de explorarem até o QInt. Após esse trajeto, estariam com uma leve inclinação a adentrarem ao QL, em relação ao QC.

3.3.2 Diferença entre os tempos de permanência no CA2 e CA1.

No experimento, em que os animais foram testados duas vezes no mesmo local, os suínos Large White aumentaram o comportamento exploratório no segundo teste, apresentando maior diferença no tempo de permanência no QI, entre o CA2 e CA1 (Tabela 3). Portanto, apresentaram mudança significativa da condição de menor "mobilidade" no primeiro teste, onde permaneceram mais tempo no QI, por ser considerado uma área de segurança pelos animais. A pouca mobilidade em teste de campo aberto foi relatada para bovinos, que também permaneceram nos quadrantes iniciais (KILGOUR, 1975).

Os animais Duroc parecem explorar mais o campo aberto, desde o primeiro contato com a área, apresentado pelo menor ΔTP para os testes consecutivos. Terlouw et al. (1997) observaram que animais Duroc, submetidos ao teste do objeto estranho e ao contato com o ser humano, tinham uma freqüência de deslocamento maior que os Large White. Os animais da raça Duroc também demonstraram ser menos medrosos e/ou mais motivados a tocarem o ser humano (TERLOUW, 2005). Animais dessa raça podem ser menos susceptíveis ao estresse em situações novas, fato indicado pelas baixas concentrações de epinefrina, norepinefrina e dopamina em teste de imobilização realizado durante vários minutos (ROSOCHACKI et al.,2000).

Portanto, a mudança do comportamento exploratório verificada nos animais Large White, em testes consecutivos em campo aberto, parece estar ligada à observação que animais Large White seriam, relativamente, mais reativos (TERLOUW ; PORCHER, 2005), necessitando de mais exposições ao teste para que melhor se adaptem ao novo ambiente.

Tabela 3 - Diferença do tempo de permanência nos quadrantes entre dois testes consecutivos no campo aberto para suínos Large White e Duroc de diferente condição sexual, com e sem ractopamina na dieta de terminação

		Δ TP* Quadrantes				
		Inicial	Intermediário	Central	Lateral	Central Total
				Segundos		
Raça						
Large White (LW)		-51,8 (12,4)[b]	32,4 (8,6)	7,7 (4,6)	10,9 (12,7)	38,0 (10,7)
Duroc (DC)		-11,0 (12,7)[a]	13,7 (8,4)	9,7 (4,7)	-2,8 (13,0)	13,7 (11,0)
	P	0,03	NS	NS	NS	NS
Sexo[Ŧ]						
Macho Castrado (MC)		-21,5 (12,6)	20,0 (8,8)	11,4 (4,8)	-6,3 (12,9)	24,7 (11,0)
Fêmea (F)		-41,3 (15,6)	27,1 (8,7)	6,1 (4,7)	14,4 (12,8)	27,0 (10,8)
	P	NS	NS	NS	NS	NS
Raça X Sexo						
LW-MC		-30,0 (17,5)	16,0 (12,2)[ab]	7,7 (6,7)	4,53 (17,9)	19,5 (15,2)[ab]
LW-F		-73,7 (17,5)	48,7 (12,2)[a]	7,8 (6,4)	17,2 (17,9)	56,5 (15,2)[a]
DC-MC		-12,9 (18,2)	22,0 (12,7)[ab]	15,1 (7,1)	-17,1 (18,6)	30,0 (15,8)[ab]
DC-F		-9,0 (17,7)	5,5 (12,3)[b]	4,3 (6,8)	11,6 (18,2)	-2,6 (15,4)[b]
	P	NS	0,05	NS	NS	0,03
Dose de ractopamina[t]						
0		-46,4 (15,6)	26,9 (10,9)	7,5 (5,7)	8,0 (16,0)	34,4 (13,6)
10		-20,3 (15,1)	23,7 (10,5)	3,1 (5,7)	2,4 (15,5)	17,5 (13,2)
20		-27,4 (15,3)	18,6 (10,7)	15,6 (6,0)	1,8 (15,7)	25,7 (13,3)
	P	NS	NS	NS	NS	NS
Raça X Dose						
	P	NS	NS	NS	NS	NS
Sexo X Dose						
MC-0		-17,0 (21,4)	10,7 (15,0)	7,6 (7,8)	-9,4 (21,9)[AB]	18,3 (18,6)
MC-10		-7,2 (21,4)	32,4 (15,0)	5,0 (7,8)	-31,2 (21,9)[B]	37,4 (18,6)
MC-20		-40,2 (22,7)	13,9 (15,8)	21,5 (9,5)	21,8 (23,3)[AB]	18,5 (19,7)
F-0		-75,8 (22,7)	43,2 (15,8)	7,3 (8,3)	25,5 (23,3)[AB]	50,5 (19,7)
F-10		-33,5 (21,4)	14,9 (14,9)	1,3 (8,3)	35,9 (21,9)[A]	-2,4 (18,6)
F-20		-14,7 (20,5)	23,3 (14,3)	9,6 (7,5)	-18,2 (21,0)[AB]	32,9 (17,8)
	P	NS	NS	NS	0,06	NS
R X S X D						
	P	NS	NS	NS	NS	NS

***Δ TP**: Diferença do tempo de permanência nos quadrantes entre o CA2 e CA1 (CA2 – CA1);
CA1: Primeiro teste do campo aberto realizado, com peso médio de 78,3 kg e 105 dias de idade;
CA2: Segundo teste do campo aberto realizado 11 dias após o início do tratamento com ractopamina, com peso médio de 101,7 kg e 120 dias de idade; [Ŧ]Sexo ou S: condição sexual; [t]Dose em ppm;
A diferença (P< 0,05) entre as médias está representada pelas letras minúsculas e a diferença (P=0,06) está representada pelas letras maiúsculas, no canto superior direito dos valores, dentro dos efeitos principais ou suas interações para cada quadrante.

Todavia, a maior motivação exploratória verificada por meio dos testes consecutivos em campo aberto parece contradizer as observações de perda de motivação para explorar, quando suínos (JANSEN, 1995) e bovinos (KILGOUR, 1975) foram testados duas vezes no mesmo local. Esses autores sugerem que a grande capacidade de aprendizagem explicaria a desmotivação numa segunda exposição ao mesmo local, o que não ocorre quando testados duas vezes em diferentes locais.

Em testes como o do campo aberto, a exploração do ambiente estranho ao animal relaciona-se inversamente com o emocional ou medo (ARCHER, 1973), por meio da ativação do sistema neuroendócrino (DÉSAUTÉS et al., 1997). A submissão dos suínos ao teste CA2 privilegiou a locomoção baseada na exploração, pela menor influência do fator medo na segunda exposição. Animais devem ser submetidos duas vezes ao teste do campo aberto, para uma correta interpretação da atividade de locomoção baseada nos fatores medo e exploração (KOENE et al., 2003).

Portanto, no teste consecutivo de campo aberto para os suínos prevaleceu a exploração em relação ao medo, pois, a grama, o solo, a luz do sol durante o teste eram atrativos aos animais criados em baias de alvenaria. Esses podem ser fatores estimuladores do comportamento exploratório em detrimento ao medo ou ansiedade no novo ambiente (TAYLOR; FRIEND 1986).

A ΔTP para QInt e QCT (áreas centrais do teste) foram iguais nas comparações entre as médias para a interação raça e sexo (Tabela 3). Para as fêmeas Large White houve uma grande diferença na exploração de áreas mais centrais do teste, em relação às fêmeas Duroc. Fêmeas, em geral, desenvolvem melhor desempenho no teste do campo aberto em relação aos machos, e maior movimentação no teste do campo aberto, mas parecidos em relação aos machos castrados, antes da puberdade (SWANSON, 1966; OGAWA et al., 1997).

O fato de os machos castrados, tanto Large White quanto Duroc, não diferirem das fêmeas pode ser explicado pela grande diminuição do número de receptores de testosterona no hipotálamo, sem alteração do número de receptores de estrógeno, fato observado em hamsters machos castrados antes da puberdade (ROMEO et al., 2000), pois, hormônios androgênios atuam de forma contrária, reduzindo o comportamento

exploratório em hamsters não castrados (HEIDI; SWANSON, 1969; RAMOS et al., 2003; PIVINA et al., 2007).

Fêmeas Large White, por serem mais reativas, necessitam maior número de exposições para permanecerem mais tempo nas áreas centrais, característica de animais menos ansiosos. A administração de drogas ansiolíticas em ratos facilitou o comportamento de se locomover nas áreas mais centrais do teste do campo aberto (NAZAR et al., 1997).

O ΔTP para a variável QL apresentou diferença na interação entre sexo e dose (Tabela 3). As fêmeas que receberam 10 ppm (F-10) de ractopamina diminuíram a permanência nesse quadrante, quando submetidas ao segundo teste, e os machos castrados que receberam 10 ppm (MC-10) de ractopamina aumentaram a permanência nesse quadrante.

Valores extremos como observados nos MC-10 e F-10 para ΔTP no QL podem refletir maior dificuldade de adaptação ao novo ambiente. Essa é uma característica de animais com maior reatividade, resultado de problemas de má adaptação que derivam de limitações no controle da manutenção da homeostase (BROOM et al., 1993). Esse controle é feito pelo eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal (HPA), cujo mediador químico é o cortisol, e pelo eixo simpaticoadrenomedular (SAM), cujos mediadores químicos são as catecolaminas, que são os dois maiores sistemas neuroendócrino envolvidos na resposta adaptativa durante a exposição ao agente estressor. A soma da atividade dos eixos descritos acima, mais a administração de β2-adrenérgico na alimentação pode ter causado efeito sinérgico, pois, a adição deste fármaco na ração revelou aumento em diversas variáveis indicadoras de estresse (MARCHANT-FORDE, 2003).

Entretanto, apenas a dose 10 ppm demonstrou diferenças entre os sexos. Nesse caso, pode ter ocorrido um fenômeno de dessensibilização das células em relação à dose de 20 ppm. Tal dessensibilização é altamente dependente da dose, com regulação mais rápida em doses maiores (GLAUBIGER; LEFKOWITZ, 1977) e continuadas (McELLIGOT at al., 1989). Esta regulação limita a efetividade do β2-adrenérgico, reduzindo no tecido adiposo, o número de receptores para este composto na membrana celular em 25% em 1 dia, e a mais de 50% em 7 dias (SPURLOCK et al., 1994).

3.3.3 Tempo de permanência no teste do campo aberto 2.

As fêmeas Large White permaneceram menos tempo no QI em relação aos machos castrados da mesma raça, e ambos não diferiram dos suínos Duroc (Tabela 4). Isso confirma a maior reatividade das fêmeas Large White (Tabela 3), sendo os Duroc intermediários, cuja literatura descreve como não susceptível ao estresse (ROSOCHACKI et al., 2000).

Tabela 4- Tempo de permanência nos quadrantes no segundo teste do campo aberto

	Tempo de permanência Quadrantes				
	Inicial	**Intermediário**	**Central**	**Lateral**	**Central Total**
			Segundos		
Raça					
Large White (LW)	113,4 (11,0)	87,9 (8,6)	22,8 (4,1)	76,0 (10,0)	110,7 (10,1)
Duroc (DC)	110,5 (11,3)	82,5 (8,8)	31,0 (4,2)	76,1 (10,1)	113,4 (11,4)
P	NS	NS	NS	NS	NS
Sexo[Ŧ]					
Macho Castrado (MC)	120,5 (11,2)	84,9 (8,8)	29,0 (4,2)	65,6 (10,2)	113,9 (11,4)
Fêmea (F)	103,3 (11,1)	85,5 (8,7)	24,8 (4,1)	86,5 (10,1)	110,2 (11,2)
P	NS	NS	NS	NS	NS
Raça X Sexo					
LW-MC	140,5 (15,5)[a]	72,2 (12,2)[ab]	21,7 (5,8)	65,7 (14,1)	93,9 (15,7)[b]
LW-F	86,3 (15,5)[b]	103,7 (12,2)[a]	23,9 (5,8)	86,3 (14,1)	127,3 (15,7)[ab]
DC-MC	100,6 (16,2)[ab]	97,6 (12,7)[ab]	36,2 (6,1)	65,5 (14,7)	133,9 (16,4)[a]
DC-F	120,3 (15,8)[ab]	67,3 (12,4)[b]	25,7 (5,9)	86,7 (14,3)	93,0 (16,0)[b]
P	0,02	0,02	NS	NS	0,02
Dose de ractopamina[ŧ]					
0	99,7 (13,9)	93,2 (10,9)	25,6 (5,2)	81,6 (12,6)	118,8 (14,0)
10	120,6 (13,5)	77,2 (10,5)	24,6 (5,0)	77,5 (12,2)	101,8 (13,6)
20	115,4 (13,6)	85,2 (10,7)	30,4 (5,1)	69,0 (12,4)	115,6 (13,8)
P	NS	NS	NS	NS	NS
Raça X Dose					
P	NS	NS	NS	NS	NS
Sexo X Dose					
P	NS	NS	NS	NS	NS
R X S X D					
P	NS	NS	NS	NS	NS

Segundo teste do campo aberto realizado 11 dias após o início do tratamento com ractopamina, com peso médio de 101,7 kg e 120 dias de idade; [Ŧ]Sexo ou S: condição sexual; [ŧ]Dose em ppm;
A diferença (P< 0,05) entre as médias estão representados pelas letras minúsculas no canto superior direito dos valores dentro dos efeitos principais ou suas interações para cada quadrante.

Em ratos, a menor ansiedade é observada pelo maior tempo gasto nas áreas centrais do teste do campo aberto (local de grande vulnerabilidade) (MEER; RABER,

2005), comportamento verificado nos machos castrados Duroc no QCT, em relação aos machos castrados Large White e às fêmeas Duroc. Porém, não diferiram das fêmeas Large White (Tabela 4). O QI revelou ser uma variável importante para a detecção do impacto da ansiedade ou medo na locomoção.

3.4 Conclusão

O teste do campo aberto dividido em quadrantes apresenta variáveis com potencial para a detecção de diferenças comportamentais relacionadas com raças, interação entre raça e sexo, e interação entre sexo e dose, quando realizado em testes consecutivos. A análise isolada da segunda etapa do teste do campo aberto foi eficaz para a detecção de diferenças comportamentais apenas para a interação raça e sexo.

Raça, condição sexual e dose de Ractopamina podem interagir para alterar o comportamento de suínos em teste do campo aberto.

Referências

ARCHER, J. Tests for emotionality in rats and mice: a review. **Animal Behaviour**, London, v. 21, p. 205-235, 1973.

BOISSY, A. Fear and fearfulness in animals. **The Quarterly Review of Biology**, Baltimore, v. 70, n. 2, p. 165-191, jun. 1995.

BROOM, D.M.; JOHNSON. K.G. **Stress and animal welfare**. London: Chapman & Hall, 1993. 35p.

FIGUEIREDO, H. F.; ULRICH-LAI, Y. M.; CHOI, D. C.; HERMAN, J. P. Estrogen potentiates adrenocortical responses to stress in female rats. **American Journal of Physiology – Endocrinology**, Bethesda, v. 292, p. 1173-1182, 2007.

GLAUBIGER, G.; LEFKOWITZ, R. J. Elevated beta-adrenergic receptor number after chronic propanolol treatment**. Biochemical Biophysical Research Communications**, v. 78, p. 720-725, 1977.

GRAY, J.A.; LALLJEE, B. Sex differences in emotional behavioral in the rat:correlation between open-field defecation and activeavoidance. **Animal Behaviour**, London, v. 22, p. 856-861, 1974.

JANSEN, P.; TOATES, F. M. Stress a state of motivational systems. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 53, p. 145-156, 1997.

KILGOUR, R. The open-field test as an assessment of the temperament of dairy cows. **Animal Behaviour**, London, v. 23, p. 615-624, 1975.

KOENE, P.; BOKKERS, E. A. M.; BOLHUIS, J. E.; RODENBURG, T. B.; URFF, E. M.; ZIMMERMAN, P. H. **The open-field: test of emotionality or an approach-avoidance conflict?** Disponível em: http://library.wur.nl/wasp/bestanden/LUWPUBRD_00327765_A502_001.pdf. Acesso em: 17 jul. 2007.

LAZARUS, R. S.; FOLKMAN, S. **Stress, appraisal and coping**. New York: Springer Publishing Company, 1984. p. 62.

MARCHANT-FORDE, J. N.; LAY, D. C.; PAJOR, E. A.; RICHERT, B. T.; SCHINCKEL, A. P. The effects of ractopamine on the behavior and physiology of finishing pigs. **Journal of Animal Science,** Champaign, v. 81, p. 416 – 422, 2003.

MARGIS, R.; PICON, P.; COSNER; A. F.; SILVEIRA, R. O. Relação entre estressores, estresse e ansiedade. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 65-74, abr. 2003.

McELLIGOTT, M. A.; BARRETO, A.; CHAUNG, L. Y. Effect of continuous and intermittent clenbuterol feeding on rat growth rate and muscle. **Comparative Biochemistry and Physiology**, London, v. 92C, p. 135-138, 1989.

NAZAR, M.; JESSA, M.; PLAZNIK, A . Benzodiazepine-GABAA receptor complex ligands in two models of anxiety. **Journal of Neural Transmission**, Vienna, v. 104, p. 733-746, 1997.

OGAWA, S.; LUBAHN, D. B.; KORACH, K. S.; PFAFF, D. W . Behavioral effects of estrogen receptor gene disruption in male mice. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 94, p. 1476-1481, 1997

PIVINA, S. G.; AKULOVA, V. K.; ORDYAN, N. E. Characteristics of behavior and stress reactivity of the hypophyseal-adrenocortical system in rats with prenatal inhibition of testosterone metabolism. **Neuroscience and Behavioral Physiology**, Washington, v. 37, p. 53-58, 2007.

ROMEO, R.D.; DIEDRICH, S. L.; SISK, C. L. Effects of gonadal steroids during pubertal development on androgen and estrogen receptor-α immunoreactivity in the hypothalamus and amygdale. **Journal of Neurobiology**, New York, v. 44, p. 361-368, 2000.

RAMOS, A.; CORREIA, E. C.; IZÍDIO, G. S.; BRÜSKE, G. R. Genetic selection of two new rat lines displaying different levels of anxiety-related behaviors. **Behavior Genetics**, New York, v. 33, p. 657-668, 2003.

ROSOCHASKI, S. J.; PIEKARZEWSKA, A. B.; POLOSZYNOWICZ, J.; SAKOWSKI, T. The influence of restraint immobilization stress on the concentration of bioamines and cortisol in plasma of pietrain and duroc pigs. **Journal of Journal of Veterinary Medicine Series A**, Berlin, v. 47, p. 231-242, 2000.

SHOUTEN, W. G. P.; WIEPKEMA, P. R. Coping styles of tethered sows. **Behavioural Processes**, Amsterdam, v. 25, p. 125-132, 1991

SPURLOCK, M. E. The effect of ractopamine on beta-adrenoceptor density and affinity in porcine adipose and skeletal muscle tissue. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 75-80, 1994.

STOWELL, J.R. et al. Perceived stress and cellular immunity: when coping counts. **Journal of Behavioral Medicine**, New York, v. 24, p. 323-339, 2001.

SWANSON, H. H. Sex differences in behaviour of hamsters in open field and emergence tests: effects of pre- and post-pubertal gonadectomy. **Animal Behaviour**, London, v. 14, p. 522-529, 1966.

SWANSON, H. H. Interaction of experience with adrenal and sex hormones on the behaviour of hamsters in the open field test by. **Animal Behaviour**, London, v. 17, p. 148-154, 1969.

TAYLOR, L.; FRIEND, T.H. Open-field test behavior of growing swine maintained on a concrete floor and a pasture. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 16, p. 143-148, 1986.

TERLOUW, C.; RYBARCZYK, P.; FERNANDEZ, X.; BLINET, P.; TALMANT, A. Comparaison de la réactivité au stress des poros de races Large White et Duroc Conséquences sur des indicateurs de qualités des viandes. **Journées Recherche Porcine en France**. v. 29, p. 383-390, 1997.

TERLOUW, C. Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience. A brief review of recent findings. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 94, p. 125-135, 2005.

TERLOUW, C.; PORCHER, J. Repeated handling of pigs during rearing. I. Refusal of contact by the handlerand reactivity to familiar and unfamiliar humans. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 1653–1663, 2005.

VAN MEER, P.; RABER, J. Mouse behavioural analysis in systems biology. **Biochemical Journal**, London, v. 389, p. 593–610, 2005.

YOUNG, E. A.; ALTEMUS, M.; PARKISON, V. SHASTRY, S. Effects of estrogen antagonists and agonists on the ACTH response to restraint stress in female rats. **Neuropsychopharmacology**, New York, v. 25, p. 881-891, 2001.

4 RELAÇÃO ENTRE O COMPORTAMENTO DE SUINOS COM AÇÃO DA RACTOPAMINA VERIFICADO EM TESTE DE CAMPO ABERTO E ATRIBUTOS DE COR E PERDA DE ÁGUA DA CARNE

Resumo

Recentemente, a percepção de diferenças significativas na qualidade de carne provenientes do manejo dos animais, especialmente no pré-abate, tem direcionado atenção para impacto da reatividade do animal na qualidade final da carne. A eficácia do teste do campo aberto (TCA) na detecção de diferenças comportamentais em suínos de diferentes raças, condição sexual e doses de ractopamina e relação das variáveis de comportamento do teste com qualidade de carne foram analisadas. Trinta suínos da raça Large White (LW) (15 machos castrados e 15 fêmeas) e 30 da raça Duroc (DC) com mesma distribuição de condição sexual e média de 105 dias de idade e 78,3 kg de peso vivo, foram individualmente submetidos ao primeiro TCA (CA1) por 5 minutos, em uma área gramada (6,0 X 6,0 m), sem contato visual com o exterior, dividida em 36 quadrantes pintados no chão de 1,0 m^2. O teste foi repetido (CA2) aos 120 dias de idade e peso médio de 101,7 kg, 11 dias após o início do fornecimento de doses de ractopamina (0, 10 e 20 ppm). O experimento considerou as variáveis: diferença entre o tempo de permanência dentro dos quadrantes inicial (QI), intermediário (QInt), lateral (QL), central (QC) e central total (QCT), durante o CA2 e CA1 (ΔTP) e o tempo de permanência nos quadrantes durante o CA2. Os resultados de variáveis informativas de diferenças comportamentais foram relacionados com diferenças nas variáveis de qualidade da carne: cor (CIELab), perda por gotejamento e perda por cozimento. Para análises de qualidade de carne foram utilizados 30 suínos LW (15 machos castrados e 15 fêmeas) e 22 suínos DC (10 machos castrados e 12 fêmeas). Os suinos LW que apresentaram um ΔTP para QI maior e negativa em relação ao DC, também apresentaram carne com menores valores de a* e b*. Fêmeas LW e DC castrados que, em geral, obtiveram maior tempo de permanência no QCT durante o CA2, obtiveram também maiores valores de L*. Machos castrados que receberam ractopamina perderam menos água por cozimento. O TCA apresenta potencial para identificar suínos com comportamento (locomoção) que podem ser determinantes da cor da carne.

Palavras chave: Reatividade; Qualidade de carne; Large White; Duroc; Machos castrados; Fêmeas

RELATION BETWEEN THE BEHAVIOR OF PIGS WITH ACTION OF THE RACTOPAMINE VERIFIED IN OPEN FIELD TEST AND ATTRIBUTES OF COLOR AND MEAT WATER LOSS

Abstract

Recently, the perception of significant differences in meat quality resulting from handling of the animals, especially in pre-slaughter, has directed attention for the impact of animal reactivity in the final meat quality. The relation of behavior variables of the open field test

(OFT) with meat quality were analyzed in pigs of different breed, sexual condition and doses of ractopamine. Thirty pigs Large White (LW) (15 barrows and 15 gilts) and 30 Duroc (DC), with the same distribution of sexual condition were used in the tests. They were submitted to first OFT (OF1) individually, with average age and weight of 105 days and 78.3 kg, respectively. The test lasted 5 minutes, in a grassy area (6.0 X 6.0 m), without visual contact with the exterior, divided in 36 squares painted on the floor, with 1.0 m^2 each. The test was repeated (OF2) with 120 days of average age and 101.7 kg of average weight and, 11 days after the beginning of ractopamine do age (0, 10 and 20 ppm). The experiment considered the variables: difference between the rest time during the OF2 and OF1 (ΔPT) inside initial squares (IS), intermediary (IntS), lateral (LS), central (CS) and central total (CTS), and the rest time into those squares during the OF2. The results of informative variables of behavior differences were related with differences in meat quality variables: color (CIELab system), driploss and cookingloss. For meat quality analyses were used 30 pigs Large White (LW) (15 barrows and 15 gilts) and 22 Duroc (10 barrows and 12 gilts). In relation to meat quality, LW animals presented lower values of a* and b* in relation to DC, distribution that coincides with breed differences evaluated on OFT. Gilts LW and barrows DC that presented opposite behavior, more and less reactive, obtained higher values of L*. Barrows that received ractopamine lost less water after cooking. The OFT presents potential to identify swine with behavior (reactivity) that can be determinant in meat color.

Keywords: Reactivity; Meat quality; Large White; Duroc; Barrows; Gilts

4.1 Introdução

O teste do campo aberto é um dos testes mais comuns utilizados para observar atividade motora geral, comportamento exploratório e ansiedade (MEER; RABER, 2005). As reações apresentadas pelos animais durante o teste são usualmente explicadas por meio do emocional, medo, temperamento, susceptibilidade ao estresse ou exploração (KOENE et al., 2003).

As respostas comportamentais a eventos aversivos (BOISSY, 1995) decorrentes das modificações das atividades do sistema neuroendócrino, responsável pela liberação de epinefrina. Essas modificações podem ser potencializadas pela utilização de agonistas β2-adrenérgico, relatada como fomentadora de diversas variáveis indicadoras de estresse em suínos (MARCHANT-FORDE, 2003).

O suíno está constantemente exposto a inúmeros potenciais agentes estressores relacionados a mudanças fisiológicas que têm impacto sobre os músculos, durante a produção, transporte e abate. O estímulo da glicogenólise muscular decorrente da ação da epinefrina liberada no sangue irá determinar a taxa e extensão da queda do pH

muscular (GRANDIN, 1980). Rápida glicólise *pos-mortem*, rápida taxa de queda do pH e carcaça ainda quente, promovem a ocorrência da condição chamada PSE (em Português, carne pálida, mole e exsudativa).

Por outro lado, pouco glicogênio muscular no momento do abate, possivelmente devido a condições extenuantes durante o transporte, desembarque, e deslocamentos no abatedouro desacelera a taxa de queda do pH, ocasionando o DFD (carne escura, firme e seca) (D'SOUZA et al., 1998). Diferenças na reatividade a condições novas e estressantes entre os suínos devem ser consideradas para explicar algumas alterações em qualidade de carne (TERLOUW at al., 2005).

O presente trabalho tem como objetivo verificar a possível relação entre variáveis de comportamento verificadas no teste do campo aberto com atributos de qualidade de carne de suínos diretamente relacionados com perda de funcionalidade protéica decorrente de taxa de glicogenólise muscular, ou seja, cor e perda de água.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Galpão de criação e baias

O galpão utilizado para a criação dos suínos possui 658,07 m^2 (43,5 x 16,5 m) de construção e pé direito de 3,0 m, provido de janelas de vidro, teladas em ambos os lados de seu comprimento, permitindo ventilação e claridade durante o dia todo. O mesmo possui 80 baias construídas em alvenaria, com dimensões de 1,11 m de largura por 2,20 m de comprimento (2,40 m^2 de área). Cada baia possui em sua parte posterior um bebedouro do tipo *niplee* (chupeta) e, na parte anterior, um cocho de 0,25 m^2 (0,50 x 0,50 m). As baias são divididas com grades de ferro, permitindo a visualização dos animais vizinhos.

4.2.2 Animais

Foram utilizados 60 suínos para a realização do experimento, sendo 30 da raça Large White (15 machos castrados e 15 fêmeas) e 30 da raça Duroc, com mesma

distribuição de condição sexual. Os animais foram transportados para o local do experimento, com média de 60 dias de idade e 27,0 (±0,56) kg de peso vivo. Foram, aleatoriamente, alocados nas baias individuais, não se respeitando a ordem de desembarque. No mesmo instante tiveram acesso à água e ao alimento.

4.2.3 Manejo de rotina

A primeira alimentação do dia era fornecida às 07h 30min. Após a alimentação, as baias eram lavadas com água, sob pressão. Durante o dia, era fornecida alimentação aos animais, conforme os cochos eram esvaziados, sendo que a último trato do dia ocorria às 17h 30min. Uma vez na semana, havia a pesagem dos animais, que se iniciava às 08h. Neste dia, os animais recebiam o primeiro trato após a pesagem.

4.2.4 Tratamento com ractopamina

Após 10 semanas de experimento, os animais atingiram média de 85,0 (±6,5) kg de peso vivo. Neste momento, foi iniciado o fornecimento da ractopamina (Paylean 20). Foram feitas duas doses do agonista β2-adrenérgico na ração: 10 e 20 ppm, e grupo controle. As doses foram, aleatoriamente, designadas aos animais, dentro dos dois grupos de condição sexual diferenciada (machos castrados e fêmeas) e das raças (Large White e Duroc). A ractopamina foi adicionada à ração comercial na fábrica de ração da universidade. Esta fase do experimento durou quatro semanas e foi finalizada com o abate dos animais, com peso vivo médio de 115,0 (± 11,0) kg.

4.2.5 Teste do campo aberto

O teste do campo aberto foi realizado em uma área-teste gramada (6,0 X 6,0 m), totalizando 36,0 m^2 e sem contato visual com o exterior (cerca coberta com lona preta). A área foi dividida, igualmente, em 36 quadrantes de 1,0 m^2 cada, pintados no chão.

Os animais, com idade média de 105 dias e peso médio de 78,3 kg, foram submetidos ao teste do campo aberto 1 (CA1). O teste foi realizado das 10h às 14h em dois dias consecutivos, sendo 30 animais por dia, escolhidos na seqüência das baias em que estavam contidos. Cada animal foi conduzido individual e lentamente até a área-teste. O teste teve duração de 5 minutos/animal e foram medidas as variáveis tempo de permanência em segundos para: grupo de quadrantes iniciais (ao redor da porta de entrada do teste), intermediários, laterais, centrais e central total (Figura 1). O animal pertencia à determinada área no teste do campo aberto, quando a maior parte de seu corpo estava contida na mesma.

Após 11 dias do início do tratamento com ractopamina, os animais foram submetidos, novamente, ao teste do campo aberto (CA2), com 120 dias de idade e peso médio de 101,7 kg. Foram respeitados o horário de execução do teste e a ordem de entrada dos animais, estabelecidos no CA1.

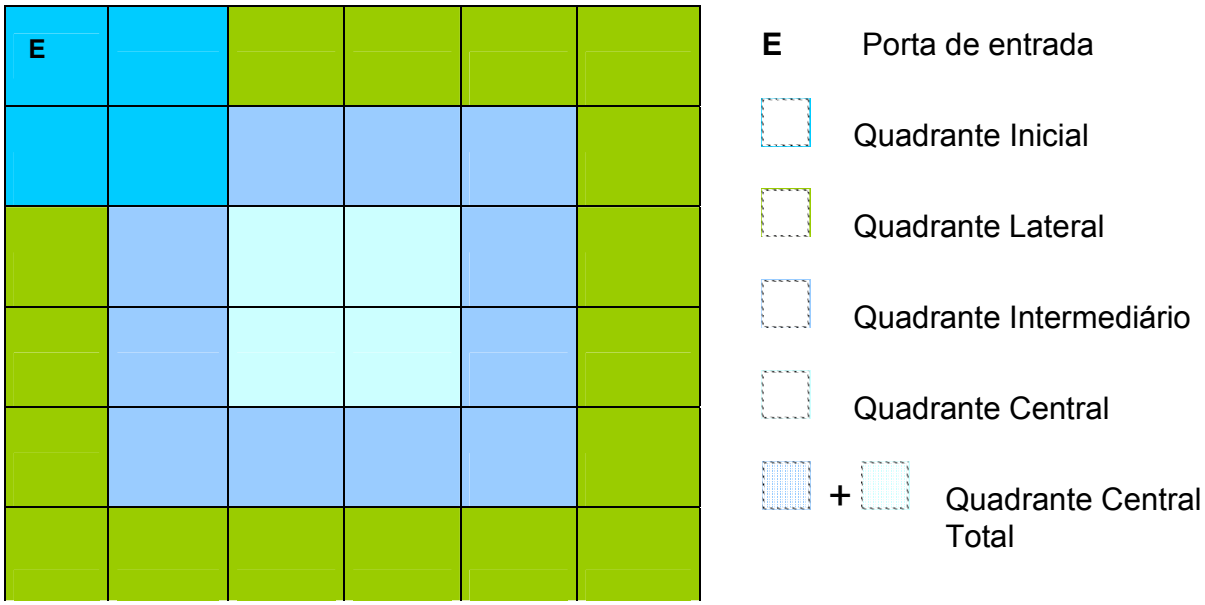


Figura 1 - Divisão dos quadrantes no teste do campo aberto

Todos os animais foram filmados, tomando-se cuidado para que o animal não tivesse contato visual com o cinegrafista. Também foi mantido silêncio durante o teste. Foram submetidos à análise estatística a diferença entre os tempos de permanência nos quadrantes obtidos no CA1 e CA2 (ΔTP = CA2 – CA1) e o tempo obtido no CA2 (TP), pois os animais já estavam recebendo o tratamento com ractopamina..Pela

dificuldade de retirada das fezes e urina do local do teste, antes do mesmo ser iniciado, eram coletadas fezes e urina de várias baias e jogadas na área, antes de iniciar os testes

Tabela 1- Variáveis amostradas nos testes de comportamento

Variável	**Registro**
Quadrante Inicial (QI)	Tempo total que o animal permaneceu nos quadrantes iniciais (ao redor da entrada da área teste);
Quadrante Intermediário (QInt)	Tempo total que o animal permaneceu nos quadrantes intermediários (entre os centrais e os laterais);
Quadrante Lateral (QL)	Tempo total que o animal permaneceu nos quadrantes laterais da área teste;
Quadrante Central (QC)	Tempo total que o animal permaneceu nos quadrantes centrais da área teste;
Quadrante Central Total (QCT)	Tempo total que o animal permaneceu na soma dos quadrantes centrais e intermediários da área teste;

4.2.6 Abate

Após 95 dias de experimento e com 115,0 (±11,0) kg de peso vivo, os animais sofreram jejum alimentar a partir das 18h. Foram embarcados em caminhão próprio para transporte, às 22h, percorrendo uma distância de 15 km até o abatedouro-frigorífico. A viagem durou 25 minutos, sob temperatura ambiente de aproximadamente 13,0 ºC. No local de destino, os animais foram desembarcados e alocados em um curral de alvenaria coberto, para aguardar o momento do abate, realizado às 14h do dia seguinte. Durante este período (16 horas) os animais permaneceram no mesmo curral.

Após o período de descanso, os animais foram conduzidos até a sala de abate por funcionários do abatedouro-frigorífico, onde foram insensibilizados por meio de choque elétrico para posterior sangria. Após o abate, as meias-carcaças esquerdas foram separadas e alocadas em câmara fria por 20 horas.

4.2.7 Obtenção do material biológico

Após 20 horas de resfriamento, as meias-carcaças esquerdas foram conduzidas até a sala de desossa para a retirada do carré (músculo *Longissimus dorsi*). Os mesmos foram acondicionados em embalagem plástica primária e encaixotados para serem transportados em caminhão frigorífico até o laboratório de carnes.

4.2.8 Análise da carne

A avaliação da cor foi obtida por meio do colorímetro MINOLTA Chroma Meter CR-508d. As leituras dos parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo) foram feitas no sistema CIELab com as seguintes características: área de medição 8,0 mm de diâmetro, ângulo de observação 10º, iluminante D65 com componente especular incluído. Foram utilizados dois bifes do músculo *L. dorsi* por animal, sendo realizadas duas leituras por bife. O resultado dos valores de L*, a* e b*, foi a média das quatro leituras realizadas 24 horas após o abate.

Foram utilizados bifes de cada animal retirados do músculo *L. dorsi* com 2,5cm de espessura, sem gordura, que foram embalados a vácuo 24 horas após o abate e cozidos em água a 75,0 ºC por 90 minutos para a avaliação da perda por cozimento.

Para perda por gotejamento foram utilizados bifes com a mesma característica da análise anterior, envoltos em rede plástica e, posteriormente, em sacos plásticos, 24 horas após o abate. Os bifes permaneceram durante 72 horas em câmara fria a 2,0 ºC (HORNIKEL, 1986).

4.2.9 Análise estatística

O experimento foi delineado, inteiramente ao acaso, com estrutura fatorial 2 (raças) X 2 (condição sexual) X 3 (doses de ractopamina). Os dados foram analisados utilizando-se o Proc Mixed do pacote estatístico do SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC). Foram incluídos no modelo os efeitos principais (raça, condição sexual e dose) e suas interações. Os efeitos principais e suas interações foram submetidos à ANOVA. O teste utilizado para a comparação das médias foi o Student'*t.* Gráficos de dispersão foram utilizados para melhor visualização da distribuição dos animais em relação aos tempos obtidos no teste do campo aberto e valores de cor (L*, a* e b*).

4.3 Resultados e Discussão

A carne dos animais da raça Duroc apresentou valores superiores para a* e b* (Tabela 2). Essa diferença entre as raças não foi verificada anteriormente (CHANG et al., 2003). O comportamento dos animais poderia ser a explicação de parte das diferenças observadas.

Quanto ao comportamento, os suínos Duroc não alteraram o padrão de exploração no campo aberto durante o CA2, apresentando ΔTP para QI mais reduzida numericamente (Figura 1). Essa menor mudança de comportamento parece estar ligada ao fato dessa raça apresentar um nível menor de medo e reatividade (TERLOUW et al., 1997; TERLOUW; PORCHER, 2005) ou menor susceptibilidade ao estresse (ROSOCHACKI et al., 2003).

Entretanto, para os suínos Duroc, por serem menos reativos quando submetidos a situações novas, como no teste de campo aberto, seria esperado que apresentassem menores valores de a* e b*. Valores elevados destas variáveis estão relacionados a baixo pH final da carne, característico em animais com grande reatividade ao estresse pré-abate (JUNCHER et al., 2001).

Tabela 2 - Análise de parâmetros de qualidade da carne proveniente do músculo *L. dorsi* de suínos submetidos ao teste do campo aberto

		Qualidade de carne				
		Perda por cozimento (%)	**Perda por gotejamento (%)**	**L***	**a***	**b***
Raça						
Large White (LW)		40,6 (0,6)	8,5 (0,5)	51,3 (0,7)	6,7 (0,3)^{B}	4,4 (0,2)^{b}
Duroc (DC)		40,2 (0,7)	9,3 (0,5)	52,6 (0,8)	7,6 (0,4)^{A}	5,2 (0,3)^{a}
	P	NS	NS	NS	0,08	0,03
Sexo^{Ŧ}						
Macho Castrado (MC)		40,4 (0,7)	8,5 (0,5)	51,8 (0,8)	6,9 (0,3)	4,6 (0,2)
Fêmea (F)		40,5 (0,6)	9,2 (0,5)	52,0 (0,8)	7,4 (0,3)	4,8 (0,2)
	P	NS	NS	NS	NS	NS
Raça X Sexo						
LW-MC		-	-	49,9 (1,0)^{b}	-	-
LW-F		-	-	52,7 (1,0)^{a}	-	-
DC-MC		-	-	53,7 (1,2)^{a}	-	-
DC-F		-	-	51,4 (1,1)^{ab}	-	-
	P	NS	NS	0,02	NS	NS
Dose de ractopamina^{ŧ}						
0		41,1 (0,8)	9,4 (0,6)	51,9 (0,9)	7,6 (0,4)	5,0 (0,3)
10		39,9 (0,7)	9,0 (0,5)	52,3 (0,9)	7,3 (0,4)	4,9 (0,3)
20		40,2 (0,7)	8,2 (0,6)	51,5 (0,9)	6,6 (0,4)	4,2 (0,3)
	P	NS	NS	NS	NS	NS
Raça X Dose						
	P	NS	NS	NS	NS	NS
Sexo X Dose						
MC-0		42,7 (1,1)^{a}	9,7 (0,9)	53,2 (1,3)	7,7 (0,5)	5,0 (0,3)
MC-10		38,9 (1,2)^{b}	7,9 (0,9)	50,8 (1,4)	6,3 (0,5)	4,0 (0,3)
MC-20		39,3 (1,1)^{b}	8,0 (0,9)	51,2 (1,4)	6,0 (0,5)	4,0 (0,3)
F-0		39,4 (1,1)^{ab}	9,2 (0,9)	50,6 (1,4)	7,4 (0,6)	5,1 (0,4)
F-10		40,8 (1,0)^{ab}	10,0 (0,7)	53,8 (1,2)	8,1 (0,6)	5,8 (0,4)
F-20		41,1 (1,0)^{ab}	8,4 (0,8)	51,7 (1,3)	7,2 (0,6)	4,5 (0,4)
	P	0,04	NS	NS	NS	NS
R X S X D						
	P	NS	NS	NS	NS	NS

L: luminosidade; a*: vermelho; b*: amarelo;
^{Ŧ}Sexo ou S: condição sexual; ^{ŧ}Dose em ppm;
A diferença (P< 0,05) entre as médias está representada pelas letras minúsculas e a diferença (P=0,08) está representada por letras maiúsculas no canto superior direito dos valores, dentro dos efeitos principais ou suas interações para cada quadrante.

Os resultados aparentemente contraditórios podem ter origem na observação do menor medo e maior motivação a estabelecerem contato com o humano por parte dos animais Duroc durante os manejos de rotina no período experimental como pesagens,

limpeza das baias e movimentação até a área teste. Essa maior motivação para o contato com humanos já havia sido relatada por teste específico (TERLOUW et al., 2005). Essas características os tornam menos reativos durante o manejo pré-abate, isso porque se movimentam mais lentamente pelos corredores e consequentemente estão mais susceptíveis a manejo mais agressivo por parte do pessoal (TERLOUW et al., 2005).

Desta forma, pelo menos quatro cenários possíveis indicam uma relação entre ΔTP para QI e os parâmetros de cor (a* e b*) da carne suína (Figuras 1 e 2). O primeiro cenário seria ΔTP-QI baixo (valor absoluto) que indicaria menor reatividade, e que em condições favoráveis de manejo pré-abate não causaria problemas com os valores de a* e b*, que poderiam ser considerados normais. Nesse grupo existem animais das duas raças com uma tendência dos suínos Duroc localizarem-se nas faixas mais altas de a*.

O segundo cenário seria de ΔTP-QI baixo, em condições desfavoráveis de manejo, que causariam problemas com estresse pela maior agressividade normalmente utilizada para movimentar os animais e, portanto, resultando em valores de a* e b* elevados, principalmente, para animais Duroc, por serem menos reativos.

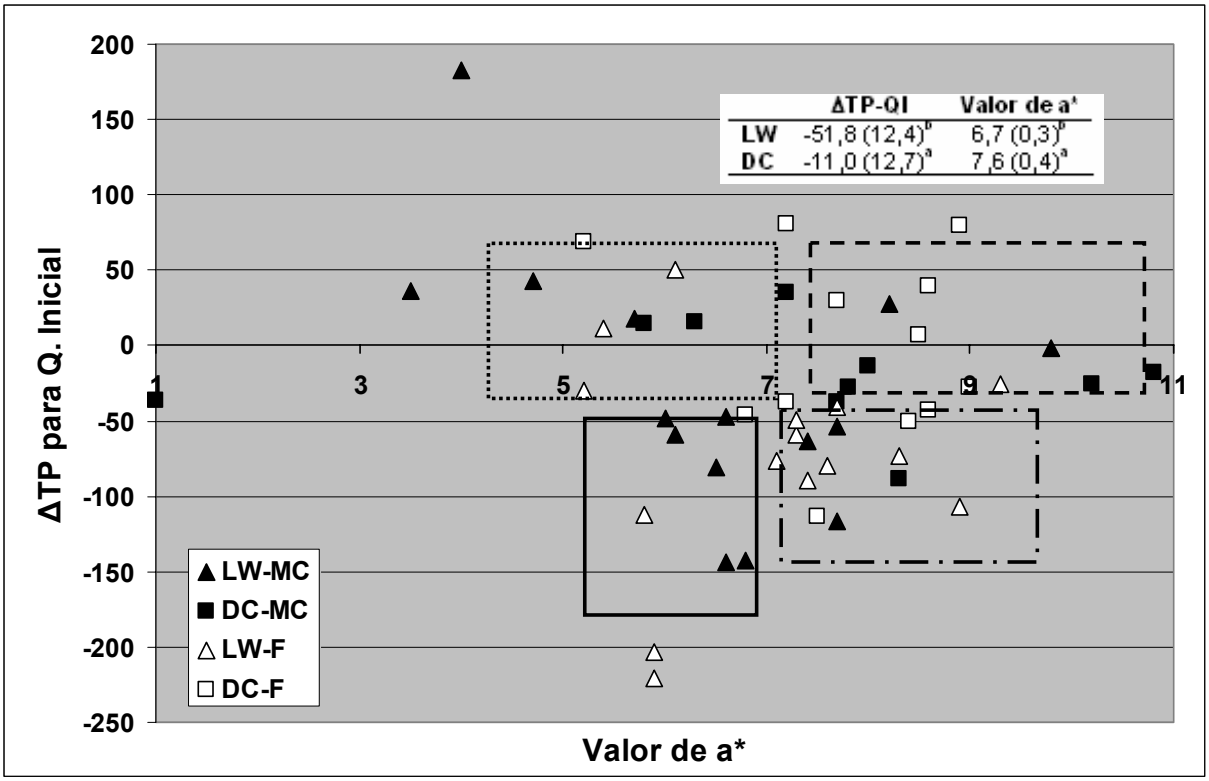
O terceiro cenário seria ΔTP-QI alto em condições desfavoráveis de manejo que faria com que os animais mais reativos não tivessem experimentado tratamento agressivo por movimentarem-se mais rapidamente e para longe de contato com humanos, resultando valores de a* e b* em faixas consideradas normais. Nesse grupo concentram-se os animais Large White, um grupo mais reativo.

O último cenário seria de ΔTP-QI alto, indicativo de alta reatividade, com maior representatividade da raça Large White, e que teriam percebido o manejo como desfavorável e teriam sofrido com agressividade, portanto, elevando sua resposta ao estresse resultando valores altos de a* e b*.

Os cenários de comportamento não podem explicar todas as variações em cor da carne para as diferentes raças, pois outros fatores como o tipo de fibra muscular são importantes. Existe relato de correlação positiva entre miosina tipo 2A e valor de a* para a raça Duroc e negativa para o mesmo espectro de cor para a raça Large White (CHANG et al., 2003). A interação entre os fatores deste experimento também podem

influenciar a cor, pois já foi relatada a mudança de tipos de fibra muscular pelo tratamento com ractopamina (DEPREUX et al., 2002), especialmente com aumento da fibra tipo 2A em detrimento do tipo 1.

Maiores valores de L* foram encontrados para os machos castrados Duroc, e para as fêmeas Large White, que não diferiram das fêmeas Duroc (Tabela 2). Diferença entre estas raças não foi averiguada anteriormente para valores de L (CHANG et al., 2003).



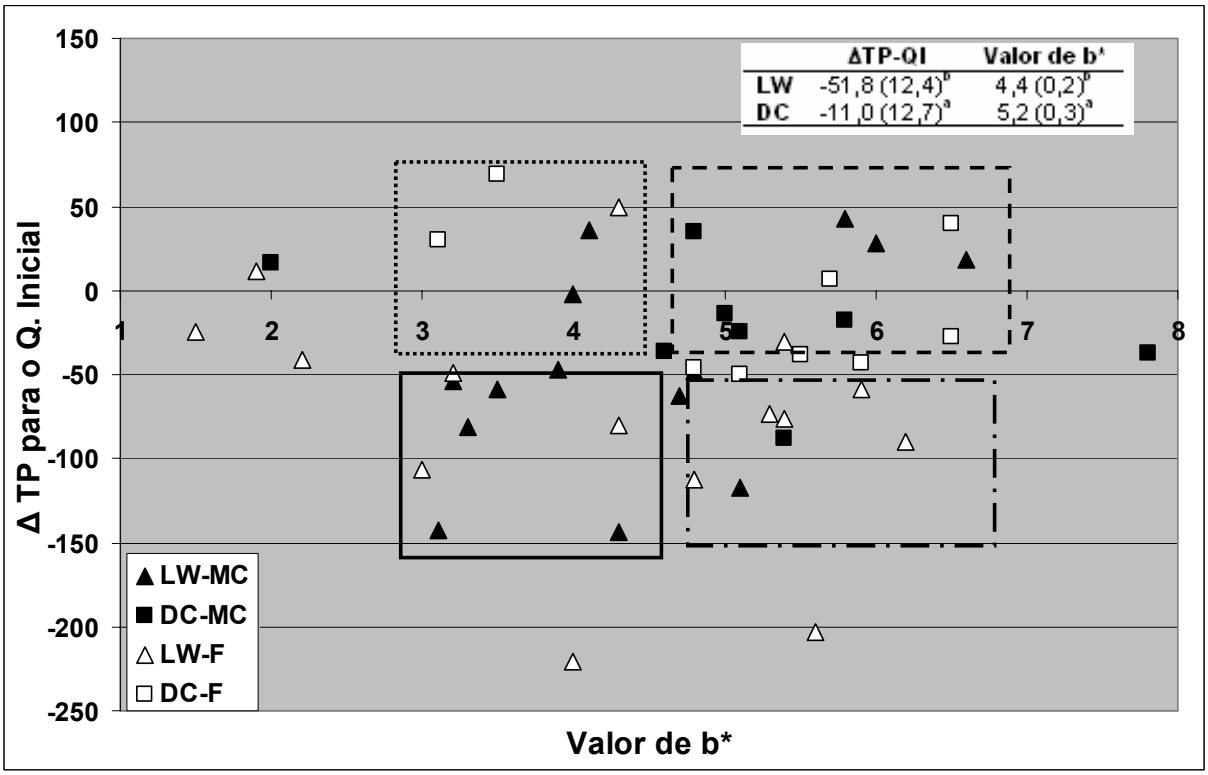
[ab] Médias de ΔTP-QI e a* para raças seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (P>0,10);
····· ΔTP-QI baixo e a* normal; – – – - ΔTP-QI baixo e a* alto; ——— ΔTP-QI alto e a* normal;
– · – · – ΔTP-QI alto e a* alto.

Figura 1 – Dispersão dos valores da diferença no tempo de permanência em segundos no quadrante Inicial (ΔTP-QI) entre os testes obtidos para as raças Large White e Duroc em relação aos valores de a* obtidos do músculo *L. Dorsi*

Fêmeas Large White seriam animais mais reativos, pois possuem os maiores ΔTP para QInt e QCT, de maiores dificuldades na adaptação, e que quando submetidas ao segundo teste do campo aberto, se mostraram motivadas a explorar menor TP para o QI e maior para QCT.

Desta forma, os cenários possíveis indicam uma relação entre ΔTP para QInt e os parâmetros de cor (L*) da carne suína (Figura 3). O primeiro seria ΔTP-QInt alto (valor absoluto) que indicaria maior reatividade, com maior representatividade das fêmeas Large White, e que teriam percebido o manejo como desfavorável e teriam sofrido com agressividade, portanto elevando sua resposta ao estresse resultando em valores altos de L*.

Valores de L* aumentados estão diretamente relacionados com baixo pH final da carne decorrente do rápido consumo de glicogênio anaerobicamente, resultando em grande produção de ácido lático. O acúmulo do ácido lático iniciará a denaturação das proteínas da carne resultando em maior perda de água e maior reflexão da luz conferindo aparência pálida (JUNCHER et al., 2001), condizente com animais que sofreram estresse pré-abate (MOSS, 1995).

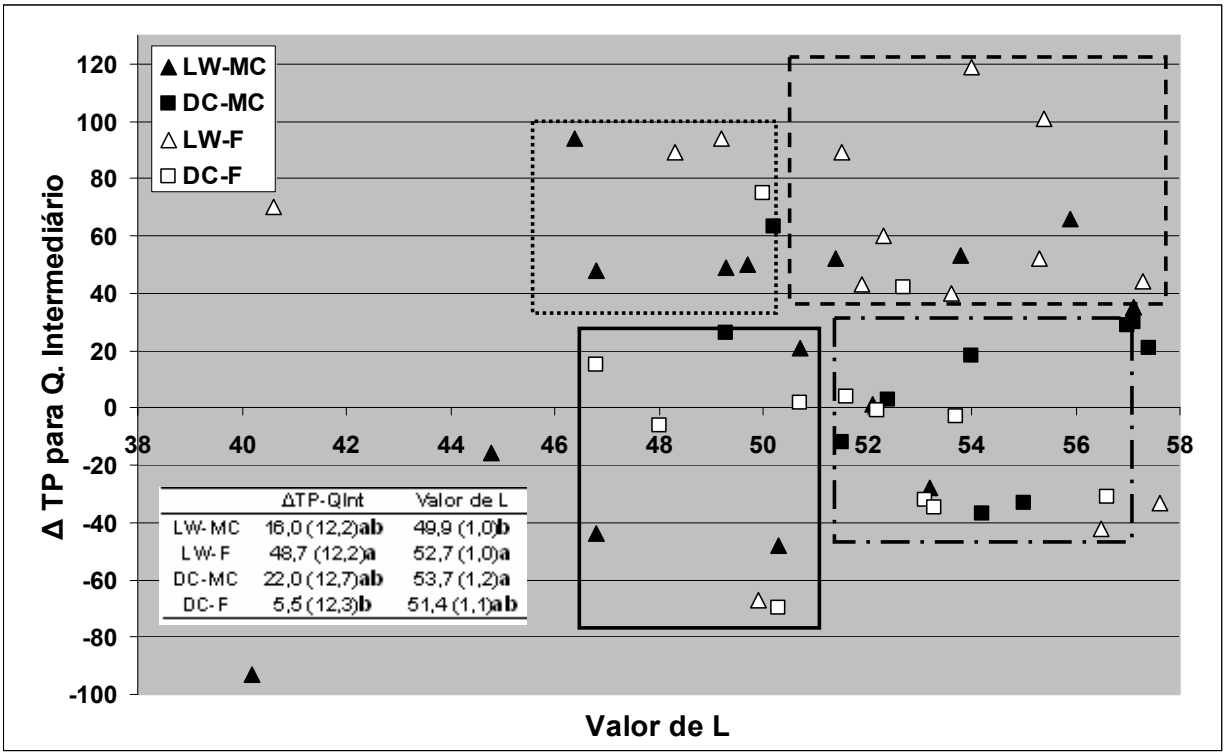


[ab] Médias de ΔTP-QI e b* para raças seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (P>0,10);
····· ΔTP-QI baixo e b* normal; – – – - ΔTP-QI baixo e b* alto; ——— ΔTP-QI alto e b* normal;
– · – · – ΔTP-QI alto e b* alto.

Figura 2 – Dispersão dos valores da diferença no tempo de permanência em segundos no quadrante Inicial (ΔTP-QI) entre os testes obtidos para as raças Large White e Duroc em relação aos valores de b* obtidos do músculo *L. Dorsi*

O segundo seria ΔTP-QInt baixo (valor absoluto), indicativo de menor reatividade, que em condições desfavoráveis de manejo durante o pré-abate causariam problemas com estresse pela maior agressividade normalmente utilizada para movimentar os animais e, portanto, resultando em valores de L* elevados principalmente para machos castrados Duroc, por serem menos reativos, e que estão contidos em sua maioria nesse cenário (Figura 3).

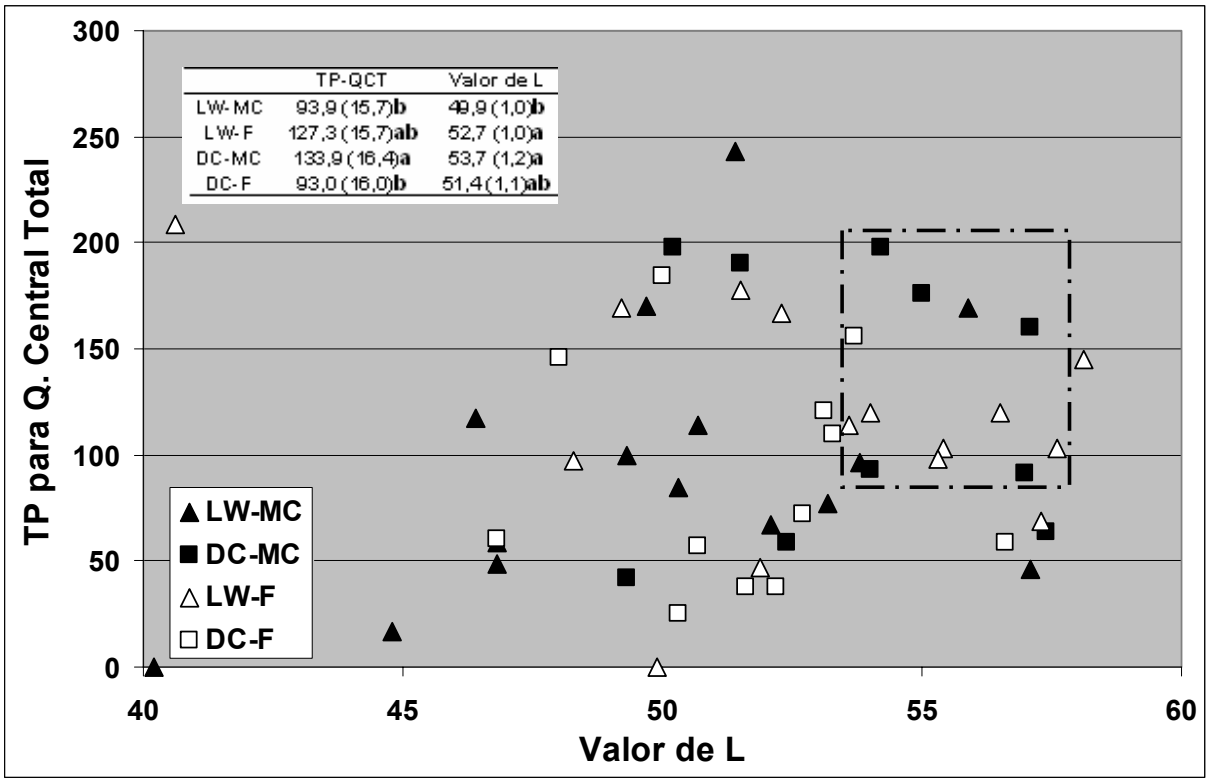
Ao considerarmos machos castrados Duroc como sendo menos medrosos e ansiosos, os mesmos poderão sofrer mais durante o pré-abate, pois o pouco medo e ansiedade fazem com que os animais movimentem-se mais lentamente e/ou apresentem maior motivação em estabelecer contato com o ser humano. Sendo assim, estariam mais susceptíveis ao manejo agressivo (TERLOUW et al., 2005), o que é reforçado pelos altos TP-QCT relacionados a altos valores de L* (Figura 4).



[ab] Médias de ΔTP-QInt e L para raças e sexo seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (P>0,05);
····· ΔTP-QInt alto e L normal; – – – - ΔTP-QInt alto e L alto; ——— ΔTP-QInt baixo e L normal;
– · – · – · ΔTP-QInt baixo e L alto.

Figura 3 – Dispersão dos valores da diferença entre os testes em segundos (Δ TP) para o quadrante Intermediário obtidas pelas raças Large White e Duroc (machos castrados e fêmeas) em relação aos valores de L* obtidos do músculo *L. dorsi*

Portanto, ΔTP-QInt e TP-QCT podem ser variáveis para predizer alterações dos parâmetros de cor (L*) da carne suína (Figura 3 e 4) relacionadas com o "reatividade" a situação nova como manejo pré-abate.



[ab] Médias de TP- QCT e L para raças e sexo seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (P>0,05); ; _ . _ . _ . TP-QCT alto e L alto.

Figura 4 – Dispersão dos valores do tempo de permanência em segundos (TP) para o quadrante central total obtidas pelas raças Large White e Duroc (machos castrados e fêmeas) em relação aos valores de L* obtidos do músculo *L. dorsi*

O comportamento pode ser incluído como um dos fatores que interferem em qualidade de carne, entretanto são necessárias diferenças de tempo individuais significativas para que possam ser melhor identificadas. O manejo pré-abate pode causar problemas semelhantes na carne de animais com comportamentos diferenciados. Para perda por cozimento, obtivemos diferenças nas médias para a interação raça X dose (Tabela 2). Machos que não receberam ractopamina perderam mais água em relação aos machos que receberam 10 e 20 ppm, porém não diferiram das fêmeas independentemente da raça. A literatura revela não haver diferenças entre

sexos para perda por cozimento (STOLLER et al., 2003; UTTARO et al., 1993; SMITH et al., 1995) e entre doses (SMITH et al., 1995; CARR et al., 2205 ; STOLLER et al., 2003) entretanto Uttaro e colaboradores (1993) não explicaram a maior perda por cozimento em suínos que não receberam ractopamina.

4.4 Conclusão

O teste de campo aberto apresenta potencial para identificar suínos com comportamento (reatividade) que podem ser determinantes da cor da carne.

Mudanças na perda por cozimento devido ao fornecimento de ractopamina não parece estar ligada a possíveis mudanças no comportamento ditadas por este agonista beta adrenérgico.

Referências

ARCHER, J. Tests for emotionality in rats and mice: a review**. Animal Behavior**, London, v. 21, p. 205-235, 1973.

BOISSY, A. Fear and fearfulness in animals. **The Quarterly Review of Biology**, Baltimore, v. 70, n. 2 p. 165-191, 1995.

BOISSY, A, BOUISSOU, M. F. Assessment of individual differences in behavioural reactions of heifers exposed to various fear-eliciting situations. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 46 p. 17-31, 1995.

BOLHUIS, J. E. **Personalities in pigs – Individual characteristics and copping with environmental challenges**. 2004. PhD thesis - Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 2004. Disponível em: http://library.wur.nl/wda/dissertations/dis3607.pdf. Acesso em: 06 fev. 2007.

CARR, S. N.; RINCKER, P. J.; KILLEFER, J.; BAKER, D. H.; ELLIS, M.; MCKEITH, F. K**.** Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. **Jounal of Animal Scence**, Champaign, v. 83, p. 223-230, 2005.

CHANG, K. C.; DA COSTA, N.; BLACKLEY, R.; SOUTHWOOD, O.; EVANS, G.; PLASTOW, G.; WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I. Relationships of myosin heavy chain fibre types to meat quality traits in traditional and modern pigs. **Meat Science**, Barking, v. 64, p. 93-103, 2003.

DEPREUX, F. F. S.; GRANT, A. L.; ANDERSON, D. B.; GERRARD, D. E. Paylean alters myosin heavy chain isoform content in pig muscle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 1888-1894, 2002.

D'SOUZA, D. N.; WARNER, R. D.; DUNSHEA, F. R.; LEURY, B. J. Effect of on-farm and pre-slaughter handling of pigs on meat quality. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 49, p. 1021-1025, 1998.

FOURY, A.; DEVILLERS, N.; SANCHEZ, M. P.; GRIFFON, H.; LE ROY, P.; MORMÈDE, P**.** Stress hormones, carcass composition and meat quality in Large White × Duroc pigs. **Meat Science**, Barking, v. 69, n. 4, p. 703-707, 2005.

GRANDIN, T. The effect of stress on livestock and meat quality prior to and during slaughter. **International Journal for the Studies of Animal Problems**, v. 1, p. 313-337, 1980.

GRAY, J. A.; LALLJEE, B. Sex differences in emotional behavior in the rat: correlation between open-field defecation and active-avoidance. **Animal Behavior**, London, v. 22, p. 856-861, 1974.

HORNIKEL, K.O. How to measure the water holding capacity of meat ? In: TARRANT, P.V. et al. (Ed.). **Evaluation and control of meat quality in pigs**. Dordrch. Netherland: Martinus Nijhoff Publishers, 1986. p.127-142.

HORNIKEL, K. O. Water holding capacity of meat. In: TE PAS, M.F.W. et. al, (Ed.). **Muscle Development of Livestock Animals:** Physiology, Genetics and Meat Quality. Oxfordshire: CABI Publishing, 2004. chap 18, p. 397.

JUNCHER, D.; RØNN, B.; MORTENSEN, E. T.; HENCKEL, P.; KARLSSON, A.; SKIBSTED, L. H.; BERTELSEN, G. Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of pork. **Meat Science**, Barking, v. 58, p. 347-357, 2001.

KOENE, P.; BOKKERS, E. A. M.; BOLHUIS, J. E.; RODENBURG, T. B.; URFF, E. M.; ZIMMERMAN, P. H. **The open-field: test of emotionality or an approach-avoidance conflict?** Disponível em : http://library.wur.nl/wasp/bestanden/LUWPUBRD_00327765_A502_001.pdf. Acesso em: 17 jul. 2007.

MARGIS, R.; PICON, P.; COSNER; A. F.; SILVEIRA, R. O. Relação entre estressores, estresse e ansiedade. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 65-74, 2003.

MEER, P. V.; RABER, J. Mouse behavioural analysis in systems biology. **Biochemical Journal**, London, v. 389, p. 593–610, 2005.

MORMÈDE, P.; DANTZER, R. BLUTHE, R. M.; CARITEZ, J. C. Differences in adaptive abilities of three breeds of Chinese pigs. Behavioural and neuroendocrine studies. **Genetics, Selection, Envolution**, Paris, v.16, p. 85-102, 1984.

MOSS, B.W. Lean Meat, Animal Welfare, and Meat Quality. In: Johnston, D.E. et al. (Ed.). **The chemistry of Muscle-Based Foods**. Cambridge : Royal Society of Chemistry, 1992. p. 64-65

PRICE, E. O. Behavioral development in animals undergoing domestication **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 65, n. 3, p. 245-271, 1999.

SHOUTEN, W. G. P.; WIEPKEMA, P. R. Coping styles of tethered sows. **Behavioural Processes**, Amsterdam, v. 25, p. 125-132, 2001.

SMITH, W. C.; PURCHAS, R. W.; VAN ENKEVORT, A.; PEARSON, G. Effects of ractopamine on the growth and carcass quality of entire male and female pigs fed ad libitum or at a restricted level. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 38, p. 373-380, 1995.

STOLLER, G. M.; ZERBY, H. N.; MOELLER, S. J.; BAAS, T. J.; JOHNSON, C.; WATKINS, L. E. The effect of feeding ractopamine (Paylean) on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 1508-1516, 2003.

STOWELL, J.R.; KIECOLT-GLASER, J. K.; GLASER, R. Perceived stress and cellular immunity: when coping counts. **Journal of Behavioral Medicine**, New York, v. 24, p. 323-339, 2001.

SWANSON, H. H. Interaction of experience with adrenal and sex hormones on the behaviour of hamsters in the open field test by. **Animal Behaviour**, London, v. 17, p. 148-154, 1969.

TERLOUW, E.M.C. et al. Repeated handling of pigs during rearing. II. Effect of reactivity to humans on aggression during mixing and on meat quality. **Journal American Society of Animal Science**, v. 83, p. 1664-1672, 2005.

TERLOUW, C.; RYBARCZYK, P.; FERNANDEZ, X.; BLINET, P.; TALMANT, A. Comparaison de la réactivité au stress des poros de races Large White et Duroc Conséquences sur des indicateurs de qualités des viandes. **Journées Recherche Porcine en France**. v. 29, p. 383-390, 1997.

UTTARO, B. E.; BALL, R. O.; DICK, P.; RAE, W.; VESSIE, G.; JEREMIAH, L. E. Effect of ractoparnine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 2439-2449, 1993.