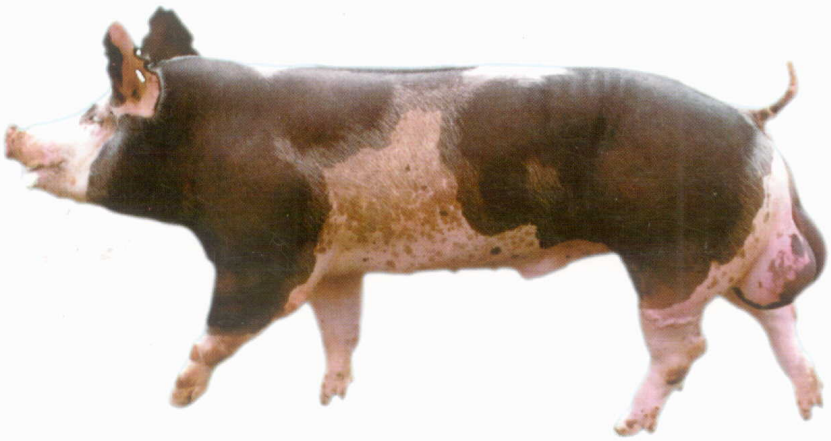
Ministério
da Agricultura
e do Abastecimento

1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína

Bem-estar, Transporte, Abate e Consumidor



ANAIS

Concórdia, SC, 16 de novembro a 16 de dezembro de 2000

Embrapa

República Federativa do Brasil
Fernando Henrique Cardoso
Presidente

Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Marcus Vinicius Pratini de Moraes
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Márcio Fortes de Almeida
Presidente

Alberto Duque Portugal
Vice-Presidente

Dietrich Gerhardt Quast
José Honório Accarini
Sérgio Fausto
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal
Diretor-Presidente

Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Ângela Battagia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres
Diretores

Embrapa Suínos e Aves

Dirceu João Duarte Talamini
Chefe Geral

Paulo Roberto Souza da Silveira
Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios

Paulo Antônio Rabenschlag de Brum
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Claudinei Lugarini
Chefe Adjunto de Administração

1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína

Bem-estar, Transporte, Abate e Consumidor

16 de novembro a 16 de dezembro de 2000

Concórdia, SC

Anais

Embrapa

Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 69 ISSN – 0101-6245

Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:

Embrapa Suínos e Aves
BR 153, km 110, Vila Tamanduá
Caixa Postal 21
CEP 89700-000 – Concórdia, SC

Telefone: (49) 442-8555
Fax: (49) 442-8559
email: sac@cnpsa.embrapa.br
http://www.cnpsa.embrapa.br/

Tiragem: 100 exemplares

Tratamento editorial: Tânia Maria Biavatti Celant
Simone Colombo

Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína (1.:2000: Concórdia, SC)
Bem-estar, transporte, abate e consumidor: anais da 1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína. - Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001.
253p.;(Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 69).

1. Suíno–carne–qualidade. 2. Suíno–congressos. I. Título. II. Série.

CDD 664.906

© EMBRAPA – 2001

Coordenação Geral

Roberto Aguilar Machado Santos Silva
Jorge Victor Ludke
Osmar Antônio Dalla Costa
Jerônimo Antônio Fávero

Comitê Organizacional

Paulo Antônio Rabenschlag de Brum
Paulo Roberto Souza da Silveira
Cícero Juliano Monticelli
Flávio Bello Fialho
Paulo Pinto Júnior

Comitê de Divulgação

Viviane Zanella
Dianir M.S. Formiga
Jean Carlos Souza
Rosali S. Vanzin
Tânia M.G.Scolari

Webdesigner

Jackson Roberto Altenhofen

Tradutora Oficial

Bettina Gertum Becker

Patrocinadores

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Colaboração

Abertura

O consumo de carne suína no Brasil apenas acompanhou a evolução do crescimento populacional, nas últimas três décadas. Em 1970, o consumo per capital era de 8,1 kg/hab; em 1999, ficou em 9,0 kg/hab., um crescimento de 11% em 30 anos. Este é um dos consumos mais baixos do mundo.

Em termos comparativos, os Estados Unidos e o Canadá têm um consumo per capital superior a 31 kg/hab. e a República Checa de 65,2 kg/hab. Nos países da União Européia, o consumo per capita varia de 22,5 kg/hab. na Grécia a 63,5 kg/hab. na Dinamarca.

O baixo nível de consumo atual não significa que o setor não tenha potencial para crescer. A produção de carnes light, mais apropriadas à saúde, o desenvolvimento tecnológico em curso e campanhas publicitárias podem impulsionar a produção e aumentar o consumo per capita, consideravelmente. Isso significa qualidade!

Nada mais apropriado, portanto, do que o tema proposto nesta Conferência Virtual. A Embrapa e a sociedade brasileira esperam que os técnicos brasileiros e de outros países tragam valiosas contribuições para o aprimoramento do setor, principalmente quanto ao bem-estar, transporte, abate e relações com o consumidor.

Desejamos sucessos aos organizadores e participantes.

Alberto Duque Portugal
Diretor Presidente
Embrapa

Apresentação

Bem vindo à 1ª Conferência Internacional Virtual Sobre Qualidade de Carne Suína, onde cientistas, técnicos e consumidores estarão participando em uma troca de idéias e informações de caráter multidisciplinar, buscando uma visão global de uma produção suína que atenda às demandas do consumidor, ao mesmo tempo adequando-se ao bem-estar animal e mantendo-se viável econômica e ambientalmente.

Em 1999 os produtores de suínos em todo o planeta, produziram 88,4 milhões de toneladas de carne, destacando-se por ordem de volume de produção, a Ásia, EU, América e África+Oceania, com 53,2%, 28,9%, 16,3%, 1,0%, respectivamente. O consumo mundial de carne suína, tendo como base uma população de 6,0 bilhões de habitantes, pode ser estimado em 14,7 Kg/habitante, o que posiciona-a como a carne mais consumida.

A produção de suínos no sul do Brasil pode ser considerada como a mais tecnificada da América do Sul, atingindo bons índices de produtividade, colocando nosso país entre os sete maiores produtores mundiais, com 1,75 milhões de toneladas desse produto. Cerca de 70 % da carne de suíno produzida no Brasil é consumida sob a forma de produtos industrializados, num contexto em que começa a aumentar o consumo da carne suína "in natura". Por sua vez, o mercado consumidor está cada vez mais exigente, demandando um produto de melhor qualidade produzido sob critérios respeito ao meio ambiente e ao bem estar animal.

A 1ª Conferência Virtual Internacional Sobre Qualidade de Carne Suína, objetiva principalmente a integração de um Centro de Pesquisas em Suíno e Aves do Brasil com outros centros de pesquisa reconhecidos mundialmente, visando adquirir experiências que possam contribuir para o desenvolvimento de uma área de pesquisa emergente em nosso país. A Embrapa Suínos e Aves sente-se entusiasmada em estar, pela primeira vez, utilizando a Internet para a efetivação de um evento, dispensando, dessa forma a necessidade presencial dos participantes. Estamos muito gratificados com a adesão dos palestrantes, que solidariamente enviaram seus manuscritos e irão receber perguntas das mais variadas fontes no período em que a conferência estiver no ar. Os manuscritos de referência juntamente com as perguntas que serão respondidas, representarão uma excelente oportunidade de organização e disponibilização do conhecimento sobre o tema em pauta.

Você é convidado a participar, juntando-se à nossa discussão. A conferência é gratuíta e aberta ao público. Ela é uma iniciativa da Embrapa Suínos e Aves, de apoio à geração de projetos, visando soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável do agronegócio suinícola, em benefício da sociedade.

Paulo Roberto Souza da Silveira
Chefe da Área de C&N
Embrapa Suínos e Aves

SUMÁRIO

O Bem–estar animal na suinocultura
José Adão Braun 1

Questões de bem–estar animal na criação intensiva de suínos na União Européia
Peter Stevenson 4

Manejo de qualidade na granja, segurança alimentar pré-abate e certificação da indústria suinícola
Th. G. Blaha 11

Bem–estar de suínos e qualidade da carne: uma visão britânica
P.D. Warriss, S.N. Brown 17

Bem–estar de suínos durante o embarque e o transporte: uma visão norte–americana
Zanella, A.J., Duran, O. 21

Bem–estar de suínos e qualidade da carne: uma visão brasileira
Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho 34

Estresse durante o transporte e qualidade da carne suína. uma visão européia
B. Driessen, R. Geers 41

Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem–estar e sua influência sobre a qualidade de carne
Luigi Faucitano 55

Reduzindo perdas da porteira da granja até o abatedouro – uma perspectiva canadense
Austin C. Murray 76

Transformações post mortem e qualidade da carne suína
Jane Maria Rübensam 89

Tratamento pós-abate das carcaças e os desvios de qualidade na transformação músculo-carne em suínos
José Vicente Peloso 100

Efeito dos métodos de atordoamento e de abate sobre a qualidade da carne de porco
Mohan Raj 111

Caracterização da qualidade da gordura em suínos
K. R. Gläser, M.R.L. Scheeder, K. Fischer, C. Wenk 115

Índices de qualidade para uma classificação objetiva de carcaças de suíno ibérico
Emiliano De Pedro Sanz, Juan García Olmo 126

A qualidade da carne suína e sua industrialização
Nelcindo N. Terra, Leadir L. M. Fries 147

O Bem–estar dos suínos durante o pré-abate e no atordoamento
Patrick Chevillon 152

Estimação do rendimento magro de carcaças suínas com base em diferentes metodologias para medir espessura de gordura e músculo
Candido Pomar, André Fortin, Marcel Marcoux 169

O uso de machos inteiros na produção de suínos
M. Bonneau , E. J. Squires 173

Medidas ópticas on-line no post mortem precoce na amplitude do espectro do infravermelho próximo na predição do genótipo rn$^-$ em suínos
Jan Rud Andersen, Claus Borggaard, Åsa Josell 199

Abate de suínos machos inteiros – visão brasileira
Jerônimo Antônio Fávero 212

Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil
Antônio Lourenço Guidoni 221

Produção animal e qualidade de vida em sociedades em transição
Claudio Bellaver 235

A primeira conferência internacional virtual sobre a qualidade da carne suína - alguns comentários finais
Renato Irgang 249

O BEM–ESTAR ANIMAL NA SUINOCULTURA

José Adão Braun

Presidente da ABCS
Associação Brasileira de Criadores de Suínos

Também na suinocultura, como de resto na produção animal, cresce a cada dia, até mesmo como exigência do mercado consumidor, a preocupação com o "bem estar animal", durante o seu já curto ciclo de vida imposto pela necessidade e desejo do consumo humano.

Principalmente nos países do Primeiro Mundo, e tambem no Brasil, cada vez mais, a sociedade vem exigindo dos criadores, dos transportadores e da indústria, medidas que aliviem o "stress" e o sofrimento dos animais. Em muitos destes países a criação animal está sendo regulamentada e algumas práticas, métodos e sistemas de produção estão sendo condenados e mesmo proibidos. É o caso por exemplo, de alguns sistemas de criação em gaiolas ou boxes, que impedem a mobilidade mínima necessária aos animais, para que não sofram privações físicas e psicológicas, atrofias e/ou degenerações.

Também nos meios técnico, científico e acadêmico, este tema vem merecendo cada vez mais atenção. Juntamente com as questões ambientais e a segurança alimentar, é um dos tres maiores desafios a que a produção agropecuária será submetida nos próximos anos. Não restam mais dúvidas de que o bem estar animal influi positivamente sobre a qualidade da carne.

A primeira crítica normalmente é dirigida aos agricultores/produtores, imerecida e desinformadamente apontados como vilões nesta história. Não percebe a sociedade que não lhes é deixada outra alternativa de sobrevivência no mercado altamente competitivo imposto por ela mesma.

Uma vez, o preço final do produto agropecuário era formado pelo custo de produção (insumos, mão de obra, remuneração do capital investido), agregando-lhe uma margem de lucro pretendida ou necessária para o produtor.

Hoje, o lucro do produtor primário é a diferença entre o preço que o mercado está disposto a pagar e o custo de produção. Ao agricultor, no caso ao suinocultor, não resta outra alternativa para aumentar seu lucro senão buscar a redução dos custos de produção, o que normalmente passa pela diminuição do espaço destinado à criação e pela adoção de tecnologias que acelerem, cada vez mais, o processo produtivo através da produção em escala, e com margens mínimas.

Mesmo assim, no caso da produção agropecuária, especialmente na suinocultura, o lucro frequentemente é negativo quando se considerada a remuneração do capital investido e/ou os custos de oportunidade.

O agricultor por sua natureza, não é violento nem pratica maus tratos para com seus animais. Nos sistemas tradicionais de produção, extensivos ou semi intensivos que praticava no passado, podia-se dizer que, o que era bom para os animais era bom para o produtor. Este ia bem, quando seus animais estavam bem.

No sistema de confinamento intensivo atualmente predominante, possível de ser chamado de industrial, o desempenho quantitativo dos animais é o que interessa, pois viabiliza a exploração econômicamente, garantindo ainda que, mesmo que

precariamente, a atividade sobreviva. O sistema reduz o espaço necessário em instalações, o trabalho, a necessidade de mão de obra e as perdas de energia, alem de facilitar o controle dos animais.

Este sistema não foi desenvolvido pelo criador. Tem sua origem na pesquisa voltada para a produtividade quantitativa, para os altos e rápidos retornos econômicos que viabilizam a colocação da produção no mercado, a baixos preços.

Mesmo assim, com todas as dificuldades que enfrenta, o produtor de suínos, de modo geral, tem consciência em relação a toda esta problemática e volta a se preocupar, cada vez mais, com o bem estar de seus animais. Infelizmente o problema não acaba aí. O transporte dos animais a partir da propriedade até a indústria, tambem susbmete os animais ao stress e, muitas vezes, a maus tratos.

Esta também já é uma preocupação dos países da União Européia e que já está chegando aos frigoríficos brasileiros, como grandes interessados, uma vez que, as condições de transporte, afetando o bem estar dos animais, podem acarretar perdas de rendimento ou benefícios sobre a qualidade da carne.

O custo do frete no transporte de animais vivos, fica em torno de 1% do custo total dos animais terminados mas, certamente diminui com o aumento do número de animais transportados em cada viagem. Isto faz com que, nem sempre o espaço médio ideal por animal – de 0,5 m^2 para animais de 100 Kg – seja respeitado pelo transportador.

As principais perdas no transporte, iniciam no embarque, perduram ao longo do trajeto a percorrer e terminam no desembarque. Lotações exageradas produzem hematomas, arranhões, fraturas ósseas, mortes e stresse. Lotação insuficiente resulta em escoriações e lesões corporais produzidas por choques com a carroceria e aumenta os custos. Em todos os casos, fica comprometida a qualidade da carne, o rendimento industrial e a lucratividade.

Também devem ser adequados a ventilação e o tempo de transporte.

Hoje já temos no Brasil, empresas especializadas em produzir carrocerias tecnicamente adequadas, que facilitam o manejo do transporte pré-abate de suínos. São equipadas com rampas de acesso ou plataformas traseiras e pisos móveis hidráulicos, tem controle de temperatura e sistemas de nebulização e ventilação com circulação forçada de ar, pisos escamoteáveis e tetos isotérmicos. Tambem o material utilizado na confecção das carrocerias é mais adequado, bem como o número de divisórias, a sua altura por piso e as aberturas. Tudo isto para melhorar o conforto e o bem estar dos animais.

O bem estar animal deve ser visto de forma ampla, desde as instalações na criação, passando pela alimentação, considerando os aspectos sanitários e genéticos, e finalmente o transporte e o abate em estabelecimentos adequados, garantindo um produto final da melhor qualidade.

Felizmente os suinocultores brasileiros, não obstante as dificuldades que enfrentam, bem como os transportadores e a industria, estão rápida e constantemente aprimorando seus processos e procedimentos – de criação, transporte e beneficiamento – procurando contemplar todos estes ítens referentes ao bem estar dos animais.

Em função de tudo isto, não restam dúvidas de que a carne suína brasileira, em termos de qualidade, evoluíu muito nos últimos anos e hoje se equipara às melhores do mundo. Aparentemente, o que ainda pode e deve melhorar é a qualidade da oferta. A forma de disponibilizar o produto ao consumidor, no varejo. Nos parece estar aí,

uma das principais causas do consumo ainda limitado de carne suína (em torno de 10 Kg per capita), quando comparado com outras carnes, pelo menos em se tratando de carne “in natura”.

Em torno de 70% da carne suína é consumida industrializada, na forma de embutidos. Na comparação com outras carnes, especialmente as de bovinos e de aves, percebe-se uma deficiência na oferta de cortes de qualidade, variados e em porções adequadas, da carne suína in natura, nas gondolas dos supermercados. Também são muito raros os pratos pré elaborados com carne suína, tão requisitados pela atual dona de casa, ocupada com outros afazeres e sem tempo para prepará-la em casa.

Temos convicção que o sucesso e a expansão da suinocultura brasileira, passam por mudanças estratégicas por parte da agroindústria e do comércio, buscando explorar eficientemente este importante filão da carne suína “in natura”, dentro de um mercado altamente potencializado.

QUESTÕES DE BEM–ESTAR ANIMAL NA CRIAÇÃO INTENSIVA DE SUÍNOS NA UNIÃO EUROPÉIA

Peter Stevenson

Diretor Político e Legal
Compassion in World Farming, 5a Charles Street, Petersfield, Hampshire, UK.
Email: compassion@ciwf.co.uk

Resumo

São descritos os problemas de bem–estar associados com a criação intensiva de suínos na União Européia. Estes problemas incluem: o confinamento apertado de matrizes em gaiolas de gestação e com contenção, levando a problemas físicos, sociais e psicológicos bem documentados em matrizes; o excesso de lotação de animais em crescimento/terminação; restrição alimentar das matrizes prenhes, levando à fome crônica e frustração; a falta de estímulo ambiental e alojamento em ambiente nu de porcos em crescimento (sem palha ou outros materiais de cama), levando ao tédio e problemas comportamentais como morder caudas; mutilações dolorosas, como castração, corte de dentes e da cauda feitos em leitões; confinamento de matrizes em lactação em celas de parição. A Compassion in World Farming (Compaixão na Pecuária Mundial – CIWF) acredita que a criação de suínos, assim como de outros animais, deve dar aos animais condições de cama confortável, luz e ventilação naturais, densidade que permita o movimento e o comportamento normais, sem excesso de lotação ou isolamento social, períodos naturais de desmame para os filhotes e sem procedimentos não-terapêuticos de mutilação, cirurgias e procedimentos invasivos. Os experimento de engenharia genética e de clonagem em suínos criam graves problemas de bem-estar e devem ser impedidos.

1 Matrizes

Muitas matrizes são mantidas em celas de gestação ou em celas com contenção. As celas para matrizes são celas feitas de barras de metal e são tão estreitas que as porcas não conseguem nem mesmo se virar. As matrizes são confinadas a estas celas durante as 16 semanas e meia de prenhez – e em uma prenhez atrás da outra. Isto significa que as matrizes ficam aprisionadas desta forma durante a maior parte de suas vidas.

As celas com contenção são uma variação da cela de gestação. Aqui, a cela não tem a parte de trás; assim, para evitar que a matriz fuja, ela é presa ao chão por uma pesada corrente de metal.

O uso de celas de gestação e com contenção são ilegais, por motivo de crueldade, na Grã-Bretanha desde 1º de janeiro de 1999. A Diretriz de Suínos da UE (91/630/EC) exige a eliminação de celas com contenção até 2006. No entanto, não proíbe as celas de gestação. Não é provável que a proibição de celas com contenção melhorem o

bem-estar de suínos. Os criadores que têm celas com contenção vão simplesmente eliminar as correntes, construir uma parede atrás, convertendo assim suas celas de contenção em celas de gestação. Para haver melhora no bem-estar de matrizes, tanto a cela com contenção, quanto a cela de gestação devem ser proibidas. A CIWF acredita que as matrizes devem ser criadas ao ar livre ou alojadas em grupo, i.e., mantidas sobre palha abundante em galpões grandes e bem ventilados.

Como indicado anteriormente, a questão central da cela de gestação é que ela é tão estreita que a porca não consegue se virar para trás. As celas de gestação foram condenadas em um importante relatório sobre o Bem-Estar de Suínos Criados Intensivamente, publicado em 1997 pelo Comitê Científico Veterinário da Comissão Européia (SVC). O SVC concluiu que:

"Não deve ser usada nenhuma baia individual que não permita que a matriz se vire facilmente."

O SVC também salientou que "as matrizes devem, de preferência, ser mantidas em grupos" porque "o bem-estar geral parece ser melhor quando as matrizes não ficam confinadas durante toda a gestação".

À luz das conclusões do SVC, a CIWF acredita que a UE deve proibir as celas de gestação e exigir que as matrizes sejam criadas ao ar livre ou alojadas em grupo.

A pesquisa científica mostra que as celas e as correntes infligem uma série de problemas de saúde e de bem-estar em matrizes:

1.1 Contato social

O SVC indicou que as matrizes têm uma forte preferência por companhia social. Acrescenta que as matrizes preferem ter contato social com outros suínos e que se associam e interagem de forma amistosa com maior frequência do que de forma agressiva. Obviamente, o contato social é impossível para matrizes confinadas em celas e presas à correntes.

1.2 Atividade e exploração do ambiente

O SVC ressaltou que as matrizes dedicam tempo e energia para explorar o seu ambiente e buscar diversidade neste ambiente. Fuçam o solo e manipulam materiais como palha; os suínos se esforçam para ter acesso ao solo e a material de cama tanto para manipular, como para deitar-se. Tais atividades são impossíveis para matrizes em celas e acorrentadas: há pouco espaço nos sistemas de cela e de contenção para que possam realizar qualquer tipo de movimento ou atividade. Além disso, nestes sistemas, as matrizes geralmente não recebem palha ou qualquer outro material para manipular ou para deitar-se. O SVC enfatizou que "o bem-estar da matriz será pior em condições em que a exploração de um ambiente complexo, o fuçar de um substrato macio e a manipulação de materiais como palha não são possíveis do que em condições em que isto é possível".

1.3 Estereotipias

As estereotipias são observadas com frequência em matrizes em celas e acorrentadas e são um importante indicador de ausência de bem-estar. O comportamento

estereotipado é um comportamento altamente repetitivo, realizado sem propósito aparente. O SVC afirmou que a ocorrência de estereotipias, como morder barras, mastigar no vazio e enrolar a língua, em matrizes confinadas em celas foi relatada por diversos autores. Acrescenta que este comportamento é extremamente raro em matrizes mantidas em ambientes complexos. O SVC ressaltou que as estereotipias indicam que o animal está tendo dificuldade de lidar com o seu ambiente e, portanto, seu bem-estar está prejudicado.

O SVC afirmou que as estereotipias são um comportamento característico de matrizes confinadas em espaços pequenos, geralmente em celas ou acorrentadas, com pouca complexidade em seu ambiente e pouca possibilidade de regular suas interações com todos os aspectos do seu ambiente. As estereotipias resultam do fato das matrizes estarem confinadas em celas ou acorrentadas e também porque, nestes sistemas, geralmente não recebem material para manipular, como palha.

1.4 Inatividade anormal e falta de reatividade

O SVC afirmou que a inatividade anormal e a falta de reatividade é muito comum em matrizes confinadas em comparação a matrizes em ambientes onde têm a oportunidade de se exercitar e explorar. O SVC enfatizou que, como a extensão da inatividade e da falta de reatividade de matrizes confinadas indica comportamento anormal, “as matrizes podem estar deprimidas no sentido clínico, e é uma indicação de ausência de bem-estar”.

1.5 Desconforto físico

Não há fornecimento de cama em sistemas de cela; em vez disso, as matrizes são forçadas a ficar de pé ou deitar no piso de concreto. O Professor John Webster, Diretor da Faculdade de Veterinária da Universidade de Bristol, observou que as matrizes que são obrigadas a deitar no concreto podem sofrer perda de calor excessiva e desconforto físico crônico, especialmente nas articulações no joelho e do jarrete.

1.6 Falta de exercício

Matrizes em celas e acorrentadas obviamente fazem pouco exercício, levando aos seguintes problemas:

1. A falta de exercício está associada ao enfraquecimento dos ossos. O SVC ressaltou que a resistência dos ossos das pernas de matrizes em celas é de apenas dois terços do das matrizes alojadas em grupo.

2. A falta de exercício também está associada com a maior tendência das matrizes em celas e acorrentadas a ferimentos nas patas e manqueira. Isto em parte se deve a ossos mais fracos, inerentes de sistemas de celas. A manqueira também está associada ao fato de que as matrizes confinadas em celas ou acorrentadas são mantidas em pisos de concreto. Matrizes em piso de concreto têm incidência mais alta de feridas nos cascos, edemas inflamatórios nas articulações e abrasões na pele do que as outras.

3. O SVC enfatizou que a falta de exercício de matrizes em celas ou acorrentadas leva a uma redução da massa de alguns músculos, especialmente os relacionados à locomoção, sendo estes menores que os das alojadas em grupo. Isto afeta a capacidade de deitar.

4. O SVC afirmou que outra conseqüência da falta de exercício é que o nível de aptidão cardiovascular das porcas alojadas em celas é menor que o das alojadas em grupo. Isto ocorre porque as matrizes em celas ou acorrentadas usam menos seu sistema cardiovascular. O SVC ressaltou que isto é significativo porque muitos suínos morrem durante o transporte por problemas diagnosticados como cardiovasculares.

1.7 Infecções urinárias

As infecções do trato urinário são mais comuns em matrizes em celas ou acorrentadas do que em matrizes que não são confinadas durante a prenhez. Esta alta incidência de infecções urinárias está associada aos baixos níveis de atividade impostos a matrizes em celas ou acorrentadas. Estes baixos níveis de atividade parecem estar associados com a menor frequência que estas porcas bebem. Como resultado, as matrizes confinadas urinam com menor frequência do que os animais não confinados. O acúmulo consequente de bactérias dentro do trato urinário leva a um aumento dos níveis de infecção. Além disso, pensa-se que outra razão porque as porcas confinadas têm maior tendência a infecções urinárias é que têm que deitar ou sentar nas suas próprias fezes.

2 Suínos de engorda

Pesquisas científicas demonstram que , em condições naturais, os suínos passam 75% das horas do dia em atividade – fuçando, buscando alimento e explorando seu mundo. Nenhuma destas atividades é possível para maioria dos suínos hoje, criada em “fábricas” de porcos. São mantidos confinados por toda a vida, amontoados em baias nuas, sem nunca ter acesso ao ar fresco e à luz do dia, exceto no dia que são levados para o abatedouro.

Os principais problemas de bem-estar destes suínos jovens incluem:

2.1 Excesso de densidade

A maioria dos suínos é criada em condições de excesso de densidade. O SVC recomendou que devem receber espaço significativamente maior que o exigido pela Diretriz de 1991 da UE para Suínos.

2.2 Falta de palha

Muitos suínos não recebem palha e são forçados a passar suas vidas em pisos nus de concreto, ripados ou perfurados. Isto pode levar à manqueira e a ferimentos. Além disso, a falta de palha – junto com a densidade excessiva – evita que os

suínos realizem seus comportamentos naturais. Sem palha (ou algum outro material que possa ser manipulado), não podem fuçar, procurar alimento ou explorar. Para encontrar um escape para estes instintos frustrados, os suínos às vezes se voltam para a única outra "coisa" que há nas baias – as caudas dos outros porcos. Por tédio e frustração, começam a mastigar e depois a morder as caudas uns dos outros.

2.3 Corte da cauda

Caudas mordidas podem levar a infeções e abcessos. Para evitar que as caudas sejam mordidas, a maioria dos criadores corta o rabo dos leitões com alicates ou um ferro quente (em geral, não se usa anestésico). A idéia por trás do corte da cauda é que a parte da cauda que permanece é muito sensível e assim, o animal foge rapidamente se outro começa a morder a sua cauda.

A indústria suinícola alega que o corte da cauda não causa dor. Não é verdade. O SVC concluiu que o corte da cauda provavelmente é doloroso e que, em alguns animais, "leva à dor prolongada".

A ciência torna claro que a maneira correta de evitar as mordidas na cauda não é cortar a cauda dos leitões, e sim manter o animal em boas condições. O SVC ressaltou que:

"Os problemas de ferimentos que se seguem às mordidas na cauda devem ser solucionados por melhor manejo e não por corte da cauda".

O SVC deixou claro que as mordidas na cauda podem ser em grande parte evitadas mantendo os suínos em uma densidade que não seja muito alta, fornecendo palha e outros materiais manipuláveis, uma dieta adequada e água suficiente. Enfatiza que "mordidas na cauda são uma indicação de ambiente inadequado e de ausência de bem-estar no animal que está mordendo".

Em conclusão, a forma certa de lidar com mordidas na cauda é manter os suínos em boas condições. Além disso, o corte da causa de rotina é proibido pela Diretriz de 1991 da UE para Suínos. Apesar disso, a maioria dos suínos ainda têm a cauda cortada.

2.4 Importância da palha

O SVC enfatizou a importância da palha fornecer:

1. Conforto físico e térmico;
2. Fibra alimentar; e
3. Um substrato para fuçar e mastigar.

O SVC afirmou que "a principal função da palha é fornecer um estímulo e um substrato para fuçar e mastigar, resultando numa redução de atividades dirigidas aos outros animais da baia... Relata-se que comportamentos destrutivos como morder a cauda ... são reduzidos pela palha".

2.5 Corte dos dentes

Em muitas granjas, é uma prática de rotina cortar os dentes caninos dos leitões até quase o nível da gengiva durante os primeiros dias de vida. Em seu relatório, o SVC salienta que o corte dos dentes "provavelmente causa dor imediata e alguma dor prolongada".

O SVC enfatiza que devem ser feitos esforços para evitar a necessidade de corte dos dentes. O comitê escreveu que "parece improvável que causar dor a todos dentes de cada leitão possa ser justificado pelo vantagens relativamente menores que ocorrem como conseqüência da prática [de corte dos dentes]" (o grifo é meu).

A justificativa dada normalmente para o corte dos dentes é que evita que os dentes dos leitões lacerem os tetos da porca e danifiquem os rostos dos outros leitões da leitegada ao competirem pelas tetas. Na prática, as lacerações nos leitões adjacentes geralmente são superficiais.

O risco de ferimentos nas tetas da porca surgiu porque a matriz moderna foi selecionada para ter leitegadas de 10 a 12 leitões, enquanto que, na natureza, elas têm apenas de 4 a 5. Uma leitegada deste tamanho terá muito menos probabilidade de ferir as tetas da porca do que uma de 1 a 12 leitões. Portanto, o perigo dos leitões ferirem as tetas da porca surgiu principalmente porque as matrizes são selecionadas para produzir leitegadas grandes. A solução da indústria para este problema é cortar os dentes dos leitões. Certamente, a abordagem correta seria reverter o processo de seleção e voltar a produzir matrizes que têm leitegadas pequenas.

2.6 Castração

Os suínos são castrados para evitar o que é chamado de "cheiro de cachaço", que se acredita que afete a qualidade da carne. Na realidade, a maioria dos machos é abatida antes de atingir a idade em que o cheiro surja. Hoje, poucos leitões são castrados na GB. No entanto, o SVC ressaltou que:

"A castração causa dor e perturbação severa a suínos e deve ser evitada se possível".

A CIWF acha que a castração deve ser proibida porque inevitavelmente causa dor. De fato, o SVC afirma que "a castração usando meios cirúrgicos causa dor prolongada que possivelmente é agravada quando os tecidos são rasgados". Um método alternativo de castração é o anel de borracha que é colocado para restringir o fluxo de sangue para o escroto; com o passar do tempo, os testículos caem. Isto também causa dor.

2.7 Seleção genética

A seleção genética causou sérios problemas para suínos. Tem sido usada para desenvolver animais com taxas mais rápidas de crescimento e maior desenvolvimento muscular. As patas dos suínos simplesmente não conseguem atingir a mesma taxa de crescimento que o resto do corpo. Como resultado, alguns suínos sofrem de problemas dolorosos nas articulações e nas patas. O Prof. Donald Broom, Professor de Bem–Estar Animal da Universidade de Cambridge, disse que a incidência destes

problemas está aumentando. O Prof. Broom presidiu a seção do SVC que publicou o relato sobre bem–estar de suínos.

Os suínos estão crescendo demais não apenas para suas patas, mas também para o coração e os pulmões. Como resultado da seleção genética, os suínos são submetidos a esforço excessivo porque seus músculos são desproporcionais em relação aos vasos sanguíneos e ao coração. O Prof. Broom afirmou que, durante o transporte, os porcos podem "ter problemas substanciais porque os músculos cresceram mais que os vasos sanguíneos ... podem ser fisiologicamente afetados por não ser capazes de fornecer oxigênio suficiente aos músculos, e por isso, mesmo um animal jovem pode ter uma parada cardíaca e morrer".

O SVC ressaltou que a osteocondrose – que é considerada uma das principais causas de pernas fracas em suínos – parece ser resultado da seleção para crescimento rápido e sistemas de criação intensivos. O SVC também afirmou que o problema mais evidente de suínos criados para a produção de carne é que, durante o manuseio e o transporte para o abate, alguns morrem e muitos outros são evidente e adversamente afetados.

O SVC concluiu que "a seleção para grandes blocos musculares e crescimento rápido levou a problemas de perna, inadequação cardiovascular durante períodos de alto metabolismo e aumento da mortalidade e ausência de bem–estar durante o manuseio e o transporte".

O SVC recomendou que "não deve ocorrer seleção sem referência aos efeitos desta seleção ao bem–estar dos leitões, suínos em crescimento e terminação e reprodutores".

3 Engenharia genética

A CIWF tem conhecimento de estão sendo feitos trabalhos de engenharia genética na Polônia para criar suínos de crescimento mais rápido e de carne mais magra. Tememos que os problemas causados pela engenharia genética sejam muito piores que os causados pela seleção genética. Por exemplo, na década de 80, em Beltsville, EUA, o gene do hormônio de crescimento bovino foi incorporado a porcos. Os animais resultantes eram um desastre em termos de saúde, sofrendo, entre outras coisas, de manqueira, doença degenerativa das articulações, úlceras, certas doenças cardíacas e inflamação dos rins. A CIWF acredita que a engenharia genética de animais deve ser impedida de continuar.

MANEJO DE QUALIDADE NA GRANJA, SEGURANÇA ALIMENTAR PRÉ-ABATE E CERTIFICAÇÃO DA INDÚSTRIA SUINÍCOLA

Th. G. Blaha

University of Minnesota
College of Veterinary Medicine, St. Paul, MN 55108, EUA

Resumo

Comparada com outras indústrias, a agricultura é bastante instável devido a fatores como sistemas biológicos altamente complexos e dependência do clima. No entanto, as crescentes incertezas para a comunidade rural independente originam-se principalmente da rápida e crescente mudança estrutural na agricultura, que está criando um modelo mais industrializado de produção. O aumento resultante da instabilidade aumenta a volatilidade do ambiente econômico para quase todos os empreendimento agrícolas. Infelizmente, há diferenças significativas na capacidade de reagir a estas mudanças em empresas agrícolas de integração vertical, com estruturas de comando e controle, em comparação a empresas familiares com pouca, ou nenhuma, coordenação.

Encontrar uma forma de direcionar o desenvolvimento agrícola com que a maioria da sociedade concorde é extremamente difícil, já que o público em geral desenvolveu uma atitude complicada e singular em relação à agricultura. Questões altamente controvertidas como energia nuclear, aquecimento global e biotecnologia dividem as populações em oponentes e proponentes. O aumento da riqueza, aliado à nostalgia pela "velha fazenda do vovô", produziu uma atitude de certa forma "esquizofrênica" sobre como a sociedade espera que seus alimentos sejam produzidos. Esta atitude caracteriza-se pela exigência simultânea de preservação da granja familiar idealizada E do rígido cumprimento dos mais novos conhecimentos em segurança e qualidade alimentar, que só são possíveis através da rastreabilidade e da coordenação. O público não se dá conta que, em contraste com os sistemas de "granja–fábrica", tão estigmatizados socialmente, o sistema agrícola de granjas independentes não apenas é muito ineficiente, como também não é capaz de implementar seus próprios procedimentos padronizados de segurança alimentar e garantia de qualidade para diminuir o risco de doenças transmitidas através do alimento e para aumentar a sua qualidade. O conflito entre esperar alimento barato, seguro e de alto qualidade e a nostálgica simpatia pela granja familiar levou a uma mistura de percepções errôneas, expectativas irreais e perda de respeito pelos que produzem nosso alimento.

O público, confuso com opiniões e sinais contraditórios da agricultura, parece esperar dos líderes na agricultura e dos que determinam as políticas públicas uma estrutura familiar de granja que preserve os valores das comunidades rurais familiares E que possa competir sem subsídios numa economia global com empresas cada vez mais integradas verticalmente.

O objetivo deste artigo é investigar a questão de se e como este ideal aparentemente impossível pode ser atingido.

1 As mudanças na agricultura

Há diversos motores das mudanças que a agricultura está sofrendo no momento. Os principais são:

1. A paz mundial e o final da Guerra Fria permitiu que países, que até recentemente tinham um sistema interno seguro de produção de alimentos, dependessem de abastecimento de alimentos do exterior. Os programas nacionais agrícolas que haviam sido projetados para a auto–suficiência hoje contribuem para o excesso de produção.

2. A globalização e a liberação do comércio, incluindo aí produtos agrícolas e alimentos, aceleram o ritmo do aumento da falta de concordância da sociedade com subsídios para a produção agrícola não competitiva.

3. Os consumidores dos países industrializados, agora quase esquecidos que já passaram fome, exigem uma variedade cada vez maior de critérios de qualidade antes de comprar alimentos, incluindo critérios de qualidade inatingíveis de como os animais são criados. O manejo ambiental, o uso de antimicrobianos e o bem–estar animal estão se tornando cada vez mais determinantes da qualidade.

4. A falta de confiança nas inspeções obrigatórias de um único ponto como garantia da segurança alimentar está crescendo devido à incidentes como a Doença da Vaca Louca (BSE), o escândalo da dioxina e riscos emergentes à segurança alimentar como a *E. coli* O157:H7 e a crescente resistência bacteriana aos antibióticos.

2 As conseqüências destas mudanças

Estas mudanças tem um grande impacto na indústria de alimentos como um todo. Entretanto, as implicações mais drásticas se aplicam à área de produção agrícola primária, especialmente a pequenos e médios produtores que são independentes e não participam de alguma organização coordenada de comercialização. As principais conseqüências são:

1. A dependência das nações dos sistemas domésticos e auto–suficientes de produção de alimentos está encolhendo, resultando em um declínio agudo na aceitação do subsídio contínuo de métodos ineficientes de produção agrícola.

2. Os tradicionais ciclos de preços de commodities perderam sua “estabilidade” (as fases de preço baixo eram seguidas, com confiança relativa, por fases de preço alto). A crescente especialização de granjas cada vez maiores e a diminuição do setor de granjas diversificadas de pequeno e médio porte resultam em menor flexibilidade para reduzir a produção em resposta a baixos preços em uma commodity. Consequentemente, as fases de preço baixo ficam mais longas e as de alto preço, mais curtas, a não ser que haja outros reguladores de preço além da quantidade. Como resultado disso, muitos produtores tentam participar das cadeias de produção de valor agregado.

3. As cadeias de produção de alimento tentam estender a transparência e a rastreabilidade até a granja fornecedora, e exigem na granja medidas de manejo ambiental, bem–estar animal e segurança alimentar que criam novas tarefas e responsabilidades para os produtores de animais e os veterinários.

4. Há uma tendência em não fazer inspeções de produtos em um único ponto para verificar se produtos apresentam riscos à saúde animal ou são de baixa qualidade, mas na direção de procedimentos de qualidade para evitar erros durante os procedimentos de produção, assim como de uma combinação construtiva de auto–controle industrial e supervisão governamental.

3 As mudanças na suinocultura

A recente crise no preço do suíno terminado que afetou a suinocultura de quase todo o mundo demonstrou claramente que, sob as atuais condições do mercado de carne suína como commodity, os produtores independentes orientados pela quantidade e pela redução de custo enfrentam o risco de tornar-se um centro de custo para a indústria de carne suína da qual são fornecedores.

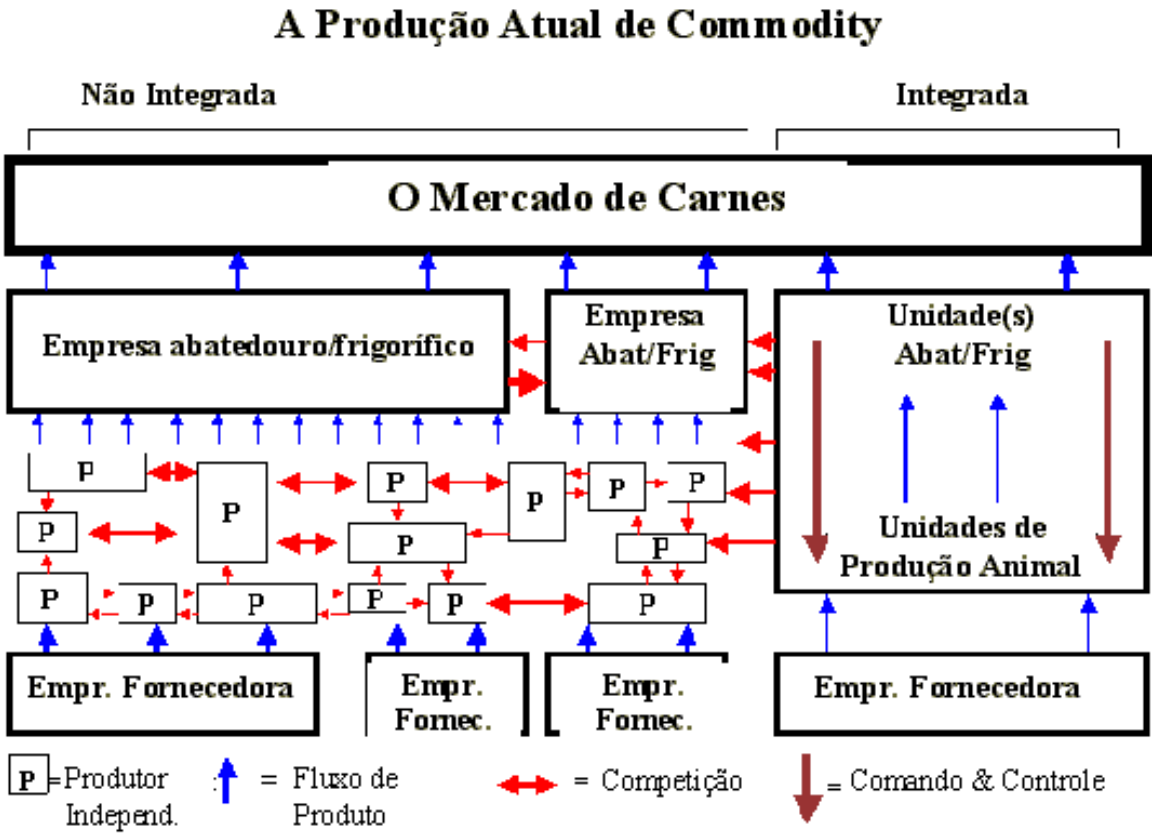


Figura 1 —

A Figura 1 mostra a atual “estrutura de produção de commodity” da indústria suinícola. A espessura das barras simboliza o poder econômico dos setores da indústria. O mercado de carnes (varejistas, fornecedores, exportadores) claramente

determina as condições para os parceiros “linha abaixo” da cadeia de produção. Além disso, os produtores independentes (P) estão “presos” entre as empresas fornecedoras e as empresas processadoras. A reação natural destas pressão é reduzir custos. No entanto, os sistemas empresariais de produção agrícola de integração vertical como Smithfield e Seabord, podem reduzir ainda mais seus preços devido ao seu sistema interno de “comando e controle”. Consequentemente, manter o modelo de commodity significa apenas extinguir gradualmente o produtor independente.

O chamado “ciclo do porco” tornou-se uma espiral para baixo para o produtor não integrado de suínos. A principal razão disto é que as ferramentas tradicionais do produtor não funcionam mais, já que os pequenos e médios produtores, que funcionavam como “tampão”, devido à produção rapidamente decrescente, estão desaparecendo. Isto criou um ambiente instável de negócios para os que vendem suínos para viver.

Muitos produtores e veterinários reconhecem a necessidade de mudar a suinocultura, passando de um sistema que produz o máximo possível para um sistema que produz o que o mercado quer. Esta mudança também pode ser descrita como uma transição da “produção de commodity” para “produção impulsionada pela demanda".

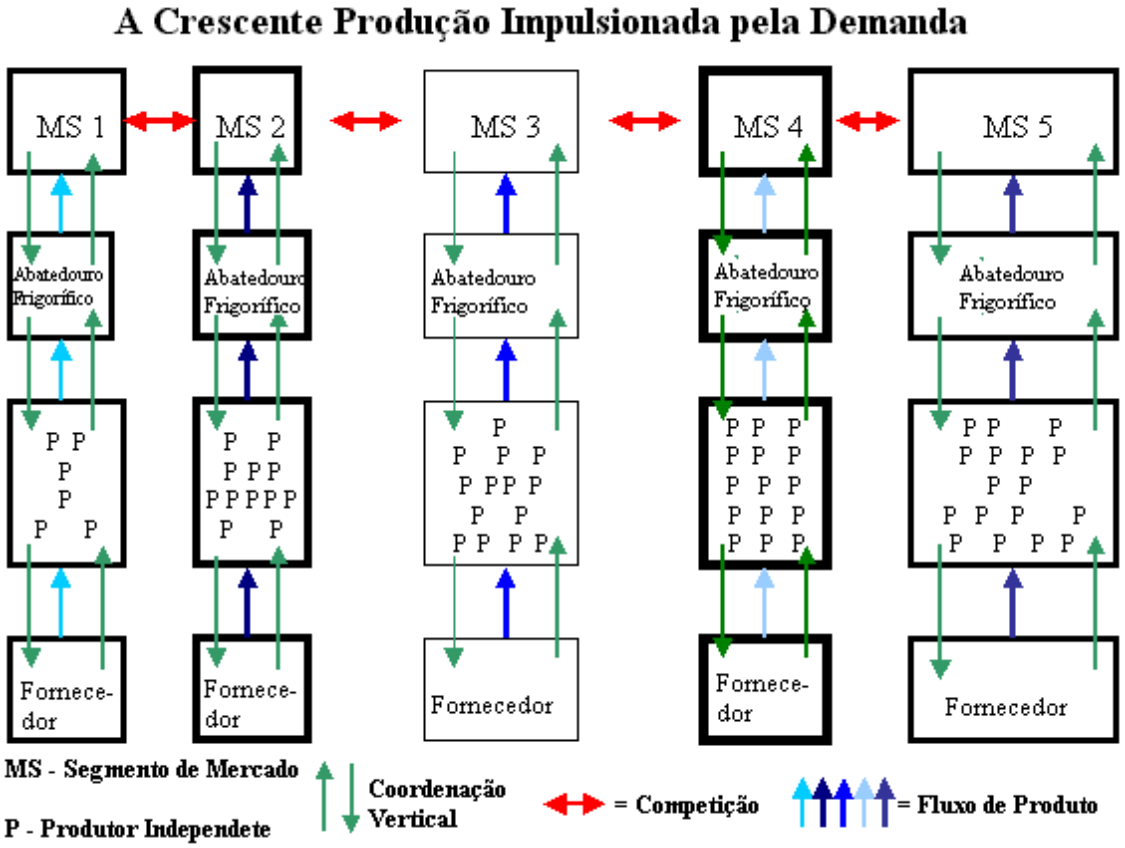


Figura 2 —

A Figura 2 mostra a alternativa ideal para a estrutura de produção de commodity, a estrutura de “cadeia de produção impulsionada pela demanda”. Fornecedores, produtores de suínos e frigoríficos fazem parcerias com segmentos de mercado que

já existem ou que estão surgindo, de forma que a produção agrícola primária "reflete" os vários segmentos do mercado de carnes E é tratada como um parceiro essencial para produzir a qualidade exigida pelo mercado, e não como um potencial centro de custo.

4 A criação do "Minnesota Certified Pork" (MNCEP)

O MNCEP é uma rede de produtores de carne suína que está desenvolvendo uma cadeia de fornecimento impulsionado pela demanda. É uma cooperativa de nova geração, cujos membros compram ações (por número de animais produzidos), pagam taxas anuais e concordam com procedimentos de produção padronizados e orientados para o mercado. O MNCEP baseia-se nos princípios de implementação e certificação de altos padrões de qualidade e de segurança em todas as granjas associadas para produzir um produto de carne suína para o mercado, um produto diferente da carne suína atualmente anônima e comercializada como commodity. A missão do MNCEP é: *Fornecer ao mercado produtos de carne suína de qualidade superior, rastreáveis até a granja de origem, produzidos por produtores independentes, garantindo risco mínimo de ameaças à saúde humana transmitidas através do alimento através de procedimentos de produção padronizados, submetidos à auditoria e certificados.*

Os padrões de qualidade do MNCEP estão no **MNCEP Quality Handbook** (Manual de Qualidade do MNCEP) que exige que todos os associados do MNCEP cumpram com estes padrões.

O Manual de Qualidade inclui os seguintes tópicos:

- Política de qualidade do MNCEP
- Melhores Práticas de Produção como
  - biossegurança
  - procedimentos diários durante todos os ciclos da produção
  - limpeza, etc.
- Segurança Pré-Abate como
  - uso prudente de antibióticos
  - controle de salmonela
  - produção livre de trichinella e de toxoplasma
  - procedimentos para evitar resíduos e corpos estranhos
- Manejo Ambiental
  - regras para armazenagem e uso adequado de esterco
  - medidas para redução de odor
  - planos de contingência para acidentes ambientais
- Bem–estar Animal

- programa de saúde do rebanho
- regras de manuseio e cuidado humanitários
- regras para o transporte e manuseio pré-abate
- eutanásia humanitária

- Registros e Documentação

Além da descrição detalhada de cada procedimento diário da produção como Procedimento Padrão de Operação (SOP) para fornecer a base da padronização pretendida dentro do MNCEP, há novos padrões para melhorar a segurança alimentar como o uso prudente de antibióticos, controle de salmonela na granja e padrões para a proteção do ambiente e para melhorar o bem–estar dos animais na granja que excedam as exigências obrigatórias.

O cumprimento destes padrões de qualidade e de segurança será atingido através:

1. de auditorias internas mensais de todas granjas MNCEP por veterinários locais para ajudar os membros do MNCEP a implementar os SOP descritos no Manual de Qualidade MNCEP e para registrar nas listas de auditoria o cumprimentos dos SOP. No caso de não cumprimento, os veterinários ajudam os membros do MNCEP a implementarem as medidas corretivas necessárias e registram o cumprimento resultante durante a visita seguinte;

2. de certificação anual por terceiros do cumprimento de toda a cooperativa às regras do Manual de Qualidade MNCEP pelo Setor de Saúde Animal da Secretaria de Agricultura do Estado de Minnesota, usando um selo estadual.

As auditorias internas pelos veterinários locais e a certificação por terceiros para o Estado de Minnesota seguem o conceito da ISO 9000: 2000.

Estes procedimentos de manejo da qualidade e de certificação permitem que o MNCEP forneça ao mercado produtos suínos que satisfazem as exigências de qualquer segmento de mercado, que podem ser rastreados até a granja de origem e que são diferentes da carne suína anônima como commodity produzida atualmente.

BEM–ESTAR DE SUÍNOS E QUALIDADE DA CARNE: UMA VISÃO BRITÂNICA

P.D. Warriss S.N. Brown

School of Veterinary Science
University of Bristol
Langford, Bristol BS40 5DU –

Resumo

Os consumidores têm uma preocupação crescente de que a carne que compram deva vir de animais criados, manejados e abatidos de maneiras que levem em consideração o seu bem–estar. Bennet (1996) verificou que 89% das pessoas entrevistadas estavam meio ou muito preocupadas que os animais de produção pudessem ser maltratados ou sofressem durante o processo de produção de alimentos na . Nos países da Europa Ocidental, o bem–estar animal é geralmente considerado desejável pelos animais em si, e a legislação da União Européia agiu para promover isso. Além disso, aspectos de qualidade ética, como o bem–estar animal, geralmente estão incorporados em sistemas de garantia de qualidade. Estes sistemas foram projetados para dar aos consumidores a garantia de que certos padrões foram cumpridos na produção da carne que compram e para combater as preocupações que surgem às vezes sobre os sistemas modernos de produção intensiva. Especificam como os animais devem ser criados e tratados para permitir que a carne seja vendida com certo rótulo de comercialização. Exemplos destes sistemas na são o “Farm Assured British Pigs” e o “Freedom Foods”.

A legislação e os sistemas de garantia de qualidade são mecanismos eficazes de proteção do bem–estar animal. No entanto, demonstrar que o bem–estar resulta em um produto de melhor qualidade é um grande incentivo para melhorar a forma com que criamos, manuseamos e abatemos os animais. No período antes do abate, o bem–estar geralmente resulta do manuseio cuidadoso dos animais, reduzindo o estresse e os traumatismos. Em contraste, o mau manuseio antes do abate leva ao estresse e resulta em pior qualidade da carne, por afetar o padrão de acidificação muscular postmorten, ou através de mecanismos que ainda não estão claros. O estresse a longo prazo pode esgotar o glicogênio muscular e resultar em carne DFD (Dark, Firm, Dry - escura, dura e seca). Isto ocorre em todas as espécies, inclusive aves. O estresse imediatamente antes do abate em suínos pode produzir a carne PSE (Pale, Soft, Exudative - pálida, mole e exsudativa). Sintomas semelhantes a PSE também foram relatados em frangos de corte e em perus. Tanto a carne PSE quanto a DFD têm má aparência, propriedades tecnológicas e palatabilidade ruins.

1 Estresse a longo prazo e carne de porco DFD

Um exemplo de estresse a longo prazo que potencialmente causa carne suína DFD é fornecido pelos efeitos das brigas entre animais que não se conhecem e que foram misturados antes do abate (Tabela 1). Suínos que produziram carcaças com mais danos na pele (arranhões e marcas de mordidas) tiveram níveis progressivamente mais altos do hormônio cortisol e da enzima creatinina fosfoquinase (CPK) em seu sangue, indicativos de maior estresse psicológico e físico. Os seus músculos tiveram pH final (pHu) progressivamente maior e menores valores de Sonda de Fibra Ótica (FOPu), indicando potencialmente mais carne DFD. Um problema semelhante é observado em bovinos, especialmente tourinhos de corte misturados antes do abate (Warriss, 1990)

Tabela 1 — Efeito da briga, evidenciada por danos na pele, sobre o perfil sanguíneo e qualidade da carne em suínos (Warriss, 1996).

	Escore de	danos na	pele*		
	1	2	3	4	
Cortisol plasmático (mg%)	15	16	19	22	***
Plasma CPK (U/l)	517	716	1119	1372	***
pHu músculo LD	5.55	5.60	5.66	5.68	***
músculo AD	5.77	5.88	6.03	6.15	***
FOPu músculo LD	35	31	27	25	***

* Escore 1 indica ausencia de danos e o escore 4 danos severos
*** P<0.001

2 Estresse a curto prazo e carne suína PSE

A moderna indústria de carne suína se caracteriza por abatedouros grandes que operam a grandes velocidades de linha. É provável que as instalações e as práticas de manuseio não satisfaçam a necessidade de manusear os suínos mais rápido nestes abatedouros. Altas velocidades de operação e a necessidade de coerção podem resultar em estresse e mais carne PSE. Monitoramos índices objetivos de estresse e de qualidade de carne de suínos abatidos em abatedouros avaliados subjetivamente como tendo sistemas de manuseio pré-abate de baixo ou de alto estresse (Tabela 2). As concentrações muito mais altas de lactato e CPK confirmaram que suínos abatidos em sistemas ruins, de alto estresse, estavam, de fato, mais estressados ao abate. Também produziram muito mais carne potencialmente PSE, com base em valores mais altos de sonda PQM. O valor PQM (Pork Quality Meter - Medidor da Qualidade da Carne Suína) é uma medida das características elétricas da carne. Valores mais altos estão associados com carne mais pálida e mais úmida. Em outras palavras, suínos abatidos em sistemas de alto estresse foram mais estressados e produziram mais carne PSE.

Tabela 2 — Índices de estresse e de qualidade de carne em suínos abatidos em abatedouros avaliados subjetivamente como tendo sistemas de manuseio de alto ou baixo estresse (adaptado de Warriss *et al*., 1994).

	Suínos Abatidos em sistemas de baixo estresse	Suínos Abatidos em sistemas de alto estresse	
Lactato no plasma (mg %)	64	140	***
CPK plasma (U/l)	965	1436	*
n. de animais com concentração de lactato > 100mg%	6%	69%	
Valor sonda PQM	3.8	4.7	***
n. de carcaças valor PQM >= 6	7.5%	16.8%	

* P<0.05
*** P<0.001

3 Efeitos diretos do estresse sobre a palatabilidade da carne

Também podem haver influências diretas do manuseio pré-abate sobre a qualidade da carne que não são atribuíveis a mais ou menos carne PSE ou DFD. Recentemente, verificamos que a carne de suínos estressados imediatamente antes do abate tem menor palatabilidade do que a de suínos manuseados com cuidado (Warriss, 1994). Isto ocorreu apesar de não haver diferença aparente na qualidade da carne crua. Os suínos estressados tiveram níveis sanguíneos significativamente mais altos de cortisol e lactato, mas não houve diferença na temperatura muscular, pH muscular inicial (pH45), palidez da carne ou perda de água durante o armazenamento. Este achado fornece provas objetivas da crença de que animais estressados antes do abate produzem carne de pior palatabilidade. Existem muitos outros exemplos de relação geral entre o estresse ao abate e a qualidade da carne. No entanto, isto não significa que todos os animais estressados produzem carne de má qualidade, ou que a má qualidade da carne seja sempre resultado do estresse. Em geral, acredita-se que o melhor manuseio do animal reduz o estresse e, na média, resulta em um melhor produto final. Isto terá cada vez mais importância em um mercado cada vez mais competitivo para carne suína.

4 Referências Bibliográficas

R.M. BENNETT 1996. Willingness-to-pay measures of public support for farm animal welfare legislation. *Veterinary Record*, **139**: 320–321.

P.D. WARRISS. 1990. The handling of cattle preslaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science*, **28**: 171–186.

P.D. WARRISS. 1994. Antemortem handling of pigs. In: *'Principles of Pig Science'*, University of Nottingham Press pp 425–432.

P.D. WARRISS. 1996. The consequences of fighting between mixed groups of unfamiliar pigs before slaughter. *Meat Focus International*, **5**: pp 89–92.

P.D. WARRISS *et al* 1994. Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. *Meat Science*, **38**, 329–340.

5 Leitura Adicional

P.D. WARRISS. 1994. Handling pigs immediately preslaughter - practical concerns and considerations for welfare and meat quality. *Meat Focus International*, **3**: 167–172.

P.D. WARRISS. 1995. Guidelines for the handling of pigs ante mortem. *Meat Focus International*, **4**: 491–494.

BEM–ESTAR DE SUÍNOS DURANTE O EMBARQUE E O TRANSPORTE: UMA VISÃO NORTE–AMERICANA

Zanella, A.J.[1] Duran, O.[2]

[1]Department of Animal Science, Anthony Hall
[2]Department of Large Animal Clinical Science
Michigan State University, East Lansing, MI, 48824

Resumo

A distância em que os suínos são transportados nos EUA aumentou na última década. Esta mudança resultou do estabelecimento de granjas de multiplicação de matrizes em locais remotos, longe das unidades de produção de suínos, da produção de suínos em sítios múltiplos e de uma redução no número de abatedouros com inspeção federal. Durante o embarque e o transporte, os suínos são expostos a um ambiente novo e freqüentemente são misturados com animais desconhecidos. No laboratório do autor, a pesquisa tem enfocado o impacto do ambiente prévio e das técnicas de manuseio sobre as respostas dos suínos ao transporte. O transporte de leitões recém desmamados, de suínos em crescimento e em peso de abate causa ativação do eixo do estresse e alterações comportamentais marcantes. O aspecto mais importante que pode afetar o bem–estar de suínos durante o embarque e o transporte é a qualidade do manuseio, ou a forma como estes animais são tratados. Quando os tratadores carregaram os animais usando picana elétrica, foram registrados níveis mais altos de atividade, de frequência cardíaca e de temperatura retal durante os primeiros 15 minutos em comparação a suínos carregados usando um painel convencional. O manuseio bruto e o manejo incorreto durante o embarque e o transporte podem contribuir para a ocorrência de morte súbita, ferimentos na pele, hematomas, carne pálida, mole e exsudativa (PSE) e escura, dura e seca (DFD) em suínos. O transporte de leitoas em reprodução, matrizes descartadas, porcos feridos e desmamados ainda não recebeu muita atenção e pesquisas nesta área são necessárias com urgência.

Palavras-chave: embarque de suínos; estresse; bem–estar, transporte

1 Introdução

Todo suíno vai suportar pelo menos um transporte durante a sua vida. Muitos fatores vão influenciar o bem–estar dos suínos durante o embarque e o transporte. Alguns fatores dependem da intervenção humana direta, como por exemplo, embarque, controle do microambiente durante o transporte, decisões de comercialização, períodos de jejum, e a qualidade do desembarque depois do transporte.

As mudanças na estrutura e nas práticas dos modernos sistemas de produção de suínos têm levado a um aumento tanto do movimento de animais entre granjas, como da distância percorrida até os abatedouros.

Os diferentes grupos de suínos que são transportados por rodovia são leitões desmamados, em crescimento, reprodutores para reposição (incluindo marrãs e cachaços), suínos em terminação (idade de abate), matrizes descartadas e suínos doentes ou feridos (“baixas”).

É necessário que se pesquise com urgência como melhorar o bem–estar de suínos durante o embarque e o transporte. Nos EUA, os fundos federais para a pesquisa de questões relacionadas ao transporte de suínos são limitados. É importante mencionar que tem havido um esforço conjunto de pesquisa envolvendo 10 instituições em 8 países membros da União Européia para estudar métodos para melhorar o bem–estar de suínos e a qualidade da carne reduzindo o estresse e o desconforto antes do abate (EC–AIR3–Projeto CT92–0262). Outras fontes adicionais para financiar a pesquisa em transporte de suínos na União Européia envolvem os governos estaduais e locais.

2 Uma visão geral do embarque e do transporte de suínos nos EUA

2.1 Leitões desmamados e na creche

2.1.1 Informações gerais

Os sistemas de criação de suínos adotaram a tecnologia de sítios múltiplos, na qual os animais são removidos para uma instalação de creche em separado ao desmame (Harris, 2000). A maioria dos produtores de suínos com um rebanho acima de 10.000 cabeças usa o desmame segregado e 21,6% dos leitões que vão para crescimento/terminação provêm de outras instalações (NAHMS, 1995). Às vezes, estes leitões são desmamados aos 10 dias de idade, ou mesmo mais cedo, para reduzir a transmissão de patógenos da matriz para o leitão, colocando novos desafios para avaliar o impacto do transporte sobre o bem–estar e a saúde de leitões muito jovens. Geralmente, os leitões são desmamados entre 14 e 21 dias de idade e de 4 a 8 kg de peso. Algumas situações que surgiram com a consolidação e a integração da suinocultura são mostradas como exemplo. Um sistema com 25.000 matrizes no Colorado desmama leitões que são transportados para creches em Dakota do Sul. Os animais, ao redor 35–45 kg de peso, são então transportados para as unidades de terminação no Meio–Oeste e finalmente para o abate em um abatedouro em Minnesota. Em um exemplo de sistema de produção em três sítios, um rebanho de reprodução na Carolina do Norte (170.000 matrizes) produz 1.530.000 leitões de creche que são transportados até Iowa para terminação (Freese, Successful Farming Magazine, Outubro de 1999). O movimento de animais entre as instalações de reprodução e a creche é feito em diversos tipos de veículos, incluindo caminhões projetados especificamente para isso e ônibus escolares convertidos.

2.1.2 O bem–estar de leitões submetidos ao transporte

Demostramos que o impacto cumulativo do estresse de privação materna junto com mudança nutricional e ambiente térmico abaixo do ideal pode desafiar a saúde e o bem–estar de leitões (Yuan *et al*., 1999). São necessárias pesquisas para estudar questões relacionadas ao bem–estar de leitões submetidos ao transporte.

2.2 Reprodutores

2.2.1 Informações gerais

O advento dos sistemas de reprodução em pirâmide, fornecendo rápido melhoramento genético, levou a um aumento da aquisição de reprodutoras (Harris, 2000). Para evitar a transmissão de doenças ao núcleo genético e às granjas de multiplicação de marrãs, estas unidades estão localizadas em áreas de baixa densidade de suínos. Portanto, as distâncias dos fornecedores de genética até as granjas comerciais podem ser grandes. Geralmente, as marrãs são transportadas entre 160 e 200 dias de idade usando condições de transporte típicas de suínos para o abate. Muitos produtores hoje estão comprando marrãs desmamadas (Isowean) para permitir um maior período de isolamento e aclimatação antes da sua introdução no principal rebanho reprodutor. Freqüentemente, as marrãs são alojadas em galpões separados das matrizes e depois transportadas até a granja principal quando chegam à puberdade. Por outro lado, o transporte de cachaços de reposição para rebanhos de reprodução diminuiu devido ao crescente uso da inseminação artificial (IA). Estima-se que mais de 11% das fêmeas nos EUA eram submetidas a IA no início da década de 90 (NAHMS, 1995), sendo que as granjas maiores utilizavam cada vez mais IA. Os cachaços são transportados em grupos pequenos para evitar brigas e ferimentos e freqüentemente viajam longas distâncias desde as unidades multiplicadoras de machos.

2.2.2 O bem–estar de reprodutores submetidos ao transporte

O impacto potencial do estresse do embarque e do transporte sobre a saúde e a imunocompetência de marrãs em idade reprodutiva deve ser avaliado. Mendl, Zanella e Broom (1992) demonstraram que as matrizes prenhes que tinham maior atividade do eixo do estresse não respondiam bem à vacinação.

2.3 Suínos em terminação

2.3.1 Informações gerais

Devido à consolidação da indústria processadora na última década, a distância que os suínos têm que viajar antes do abate aumentou. Menos abatedouros estão abatendo números maiores de animais nos EUA (Tabela 1). Uma comparação de suínos criados e abatidos nos principais estados produtores nos EUA revela que alguns estados são importadores (Iowa, Illinois), enquanto que outros dependem do envio para outros estados (Figura 1). Dados confiáveis sobre as condições de comercialização nos EUA estão disponíveis no projeto Swine 95, Sistema Nacional de Monitoria de Saúde Animal (National Animal Health Monitoring System – NAHMS).

Alguns dados interessantes deste estudo é que 55,1% dos suínos vendidos foram diretamente para o abatedouros, enquanto que 38,1% foram vendidos via uma estação de compras do abatedouro. Apenas 2,4% dos animais vendidos foram enviados para o mercado de animais vivos ou para leilões (Annon, 1996). Nesta pesquisa, os entrevistados revelaram que 80% dos animais viajou 320 km ou menos até o abate (NAHMS, 1995). Os animais de granjas do Sudeste foram os que viajaram mais até o abate (NAHMS, 1995).

2.3.2 O bem–estar de suínos terminados submetidos ao transporte

A duração da viagem e o desenho do veículo têm uma influência importante sobre o bem–estar dos suínos transportados por rodovias (Lambooij e Van Putten, 1993).

Nos EUA, os suínos terminados geralmente transportados em caminhões "marsupiais" com laterais perfuradas de metal, com dois ou três andares (Lambooij e Van Putten, 1993; observação dos autores). A principal desvantagem destes veículos é que possuem rampas internas. Os suíno têm dificuldade em andar em rampas com inclinações maiores que 20[graus] (Lambooij e Van Putten, 1993). Além disso, como os suínos refugam na entrada destas rampas muito inclinadas, os tratadores podem ficar frustrados pela hesitação levando a um manuseio mais bruto e ao aumento do uso da picana elétrica. O uso da picana elétrica pode causar graves respostas comportamentais e fisiológicas indicativas de ausência de bem–estar (Brundige e Zanella, 1998).

Durante o período entre 1990–1995, o número de porcos mortos na chegada ao abatedouro aumentou de 46,7% (1,476 por mil cabeças em 1995). Estes números poderiam ser atribuídos a um aumento do estresse durante o transporte, possivelmente exacerbado por mudanças no genótipo de suínos de engorda, densidade e efeitos estacionais. Dados da Grã-Bretanha, cobrindo 147 mil suínos transportados, mostraram uma taxa de mortalidade durante o trânsito de 0,65 por mil animais. A taxa de mortalidade durante o trânsito em outros países europeus foi menor que a dos EUA. O manuseio bruto e o manejo incorreto no momento do embarque e no transporte podem contribuir para a ocorrência de morte súbita, lesões na pele, hematomas, carne pálida, mole e exsudativa (PSE) e escura, dura e seca (DFD) em suínos (Lambooij e Van Putten, 1993). Nos EUA, as perdas econômicas associadas com as condições acima foram estimadas em mais de 43 milhões de dólares em 1994 (Pork Quality Chain, 1994).

2.4 Matrizes e cachaços descartados

2.4.1 Informações gerais

Durante o mês de abril de 2000, 222 mil matrizes foram mandadas para o abate nos EUA (USDA, 2000). Há apenas 9 abatedouros que processam mais de 500 matrizes por dia nos EUA (Annon, 1999). Estas plantas estão predominantemente localizadas no Meio–Oeste e, por isso, longas viagens antes do abate são muito prováveis. Veículos ou regras de embarque especiais para o transporte de matrizes adultas não são geralmente usados nos EUA.

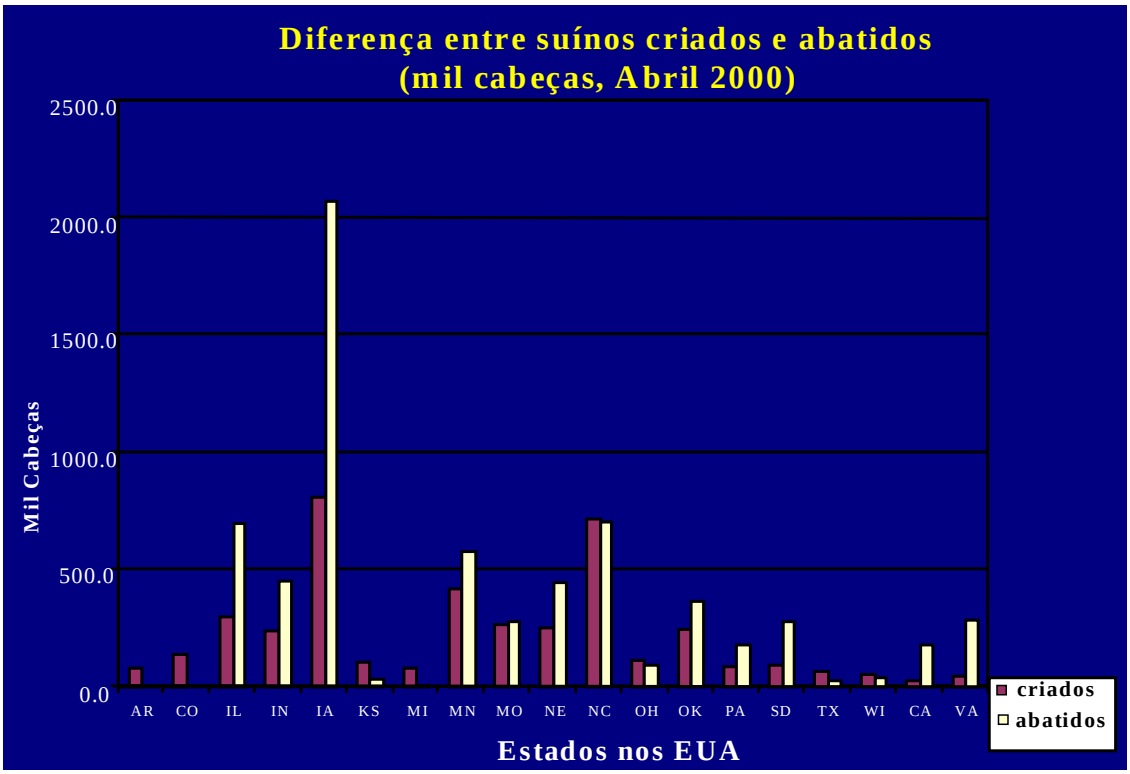


Figura 1 — Diferença entre suínos produzidos e capacidade de abate (Dados de: Relatório Hogs and Pigs and Meat Animals Production, Disposition and Income, NASS, USDA, Abril 2000)

Tabela 1 — Localização e capacidade de abate dos abatedouros americanos (Julho, 1999)

Região	Estados com capacidade frigorífica	Números de abatedouros	Capacidade diária estimada de abate	% do abate total
Oeste	CA	1	6.000	1,5
Sudoeste	OK	1	16.000	4,1
Meio-Oeste Oeste	SD	1	15.000	3,8
Meio do Meio-Oeste	IA, MO, NE	15	152.150	39,0
Meio-Oeste Sul	IN, IL, OH, MN	9	91.900	23,6
Leste	PA, VA	4	27.800	7,1
Sul	NC, SC, MS, TN, KY	7	60.000	15,4

2.4.2 Bem–estar de matrizes e cachaços descartados

Atualmente, não há informações disponíveis sobre o bem–estar de matrizes e cachaços descartados. Os principais fatores de risco que desafiam o bem–estar destes animais estão associados à mistura de animais desconhecidos, desenho inadequado dos veículos e duração do transporte.

2.5 Suínos doentes ou machucados

2.5.1 Informações gerais

Dados sobre o número de suínos feridos transportados nos EUA não foram encontrados nas publicações de estatística agrícola ou na literatura. Os autores deste artigo não têm conhecimento de legislação quanto ao transporte de suínos feridos nos EUA. A legislação na GB, a Lei do bem–estar Animal (transporte) inclui cláusulas para o transporte de suínos feridos (Parlamento da Grã–Bretanha, 1997). Esta legislação considera que um animal não tem condições ser transportado se estiver doente, ferido, fatigado ou fraco, a não ser que esteja apenas levemente afetado e que o transporte pretendido não cause sofrimento desnecessário. Estas regulamentações foram implementadas para cumprir com as Diretrizes da União Européia e para assegurar que os suínos não sejam submetidos a sofrimento “desnecessário” (Penny e Guise, 2000). Muitas das dificuldades surgem quando se tenta definir o que significam um “suíno que não tem condições de ser transportado” e “sofrimento desnecessário”. Outra conseqüência da legislação na GB tem sido um aumento no número de animais abatidos na granja (Penny e Guise, 2000).

2.5.2 Bem–estar de suínos doentes e feridos

A ocorrência de dor e sofrimento é o provável resultado do transporte de animais doentes ou feridos. Podem surgir problemas de bem–estar se os funcionários do abatedouro não conseguirem fazer o abate humanitário assim que os animais doentes ou feridos são identificados na chegada ao abatedouro.

3 Fatores de risco que prejudicam o bem–estar de suínos durante o embarque e o transporte: Pensem bem nisso

3.1 A atitude do tratador

A natureza e a regularidade com que as pessoas interagem com os suínos pode afetar seu bem–estar. O medo e a reatividade ao estresse são maiores em em suínos manuseados de forma irregular (Hemsworth, Barnett *et al*., 1987) ou manuseados por tratadores com baixa auto-estima (Gemus *et al*., 1998) do que os que foram manuseados de forma positiva e regular e por tratadores com alta auto-estima. Estímulos imprevisíveis e incontroláveis tem maior probabilidade de induzir resposta de longa duração ao estresse [Weinberg, 1980 # 45]. Em relação ao estresse do

transporte, o humano é a única variável na equação que pode acrescentar ou remover previsibilidade ao ambiente do suíno. Em uma publicação bastante importante [Hemsworth, 1987 # 26] foi demonstrado que, sem sombra de dúvida, os suínos são extremamente sensíveis a sessões pouco freqüentes e breves de tratamento aversivo (p. ex., picana elétrica a bateria). Interações positivas não foram eficazes para reverter os efeitos negativos do manuseio irregular. Aumentar conhecimentos do tratador sobre o comportamento e a biologia do suíno tem um impacto positivo permanente na atitude do tratador para com o animal (Hemsworth, 1999). A atitude do tratador em relação ao manuseio de suínos foi o melhor fator de previsão da natureza de seu comportamento em relação aos suínos (Hemsworth, 1989).

Porcos que são difíceis de manejar tenderam a receber um tratamento mais "bruto" durante o embarque do que eram fáceis de manejar, e foi sugerido que o manuseio bruto prejudica a qualidade da carne (Wedding *et al*., 1993).

Foi demonstrado que suínos expostos a procedimentos de manejo antes do embarque e do transporte foram mais fáceis de manusear que os animais inexperientes do grupo controle (Abbott *et al*., 1997).

Em resumo, é provável que interações entre pessoas e suínos que induzem medo terão um impacto negativo nas respostas dos animais a procedimentos de manejo, como manuseio e transporte.

3.1.1 Uso da picana elétrica

A disponibilidade fácil, que causa o uso excessivo da picana elétrica para manusear suínos, é o fator mais importante que prejudica a atitude do tratador em relação a suínos. Dispositivos que são usados para dar descarga elétrica em animais de produção não estão sujeitos a regulamentação e as especificações da voltagem e seu impacto sobre o bem–estar de suínos ainda não foram investigados. Em nosso trabalho (Brundige e Zanella, 1998), demonstramos que suínos carregados com o uso de picana elétrica demonstraram respostas comportamentais e fisiológicas indicativas de estresse muito mais altas do que os carregados com o uso de painéis. Quando a picana elétrica era usada, os suínos gritavam, perdiam o equilíbrio e tentavam pular para fora da área de embarque (Brundige e Zanella, 1998). A frequência cardíaca e a temperatura corporal foram significativamente mais altas nos suínos carregados com o uso de picana elétrica do que nos carregados com o uso de painéis. Também investigamos as conseqüências a longo prazo do estresse do embarque sobre a resposta de suínos ao transporte ou à exposição a um ambiente novo. O estresse do transporte superou a resposta inicial de cortisol ao embarque (Figura 2). Porcos carregados com o uso de picana elétrica tiveram níveis de cortisol na saliva significativamente mais altos quando permaneceram em um caminhão estacionário por 2 horas (Figura 3). O aumento dos níveis de cortisol devido à técnica de embarque foi acompanhado de aumento da frequência cardíaca (Figuras 4 e 5) e da temperatura corporal (Figuras 6 e 7).

3.2 Familiaridade

A mistura de grupos sociais de suínos em qualquer estágio do transporte resulta em brigas e lesões de pele (Guise e Penny, 1989). A mistura de porcos desconhecidos

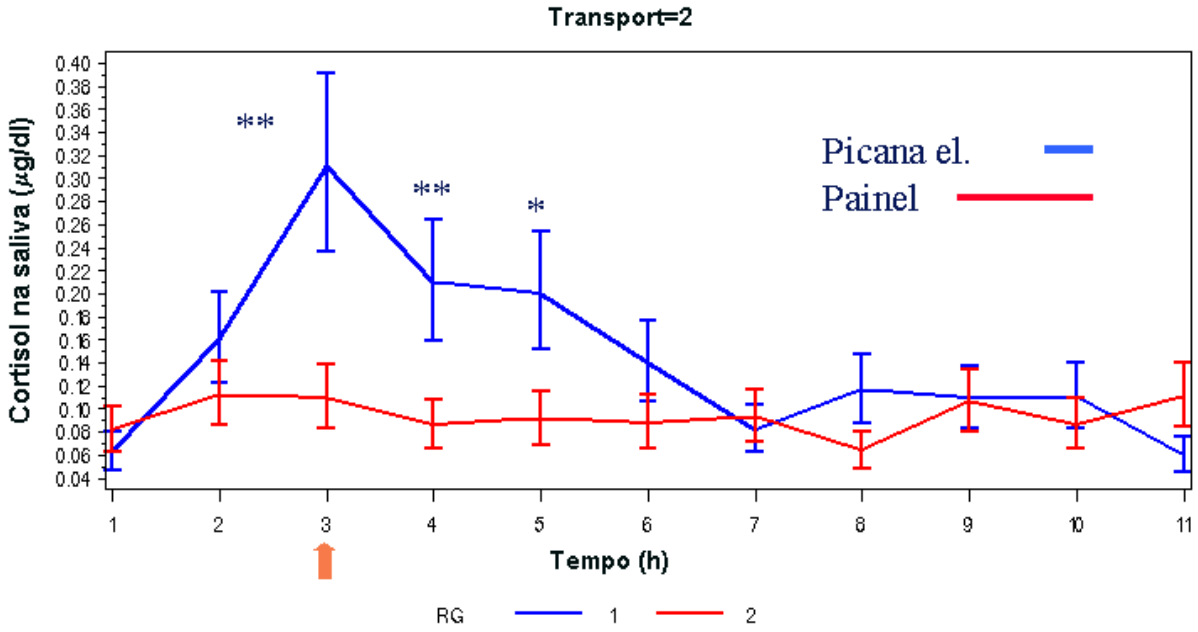


Figura 2 — Suínos carregados usando picana elétrica ou painéis (caminhão estacionário)

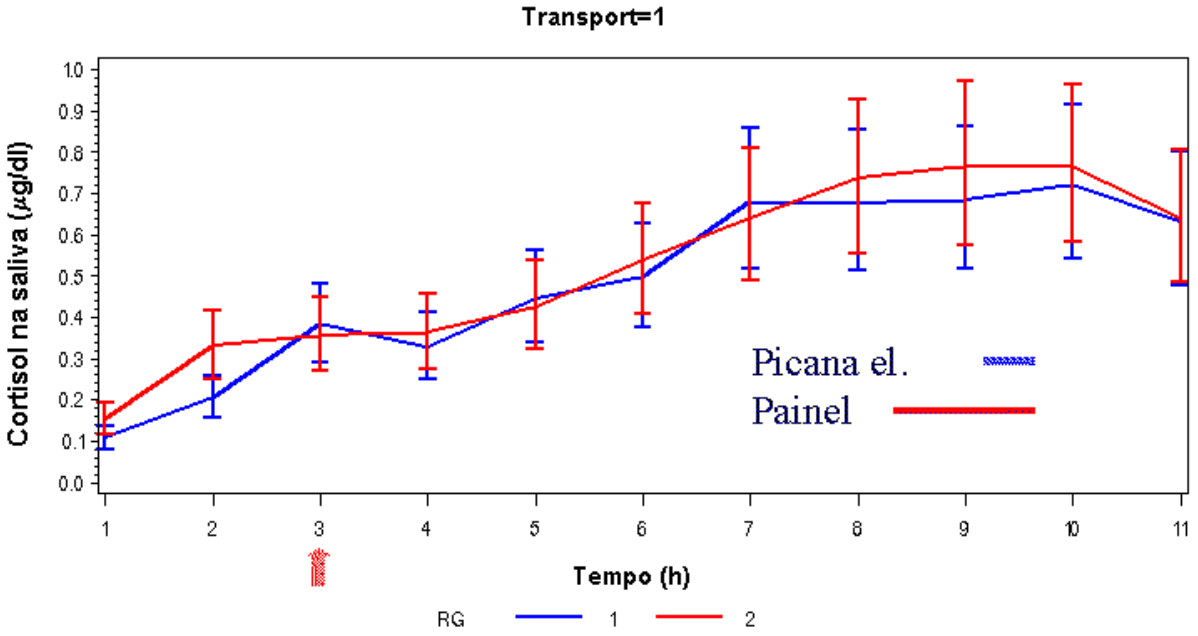


Figura 3 — Suínos carregados usando picana elétrica ou painéis (2 h transporte)

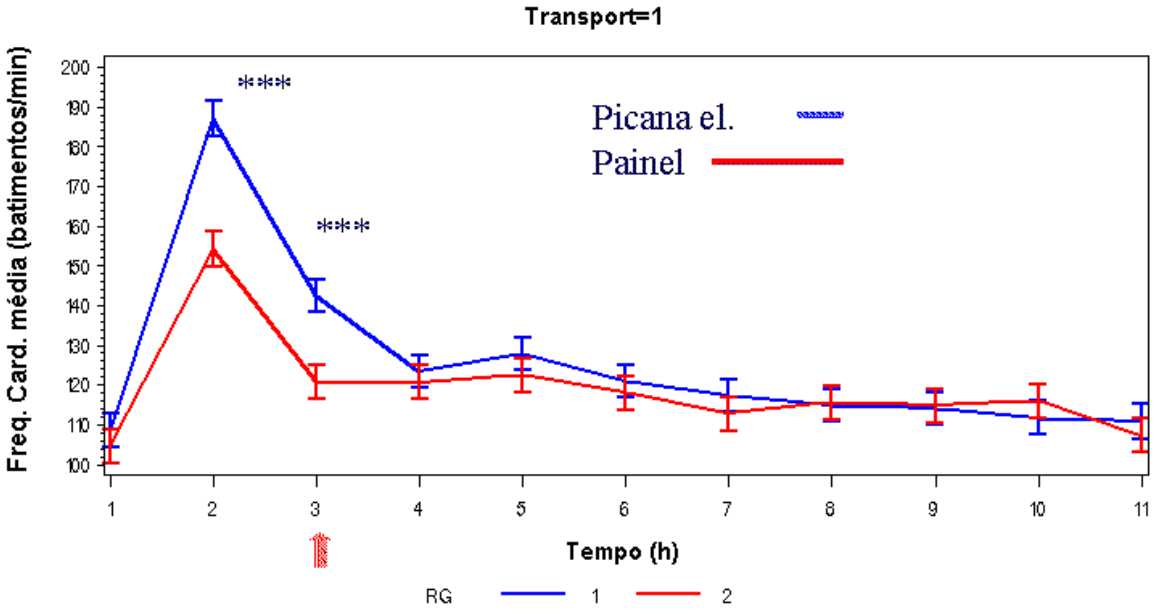


Figura 4 — Frequência cardíaca de suínos carregados usando picana elétrica ou painéis (2 h de transporte)

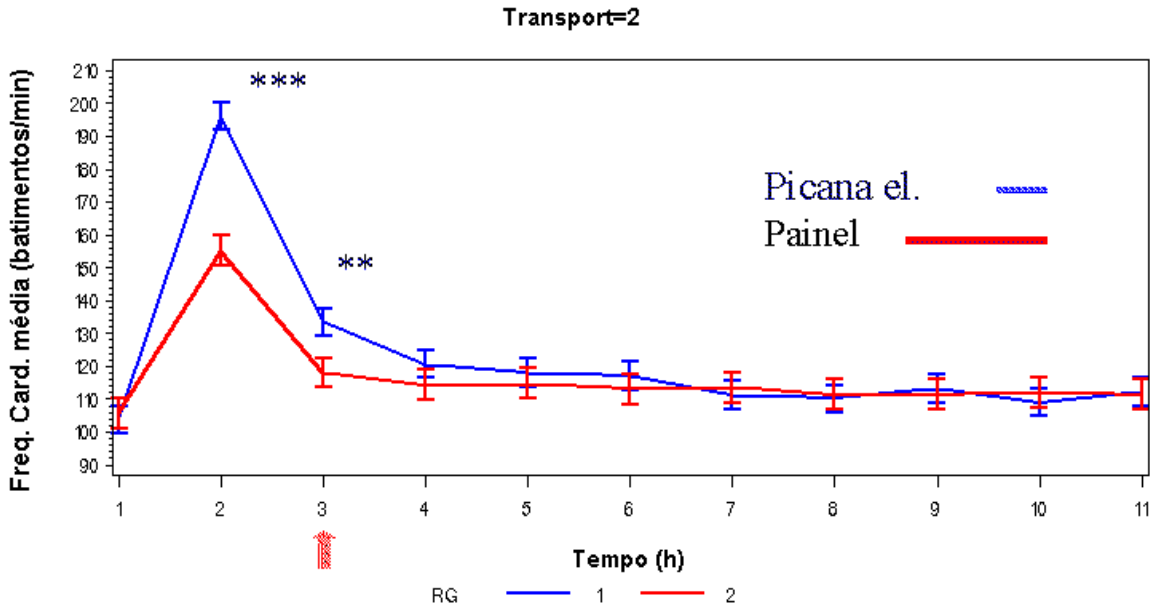


Figura 5 — Frequência cardíaca de suínos carregados usando picana elétrica ou painéis (caminhão estacionário)

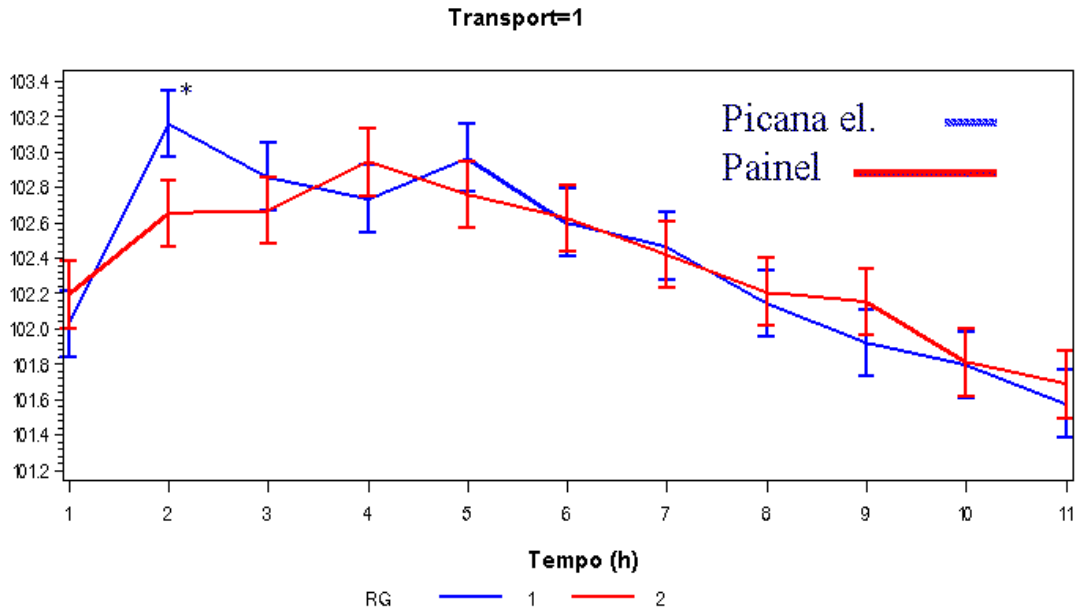


Figura 6 — Temperatura retal de suínos carregados usando picana elétrica ou painéis (2 h de transporte)

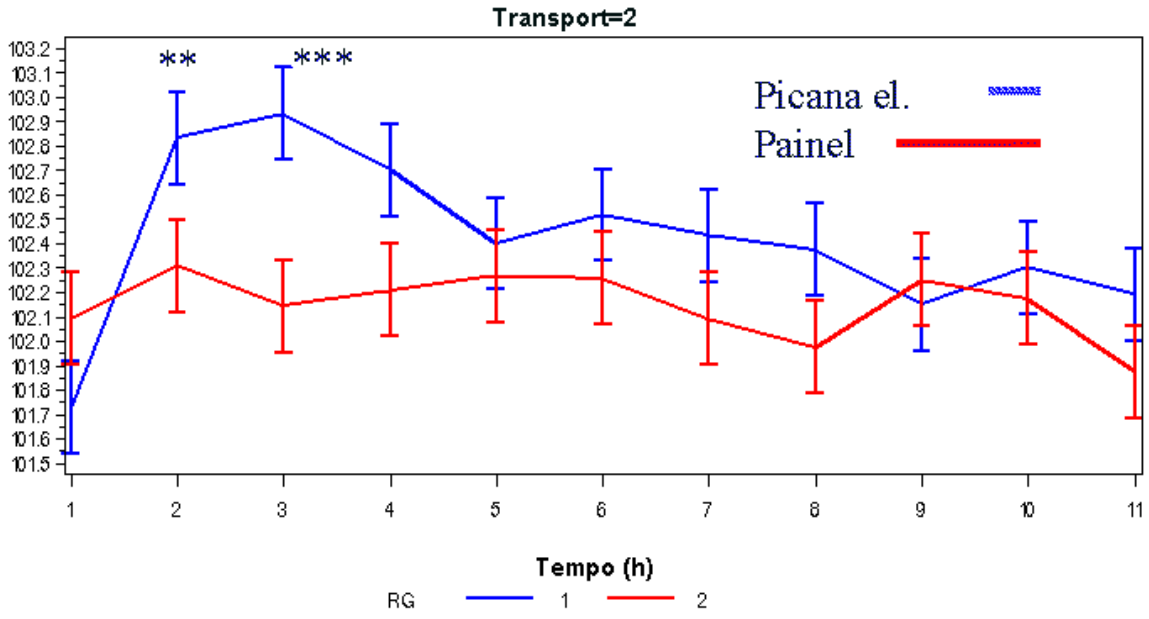


Figura 7 — Temperatura retal de suínos carregados usando picana elétrica ou painéis (caminhão estacionário)

causa brigas, hematomas, ferimentos e elevação dos níveis de cortisol (Bradshaw *et al*., 1996a).

3.3 Rampas de embarque mal-projetadas

Suínos têm dificuldade em subir rampas muito inclinadas. Van Putten e Elshof (1978) relataram aumento progressivo na frequência cardíaca quando suínos foram expostos a rampas com inclinações ente 15 e 30º. Quando a inclinação da rampa era 15º, a frequência cardíaca dos porcos embarcados era 139% acima do nível basal, enquanto que com 30º, a frequência cardíaca aumentou para 202% acima do nível basal. A distribuição irregular de luz, a presença de água ou outro objeto no piso da área de embarque pode fazer com que os suínos se recusem a entrar (Grandin, 1990).

3.4 Veículos mal-desenhados

Não há estudos sistemáticos sobre o impacto do desenho do caminhão sobre o bem–estar de suínos. A posição que os animais ficam dentro do caminhão tem influência significativa sobre o seu bem–estar. Suínos que ficam no andar inferior têm maior taxa de mortalidade do que os que ficam no andar superior. Além disso, os escore de ventilação nos compartimentos do andar inferior foram piores que no andar superior. Os níveis de cortisol plasmático foram mais altos nos compartimentos em que foi registrada a taxa de mortalidade mais alta. Em geral, os sistemas de ventilação e o controle de temperatura nos caminhões são muito simples e dependem de movimento. São necessárias mais pesquisas para entender a dinâmica do fluxo de ar em diferentes velocidades nos diferentes compartimentos dos caminhões usados para transportar suínos.

A contribuição de animais individuais através da temperatura alterada, maior frequência respiratória e acúmulo de fezes e urina na qualidade do ambiente em diferentes temperaturas ambientais ainda não recebeu atenção.

3.5 Duração e qualidade da viagem

Há controvérsias quanto ao impacto da duração da viagem sobre o bem–estar dos suínos.

Segundo a legislação britânica, os porcos podem ser transportados no máximo por 24 horas se tiverem água disponível durante todo o tempo do transporte (Parlamento da Grã–Bretanha, 1997). Existem legislações similares em outros países europeus (Conselho da Comunidade Européia, 1995). Este tipo de legislação não existe nos EUA. Um código de recomendações no Canadá estabelece os padrões relativos ao embarque e desembarque, densidade, duração do transporte, provisão de água e ração, proteção contra ferimentos e condições climáticas extremas (Annon, 1984).

Durante o transporte, alguns suínos demonstram respostas comportamentais e fisiológicas (lisina, vasopressina) indicando que estão sofrendo com a viagem (Bradshaw *et al*., 1996b).

Os suínos acham a vibração muito aversiva. Em um experimento conduzido por Stephens *et al*. (1985), suínos foram treinados a pressionar um painel para parar por

30 segundos a vibração e o ruído em um simulador de transporte. Quando expostos a ambos os estímulos, os animais faziam um grande esforço para obter os 30 segundos de descanso. No entanto, quando testados separadamente, foi verificado que os animais se esforçavam mais para parar a vibração do que para parar o ruído.

4 Bem–estar de suínos: perspectivas

A concentração da produção de suínos, especialmente em áreas geográficas não-tradicionais, causou um aumento na distância percorrida pelos animais até os abatedouros. Além disso, os reprodutores e os desmamados são mantidos em locais distantes das unidades de reprodução e de terminação. Estas transições da suinocultura aconteceram rapidamente e não foram acompanhadas por melhorias ou por uma reavaliação das condições em que os animais são transportados. A complexidade aparente do estresse do transporte prejudicou o progresso da pesquisa que tem como objetivo melhorar o bem–estar dos suínos. Em geral, as publicações revisadas neste artigo demonstraram a natureza estressante dos diferentes aspectos dos procedimentos de embarque e transporte. Há uma desconcertante falta de informações sobre formas de reduzir o estresse durante o embarque e o transporte. Futuros esforços de pesquisa devem ser dirigidos para desenvolver formas novas e alternativas para minimizar os aspectos aversivos e que induzem medo associados com o embarque e o transporte de suínos. De interesse especial é a possibilidade de melhorar a qualidade da interação entre suínos e pessoas. A redução ou mesmo a eliminação do uso de picanas elétricas para manusear suínos pode ser muito benéfica para reduzir as conseqüências negativas do estresse do embarque e do transporte. Meios comportamentais, através do condicionamento operante ou reforço positivo, podem oferecer formas adequadas de mitigar a natureza aversiva dos procedimentos de embarque e transporte.

5 Referências Bibliográficas

BRADSHAW, R.H.; PARROT, R.F.; FORSLING, M.L.; GOODE, J.A.; LLOYD, D.M.; RODWAY, R.G. and BROOM, D.M. (1996) Behavioral and hormonal responses of pigs during transport: effect of mixing and duration of journey. *Journal of Animal Science*, **62**: 547–554.

BRADSHAW, R.H.; PARROT, GOODE, J.A.; LLOYD, D.M.; RODWAY, R.G. and BROOM, D.M. (1996) Stress and travel sickness in pigs: effects of road transport on plasma concentrations of cortisol, beta-endorphin and lysine vasopressine. *Animal Science*, **63**: 507–516

BRUNDIGE, L.; OLEAS, T.; DOUMIT, M. and ZANELLA, A.J. (1998) Loading techniques and their effect on behavioral and physiological responses of market weight pigs. *Journal of Animal Science* **76**, supp. 1.: 99.

GEMUS, M., BARTLET, P., NACHREINER, R. and ZANELLA, A.J. (1998) Human Characteristics and handling strategies: effects on the physiological and behavioural responses of juvenile pigs. *Proceedings of the International Pig Veterinary Society*, Birmingham, UK.

GRANDIN, T. (1990) Design of loading facilities and holding pens. *Applied Animal Behaviour Science*, **28**: 187–201.

HEMSWORTH, P., J. BARNETT, *et al*. (1987). "The influence of inconsistent handling by humans on the behaviour, growth and corticosteroids of young pigs." *Applied Animal Behaviour Science* **17**: 245–252.

HEMSWORTH, P.H.; BARNETT, JL.; COLEMAN, G.J. and HANSON, C. (1989) A study of the relationships between attitudinal and behavioral profiles of stockpersons and the level of fear of humans and reproductive performance of commercial pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **23**: 245–314

LAMBOOIJ, E. and G. VAN PUTTEN (1993) Transport of pigs. In Livestock Handling and Transport. *CAB International*, Wallingford, Oxon, UK.

MENDL, M.T., ZANELLA, A.J. & BROOM, D.M. (1992) Physiological and reproductive correlates of behavioural strategies in female domestic pigs. *Animal Behaviour*, **44**, 1107–1121.

YUAN, Y.; CHARLES, D.; TAUCHI, M. & ZANELLA, A.J. (1999) Segregated early weaning affects behavior and adrenal responses in pigs. *Journal of Animal Science*, **77(1)**, pp 150.

VAN PUTTEN, G. and ELSHOF, W.J. (1978) Observations on the effect of transport on the well-being and lean quality of slaughter pigs. *Anim. Reg. Stud.* **1**: 247–271.

HEMSWORTH, P., J. BARNETT, *et al*. (1987). "The influence of inconsistent handling by humans on the behaviour, growth and corticosteroids of young pigs." *Applied Animal Behaviour Science* **17**: 245–252.

BEM–ESTAR DE SUÍNOS E QUALIDADE DA CARNE: UMA VISÃO BRASILEIRA

Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho

LETA — Laboratório de Etologia Aplicada
Dep. de Zootecnia e Des. Rural – CCA / UFSC
Rod. Admar Gonzaga 1346, Florianópolis, SC. 88.034–001– Brasil

Resumo

Existem poucos estudos no Brasil relacionados a "bem–estar de suínos e qualidade da carne" e, talvez, nenhum diretamente relacionado a isto. Por outro lado, já existem diversos artigos e livros neste assunto na língua inglesa (Gregory, 1998; Warriss, 2000). Portanto, para evitar repetição do que outros já disseram com maior autoridade, o enfoque principal deste artigo será na "visão brasileira" do bem–estar dos suínos, carne de suínos e qualidade. A primeira parte deste artigo tratará de alguns resultados de pesquisa relacionando bem–estar com qualidade da carne. Na segunda parte, resultados de um censo preliminar sobre consumo de carne - com ênfase em carne suína - realizado entre a comunidade Universitária, será apresentado e brevemente discutido.

1 Bem–estar e qualidade da carne

Juntamente com as questões ambientais e a segurança alimentar, o bem–estar animal vem sendo considerado dentre os três maiores desafios confrontando a Agricultura nos anos vindouros (Rollin, 1995). Assim, o bem–estar animal pode ser considerado uma demanda para qualquer sistema criatório que se deseja seja eticamente defensável e socialmente aceitável. De acordo com Warriss (2000), as pessoas desejam comer carne com "qualidade ética", isto é, carne de animais que tenham sido criados, tratados e abatidos em sistemas que promovam o bem–estar, mas que também sejam sustentáveis e ambientalmente corretos. Já existem evidências de que carne de alta qualidade resulta de animais tratados nas condições mencionadas.

A carne de suínos criados em ambientes enriquecidos (1,75 ou 3,5 m^2 por suíno, baia com palha, área de fuçar e de defecar) teve menor perdas na cocção ($P<0,01$) e foi mais macia ($P<0,01$) do que carne de animais criados no confinamento intensivo (Beattie *et al*., 2000). Estes autores também encontraram que as carcaças de suínos oriundos de ambiente enriquecido eram mais pesadas ($P<0,05$) e tinham maior espessura de toucinho do que a dos animais criados em ambiente monótono. Em um estudo brasileiro, suínos criados ao ar livre mostraram uma tendência de maior peso ao abate do que animais confinados ($P=0,06$). A espessura de toucinho foi 26,3 ($\pm$1,35) mm nas carcaças de suínos oriundos do ar livre, e 23,85 ($\pm$1,42) mm na carcaça dos confinados. Entretanto, esses resultados não foram estatisticamente significativos (Bridi, 1998).

Suínos em ambientes enriquecidos normalmente demonstram evidência comportamental de melhor bem–estar quando comparados com seus pares do confinamento. Beattie *et al*. (2000) relatam, no estudo acima mencionado, que suínos em ambientes enriquecidos utilizaram um quarto de seu tempo em comportamento direcionado para o substrato no piso. Já os animais no ambiente monótono gastaram mais tempo explorando os objetos fixos da baia (P<0,001), e se envolveram mais em comportamentos sociais nocivos (tais como fuçar (P<0,05) ou morder (P<0,001) outro porco), do que aqueles no ambiente enriquecido. Outras evidências de melhor bem–estar de suínos em ambiente enriquecido foi encontrado quando o comportamento de leitões em crescimento em sistemas confinado ou ao ar livre foi comparado (Pinheiro Machado Filho *et al*., 1988). Os resultados deste estudo, apresentados na Tabela 1, mostram os leitões do confinamento utilizando mais tempo em comportamentos "anômalos" ou agressivos, mas apresentando uma menor freqüência de comportamento alimentar e exploratório do que os animais no ambiente ao ar livre (P<0,05).

Tabela 1 — Comparação do comportamento de leitões em crescimento no sistema confinado (C) e ao ar livre (AL). Média das leitegadas expressas em freqüência (P<0.05).

	AL	AE	IL	AN	DE	EX	AI	PP	TOTAL
C	524[b]	447[b]	1680[a]	243[a]	1799	09	304 [a]	48	3436
AL	1047 [a]	1241[a]	793[b]	33[b]	957	11	24[b]	69	3427

AL= alimentação; AE= atividade exploratória; IL= interação entre leitegadas; AN= anômalos; DE= descansando; EX= excretando; IA= interações agonísticas; PP= em pé parado. (Fonte: Pinheiro Machado Filho *et al*., 1988)

O estresse pré abate pode afetar negativamente a qualidade da carne. Estresse aplicado em porcos imediatamente antes do abate pode afetar as características iniciais da carne, tais como pH, temperatura e rigor mortis, e também reduz a capacidade de reter água às 24 horas pós morte (van der Wal *et al*., 1999). O estresse pré abate também está associado com a incidência de carne DFD (dark, firm, dry – escura, dura, seca). Num estudo envolvendo o abate de 5500 suínos, Warriss *et al*. (1998) concluíram que "toda carne DFD é oriunda de porcos que mostraram sinais de estresse, mas nem todos os porcos estressados produziram carne DFD".

Falta de bem–estar durante a vida do animal também pode resultar em carne de qualidade inferior. Confinamento intensivo, isolamento social, ausência de substrato, fome, alta densidade, agressão de animais dominantes, monotonia do ambiente, mutilação, baixa qualidade do ar, são todos fatores estressores que podem levar os animais a redirecionar o seu comportamento natural para "vícios", estereótipos ou comportamentos anômalos (Pinheiro Machado Filho & Hötzel, 2000). Estes fatores estressores não necessariamente influenciam a qualidade da carne, mas os animais sob estresse crônico ou severo tem, em geral, menor resistência a situações associadas com carne PSE (pale, soft, exudative - pálida, mole, exudativa) ou DFD.

Como uma das conseqüências do estresse crônico, ocorre o aumento das doenças de produção nos confinamentos intensivos (Rollin, 1995). Embora um percentual de animais fique doente e até morra, a eficiência econômica geral supera a perda. Um exemplo no confinamento de suínos são as doenças respiratórias, que mesmo em

Santa Catarina, onde as instalações não são completamente fechadas e são inclusive abertas em parte do ano, há algum grau de incidência de rinite atrófica ou pneumonia em aproximadamente 50% dos animais abatidos (Sobestiansky *et al*., 1991). Em contraste, são poucos ou nenhum os casos reportados entre suínos criados ao ar livre até os 70 dias, e então depois transferidos para um confinamento até a idade de abate, aos 140–150 dias (Oliveira *et al*., 1988; Sesti and Sobestiansky, 1996).

2 "A Visão Brasileira"

Não há muita informação disponível sobre a percepção do público brasileiro em relação à carne de porco, sua qualidade e o bem–estar animal. Com o objetivo de reunir alguma informação a respeito, foi realizado um censo preliminar em um porcento da população Universitária [1] de Florianópolis, SC. Nossa amostra foi estratificada por gênero, ocupação (estudantes, de graduação ou pós-graduação, técnicos, professores), bem como por Centro, Departamentos e cursos. Um total de 222 pessoas foram entrevistadas por acessibilidade. De todos os entrevistados, 74% não tem restrição alguma em comer carne. A restrição dos 58 entrevistados a algum tipo de carne foi distribuída como mostra na Tabela 2. Como se pode ver na Tabela 2, um terço das pessoas que tem restrição a carne, somente tem restrição à carne suína. Àqueles que não tem restrição alguma para comer carne, (n=164), foi perguntado qual carne tem o melhor sabor, e qual é a mais consumida (pelo(a) entrevistado(a)), num teste com quatro alternativas - suíno, frango, bovino e peixe. Carne bovina foi considerada a mais saborosa (63 primeiras escolhas), e juntamente com a carne de frango (72 primeiras escolhas cada), foi dita como a mais consumida. Carne suína foi julgada como a última em sabor (76 a colocaram como última escolha) e em consumo (menos consumida por 114).

Tabela 2 — Distribuição das 58 respostas (26 %) das pessoas que tem alguma restrição em comer carne. Tipo de carne que o entrevistado não comeria.

Item	Nºde pessoas	% das respostas	Item	Nºde pessoas	% das respostas
Suíno	22	37,9	Todas, exceto peixe	2	3,45
Bovino	2	3,45	Todas, exceto frango	3	5,2
Frango	3	5,2	Carne Vermelha	18	31
Peixe	7	12,1	Todos os tipos	1	1,7

Estes resultados são coerentes com o suprimento médio de carne per capita no Brasil: bovino 33,6 Kg/ano, frango 24,1 Kg/ano e suíno 9,2 Kg/ano (FAO, 2000). A rejeição à carne suína entre aqueles que tem algum tipo de restrição em comer carne, bem como entre aqueles que não tem qualquer restrição, pode estar sendo influenciada por uma crença geral de que a carne suína tem má qualidade.

[1] O censo teve lugar na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), durante o mês de Novembro 20000. Nós agradecemos a assistência do Instituto Ethos (ethos@ethos.com.br) e a participação de todos os membros de nosso Laboratório ao fazerem as entrevistas de campo.

À todos(as) os(as) entrevistados(as) (222), foi perguntada a questão "em sua opinião, qual o tipo de carne mais saudável disponível no mercado: suína, frango, bovina ou peixe?" As respostas são apresentadas na Tabela 3. Peixe foi considerada a carne mais saudável, e suína a menos.

Tabela 3 — Classificação das 222 respostas, sobre qual o tipo de carne mais saudável dentre as escolhas de suíno, frango, bovino e peixe.

Escolha / Carne	Suíno	Frango	Bovino	Peixe
Primeira escolha	5	21	5	[190]
Segunda escolha	17	[160]	30	21
Terceira escolha	48	25	[137]	6
Quarta escolha	[152]	16	50	5

No Brasil, carne bovina é a mais cara, seguida da carne suína e frango. Dependendo do tipo de peixe, os preços variam consideravelmente. Precisa ser considerado, entretanto, que Florianópolis é um cidade costeira, e peixe está mais disponível aqui do que na média das cidades brasileiras. À questão "qual é o principal fator que você leva em consideração na hora de comprar carne?", as respostas mais populares foram: aparência do produto (22,4% das respostas), apresentação / higiene do local de venda (20,4%) e sabor (19,6 %). Como pode ser visto na Figura 1, "preço" esteve em quinto lugar, com apenas 13,6% das respostas.

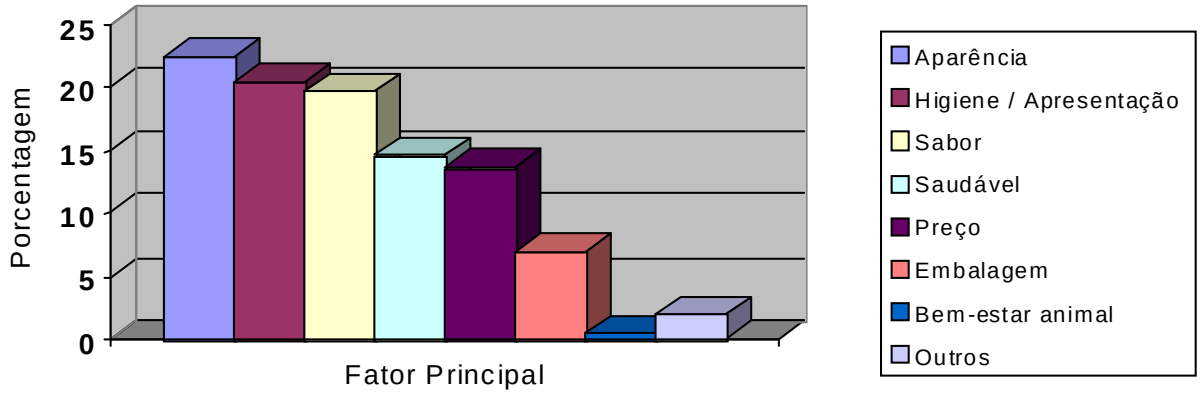


Figura 1 — Principais fatores levados em consideração quando compra carne

Num censo feito nas principais cidades brasileiras com donas de casa da classe A e B, o preço foi apontado como o terceiro (entre cinco) fator mais considerado na hora de comprar carne, com 11% do total das respostas (Rojo, 1994). Como em nosso questionário à comunidade universitária, a resposta mais popular apontada pelas donas de casa foi "aparência" da carne (54% das respostas).

Nós também indagamos sobre qual a principal preocupação relacionada a comer carne suína, numa questão de múltipla escolha. Um sumário das respostas pode ser visto na Figura 2. As principais preocupações levantadas foram transmissão de doenças e alto colesterol. Esta opinião também é compartilhada por donas de

casa, médicos e nutricionistas ouvidos por Rojos (1994), e que responderam que as principais desvantagens da carne suína, comparada com outros tipos de carne, eram: alto colesterol, carne gorda e má digestão.

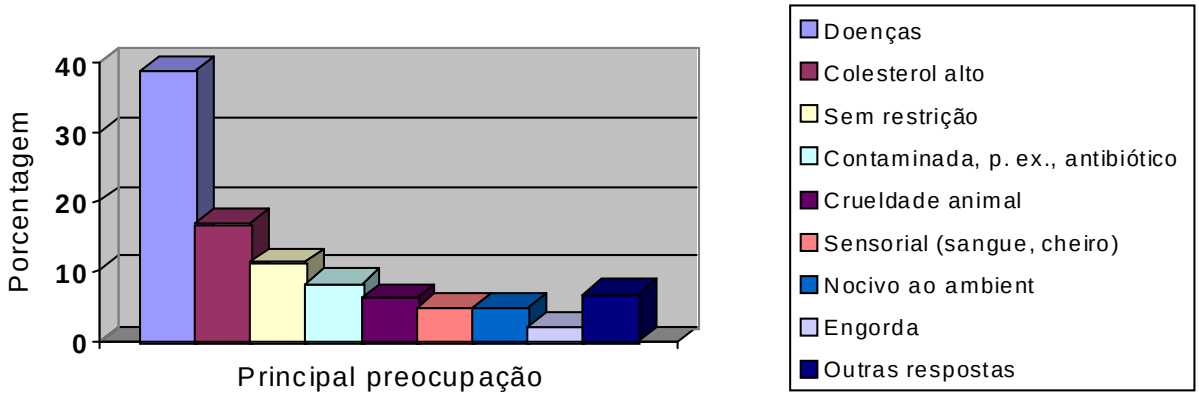


Figura 2 — Principais preocupações relacionadas com comer porco

Uma significativa parte da população brasileira acredita que carne suína é perigosa (pode carregar doenças) ou tem altos teores de colesterol. E apesar disso, nem o processo criatório, nem a genética e nem o abate é muito diferente (em termos sanitários) de outras partes do mundo. A carne suína brasileira é quase toda abatida em matadouros com inspeção. Pesquisas brasileiras tem mostrado níveis moderados de colesterol na carne suína. Bragagnolo (1992) comparou os níveis de colesterol na carne suína, frango, e bovinos. Ela encontrou valores similares para as três espécies, todas contendo em torno de 50 mg/100 g de tecido. Morelatto (1998) encontrou níveis de colesterol oriundos de vários cortes do porco, variando de 31 a 39 mg/100g de tecido. Quando comparou os níveis de colesterol de suínos criados ao ar livre e criados em confinamento, nenhuma diferença foi encontrada.

Crueldade animal (6,3% das respostas) e dano ao ambiente (4,9%), como preocupações importantes relacionadas à indústria animal são, talvez, questões nascentes para o público brasileiro. À questão "você já ouviu falar de carne "orgânica"?" apenas 25% das respostas foram positivas. Entretanto, quando perguntados sobre a questão a seguir, 60% (132) dos entrevistados disseram que prefeririam carne de suínos criados em condições de bem–estar, livres de antibióticos e hormônios na ração, com acesso à pastagem e abatidos sem estresse. Em contraste, 8% (18) ainda preferiram animais do confinamento, e para 18% (39) tanto faz. Dentre os 132 que preferiram a carne como descrita acima, 108 (81,8% deles ou 48,8 do total de entrevistados) estavam dispostos a pagar mais por isso, e outros 17 não sabiam. De fato, já existe um mercado para produtos "orgânicos" no Brasil.

Atualmente, é possível encontrar produtos agrícolas "orgânicos" ou "alternativos" nos principais supermercados brasileiros. Nas principais cidades, bem como nas cidades do interior, pode-se encontrar feiras "ecológicas", onde produtos "orgânicos", diretos do produtor, são vendidos. Na mais importante cadeia de supermercado de Santa Catarina, ovos "caipira" ou "omega 3" podem ser encontrados, bem como carne bovina "ecológica". Ovos "caipira" vem de poedeiras criadas com acesso a pasto e ninho, e são alimentadas com ração livre de antibióticos. A carne bovina "ecológica", é oriunda de novilhos alimentados exclusivamente a pasto, sem hormônios ou

antibióticos. Estes produtos são mais caros do que os regulares (Tabela 4). De acordo com um dos gerentes da loja, em torno de 40% do total de ovos vendidos são "caipira" ou "ômega 3". Portanto, embora apenas uns poucos entrevistados colocaram o bem–estar animal como uma preocupação relacionada com a carne de suíno, muitos consumidores estão dispostos a pagar mais por um produto de melhor qualidade. E o bem–estar animal, do nascimento ao abate, é provavelmente relacionada com a qualidade da carne (Gregory, 1998, Warriss, 2000).

Tabela 4 — Preços de carne bovina "ecológica" ou regular, e de ovos "caipira", "ômega 3", regulares. Fonte: Angeloni Supermercados, Nov. 2000.

Carne Bovina (R$ /kg)[1]			Ovos (R$ / dúzia)	
Corte	Filé (Psoas)	Lombo (LD)	"Caipira"	2,50
"Ecologica"	16,80	8,70	"Omega 3"	2,50
Regular	13,60	5,95	Regular	1,30

[1] R$ 1,00 = US$ 0,51.

3 Conclusão

Embora o bem–estar animal possa ainda não ser uma questão prioritária entre os consumidores brasileiros, qualidade da carne e impacto na saúde já aparecem como questões centrais para o público. Os produtores brasileiros podem esperar uma demanda crescente por produtos "orgânicos" e saudáveis. Esta demanda poderá talvez incluir o assunto do bem–estar. A mudança da imagem do suíno, de carne não saudável, gorda, e com alto colesterol, para uma carne saudável, e com proteína de alta qualidade, exige mais que publicidade. A criação de suínos sem mutilação – como a caudotomia – num sistema criatório compatível com o bem–estar, alimentando os animais com uma dieta livre de antibióticos ou hormônios, poderá mudar a percepção do público sobre a carne de porco.

4 Referências Bibliográficas

BEATTIE, V. E.; O´CONNELL, N. E.; MOSS, B. W. Influence of environmental enrichment on the behaviour, performance and meat quality of domestic pigs. *Livestock Production Science*. vol. **65**, p. 71–79, 2000.

BRAGAGNOLO, N. Determinação dos teores de colesterol em carnes, ovos e massas com ovos. Campinas, 1992. 105 p. UNICAMP. *Dissertação de Mestrado.*

BRIDI, A. M. Avaliação da carcaça e da qualidade da carne de suínos terminados em dois sistemas intensivos de criação: confinado e ao ar livre. Florianópolis, 1998. 85 p. *Dissertação de Mestrado.*

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2000. On line. URL: *http://apps.fao.org/page/collections?subset=nutrition/ November 2000*.

GREGORY, N. G. Animal welfare and meat science (Chapters 1 and 9). Wallingford: *CABI Publishing*, 1998. 298 p.

MORELATTO, J. C. Estudo da composição da gordura de suínos terminados em dois sistemas intensivos de criação: confinamento e ao ar livre. Florianópolis, 1998. 85 p. UFSC. *Dissertação de Mestrado.*

OLIVEIRA, J. A. V.; SCHMIDT, V. D. B.; FALKOSKI, C. Criação Intensiva de Suínos ao Ar Livre. In: *Seminário sobre Suinocultura ao Ar Livre*. Anais. Florianópolis: ACARESC. p. 55–69, 1988.

PINHEIRO MACHADO FILHO, L. C. *et al*., In: SILVA, D. J. da. Anais da XXV Reunião Anual. Viçosa: Imprensa Universitária, p. 315, 1988.

PINHEIRO MACHADO FILHO, L. C.; HÖTZEL, M. J. Bem–estar dos suínos. In: *5 Seminário Internacional de Suinocultura*. Anais. São Paulo: Gessuli, p. 70–82, 2000.

ROJO, F. Estudo sobre o Mercado de Produtos Derivados de Suínos. Consultoria de marketing, *Censo para ABCS* — SINASUI. 53 p., 1994.

ROLLIN, B. E. Farm animal welfare : social, bioethical, and research issues. *Ames* : Iowa State University Press, 1995. 168 p.

SESTI, L.; SOBESTIANSKY, J. Sistema Intensivo de Suínos Criados ao Ar Livre (SISCAL): doenças, bioseguridade e manutenção da saúde do plantel. In: *I Simpósio sobre Sistema Intensivo de Suínos Criados ao Ar Livre – SISCAL*. Anais. Concórdia: EMBRAPA. p. 97–111, 1996.

SOBESTIANSKY, J.; MARTINS, M. I. S.; BARCELLOS, D. E. S. H. de; SOBRAL, V. B. G. M. Formas anormais de comportamento dos suínos. Possíveis causas e alternativas de controle. Concórdia : EMBRAPA – CNPSA (*EMBRAPA – CNPSA. Circular Técnica*, **14**). 1991. 29 p.

VAN DER WAL, P. G.; ENGEL, B.; REIMERT, H. G. M. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. *Meat Science*. Vol. **53** p.101–106, 1999.

WARRISS, P. D. Meat Science: an introductory text. (Chapters 1 and 10). Wallingford: *CABI Publishing*, 2000. 310 p.

WARRISS, P. D.; BROWN, S. N.; BARTON GADE, P.; SANTOS, C.; NANNI COSTA, L.; LAMBOOIJ, E.; GEERS, R. An analysis of data relating to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union. *Meat Science*. Vol. **49**, Nº 2, p. 137–144, 1998.

ESTRESSE DURANTE O TRANSPORTE E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA. UMA VISÃO EUROPÉIA

B. Driessen R. Geers

Laboratory for Quality Care in Animal Production
Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, KULeuven
Bijzondere 12, B-3360 Lovenjoel, Bélgica

Resumo

As condições de estresse durante o transporte podem influenciar negativamente a qualidade da carne e da carcaça. Os danos na pele podem ser avaliados visualmente durante a inspeção. A taxa de glicólise influencia a qualidade da carne, que pode ser medida usando a posição dos membros anteriores, pH_{45} (pH1), pH final (pH_u), valor FOP (Fiber Optical Probe - Sonda de Fibra Ótica), cor e perda de água da carne. Por um lado, a qualidade da carne depende do genótipo do animal e, por outro, depende do ambiente: clima durante o engorde, transporte, atordoamento, etc. A temperatura no caminhão durante o transporte, o tempo de descarregamento, o comportamento do motorista na direção e a composição do grupo têm uma grande influência sobre a qualidade da carne.

Palavras-chave: Suínos, transporte, estresse, carne

1 Introdução

A fase final da produção é o transporte de suínos em terminação para o abatedouro. Do ponto de vista animal, é um evento muito complexo e estressante. O transporte e o manuseio associado a ele sempre têm efeitos adversos sobre o bem–estar dos suínos (van Putten e Lambooij, 1982). Os efeitos adversos estão relacionados com fatores psicológicos, físicos, ambientais, metabólicos e de tratamento. Os indicadores de ausência de bem–estar incluem respostas comportamentais indicativas de capacidade de suportar estes efeitos adversos. Quando os sistemas de controle são supercarregados, é usado o termo estresse (Broom e Johnson, 1993). Um defeito bem conhecido, relacionado ao transporte é a Síndrome do Estresse Suíno (Porcine Stress Syndrome) (Tarrant, 1989b). Os consumidores estão dando cada vez mais ênfase tanto à qualidade da carne, quanto ao bem–estar animal, desde a concepção até o abate. Além disso, o transporte de suínos em terminação pode causar importantes perdas econômicas por mortalidade, dano na carcaça e deterioração da qualidade da carne. A incidência de carne pálida, mole e exsudativa (PSE) é determinada pela genética, mas também pode ser induzida ou exacerbada pelo estresse do transporte. No entanto, a carne PSE também pode ser detectada em suínos de população sem o gene halotano. A carne PSE resulta em uma carne menos atraente, menos macia e menos suculenta. O desenvolvimento da PSE é resultado de um aumento da taxa glicolítica imediatamente antes do abate (Wismer-Pedersen

e Briskey, 1961). Este rápido metabolismo na primeira hora pós-abate resulta em baixo pH muscular enquanto a temperatura da carcaça ainda está alta, levando à desnaturação da proteína muscular (Honikel e Kim, 1986), cor pálida da carne e maior perda de água. Esta desnaturação da proteína causa as características de qualidade inferior da carne suína. Apenas na Bélgica, as perdas anuais estimadas são de 15 milhões de dólares, com um turnover de 4 bilhões de dólares. As perdas na Bélgica são maiores que no resto da Europa, principalmente porque muitos produtores belgas trabalham com suínos halotano-positivo homozigotos (nn). Os suínos halotano-positivos tem um maior teor de tecido magro na carcaça e melhor conformação de carcaça em comparação aos suínos halotano-negativos. As perdas são maiores quando os criadores não usam tranquilizantes. Cada vez mais, os produtores belgas estão usando animais heterozigotos porque a tendência ao estresse é menor do que em suínos nn. As carcaças produzidas de animais heterozigotos também têm menor espessura de toucinho e maior área de olho de lombo, quando comparadas com animais normais halotano-negativos (NN) Jnesen e Baron-Gade, 1985). Assim, o objetivo desta pesquisa foi verificar os possíveis efeitos do transporte sobre a qualidade da carne de suínos heterozigotos.

2 Material e métodos

2.1 Animais

Todos os suínos eram heterozigotos (Nn) para o gene halotano. Por vários meses, os animais foram mantidos em condições específicas de alojamento que variaram de acordo com o sistema de produção.

Tabela 1 — Características dos suínos terminados

n=717	Média	Mediana	DP	Mín	Máx
Peso vivo (kg)	104	104	7,44	73,5	141
Peso logo após o abate (kg)	82,8	82,8	6,35	55,9	105
Carne magra (%)	59,5	59,8	2,98	47,2	67,4
Ângulo do pernil (º)	47,8	48,0	9,46	11	73

Antes do transporte, os animais foram submetidos a jejum por 8 horas. Para evitar uma grande perda de peso de carcaça, os suínos não devem ser submetidos a jejum de mais de 18 horas (Wariss, 1982). Um efeito do jejum é que há uma menor queda do pH resultante de menores concentrações de glicogênio. Outras vantagens são a redução da contaminação microbiana durante o processamento e a menor quantidade de vísceras. Em trânsito, a taxa de mortalidade é maior em suínos recentemente alimentados, especialmente em suínos suscetíveis ao estresse e em condições climáticas quentes (Tarrant, 1989a). Misturar suínos terminados com animais desconhecidos aumenta as brigas durante o transporte e resulta em pior qualidade de carcaça e de carne (Bradshaw *et al*., 1995). Muitas vezes isto é necessário e ocorre porque nem todo animal da mesma baia chega ao peso final ao mesmo tempo. Para investigar se há uma diferença significativa na frequência (1 e

2 vezes) de mistura, dividimos os animais em dois grupos. Imediatamente antes dos suínos serem carregados no caminhão, foram reagrupados (mistura 1). Um segundo grupo foi reagrupado antes do carregamento e novamente na área de espera no abatedouro (mistura 2).

2.2 Carregamento

Quando os suínos em terminação atingem seu peso final, têm que ser transportados para um abatedouro. O carregamento e o transporte envolvem a exposição a estresse social (p. ex., mistura com animais desconhecidos) e a estresse não-social (manuseio agressivo). O carregamento foi feito entre as 8 e as 9 da manhã usando um caminhão com plataforma de elevação na traseira. Sabe-se que um mau manuseio pré-abate pode afetar adversamente a qualidade da carne.

Figura 1 — Carregamento de suínos com porta traseira

2.3 Transporte

A cada 14 dias, 48 suínos em terminação do Centro Zootécnico (ZTC, K.U. Leuven) em Lovenjoel (Bélgica) foram transportados para o abatedouro em Meer (Bélgica). A distância entre o ZTC e o abatedouro é de 110 km. A viagem levou 1 hora e 34 minutos (+/- 12 minutos). O caminhão tinha dois níveis, com 4 compartimentos em cada nível. Utilizamos apenas os 4 compartimentos superiores. A densidade de carregamento foi de 188 kg/ m^2 (0,53 m^2 por suíno). A UE recomenda 235 kg/ m^2 como densidade máxima de carregamento. Os suínos devem poder sentar-se e deitar-se durante o transporte. A alta densidade (<0,4 m^2 por suíno) envolve mais brigas e leva a uma maior incidência de danos na pele (Guise e Penny, 1989). Por

Figura 2 — Carregamento de suínos com porta traseira

outro lado, uma densidade muito baixa pode fazer com que os suínos sejam jogados de um lado para outro quando estiverem em pé.

Durante o transporte, foi registrada a temperatura do ar seco no caminhão. No teto do nível mais alto, sensores de temperatura foram colocados no meio de cada compartimento. Ao lado dos 2 compartimentos centrais, foram colocados 2 sensores de temperatura para estudar a influência da ventilação natural sobre a temperatura do ar. A temperatura foi registrada com Hobo dataloggers (Miravox, Bélgica). Quando aumenta a diferença entre a temperatura corporal profunda e a temperatura ambiental, há maior perda de calor, que deve ser compensada por uma maior produção de calor. A temperatura corporal aumenta quando a perda de calor não é suficiente (estresse por calor) (Yousef, 1985).

As aberturas para ventilação estavam localizadas ao longo do caminhão em todo o comprimento em ambos os lados e em cada nível. Aberturas de ventilação grandes são importantes porque o movimento de ar sobre a superfícies do corpo dos animais é uma maneira eficaz de dissipar calor.

2.4 Área de espera

Na chegada ao abatedouro, os suínos devem ser descarregados com cuidado e assim que possível. Os animais foram mantidos em grupos de 12 em baias de espera por pelo menos duas horas. Havia um bebedouro em cada baia. O tempo de espera diminui os valores de FOPu e de pHu (Warriss *et al*., 1995). Durante o alojamento na área de espera, os animais foram molhados com chuveiros de água. A temperatura da água foi de 19 a 20^{o}C. Molhar os animais reduz a temperatura muscular. Suínos com baixa temperatura muscular sempre produzem carne de boa qualidade (sem PSE), mas os com alta temperatura podem produzir carne de boa ou de má qualidade (Warriss *et al*., 1995). Ao redor das 13 horas, os animais foram abatidos.

Figura 3 — Caminhão com os animais.

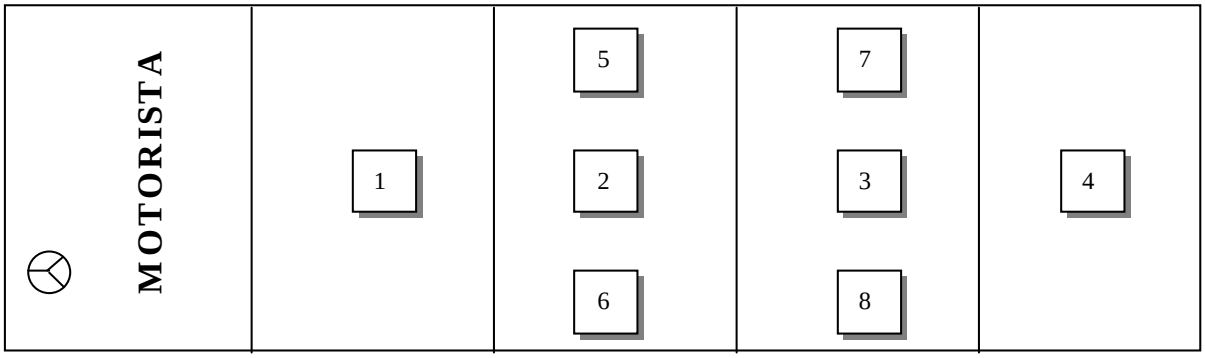


Figura 4 — Uma visão geral da colocação dos sensores de temperatura no teto do nível mais alto. Os sensores 1, 2, 3 e 4 registraram a temperatura no meio de cada compartimento. Os sensores 5, 6, 7 e 8 registraram a temperatura nas laterais.

Figura 5 — Parte da frente da área de espera

Figura 6 — Detalhe da baia de espera

2.5 Abatedouro

2.5.1 Dano na carcaça

O dano na pele foi avaliado subjetivamente usando uma escala de 5 pontos (Barton Gade *et al*., 1995):

1 = sem dano na pele
2 = dano leve na pele
3 = dano na pele que prejudica a qualidade da carcaça
4 = dano severo na pele, com possível rejeição de tecido

O dano na pele foi avaliado em diferentes partes da carcaça, i.e., paleta, meio e pernil, mas o escore composto sempre refletiu o escore mais alto.

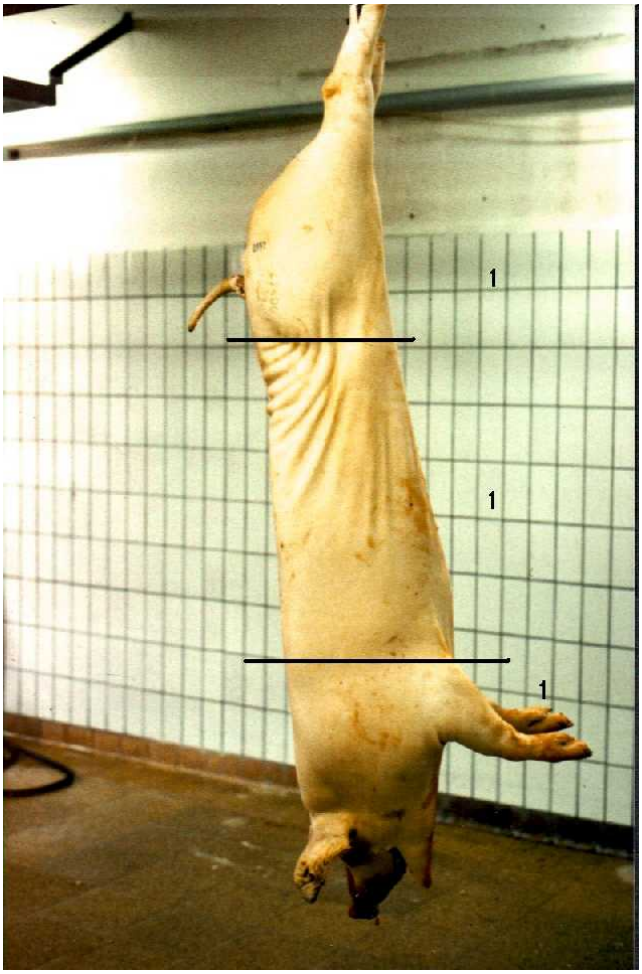


Figura 7 — Carcaça sem dano (Foto: Instituto Dinamarquês de Pesquisa em Carne)

2.5.2 Posição dos membros dianteiros

O ângulo é formado pelo membro anterior da meia carcaça em relação a uma linha perpendicular que parte do apoio do tendão do jarrete do membro posterior até o canto da boca do animal. Davis *et al*. (1978) sugerem que a posição do membro anterior

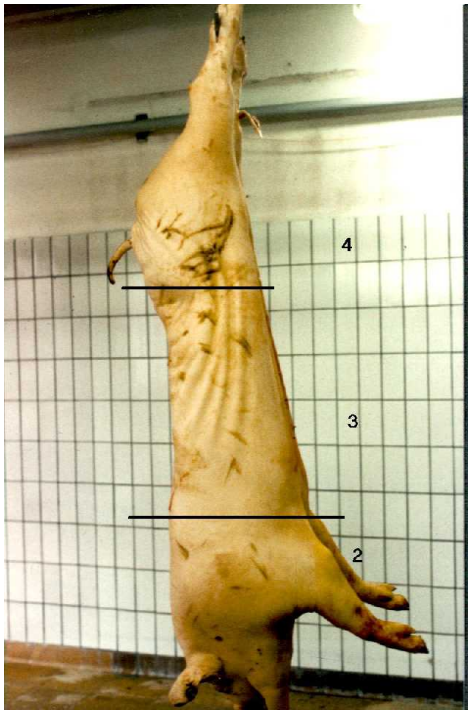


Figura 8 — Carcaça com dano avaliada usando escala de 4 pontos (Foto: Instituto Dinamarquês de Pesquisa em Carne)

está relacionada ao desenvolvimento precoce do rigor mortis e pode ser usado para classificar carcaças de acordo aos diferentes estágios do desenvolvimento precoce do rigor mortis.

Classe 1 = Presença de rigor, <= 110º
Classe 2 = Rigor intermediário , 111ºa 120º
Classe 3 = Ausência de rigor, >= 121º

Eikelenboom *et al*. (1974) afirmam que os métodos precoces para detecção de potencial de músculo PSE devem incluir uma medida objetiva, dando preferência para a medida do pH. O pH do músculo Longissimus dorsi seria necessário para determinar se as carcaças com posição da membro anterior menor ou igual a 110º teriam o potencial para desenvolver PSE ou DFD (carne escura, dura e seca) (Davis *et al*., 1978). Medimos o ângulo do membro anterior 31 minutos depois do abate.

2.5.3 pH1

As medidas de pH1 no músculo Longissimus dorsi foram realizados com um medidor de pH equipado com um eletrodo de inserção de vidro 38 minutos após o abate. O declínio do pH está relacionado com a produção de lactato, ou mais especificamente, com a capacidade do músculo produzir energia na forma de ATP (Warriss *et al*., 1989). Apenas 20 carcaças (5 de cada compartimento de 12 animais) foram selecionadas para medir o pH1 e outros parâmetros no dia seguinte. Não houve tempo suficiente durante o abate para medir todas as 48 carcaças.

Figura 9 — Ângulo do membro anterior usado para descrever os graus de rigor mortis

2.6 Dia seguinte ao abate

Foram registrados os seguintes parâmetros no m. Longissimus dorsi 24 horas depois do abate: FOP, pHu, cor e perda de água.

2.6.1 Valores FOP

O grau de desnaturação da proteína é uma das medidas da condição de PSE (Lopez-Bote *et al*., 1989) e pode ser medida usando valores internos de reflectância. Os instrumentos FOP tendem a sofrer interferência da gordura intramuscular e do tecido conjuntivo. Este problema pode ser contornado até certo grau movimentando a ponta levemente para verificar a variação ao redor da ponta (Barton Gade *et al*., 1995). Valores FOP acima de 40 são considerados PSE leve e acima de 50, PSE extrema.

2.6.2 pHu

Em vez do pH1, é o pHu que é importante para detectar carne DFD. Um pH final maior que 6 é indicativo de carne DFD (Gispert *et al*., 2000). Bendall e Swatland (1988) usaram o pHu>6,1 para classificar as carcaças com DFD. O pHu não é importante para detectar carne PSE.

2.6.3 Cor da carne

Sob circunstâncias normais, a cor da carne suína fica entre o rosa e o vermelho. Em condições de estress, a carne tem cor pálida. Para julgar a cor da carne, usamos o padrão de cor japonês. Neste padrão, os graus de cor 1 e 2 estão relacionados à carne PSE e os graus 3 e 4, à carne normal (Van Oeckel *et al*., 1999). O lombo foi cortado entre a 4ª e a 5ª costela e este corte foi julgado pela cor.

2.6.4 Perda de água

A carne perde umidade depois do abate como “drip loss” (perda de água). A carne suína com alta perda de água geralmente fica com aparência aquosa. A água surge na superfície da carne e suja a embalagem. A perda de umidade ocorre durante o cozimento e o processamento de produtos suínos. Isto freqüentemente leva a um produto mais seco e mais duro que a média. Para medir a perda de água, usamos o método de Kauffman. O papel filtro foi pesado antes e colocado sobre o corte para absorver a perda de água. Depois, o papel filtro foi pesado novamente e o peso do papel foi subtraído, obtendo-se assim a perda de água.

Foi atribuído um escore a cada um destes parâmetros, segundo o seu valor. Contamos o escore dos 4 parâmetros por animal, sendo denominado de Índice de PSE, em uma escala de 0 a 11. Menos de 6 pontos indicam carne PSE. Carcaças com escore entre 6 e 7 são suspeitas de PSE, e se o escore é maior que 7, a carne está boa.

Tabela 2 — Tabela para determinar o Índice de PSE

Escore	0 Pontos	1 Ponto	2 Pontos	3 Pontos	Escore Total
FOP	>55	/	40-55 ou <20	>20 e <40	
pHu	<5.5 ou >6	/	5.5-5.6 ou 5.9-6	>5.6 e <5.9	
Jap. Escala de Cor	<2 ou >4	= 2 ou = 4	>2 ou <4	/	
Kauffman	>80 mg	/	70-80 mg	<70 mg	
				Index PSE	

3 Resultados

Os dados foram analisados pelo procedimento de Modelos Gerais Lineares (GLM) (SAS, 1994). Pernil, composição dos grupos, motorista, tempo de descarregamento e temperatura foram usados como covariáveis. Estudamos 141 carcaças.

3.1 Temperatura do ar seco no caminhão

Uma temperatura menor que 10,02º C causou menos dano da carcaça na paleta ($p<0,006$) do que uma temperatura entre 13,25º C e 18.92º C. Observamos menos dano da carcaça no lombo com temperatura abaixo de 10,02º C. Houve menos dano em comparação com as classes de temperatura 2 ($p<0,02$) e 3 ($p<0,02$). Não houve

aumento significativo de dano de carcaça no pernil com o aumento de temperatura. O phu (5,49 ± 0,083) na classe 4 foi menor que o pHu (5,56 ± 0,084) da classe 1 (p<0,002) e o pHu (5,57 ± 0.101) da classe 3 (p<0,02). A perda de água (64,8 ± 38,3) na classe 1 (<10,02º C) foi menor (p<0,05) que a perda de água (95,7 ± 49.4) na classe 4 (>18,92º C). Uma temperatura acima de 18,92º C causou significativamente mais PSE do que as temperaturas da classe 1 (p<0,003) e da classe 2 (p<0,009).

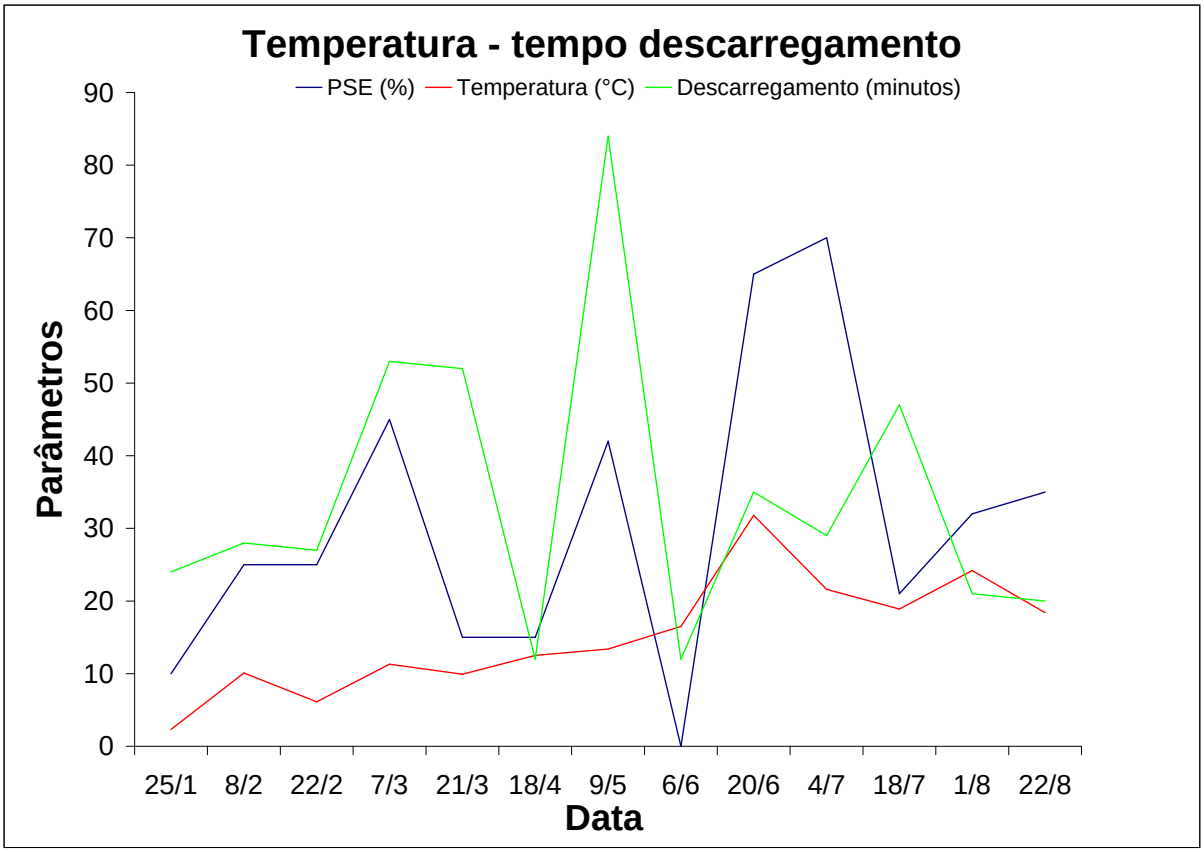


Figura 10 — PSE em relação à temperatura e tempo de descarregamento em 13 transportes.

As paredes de dentro do caminhão foram pintadas para absorver radiação de calor. Os animais na parte pintada de preto tiveram menos PSE (p<0,02) que os na parte sem pintura. O pHu (5,51 ± 0,076) na parte sem pintura foi mais alto (p<0,02) que o pHu na parte pintada (5,48 ± 0,074).

A temperatura na lateral do caminhão foi 1ºC mais baixa que a temperatura no meio do caminhão, quando a temperatura do ar seco era de 32ºC. A diferença de temperatura não foi maior que 0,20ºC com temperatura do ar seco de 16ºC.

3.1.1 Tempo de descarregamento

O tempo entre a chegada do caminhão no abatedouro e o descarregamento dos suínos na área de espera é muito importante. Pesquisas anteriores mostram que um tempo de descarregamento de mais de 33 minutos tem um impacto negativo sobre a qualidade da carne. O tempo de descarregamento maior que 33 minutos causou mais

Tabela 3 — Visão geral dos transportes com % de PSE, temperatura média (°C) no caminhão e tempo de descarregamento (minutos).

Data	PSE (%)	Temperatura (°C)	Tempo descarregamento (minutos)
25–01–00	10	2.33	24
08–02–00	25	10.1	28
22–02–00	25	6.13	27
07–02–00	45	11.3	53
21–03–00	15	9.93	52
18–04–00	15	12.5	12
09–05–00	42	13.4	84
06–06–00	0	16.5	12
20–06–00	65	31.8	35
04–07–00	70	21.6	29
18–07–00	21	18.9	47
01–08–00	32	24.2	21
22–08–00	35	18.4	20

dano de carcaça na paleta ($p<0.05$) e no meio ($P<0,02$). A perda de água ($85,5 \pm 43,3$) foi maior ($p<0,04$) com tempo de descarregamento de mais de 33 minutos do que perda de água com tempo de descarregamento de menos de 33 minutos ($64,5 \pm 40,2$).

3.1.2 Motorista do caminhão

O motorista nervoso transportou mais suínos com PSE do que o motorista calmo ($p<0,05$). A cor da carne dos animais transportados pelo motorista nervoso foi mais pálida ($p<0,003$).

3.1.3 Composição do grupo

Misturar o grupo 1 ou 2 vezes não influenciou significativamente danos na carcaça, o pH1, o pHu, o valor FOP, a cor ou a perda de água.

4 Conclusões

Quatro parâmetros tiveram maior influência na incidência de estresse durante o transporte: temperatura, tempo de descarregamento, comportamento do motorista durante o transporte e a composição do grupo.

Uma forma fácil e eficaz de diminuir o calor no caminhão é pintar as paredes internas de preto com uma tinta que absorva calor.

É muito importante que os animais sejam descarregados assim que possível depois da chegada ao abatedouro. No entanto, não devemos esquecer que o descarregamento deve ser feito cuidadosa e calmamente.

A alta temperatura no caminhão e um longo tempo de carregamento aumentaram o dano da carcaça na paleta e na parte média. A temperatura e o tempo de descarregamento não tiveram efeito sobre dano da carcaça no pernil.

O julgamento visual do comportamento de um motorista durante o transporte é um método subjetivo. Pode ser usado um sensor de atividade como método mais objetivo. Um tempo de descanso de 2 horas na área de espera não eliminou os efeitos de um motorista nervoso.

Não houve diferença significativa na frequência de mistura (1 ou 2 vezes). No entanto, a qualidade da carne dos grupos que não foram misturados foi melhor que a dos grupos misturados.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem o Ministério da Agricultura da Bélgica, Coavee, GB e Cevavet.

6 Referências Bibliográficas

BARTON GADE P., WARRISS P.D., BROWN S.N., LAMBOOIJ E., 1995. Methods of assessing meat quality. *Proceedings of the EU-seminar "New information on Welfare and meat quality of pigs as related to handling, transport and lairage conditions"* Mariensee, Germany, *June* 29–30, 23–34.

BENDALL J.R., SWATLAND H.J., 1988. A review of the Relationships of pH with Physical Aspects of Pork Quality. *Meat Science*, **24**, 85–126.

BRADSHAW R.H., PARROT R.F., GOODE J.A., LLOYD D.M., RODWAY G.E., BROOM D.M., 1995. Effects of mixing and duration on the welfare of pigs during transport. *Proceedings of the EU-Seminar "New Information on Welfare aand Meat Quality of Pigs as Related to Handling, Transport and Lairage Conditions"* Mariensee, Germany, **June** 29–30, 95–100.

BROOM D.M., JOHSON K.G., 1993. *Stress and Animal Welfare*. Chapman & Hall, London.

DAVIS C.E., TOWNSEND W.E., McCAMPBELL H.C., 1978. Early rigor detection in pork carcasses by foreleg position. *Journal of Animal Science*, **46**, 376–383.

EIKELENBOOM G., CAMPION D.R., KAUFFMAN R.G., CASSENS R.G., 1974. Early post-mortem methods of detecting ultimate porcine muscle quality. *Journal of Animal Science*, **29**, 303.

EIKELENBOOM G.,1988. *Proceedings of the meeting "Pig carcass and meat quality" Bologna*, Italy, **June** 2–3, 199.

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

GUISE H.J., PENNY R.H.C., 1989. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs. *Animal Production*, **49**, 511–515.

HONIKEL K.O., KIM C.-J., 1986. *Causes of the development of PSE pork*. Fleischwirts, **66**, 349–353.

JENSEN P., BARTON-GADE P.A., 1985. Performance and carcass characteristics of pigs with known genotypes for halothane susceptibility. *Stress susceptibility and meat quality in pigs*, **33**, 81–87.

LOPEZ-BOTE C., WARRISS P.D., BROWN S.N., 1989. The use of muscle protein solubility to assess lean meat quality. *Meat Science*, **26**, 167–175.

TARRANT P.V., 1989a. The consequences of handling, loading and transportation on meat quality in pigs. *40th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*, 27–31 **August**, 1989, Dublin, Ireland.

TARRANT P.V., 1989b. The effects of handling, transport, slaughter and chilling on meat quality and yield in pigs - A review. *Ir J. of Food Sci. and Techn*. **13**, 79–107.

VAN OECKEL M.J., WARNANTS N., BOUCQUÉ CH.V., 1999. Measurement and prediction of pork colour. *Meat Science*, **52**, 347–354.

VAN PUTTEN G., LAMBOOIJ E., 1982. The international transport of pigs. *Proc. 2nd Eur. Conf. on the Protection of Farm Anim.*, Strassbourg, **92–103**.

WARRISS P.D., 1982. Loss of carcass weight, liver weight and liver glycogen, and the effects on muscle glycogen and ultimate pH in pigs fasted pre-slaughter. *J Sci Food Agric*, **33**, 840–846.

WARRISS P.D., BEVIS E.A., EKINS P.J., 1989. The relationship between glycogen stores and muscle ultimate pH in commercially slaughtered pigs. *British Veterinary Journal*, **145**, 378–383.

WARRISS P.D., BROWN S.N., EDWARDS J.E., KNOWLES T.G., 1995. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. *Proceedings of the Eu-Seminar "New information on welfare and meatqfuality of pigs as related to handling, transport and lairage conditions"* Mariensee, Germany, **June** 29–30, 145–152.

WISMER-PEDERSEN J., BRISKEY E.J., 1961. Rate of anaerobic glycolysis versus structure in pork muscle. *Nature*, **186**, 318–324.

YOUSEF, M.K., 1985. Thermoneutral zone. *Stress Physiology in Livestock*, 47–54.

EFEITOS DO MANUSEIO PRÉ-ABATE SOBRE O BEM–ESTAR E SUA INFLUÊNCIA SOBRE A QUALIDADE DE CARNE

Luigi Faucitano

Agriculture and Agri-Food Canada, Dairy and Swine Research and Development Centre
P.O. Box 90, 108 Route East
Lennoxville, Québec, Canada

Resumo

Os suínos terminados atualmente estão sujeitos a uma série de práticas de manuseio desde o momento que deixam a baia de terminação até serem atordoados no abate. Estas práticas incluem remoção da baia de terminação que lhes é familiar, transporte, mistura com co-específicos desconhecidos, excesso de lotação, exposição a novos ambientes e interação forçada com humanos. Estudos comportamentais e fisiológicos demonstraram que muitas destas práticas são aversivas aos suínos e podem prejudicar o seu bem–estar. A falta de preparação adequada dos animais na granja (jejum) e o uso de maus sistemas de manuseio durante o período pré-abate também levam à depreciação da carcaça e a defeitos na qualidade da carne (PSE e DFD), que resultam em grandes perdas econômicas para a indústria.

Palavras-chave: manuseio pré-abate, bem estar, qualidade de carne, suínos

1 Bem estar animal e o mercado de carnes

Tem sido registrada nos países mais industrializados uma queda no consumo de carne fresca (Steenkamp, 1997). Dando uma visão geral do consumo de carne vermelha em todo o mundo, nos EUA, Canadá, Austrália, Nova Zelândia e Grã-Bretanha, o consumo de carne bovina caiu 24% e o de carne ovina, 45% (Gregory, 1998). Da mesma forma, tem sido observada uma evolução desfavorável do consumo de carne suína fresca. Na Espanha, onde o consumo de carne suína é de 47 Kg/capita/ano, 24% dos consumidores reduziram o consumo de carne suína nos últimos anos (Briz *et al*., 1997). Na Bélgica, o consumo de carne suína caiu 7% nos período de 1995–97 (Verbeke *et al*., 1999). As causas desta queda de consumo variam segundo a área geográfica. Em recentes pesquisas com consumidores da Espanha e da França, a maior preocupação era com a qualidade e com a segurança da carne (Briz *et al*., 1997; SECODIP, 1998). Na GB e em outros países de língua inglesa, o bem–estar animal é a maior preocupação (Gregory, 1998). Em uma pesquisa conduzida recentemente na Austrália entre mulheres adolescentes não-vegetarianas, verificou-se que a imagem que elas geralmente associam com carne ou com comer carne é de crueldade com os animais (31%) (Worsley e

Skrzypiec, 1997). Em uma pesquisa semelhante conduzida na província de British Columbia, no Canadá, entre mulheres de 18–50 anos, muitas declararam que estavam preocupadas com a morte dos animais ou com o tratamento dos animais criados para a alimentação humana (Chapman e Barr, 2000).

Seria impreciso dizer que a má qualidade e segurança da carne não estão relacionados à falta de bem estar antes do abate. Por exemplo, estresse por frio durante o transporte e/ou a espera leva a uma maior incidência de carne DFD (escura, dura e seca) e a perdas de carne por aparas, enquanto que o estresse por calor leva a uma maior incidência de carne PSE (pálida, mole, exsudativa). Alta temperatura corporal e aumento dos níveis de cortisol e CPK no sangue foram claramente associados com baixa qualidade de carcaça e de carne (Gariepy *et al*., 1989; Gispert *et al*., 2000). A falta do jejum antes do transporte e de aspersores na área de espera aumenta o risco de contaminação de carcaça (Chevillon, 1994).

Em resposta à pressão da mídia e das organizações de consumidores, vários frigoríficos e supermercados (i.e. Freedom Foods) adotaram estratégias de marketing para criar a imagem de que se importam com os consumidores. Esta atitude se traduz na comercialização de produtos mais seguros, saudáveis e de animais criados com bem– (i.e., rótulo verde) assim como na imposição de padrões de bem estar aos fornecedores como parte de sua relação contratual.

Além disso, os produtores e os processadores têm aumentado seus esforços em melhorar os procedimentos no pré-abate e no abate para evitar perdas econômicas. E, de fato, uma mortalidade de 0,03 a 0,59% durante e depois do transporte até o abate pode levar a uma perda de lucro entre $ 20.000 e $ 40.000 por ano (Guardia *et al*., 1996).

Uma carcaça com danos graves pode sofrer uma perda de até 6% do seu valor total (MLC, 1985) e o toucinho e o pernil com hematomas graves podem ser depreciados em até 1/5 do seu valor normal (Chevillon e Le Jossec, 1996). A presença de estômagos cheios no abate (porcos não submetidos a jejum) custam ao abatedouro ao redor de $ 0,18 por carcaça devido ao maior teor de sólidos no sistema de tratamento de dejetos (PIC, 1996). Problemas de qualidade de carne induzidos pelo estresse, como carne suína DFD e PSE, produzem perdas ainda maiores. Em suínos, o defeito PSE leva a perdas por encolhimento que custam ao abatedouro ao redor de $ 5/carcaça (Murray, 2000) e podem levar até 40% de produto não-comercializável (Grandin, 1993).

2 Pontos críticos dentro do período pré-abate

A responsabilidade da ocorrência de perda de lucro desde a granja até o abate é tanto do produtor, quanto do abatedouro. Por um lado, o produtor deve garantir seleção, cuidados e manuseio adequados até o ponto de entrega ao abatedouro. Suínos com hematomas no corpo no momento do embarque devem ser mantidos na granja até que sejam reabsorvidos (Chevillon, comunicação pessoal). Por outro lado, o abatedouro é responsável pela otimização das condições da área de espera (desenho, sistemas de manuseio, etc.) para manter o bem–estar dos animais tão aceitável quanto o possível e para assegurar uma carcaça e qualidade de carne ideais, consistentes e uniformes. A responsabilidade quanto à perda de animais

durante o transporte varia de acordo com o país. Na França, o custo da perda de um animal é compartilhado pelo produtor e pelo abatedouro, enquanto que as perdas que ocorrem no abatedouro são de total responsabilidade dos gerentes do abatedouro (Chevillon, comunicação pessoal). Já no Canadá (Ontario), o produtor, o motorista e o abatedouros são igualmente responsáveis pela morte de um animal que ocorra no transporte e na espera (Luckhart, Luckhart Transport Ltd., comunicação pessoal).

2.1 Manuseio pré-transporte na granja

2.1.1 Jejum

Uma das regras incluídas em vários códigos de prática ou legislações é que os suínos devem ser mantidos em jejum antes do abate por um período razoável e receber água à vontade. O jejum é benéfico para:

1. A condição de bem–estar do animal porque reduz a taxa de mortalidade e evita que vomite durante o transporte;

2. A segurança alimentar porque previne a liberação e a disseminação de contaminação bacteriana (Salmonella) através das fezes dentro do grupo transportado e através do derramamento de conteúdo intestinal durante a evisceração;

3. A facilidade e a velocidade do procedimento de evisceração;

4. O ambiente, porque ajuda a reduzir o volume de dejetos (conteúdo intestinal) no abatedouro.

Atualmente, a retirada de ração por 16–24 h antes do abate é recomendada na prática (Eilert, 1997). No entanto, as recomendações variam muito de acordo com o país. Na França, um jejum de 12–18 h antes do transporte e 24 h de jejum total é considerado ideal para esvaziar o estômago (<1,4 Kg) no estágio de evisceração e para melhorar a qualidade da carne (Chevillon, 1994). De fato, a aplicação de um jejum de 12–18 h na granja diminuiu significativamente a taxa total de mortalidade (transporte + espera) em vários abatedouros espanhóis (Guàrdia *et al*., 1996). Mais recentemente, Magras *et al*. (2000) sugeririam um período total de jejum de 22–28 horas para obter a maior percentagem de suínos com peso estomacal menor que 1,4 Kg. Na GB, foi sugerido um tempo total de jejum de 8 a 18 horas para reduzir as perdas de rendimento de carcaça a um mínimo, para evitar que os animais vomitem durante o transporte e problemas de higiene durante a limpeza da carcaça (Warriss, 1994). No Canadá, recomenda-se o jejum na granja de mais de 5 horas, a não ser que o transporte dure mais que 24 horas (AAC, 1993). No entanto, muitos produtores (90% em Québec) ainda relutam em seguir esta prática devido à falta de instalações adequadas ou pela preocupação com perdas no peso da carcaça. De fato, suínos em jejum por 24 horas podem perder 5–6 % do seu peso (1–2% do peso de carcaça), mas foi demonstrado que estas perdas são insignificantes (Beattie *et al*., 1999; Brown *et al*., 1999) (Tabela 1). No entanto, alimentar os animais até o momento do transporte é ainda mais caro porque a ração fornecida nas últimas dez horas não é convertida em ganho de carcaça e, assim, será perdida.

O risco de contaminação da superfície do corpo do suíno é mais alto quando os animais comeram antes do transporte porque o estresse do transporte promove a proliferação de espécies de Salmonella no intestino e sua excreção no ambiente (Chevillon, 1994). O rompimento de um estômago cheio no estágio de evisceração é outra fonte de contaminação de carcaça. É recomendado um jejum de 16 horas (Borowski, 1993) ou de 22–28 horas (Magras, 2000) para haver completo esvaziamento gástrico e para minimizar o risco de contaminação fecal. No entanto, tem sido relatada uma grande variação no peso dos estômagos, independente do jejum aplicado (Guise *et al*., 1995; Turgeon e Bergeron, 2000a).

O jejum pré-abate em si tem pouco efeito sobre a qualidade da carne , mas quando combinado com outros estressores pré-abate, pode ser prejudicial. Maribo (1994) registrou um pH inicial muito baixo no lombo de suínos que não sofreram jejum e que foram abatidos imediatamente após a chegada no abatedouro. Longos períodos de jejum, quando associados a longos períodos de transporte ou de espera, tendem a diminuir a incidência de carne PSE e de aumentar a prevalência de DFD devido à exaustão do glicogênio muscular, especialmente nos músculos que sustentam a postura e o peso do animal (i.e., Adductor e Semispinalis capitis) (Eikelenboom *et al*., 1991). A aplicação de um jejum de 20 horas na granja durante o inverno contribui para a maior incidência de DFD (19,8%) registrada num levantamento feito em abatedouros espanhóis (Gispert *et al*., 2000).

Tabela 1 — Efeito da restrição alimentar pré-abate sobre a perda de peso vivo e a qualidade da carne (Beattie *et al*., 1999).

	Tratamento				
	0	12	20	sem	P
Mudança de peso (Kg)	+0.03	-1.16	-3.24	0.179	***
Peso de carcaça (kg)	79.8	79.9	78.8	0.54	NS
Rendimento (%)	75.5	76.4	77.2	0.24	***
PHu	5.51	5.49	5.54	0.011	**

Uma provável desvantagem da restrição alimentar antes do abate é o aumento da agressividade, principalmente depois de misturar animais (Turgeon e Bergeron, 2000b). Parece que suínos alimentados descansam entre os surtos de briga, enquanto que os em jejum continuam brigando por mais tempo (Fernandez *et al*., 1995). Num estudo feito na GB, suínos privados de ração por mais de uma hora tiveram carcaças com maior incidência de danos graves na pele devido à briga progressiva (Brown *et al*. 1999). No entanto, também foi relatada uma maior facilidade de manuseio quando os suínos estavam em jejum (Eikelenboom *et al*., 1991).

2.1.2 Mistura de animais desconhecidos

Há bastante literatura confirmando o fato de que misturar suínos desconhecidos na mesma baia induz a altos níveis de agressão, cujo objetivo é estabelecer uma nova hierarquia social. A briga leva a um maior escore de dano à pele na carcaça, especialmente em machos, e a defeitos na qualidade da carne (Warriss e Brown,

1985; Warriss 1996a). No entanto, na prática, os suínos são freqüentemente misturados antes do embarque para obter grupos de peso homogêneo e para ajustar o tamanho do grupo aos compartimentos do caminhão. De 90,4% de grupos misturados no embarque em 20 carregamentos para abatedouros na Espanha, 50,4% foram misturados na granja antes do carregamento e os 40% restantes foram misturados dentro do compartimento do caminhão (Faucitano, 2000). A instalação de porteiras divisórias móveis na plataforma do caminhão é uma solução prática para eliminar a mistura dos animais, pois, além de manter os grupos separados, ajuda a ajustar o espaço dos compartimentos a um tamanho adequado de grupo, evitando o comportamento agressivo durante o transporte.

Se a mistura for inevitável, recomenda-se misturar os animais no embarque e não mais tarde, já que tendem a brigar menos no caminhão em movimento e têm mais tempo para descansar depois da briga (Warriss, 1996a).

Tabela 2 — Efeito da mistura de suínos desconhecidos no escore de dano na pele e qualidade da carne (Karlsson e Lundstrom, 1992).

	Tratamento				
	Não Misturados (n=150)		Misturados (n=100)		Sign
	Media	E.P	Média	E.P	
PH1 (LD)	6.15	0.02	6.02	0.03	*
Phu (LD)	5.45	0.01	5.50	0.01	**
Escore de dano na pele[a]	0.6	0.06	1.3	0.07	***
PSE(%)	13		19		
DFD(%)	4.0		7.0		

[a] Segundo um método de escore 0-3 (0=nenhum; 3= grave) (Warriss e Brown, 1985).
[*] P<0.05
[**] P<0.01
[***] P<0.001

2.1.3 Embarque

Embarcar suínos em um caminhão é considerado o estágio mais crítico do transporte por causa da forte interação homem-animal e da mudança de ambiente. De fato, a transferência de uma baia de terminação conhecida para a novidade do interior de um caminhão e da área de espera no abatedouro, junto com a intensa atividade física induzida pela coerção para caminhar por corredores e rampas, faz com que os animais fiquem nervosos e difíceis de manejar.

Para evitar atrasos nos procedimentos de embarque, os animais devem ser encorajados a moverem-se para frente empurrando o grupo por trás com painéis. O uso de picanas elétricas deve ser muito limitado (choques <2 segundos) e o uso de varas/mangueiras deve ser evitado devido ao seu efeito prejudicial sobre o bem–(frequência cardíaca), equimoses na carcaça e qualidade da carne (hematomas) (van Putten e Elshof, 1978; Geverink *et al*., 1996; Nanni Costa *et al*., 1996).

Pesquisas recentes demonstraram que um choque com a picana elétrica é mais aversivo do que inalar 90% de CO_2 (Jongman *et al*., 2000). No entanto, o uso destes

três sistemas de manuseio é muito comum neste estágio e geralmente é reflexo de um desenho ineficiente de caminhão (rampa em vez de plataforma elevadora) e da inexperiência dos tratadores (Faucitano, 2000).

O uso do elevador faz com que os animais sejam mais fáceis de manejar e evita que os tratadores usem coerção. Foi comprovado que a disponibilidade de caminhões equipados com elevador hidráulico traseiro aumentou o número de grupos transportados manuseados com painéis (31%) e limitou o uso de picanas elétricas e varas para apenas 14 e 19%, respectivamente, em granjas espanholas (Faucitano, 2000). No entanto, se for necessário o uso de rampa, como no caso do caminhão não estar equipado com elevador hidráulico ou houver diferença de altura entre a plataforma de embarque e a do caminhão, esta deve ter um ângulo <20º(15ºé melhor), deve ser tipo escada com degraus e forrada de borracha para evitar que os animais escorreguem e façam barulho (Tarrant, 1989; Christensen e Barton-Gade, 1996).

O uso de currais para reunir os suínos antes do abate não é comum no Canadá (Aalhus *et al*., 1992), mas foram demonstrados efeitos positivos sobre o manuseio posterior (Chevillon, 1998). O uso de um sistema de desembarque na baia de espera, que é muito popular na França, reduz o tempo do tempo necessário para carregar suínos de 50 para 20 minutos e diminui a mortalidade no transporte em 25% porque os animais ficam menos estressados (Chevillon, 1998).

As condições climáticas (temperatura e umidade relativa) também são muito importantes neste estágio. Geralmente, para evitar mortalidade no caminhão por hipertermia, recomenda-se carregar os animais de manhã cedo no verão (Eikelenboom, 1988). Além disso, quando a temperatura está acima de 10ºC e o tempo de embarque for muito longo, os suínos devem ser molhados antes do embarque ou no caminhão (Schutte *et al*., 1996).

2.2 Transporte

O transporte é uma situação nova para suínos e por isso pode provocar medo e várias novas condições de estresse, como ruídos e cheiros desconhecidos, vibrações e mudanças súbitas na velocidade do caminhão, variação da temperatura ambiental e menor espaço social individual.

2.2.1 Desenho do veículo

Foi demonstrado que a plataforma e o ambiente do compartimento de transporte influenciam o bem–estar, a qualidade da pele e da carne. Suínos transportados nos compartimentos da frente e de trás tiveram pior qualidade de carne (DFD ou PSE) e maiores níveis de lactato em comparação aos que viajaram nos compartimento centrais (Guise e Penny, 1989; Barton-Gade *et al*., 1996). Além disso, os transportados nos compartimentos inferiores apresentam um maior incidência de carne PSE, especialmente se a baia for mal-ventilada (Guise e Penny, 1992), ou uma tendência à carne DFD, que possivelmente se deve aos efeitos do estresse físico causado pela necessidade de manter-se de pé para suportar o nível mais alto de vibrações (Randall, 1994; Barton-Gade *et al*., 1996). O escore de dano na pele também é maior nestes animais, pois suínos em pé estão mais sujeitos a caírem ou tropeçarem e por isso podem se ferir durante o transporte (Barton-Gade *et al*., 1996)

(Tabela 3). Finalmente, o efeito do andar de baixo tem impacto sobre o bem–estar do suíno durante o transporte. Suínos transportados no nível mais baixo têm maior temperatura corporal e maiores níveis sanguíneos de cortisol, e demonstram um grau mais alto de desidratação (Lambooj *et al*., 1985; Lambooj e Engel, 1991; Barton-Gade *et al*., 1996).

Tabela 3 — Valores médios de dano na pele e incidência de rigor rápido (%) em suínos de acordo com o nível de transporte (modificado de Barton-Gade *et al*., 1996)

Andar	Dano na Pele*			Rigor Rápido (%)**
	Pernil	Meio	Paleta	Paleta
Inferior	1.40	1.75	1.12	1.2
Superior	1.27	1.43	1.09	4.2

* Medido por uma escala de 4 pontos scale (1= nenhum, 4= grave)

** Desenvolvimento do rigor medido em uma escala de 4 pontos (1=sem rigor, 4 =rigor completo) 30 min post mortem

Para otimizar as condições de transporte, o veículo deve ser coberto (teto e laterais), ter ventilação mecânica eficaz e aberturas laterais para ventilação na parte de baixo e na parte de cima ajustadas semi-automaticamente a partir da cabine do motorista, além de um andar superior hidráulico, divisórias móveis de compartimentos, uma superfície de borracha anti-derrapante no piso e um sistema de aspersão (Christensen e Barton-Gade, 1996). As laterais e o teto devem ter isolamento térmico e refletir a luz para proteger os animais das variações climáticas do exterior. Um levantamento recente na Espanha demonstrou que todos os caminhões tinham as laterais abertas e especialmente durante o inverno, os animais ficavam menos estressados (menores níveis sanguíneos de cortisol) quando transportados em alta densidade (<0,40 m^2/suíno) pois suportavam melhor o estresse pelo frio amontoando-se (Oliver *et al*., 1996).

A ventilação mecânica eficaz foi considerada responsável pela redução de 50% das mortes no caminhão (Nielsen, 1982). No entanto, na prática, a escolha de ventilação mecânica ou natural depende do clima. Em todos os transportes pesquisados em sete países da UE (EC–AIR3–CT92–0262), todos os países usavam ventilação natural e ajustavam as aberturas para ventilação de acordo com a temperatura exterior e a altura do andar. Quanto mais baixo o andar, maior deve ser a abertura (Christensen *et al*., 1994). Pesquisas demonstraram que uma abertura muito pequena (largura de 150 mm) em combinação com um andar baixo (900 mm) causou 50% de aumento na frequência cardíaca e pior qualidade de carne em comparação com maior abertura de ventilação e/ou altura do andar (350–500 mm e 1100–1300 mm, respectivamente) (Barton-Gade *et al*., 1996; Christensen *et al*., 1996).

Deve ser dada atenção especial ao ambiente de transporte no andar superior pois a temperatura pode ser 6ºC mais alta em comparação ao andar inferior quando a temperatura exterior está entre 12 e 16ºC (Christensen *et al*., 1996). Como a zona de termoneutralidade de suínos é 26–31ºC, a temperatura do ar não deve ser maior que 30ºC (Randall, 1993).

O caminhão ideal para o transporte de suínos é dois andares, pois nestes veículos a altura dos andares permite que o tratador entre e descarregue os animais sem estressá-los. Já os de três andares, que são usados freqüentemente na Itália, Espanha, Holanda e Bélgica, a prática de desembarque é difícil pois a altura entre os andares em geral é de apenas 90 cm e os suínos devem ser forçados de alguma forma (com choque e chutes) a sair do caminhão (Christensen *et al*., 1994). A disponibilidade de um segundo andar móvel poderia ser uma solução se puder ser levemente erguido para que o tratador entre no andar inferior e descarregue os animais (Christensen *et al*., 1994).

O tipo de piso também é importante para o conforto dos animais durante o transporte. O material mais recomendado é a borracha leve (Christensen e Barton-Gade, 1996) devido a suas propriedades anti-derrapantes e anti-ruído. Palha ou maravalha alta e seca devem ser usadas para cobrir o piso do andar se a temperatura estiver abaixo de 10^{o}C para manter a temperatura corporal do suíno. Na realidade, o estresse por frio pode levar à morte durante o transporte (Clark, 1979) e a perdas de qualidade da carne devido ao excesso de aparas (Berg, 1999). Quando a temperatura for maior que 20^{o}C, deve ser evitado o uso de cama de palha para evitar o risco de estresse por calor, sendo substituída por areia molhada ou maravalha para manter os animais frescos (Warriss, 1996b).

2.2.2 Densidade

Escolher as lotações adequadas para suínos terminados durante o transporte tornou-se uma preocupação porque, por um lado, há a pressão econômica para aumentar a densidade a fim de obter o lucro máximo de uma única viagem, i.e., quanto mais suínos transportados, menor o custo por unidade. Por outro lado, o bem–estar animal (mortalidade) e a qualidade da carcaça e da carne podem ser comprometidos com densidades muito altas ou muito baixas.

A legislação européia atual (95/29/EC) especifica que a densidade de carregamento de suínos de aproximadamente 100 Kg não deve exceder 235 Kg/m^2 (0,425 m^2/100 Kg) e que um aumento máximo de 20% (0,510 m^2/100 Kg ou 196 Kg/m^2) também pode ser necessário, dependendo das condições meteorológicas e da duração da viagem. No Canadá, a densidade recomendada varia de 0,34 (<16^{o}C) a 0,41 ($\geq$24^{o}C) m^2/100 Kg (AAC, 1993). No entanto, estas recomendações raramente são seguidas na prática porque as densidades escolhidas são ajustadas às diferentes condições de transporte (clima, tipo de estrada, distância, linhagem e tamanho do suíno) em diferentes países. Na maioria dos países da UE, as densidades variam de 0,35 a 0,39m^2/100 Kg e vão até 0,43–0,50m^2/100 Kg na Alemanha (Warriss, 1998). Densidades entre 294 e 312 Kg/m^2 (média 0,33m^2/100 Kg) foram relatadas em diferentes condições comerciais no Canadá (Aalhus *et al*., 1992). Com base nas medidas do espaço necessário para decúbito esternal, hoje se sugere que o espaço mínimo necessário é equivalente a aproximadamente 250 Kg/m^2 para suínos terminados de 90–100 Kg de peso vivo (Warriss, 1998).

A densidade tem uma importante influência sobre o comportamento de suínos durante o transporte. A baixas densidades (0,66 m^2/suíno), os animais tendem a se acalmar em duas horas do início da viagem (Lambooj *et al*., 1985). No entanto, também foi observado que dar mais espaço (0,42 e 0,50 m^2/suíno), especialmente em

viagens curtas, não resulta necessariamente em mais animais deitados, mas causa maior perturbação e dificuldade dos animais manterem o equilíbrio quando o veículo faz curvas ou anda em estradas ruins (Barton-Gade e Christensen, 1998). Quando a densidade é alta (>250 Kg/m^2 ou <0,39 m^2/suíno), observa-se uma perturbação contínua dos animais deitados pelos que estão procurando um lugar para deitar (Lambooj e Engel, 1991). Esta situação causaria o comportamento de monta, que por sua vez provoca interações agressivas entre os animais, levando a escores mais altos de dano na pele (Guise *et al*., 1989). Em resumo, parece que tanto a densidade alta, quanto a baixa, podem ser fontes prováveis de altos escores de dano na pele e de prolapso de reto.

Os suínos terminados têm maior mortalidade (estresse por calor), ferimentos (hematomas) e pior qualidade de carne se não houver espaço adequado. O transporte de suínos em densidades maiores que 0,40m^2/suíno (2,5 suínos/m^2) aumentou a taxa de mortalidade de 0,04 para 0,77% no transporte para um abatedouro espanhol (Guàrdia *et al*., 1996). O mesmo aumento foi observado em densidades maior que 238 Kg/m^2 na GB (Riches *et al*., 1996).

A densidade parece ter efeito sobre a segurança alimentar pois afeta o nível de limpeza da pele do porco. Segundo Riches *et al*. (1998), os suínos ficam mais sujos no transporte quando estão em densidade maior que o limite de 235 Kg/m^2 imposto pela UE.

Há evidências conflitantes sobre os efeitos da alta densidade sobre a qualidade da carne devido ao efeito sobreposto da genética e da distância transportada. No entanto, para viagens mais longas (25–44 horas), há evidência que a alta densidade (>250 Kg/m^2) prejudica a qualidade da carne e o rendimento de carcaça (Lambooj e Engel, 1991).

2.2.3 Tempo e distância de transporte

As distâncias de transporte são muito influenciadas pela disponibilidade de suínos na região próxima ao abatedouro. No entanto, os tempos de viagem provavelmente vão aumentar devido à concentração dos abatedouros em um número menor de plantas maiores por razões econômicas (Warriss, 1994).

No levantamento na UE, a maioria dos suínos em todos os países viaja menos de 2 horas, com distâncias médias de 100 km ou menos. Nos levantamentos na GB e na Espanha, os tempos médios de transporte eram praticamente os mesmos, mas as distâncias médias eram quase o dobro (Faucitano, 1996; Riches *et al*., 1996). Em viagens no Canadá, a maioria dos suínos passa menos de 3 horas no caminhão e 4% passam mais de 24 horas em trânsito (Aalhus *et al*., 1992). A recomendação do grupo de trabalho sobre transporte de suínos da UE é que os tempos de transporte devem ser mínimos e o limite máximo aceitável é de 3 horas (Warriss, 1996b). Entretanto, parece que um tempo total de transporte entre 8 e 16 horas sob boas condições, mesmo sem acesso à água, parece ser aceitável do ponto de vista do bem– animal (Brown *et al*., 1999). No caso de viagens longas, o transporte pode ser prolongado até 24 horas, se as condições de transporte (ventilação e densidade) forem boas e houver água disponível.

Depois de 24 horas, os animais devem ser descarregados, descansar por 24 horas e receber ração antes de continuar a viagem (95/29/EC). No Canadá, o tempo mínimo

de descanso é de 5 horas (AAC, 1993). Esta discrepância deve-se ao fato de que ainda não foi estabelecido um tempo mínimo de descanso depois de uma viagem longa que seja adequado tanto ao bem–estar animal, quanto à economia da empresa transportadora.

A duração do trânsito tem efeito variável sobre a qualidade da carne suína. Viagens curtas (<1 hora) podem ser mais prejudiciais que as mais longas porque os suínos devem ter tempo para se recuperar do estresse do embarque (Bradshaw *et al*., 1996) e para habituá-los ao estresse do transporte (Stephens e Perry, 1990). Foi observado que suínos transportados por distâncias curtas de menos de 30 minutos eram mais difíceis de manusear no abatedouro que os transportados por longas distâncias (Grandin, 1994). Viagens de menos de 2 horas aumentaram em 2,3% a incidência de carne PSE severa na Espanha (Gispert *et al*., 2000). Já suínos transportados por distâncias maiores (>2 horas) têm maior probabilidade de desenvolver carne DFD devido ao efeito do estresse a longo prazo sobre as reservas musculares de glicogênio (Gispert *et al*., 2000) e têm maior tendência a morrer no caminhão (Honkavaara, 1989a).

2.2.4 Desembarque

Quando chegam ao abatedouro, os suínos devem ser descarregados assim que possível (AAC, 1993), mas se o atraso for inevitável, deve haver ventilação adequada no caminhão. O tempo de espera para o desembarque desde a chegada no abatedouro é muito variável. Em levantamento de abatedouros britânicos, o tempo até o desembarque variou de 5 minutos até várias horas (Jones, 1999) e no Canadá, alguns carregamentos esperaram até 4 horas antes de ser desembarcados (Aalhus *et al*., 1992). Na chegada, um “horário de reservas”, isto é, uma rígida coordenação da chegada dos caminhões com o número predito de suínos na área de espera, capacidade da área de espera e velocidade de operação, ajudaria a reduzir o tempo até o desembarque (Jones, 1999). A disponibilidade de plataformas de desembarque também afeta o tempo de desembarque, especialmente no caso da chegada simultânea de vários caminhões. Quanto maior o número de plataformas de desembarque, mais curto será o tempo de espera no caminhão. Na situação ideal, o número de plataformas de desembarque deve ser igual ao número de linhas de baias de espera.

Apesar do desembarque ser considerado menos estressante que o embarque, o aumento dos hematomas na carcaça e ferimentos devido ao manuseio bruto são inevitáveis neste estágio se não houver equipamento adequado. Os problemas de manuseio podem ser causados pela falta de plataformas cobertas, pois se os animais ficarem sujeitos ao vento, chuva ou sol forte, empacam e muitas vezes se recusam a sair do caminhão (Jones, 1999). Para evitar a aglomeração e pânico no grupo que está sendo descarregado, o caminhão deve ser esvaziado gradualmente descarregando os animais por baia de transporte e não por andar (Jones, 1999). Os primeiros animais devem ter tempo suficiente para saírem do caminhão por si mesmos e então o resto é empurrado por painéis para que o grupo se mantenha junto.

Como dito anteriormente quanto ao embarque, o uso de elevador hidráulico para descarregar suínos aumenta a facilidade do manuseio e encurta o tempo de desembarque. Porém, na prática, o dispositivo de desembarque mais comum e a

rampa, combinada às vezes com o elevador. Devemos lembrar que, como os suínos têm dificuldade para descer rampas e freqüentemente são empurrados para frente por manuseio bruto (varas, choque e pontapés) e gritos do motorista (Faucitano, 2000), rampas muito inclinadas (>15–20º) não são recomendadas (Jones, 1999) (Figura 1).

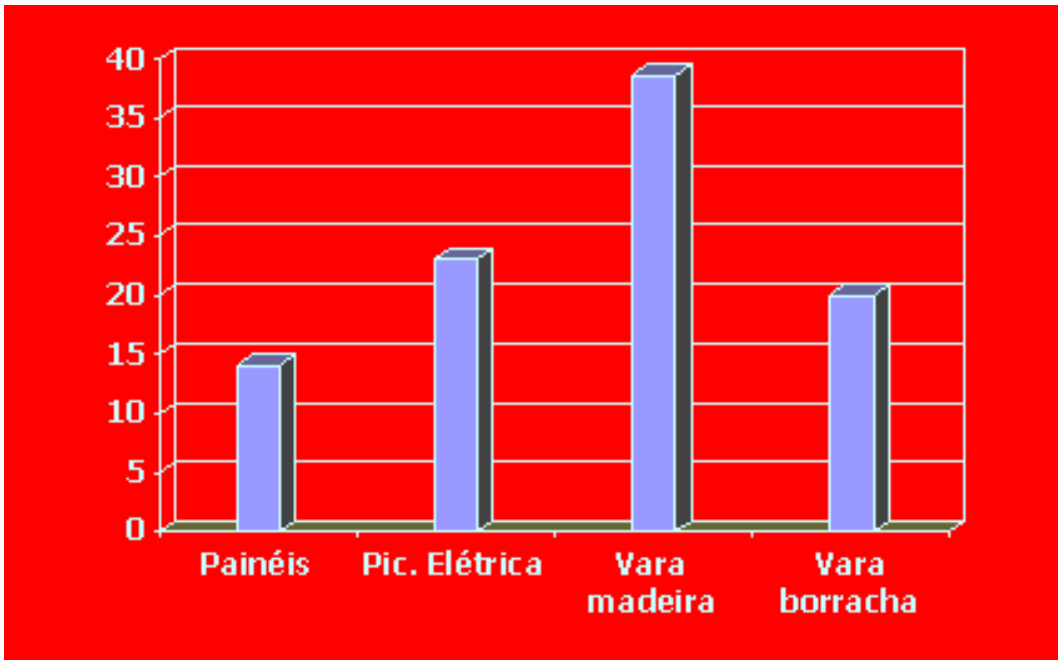


Figura 1 — Sistemas de manuseio usados no desembarque em 20 viagens para cinco abatedouros na Espanha (Faucitano, 2000).

Problemas de manuseio devido à hesitação e à recusa dos animais em ir para frente também podem ser causados por iluminação deficiente (área escura) e desenho e localização inadequados da área de desembarque. A área de desembarque não deve ter cantos a serem contornados; animais do mesmo grupo transportado devem ir direto para a baia de espera, uma porteira sólida de ferro deve ser fechada atrás do grupo para encorajar os animais a caminharem para frente e trancada numa posição que forneça espaço adequado para o tamanho do grupo (Jones, 1999).

2.3 Área de espera

Além de manter um reservatório de animais para manter a velocidade da linha de abate constante, a função da área de espera é permitir que os animais se recuperem do estresse do transporte e do desembarque. O tratamento inadequado dos suínos neste estágio ou falta de controle ambiental pode resultar em estresse adicional, levando a perdas econômicas devido à mortalidade, danos na pele e má qualidade da carne. Sistemas de área de espera de alto estresse podem levar a uma taxa de mortalidade de 0,57% (Guàrdia *et al*., 1996), altos níveis de lactato e CPK no sangue e mais do que o dobro da incidência de carne PSE (Warriss *et al*., 1994) (Tabela 4).

Tabela 4 — Comparação do perfil sanguíneo e da qualidade de suínos submetidos a sistemas de área de espera de alto e baixo estresse (Warriss *et al*., 1994)

	Sistema de baixo estresse	Sistema de alto estresse	
Lactato (mg/100ml)	6.4 ± 1.7	140 ± 2.4	***
CPK (U/l)	965 ± 81	1436 ± 2.4	**
PQM(μs)*	3.8 ± 0.06	4.7 ± 0.06	***

* PQM(Pork Quality Meter) >4=PSE
** P<0.05
*** P<0.001

2.3.1 Tempo na área de espera

Sob condições normais de temperatura ambiental e umidade, geralmente se considera que um tempo de descanso de 2–3 horas nas baias de espera não prejudica o bem–estar animal, o escore de danos na carcaça, a qualidade da carne ou a economia do abatedouro (Warriss *et al*., 1998). Mas na prática, os tempos de descanso utilizados são muito variáveis (de <1 a 15 horas), dependendo do tamanho do abatedouro, da disponibilidade de suínos para o abate, tempo de transporte, procedimentos de manuseio (i.e., mistura) e condições ambientais (Geverink *et al*., 1996; Santos *et al*., 1997; Gispert *et al*., 2000).

Foi comprovado que abater animais imediatamente depois da chegada ao abatedouro ou depois de tempos curtos de espera ($\leq$ 30 minutos) reduz o escore de dano na pele em suínos misturados (Geverink *et al*., 1996) e a incidência de carne PSE em condições ambientais estressantes ($\geq 35^oC$ e $\geq$ 80% UR) (Santos *et al*., 1997). No entanto, em condições normais, a ausência de tempo de espera e tempos curtos (30 minutos) podem levar a uma alta incidência de carne PSE (40–63%) (Fortin, 1989; Eikelenboom *et al*., 1991). Também parece que suínos que não descansaram o suficiente depois do desembarque são mais difíceis de manejar no corredor de atordoamento e precisam de maior coerção (Warriss, 1996b). A alta ocorrência de carne PSE também pode ser causada pelo tratamento estressante imposto aos suínos que são acordados e levados ao ponto de atordoamento depois de passarem a noite na área de espera (Honkavaara, 1989b).

Foi demonstrado que um tempo maior de espera reduz a incidência de carne PSE, mas aumenta a prevalência de carne DFD devido ao aumento da depleção de glicogênio nos músculos (Gispert *et al*., 2000). Além disso, a espera prolongada (>24 horas) produz cada vez mais danos na pele por brigas, especialmente em grupos grandes (de até 90 animais) de suínos desconhecidos, e reduz o rendimento de carcaça devido ao efeito combinado do jejum prolongado (Warriss *et al*., 1996; Geverink *et al*., 1998). Para limitar os efeitos negativos de uma longa espera sobre o rendimento de carcaça, suínos com mais de 12 horas na área de espera devem ser alimentados (Warriss, 1996b).

2.3.2 Manuseio na área de espera

O benefício de dar aos suínos um tempo de descanso entre o transporte e o abate pode ser perdido se os animais forem sujeitos ao mau manuseio e condições ambientais estressantes (clima e ruído) na área de espera.

Os problemas de manuseio são causados por corredores inadequados e desenho das baias, irregularidades na textura e na cor do piso, correntes de ar e iluminação (Grandin, 1998). Foi demonstrado que o fluxo dos animais é melhor quando: 1) os corredores são largos (4 suínos por linha), retos ou com cantos largos, bem iluminados e com poucas curvas; 2) as baias são dispostas em linhas longas e são estreitas e longas, com a entrada e saída em extremidades opostas; 3) as porteiras e paredes da baia são de construção sólida. Baias com paredes e divisões sólidas eliminam o contato entre os animais passando pelos corredores e os que estão nas baias, evitando paradas por distração (Jones, 1999). A superfície do piso deve ser anti-derrapante e de cor uniforme (Grandin, 1998). O uso de baias com porteiras internas transversais móveis ajuda a manter grupos menores (10–15 animais) sem misturá-los, favorecendo o comportamento de descanso (Barton-Gade *et al*., 1992).

Apesar da mistura de animais desconhecidos na área de espera ser uma prática muito comum em condições comerciais, isto deve ser desestimulado porque leva a brigas que evitam que os animais descansem, aumentam os danos na pele e promovem o desenvolvimento de carne PSE/DFD (Brown *et al*., 1999; Gispert *et al*., 2000).

Se for necessário misturar animais, as brigas podem ser reduzidas misturando grupos pequenos e dando espaço suficiente (0,50–0,67 m^2/100 Kg) (Warriss, 1996a; 1996b). Altas densidades aumentam os danos na pele por não permitir a fuga dos animais atacados (Geverink *et al*., 1996).

Temperaturas e umidade de 15–18^{o}C e 59–65%, respectivamente, são consideradas ideais para limitar o estresse físico (níveis de lactato no sangue) e para diminuir a ocorrência de carne PSE (Honkavaara, 1989a). Em temperaturas ambientais próximas do limite máximo da zona termoneutra (30^{o}C) e com alta umidade (85% UR), os suínos têm maior dificuldade de perder calor. Como resultado, deitam-se rapidamente, mantendo uma distância relativamente grande entre indivíduos e aumentando a frequência respiratória (Santos *et al*., 1997). Extremos de temperatura ($\geq$35^{o}C) e umidade ($\geq$80%) podem ser evitadas pelo controle da ventilação, da temperatura do ar e com aspersão.

A prática de aspergir os suínos com água fria (9–10^{o}C) possui três vantagens distintas. Primeiro, refresca os animais, reduzindo o esforço do sistema cardiovascular e melhorando a qualidade da carne (PSE). Foi demonstrado que a aspersão com um fluxo médio de 27 l/min/m^2 uma vez por hora produz uma queda de mais de 3^{o}C na temperatura do lombo (Long e Tarrant, 1990). Foi comprovado que esta queda na temperatura corporal é suficiente para reduzir a taxa inicial de desnaturação da miosina em 37%, resultando em uma grande redução na perda de água na carcaça (Offer, 1991). Em segundo lugar, acalma os animais, reduzindo o comportamento agressivo na área de espera e facilitando o manuseio na entrada do corredor de atordoamento (Weeding *et al*., 1993). Em terceiro lugar, limpa os animais e reduz o odor, limitando a contaminação bacteriana da água no tanque de escaldadura (Tarrant, 1989). Finalmente, aumenta a eficiência do atordoamento elétrico por diminuir a impedância da pele.

A temperaturas entre 10 e 30^{o}C e UR menor que 80%, a aspersão na área de espera é desejável. Já abaixo de 5^{o}C, a aspersão não é recomendada porque faz com que o animal trema, podendo levar a uma carne mais escura (DFD) (Homer e Matthews, 1998; Knowles *et al*., 1998). Apesar de geralmente ser aceito que o regime de aspersão deva ser intermitente e de duração máxima de 30 minutos para obter o maior efeito de resfriamento e reduzir a atividade e a agressão (Weeding *et al*., 1993; Jones, 1999), não há concordância quanto ao tempo e o número de aplicações (Tabela 5).

Tabela 5 — Resumo das recomendações de tempo de aspersão e número de aplicações para suínos na área de espera.

Tempo de aspersão	**N. de aplicações**	**Referência**
10 min	1 na chegada	Schutte *et al*. (1996)
30 min	1 na chegada e 1 imediatamente antes de ir para o atordoamento	Warriss (1994)
10 min no inverno 20 min no verão	1 na chegada e 1 imediatamente antes de ir para o atordoamento	Chevillon (2000)

O ruído produzido pelas máquinas, mangueiras de pressão, vocalizações de suínos e de pessoas representa uma fonte de estresse à qual os suínos reagem amontoando-se e fugindo da fonte do ruído (Geverink *et al*., 1998). Foi provado que altos níveis de som na área de espera (>100 dB) aumentam os níveis de lactato de CPK no sangue a proporção de carne PSE (Warriss *et al*., 1994).

Movimentar os suínos até o ponto de atordoamento é uma fonte muito importante de estresse em suínos ao abate, como demonstrado pelo aumento das concentrações sanguíneas de cortisol e CPK (Hunter *et al*., 1994), da temperatura corporal (Gariepy *et al*., 1989), dos danos na pele (Faucitano *et al*., 1998), e pela pior qualidade de carne (Klont e Lambooj, 1995). Neste estágio, as instalações de manejo são essenciais, dado à necessidade de manusear os animais rapidamente para seguir a velocidade da linha de abate. A combinação entre velocidades mais altas (1000 suínos/hora) e sistemas de manejo mal-projetados é prejudicial ao bem–estar animal porque manusear suínos a esta velocidade requer considerável coerção (choques e varas), assim como ao abatedouro porque a presença de relutância do animal em movimentar-se pode interromper o fluxo uniforme de todo o grupo (Faucitano *et al*., 1998). Para limitar estes efeitos, os suínos devem ser movimentados em pequenos grupos ($\leq$15 animais) (Barton-Gade *et al*., 1992).

A disposição das baias e dos corredores e a distância entre a baia e o ponto de atordoamento deve facilitar o movimento e promover o fluxo contínuo e rápido de animais. Os suínos ficam menos estressados (menor frequência cardíaca) quando o tempo entre a saída da baia de espera e a entrada na esteira de atordoamento é menor que 3 minutos (Chevillon, 2000). Foi demonstrado que a disposição das baias em espinha de peixe, na qual as baias são dispostas em um ângulo de aproximadamente 45^{o}em relação às passagens de entrada e saída induz à movimentação fácil para fora das baias (Warriss, 1994). Foi obtida grande melhora no manuseio de suínos com a

introdução do desenho dinamarquês da área de espera, que incorpora baias pequenas para apenas 15 suínos e porteiras automáticas de empurrar para movimentar os animais. Foi comprovado que o menor estresse imposto aos animais e a redução da interação com os tratadores reduz o dano na pele e a incidência de carne DFD e respingos de sangue (Barton-Gade *et al*., 1992).

Os suínos consideram a passagem de uma situação de grupo com movimento livre para uma fila única e com contenção muito estressante, como demonstrado pelo aumento do nível de adrenalina em sete a 12 vezes e maior frequência cardíaca rate (Troeger, 1989; Griot *et al*., 2000). Neste estágio, é impossível para o tratador ter outro contato com o suíno no corredor além do uso de algum tipo de vara, com ou sem choque. A aglomeração e a coerção subsequente parecem ser menores quando se utiliza um grupo de 10 ou menos animais e densidade de 0,6m2 por suíno na mangueira antes do corredor fechado. Já no caso de uma baia de atordoamento usada para atordoamento elétrico “no piso”, o tamanho do grupo deve ser no máximo de 8 suínos, com um espaço de 1,2 m^2 por animal (Jones, 1999). O desenho do corredor de entrada e do corredor fechado também é muito importante. A entrada para o corredor fechado deve ser larga (39 cm para um suíno de 100 Kg), o corredor em si deve ser o mais curto possível, sem curvas, com iluminação sem projeção de sombras, e com uma inclinação moderada para cima (6º), com largura de 35–40 cm e pelo menos 120 cm de altura (Jones e Guise, 1996). Foi demonstrado que um corredor largo demais (para dois animais) e ausência de barras superiores promove a atividade de monta no corredor, aumentando o escore de dano na pele (Faucitano *et al*., 1998).

Corredores simples ou duplos não funcionam bem para levar até o ponto de atordoamento, especialmente no caso de sistemas de atordoamento a gás por causa da natureza “pára-inicia” inerente ao sistema, levando os animais à frustração e aumentando a coerção (70–100% de choques) para estimular a movimentação dos animais (Jones, 1999). Para evitar a necessidade de reduzir o fluxo de suínos em uma ou duas filas, foi desenvolvido recentemente na Dinamarca um novo sistema que opera a uma velocidade de 800 suínos por hora (Christensen e Barton-Gade, 1997). Neste sistema, os suínos são movimentados em grupos de 15 da baia para a área de atordoamento por meio de porteira. A facilidade de manuseio aumenta porque o tamanho do grupo é automática e progressivamente reduzido em grupos de 5, que são então carregados como grupo para dentro do atordoador (sistema de atordoamento em grupo). Comparado com o sistema de corredor duplo, o sistema de manuseio em grupo resultou em melhor qualidade de carne (3,8 x 6,2% PSE), menor incidência de respingos de sangue inaceitáveis (3,2 x 8,8%) e menor incidência de carcaças com hematomas (1,9 x 6,2%) (Christensen e Barton-Gade, 1997).

3 Conclusões

A crescente preocupação dos consumidores com os métodos de produção e as perdas devido ao mau manuseio pré-abate exigem estratégias adequadas do agribusiness e das empresas produtoras de alimentos. A imagem da produção de carne suína e a economia da indústria de carnes só pode ser melhorada através do controle adequado dos vários estágios da produção de suínos, especialmente do abate. De fato, as más condições ambientais enfrentadas pelos suínos,

particularmente em certos estágios antes do abate, podem levar a perdas por mortalidade e afetar a carcaças (hematomas) e a qualidade da carne (PSE, DFD e respingos de sangue) de forma irreversível. Por exemplo, uma série de precauções (não misturar, molhar, transporte de manhã cedo) tomadas pelos transportadores e gerentes de abatedouros reduziram a taxa de mortalidade (0,23 x 0,70%) no transporte durante o verão na Espanha (Faucitano, 1996). A aspersão e o descanso dos suínos permitiu que a indústria americana exportasse 10% mais carne suína para o Japão (Grandin, 1993).

Com base nos resultados de levantamentos recentes e projetos na UE, hoje há evidência que:

1. A mistura de suínos desconhecidos e o manuseio bruto devem ser evitados em qualquer estágio pré-abate;

2. O embarque na plataforma do caminhão é mais fácil, rápido e não-estressante se os animais forem reunidos e mantidos em seu grupo nos currais de embarque na granja e carregados por meio de elevador hidráulico;

3. O jejum não é prejudicial ao rendimento de carcaça e é benéfico ao bem–estar animal e à qualidade da carne (inclusive segurança alimentar);

4. A densidade do transporte deve ser ajustada às condições ambientais (clima, tempo e distância de transporte);

5. O ambiente da área de espera (temperatura, umidade, aspersão) e o desenho das instalações no abatedouro devem ser otimizadas para garantir um fluxo constante de animais até o ponto de atordoamento sem prejudicar seu bem–estar e metabolismo muscular post morten.

4 Referências Bibliográficas

AALHUS, J.L., MURRAY, A.C., JONES, S.D.M., TONG, A.K.W., 1992. Environmental conditions for swine during marketing for slaughter - a national review. *Technical Bulletin* **1992–6E**, Research Branch, Agriculture et Agro-Alimentaire Canada.

AAC, 1993. Recommended code of practice for the care and handling of farm animals - pigs. *Agriculture and Agri-Food Canada Publ*. **1898/E**.

BARTON-GADE, P., BLAABJERG, L.O., CHRISTENSEN, L., 1992. New lairage system for slaughter pigs: effect on behaviour and quality characteristics. *Proc. 38th ICoMST*, pp. **161–164**, Clermont-Ferrand, France.

BARTON-GADE, P.A., CHRSITENSEN, L., BROWN, S.N., WARRISS, P.D., 1996. Effect of tier and ventilation during transport on blood parameters and meat quality in slaughter pigs. *Proc. EU-seminar "New Information on Welfare and Meat Quality of Pigs as Related to Handling, Transport and Lairage Conditions"*, pp. **101–116**, Landbauforschung Volkenrode, Sonderheft 166, Mariensee, Germany.

BARTON-GADE, P.A., CHRISTENSEN, L., 1998. Effect of different stocking densities during transport on welfare and meat quality in Danish slaughter pigs. *Meat Sci*. **48**, 237–247.

BEATTIE, V.E., WAETHERUP, R.N., MOSS, B.W., 1999. The effect of feed restriction prior to slaughter on performance and meat quality of pigs. *Proc. British Society of Animal Science*, pp. **11**, Penicuick, Midlothian, UK.

BERG, E.P., 1999. Critical points affecting fresh pork quality within the packing plant. *Pork Facts*, NPPC, USA.

BOROWSKI, D., 1993 Experience with the bung dropper on a pig slaughter line. *Die Fleischwirt*. **73**, 421–422.

BRADSHAW, R.H, PARROTT, R.F., GOODE, J.A., LLOYD, D.M., RODWAY, R.G., BROOM, D.M., 1996. Effects of mixing and duration of journey on the welfare of pigs during transport. *Proc. EU-seminar "New Information on Welfare and Meat Quality of Pigs as Related to Handling, Transport and Lairage Conditions"*, pp. **95–100**, Landbauforschung Volkenrode, Sonderheft 166, Mariensee, Germany.

BRIZ, J., MAHLAU, M„ GUTIÉRREZ, E., 1997. [Percepción de la calidad de la carne por los consumidores españoles]. *In: "[Arquitectura, Urbanismo y Naturación Urbana]"*, pp. **191–202**. Editorial Agricola Española, Madrid, Spain.

BROWN, S.N., KNOWLES, T.G., EDWARDS, J.E., WARRISS, P.D., 1999. Relationship between food deprivation before transport and aggression in pigs held in lairage before slaughter. *Vet. Rec*. **145**, 630–634.

CHAPMAN, G., BARR, S.I., 2000. Is eating meat bad ? Vegetarian and non-vegetarian women's attitudes about meat and nutrition. *Proc. Technology Symposium*, Québec City, Canada.

CHEVILLON, P., 1994. [Le contrôle des estomacs de porcs á l'abattoir: le miroir de la mire á jeun en élevage]. *Techi-Porc* **17.05.94.**

CHEVILLON, P., LE JOSSEC, P., 1996. [Limiter le défauts sur couennes]. *Techni-Porc* **19.1.96.**

CHEVILLON, P., 1998. Effects of on-farm pig preparation before loading, loading system design and transport conditions on mortality during transportation and pig welfare. *Proc. 49th EAAP*, Warsow, Poland, **M2.2 (Abstr.)**.

CHEVILLON, P., 2000. [Bien-être des porcs lors de operations de pré-abattage et d'anesthesie]. *Proc. 8th Journées des Sciences du Muscle et Technologies de la Viande*, France.

CHRISTENSEN, L., BARTON-GADE, P., BLAABJERG, L.O., 1994. Investigation of transport conditions in participating countries in the EC project : PL920262. *Proc. 40th ICoMST*, **W-2.01**, The Hague, The Netherlands.

CHRISTENSEN, L., BARTON-GADE, P.A., 1996. Design of experimental vehicle for transport of pigs and some preliminary results of environmental measurements. *Proc. EU-seminar "New Information on Welfare and Meat Quality of Pigs as Related to Handling, Transport and Lairage Conditions"*, pp. **47–68**, Landbauforschung Volkenrode, Sonderheft 166, Mariensee, Germany.

CHRISTENSEN, L., BARTON-GADE, P.A. 1997. New Danish developments in pig handling at abattoirs. *Fleischwirt*. **77**, 604–607.

CLARK, E.G., 1979. A post mortem survey of transport deaths in Saskatchewan market hogs. We*stern Hog J*. **1**, 34–36.

EIKELENBOOM, G., 1988. Effects of preslaughter treatments on meat quality. *Proc. Meet. "Pig Carcass and Meat Quality"*, pp. **199-211**, Reggio Emilia, Italy.

EIKELENBOOM, G., HOVING-BOLINK, A.H., SYBESMA, W., 1991. Effect of feed withdrawal before delivery on pork quality and carcass yield. *Meat Sci.* **29**, 25–30.

EILERT, S.J., 1997. What quality controls are working in the plant ? *Proc. Pork Quality Summit*, pp. **59–63**, PC, Des Moines, IA.

FAUCITANO, L., 1996. [Effetti dell'ambiente sul benessere animale e sulla qualità delle produzioni suine]. *PhD thesis*, Institute of Animal Husbandry, University of Bologna, Italy.

FAUCITANO, L., 2000. Causes of skin damage to pig carcasses. *Can. J. Anim. Sci.* (accepted for publication).

FAUCITANO, L., MARQUARDT, L., OLIVEIRA, M.S., Sebastiany Coelho, H., Terra, N.N., 1998. The effects of two handling and slaughter systems on skin damage, meat acidification and colour in pigs. *Meat Sci.* 5**0**, 13–19.

FERNANDEZ, X., MEUNIER-SALAUN, M.C., ECOLAN, P., Mormède, P., 1995. Interactive effect of food deprivation and agonistic behaviour on blood parameters and muscle glycogen in pigs. *Physiol. Behav.* **58**, 337–345.

FORTIN, A., 1989. Pre-slaughter management of pigs and its influence on the quality (PSE/DFD) of pork. *Proc. 35th ICoMST*, pp. **981–986**, Copenhagen, Denmark.

GARIEPY, C., AMIOT, J., NADAI, S., 1989. Ante mortem detection of PSE and DFD by infrared thermography of pigs before stunning. *Meat Sci.* **25**, 37–41.

GEVERINK, N.A., ENGEL, B., LAMBOOJ, E., WIEGANT, V.M., 1996. Observations on behaviour and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage. *Appl. Anim. Behav. Sci*. 5**0**, 1–13.

GEVERINK, N.A., BRADSHAW, R.H., LAMBOOJ, E., WIEGANT, V.M., BROOM, D.M., 1998. Effects of simulated lairage conditions on the physiology and behaviour of pigs. *Vet. Rec.* **143**, 241–244.

GISPERT, M., FAUCITANO, L., GUARDIA, M.D., OLIVER, M.A., SIGGENS, K., HARVEY, K., DIESTRE, A., 2000. A survey on pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Sci.* **55**, 97–106.

GRANDIN, T.A., 1993. Introduction: management and economic factors of handling and transport. In: "*Livestock Handling and Transport*" (T.A. Grandin, ed.), pp. **1–9**, CAB Int., Wallingford, UK.

GRANDIN, T.A., 1994. Methods to reduce PSE and bloodsplash. *Proc. Allen D. Leman Swine Conf*. **21**, 206–209, University of Minnesota, USA.

GRANDIN, T.A., 1998. Solving livestock handling problems in slaughter plants. In: "*Animal Welfare and Meat Science*" (N.G. Gregory, ed.), pp. **42–63**, CABI Publ., Wallingford, UK.

GRANDIN, T., 1999. 1999 Canadian animal welfare audit of stunning and handling in Federal and Provincial inspected slaughter plants conducted for the Federal Division of Food Animal Origin, Canadian Meat Council and Canadian Federation for Human Societies.

GREGORY, N.G., 1998. Animal welfare and the meat market. In: "*Animal Welfare and Meat Science*" (N.G. Gregory, ed.), CABI Publ., Wallingford, UK, pp. **1–14**.

GRIOT, B., BOULARD, J., CHEVILLON, P., KÉRISIT, R., 2000 . [Des restrainers à bande pour le bien être et la qualité de la viande]. *Viandes Prod. Carnés* **3**, 91–97.

GUÁRDIA, M.D., GISPERT, M., DIESTRE, A., 1996. Mortality rates during transport and lairage in pigs for slaughter. *Meat Focus Int.* **10**, 362–366.

GUISE, H.J„ PENNY, R.H.C., 1989. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs. 1. The effects of stocking density in transport and the use of electric goads. *Anim. Prod*. **49**, 511–515.

GUISE, H.J., PENNY, R.H.C., BAYNES, P.J., ABBOTT, T.A., HUNTER, E.J., JOHNSTON, A.M., 1995. Abattoir observations of the weights of stomachs and their contents in pigs slaughtered at known times after their last feed. *Brit. Vet. J.* **151**, 659–669.

HOMER, D.B., MATTHEWS, K.R., 1998. A repeat national survey of muscle pH values in commercial pig carcasses. *Meat Sci.* **49**, 425–433.

HONKAVAARA, M., 1989a. Influence of selection phase, fasting and transport on porcine stress and on the development of PSE pork. *J. Agric. Sci. Finland* **61**, 415–423.

HONKAVAARA, M., 1989b. Influence of lairage on blood composition of pig and on the development of PSE pork. *J. Agric. Sci. Finland* **61**, 433–440.

HUNTER, E.J., WEEDING, C.M., GUISE, H.J., ABBOTT, R.H., PENNY, R.H.C., 1994. Pig welfare and carcass quality - a comparison of the influence of slaughter handling systems at two abattoirs. *Vet. Rec*. **29**, 423–425.

JONES, T.A., GUISE, H.J., 1996. Observation of problem associated with handling pigs at slaughter. *Proc. 14th IPVS Congr.*, pp. **723**, Bologna, Italy.

JONES, T., 1999. An investigation and assessment of the handling-systems of twelve abattoirs in Great Britain and four in Italy. In: "*Improved Handling Systems for Pigs at Slaughter*". **PhD thesis**, Royal Veterinary College, University of London, UK.

JONGMAN, E.C., BARNETT, J.L., HEMSWORTH, P.H., 2000. The aversiveness of carbon dioxide stunning in pigs and a comparison of the CO2 stunner crate vs. the V-restrainer. *Appl. Anim. Beahv. Sci.* **67**, 67–76.

KARLSSON, A., LUNDSTROM, K., 1992. Meat quality in pigs reared in groups kept as a unit during the fattening period and slaughter. *Anim. Prod.* **54**, 421–426.

KLONT, R., LAMBOOJ, E.W., 1995. Effects of preslaughter muscle exercise on muscle metabolism and meat quality in anaesthesized pigs of different halothane genotypes. *J. Anim. Sci.* **73**, 108–117.

KNOWLES, T.G., BROWN, S.N., EDWARDS, J.E., WARRISS, P.D. 1998. Ambient temperature below which pigs should not be continuously showered in lairage. *Vet. Rec.* **143**, 575–578.

LAMBOOJ, E.W., GARSSEN, G.J., WALSTRA, P., MATEMAN, F., MERKUS, G.S.M., 1985. Transport of pigs by car for two days: some aspects of watering and loading density. *Livest. Prod. Sci.* **13**, 289–299.

LAMBOOJ, E.W., ENGEL, B., 1991. Transport of slaughter pigs by road over a long distance : some aspects of loading density and ventilation. *Livest. Prod. Sci.* **28**, 163–174.

LONG, V.P., TARRANT, P.V., 1990. The effect of pre-slaughter showering and post-slaughter rapid chilling on meat quality in intact pork sides. *Meat Sci.* **27**, 181–195.

MAGRAS, C., DELAUNAY, I., BÉNÉTEAU, E., 2000. [Quelles durées de mise à jeun des porcs charcutiers pour un optimum de qualité des carcasses ? Détermination à partir d'un étude terrain]. *Journées Recherche Porcine en France* **32**, 351–356, Paris, France.

MALMFORS, G., 1982. Studies on some factors affecting pig meat quality. *Proc. 28th Europ. Meeting Meat Res. Workers*, pp. **21-23**, Madrid, Spain.

MARIBO, H., 1994. Is it possible to alter ultimate pH in different treatments of pigs prior to slaughter ? *Proc. 40th ICoMST*, The Hague, The Netherlands.

MLC, 1985. Concern at rindside damage in pigs. *Meat and Marketing Technical Notes Nº. 4*, pp. **14–16**, Milton Keynes, Meat and Livestock Commission, Bletchley, UK.

MURRAY, A.C., 2000. Reducing losses from farm gate to packer. *Advances in Pork Production*, Vol. **11**, pp. 175–180.

NETHERLAND Commodity Board for Livestock and Meat, 1991. Annual report 1990.

NIELSEN, N.J., 1982. Recent results from investigations of transportation of pigs for slaughter. In: "*Transport of Animals Intended for Breeding, Production and Slaughter*" (R. Moss, ed.), pp. **115–124**, Martinus Njhoff Publ., The Hague, The Netherlands.

OFFER, G., 1991. Modelling the formation pf pale, soft and exsudative meat; effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Sci.* **30**, 157–184.

OLIVER, M.A., Coll, C., FAUCITANO, L., GISPERT, M., DIESTRE, A., 1996. The effect of ante mortem treatment on blood parameters and carcass damage and its relationship with pig meat quality. *Proc. 41st ICoMST*, pp. **316–317**, Lillehammer, Norway.

PIC, 1996. Pork quality blueprint. *Technical Update, vol. 1*, No. **7**, Pig Improvement Company USA, Franklin, KY.

PUTTEN VAN, P., ELSHOF, W.J., 1978. Observations on the effect of transport on well-being and lean quality of slaughter pigs. *Anim. Reg. St.* **1**, 247–271.

RANDALL, J.M., 1993. Environmental parameters necessary to define comfort for pigs, cattle and sheep in livestock transporters. *Anim. Prod.* **57**, 299–307.

RICHES, H.L., GUISE, H.J., CUTHBERTSON, A.,1996. A national survey of transport conditions for pigs to slaughter in GB. *Proc. 14th IPVS Congress*, pp. **724**, Bologna, Italy.

RICHES, H.L., GUISE, H.J., JONES, T.A., 1998. Cleanliness of pigs at slaughter. *Proc. 15th IPVS Congress*, pp. **93**, Birmimgham, UK.

SANTOS, C., ALMEIDA, J.M., MATIAS, E.C., FRAQUEZA, M.J., ROSEIRO, C., SARDINA, L., 1997. Influence of lairgae environmental conditions and resting time on meat quality in pigs. *Meat Sci*. **45**, 253–262.

SCHUTTE, A., MERGENS, A., POTT, U., VENTHIEN, S., 1996. Effect of different kind of showering in lairage on physiological and meat quality parameters, taking climatic circumstances into account. *Proc. EU-seminar "New Information on Welfare and Meat Quality of Pigs as Related to Handling, Transport and Lairage Conditions"*, pp. **181–206**, Landbauforschung Volkenrode, Sonderheft 166, Mariensee, Germany.

SECODIP, 1998. Cited by Chevillon, P., 1999. [De l'embarquement des porcs à l'abattage]. In: *"[Formation chauffeurs]",* Institute Tecnique du Porc, Rennes, France.

STEENKAMP, J.B., 1997. Dynamics in consumer behaviour with respect to agricultural and food products. In: "*Agricultural Marketing and Consumer Behaviour in Changing World*" (B. Wierenga, A. van Tilburg, A. Steenkamp, K. Steenkamp, J.B.M. Wedel, eds.), pp. **144–188**. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.

STEPHENS, D.B., PERRY, G.C., 1990. The effects of restraint, handling, simulated and real transport in the pig (with reference to man and other species). *Appl. Anim. Behav. Sci*. **28**, 41–50.

TARRANT, P.V., 1989. The effects of handling, transport, slaughter and chilling on meat quality and yield in pigs. In: "*Manipulating Pig Production - II*" (J.L. Barnett and D.P. Hennessy, eds.), pp. **1–25**, Warribee, Victoria, Australia.

TROEGER, K., 1989. Plasma adrenaline levels of pigs after different pre-slaughter handling and stunning methods. *Proc. 35th ICoMST*, pp. **975–980**, Copenhagen, Denmark.

TURGEON, M.J., BERGERON, R., 2000a. [Effet de différent scenarios de mise à jeun avant l'abattage sur les performances zootechniques et la qualité de la vainde chez le porc]. *Journées Recherche en Productions Animales*, Ste. Foy, Québec, Canada.

TURGEON, M.J., BERGERON, R., 2000b. Effects of pre-slaughter practice on performance and behaviour of commercial pigs. *Proc. North American ISAE Regional Meet*., pp. **21**, University of Guelph, Canada.

VERBEKE, W., OECKEL van, M.J., WARNANTS, N., VIAENE, J., BOUCQUÉ, Ch.V., 1999. Consumer perception, facts and possibilities to improve acceptability of health and sensory characteristics of pork. *Meat Sci.* **53**, 77–99.

WARRISS, P.D„ BROWN, S.N., 1985. The physiological responses of fighting between in pigs and the consequences for meat quality. *J. Sci. Fd. Agric.* **36**, 87–92.

WARRISS, P.D., 1994. Antemortem handling of pigs. In: "*Principles of Pig Science*" (D.J.A. Cole, T.J. Wiseman and M.A. Varley, eds.), pp. **425–432**, Nottingham University Press, UK.

WARRISS, P.D., BROWN, S.N., ADAMS, S.J.M., CORLETT, I.K., 1994. Relationships between subjective and objective assessmentss of stress at slaughter and meat quality in pigs. *Meat Sci.* **38**, 329–340.

WARRISS, P.D., 1996a. The consequences of fighting between mixed groups of unfamiliar pigs before slaughter. *Meat Focus Int*. **4**, 89–92.

WARRISS, P.D., 1996b. Guidelines for the handling of pigs antemortem. *Proc. EU-seminar "New Information on Welfare and Meat Quality of Pigs as Related to Handling, Transport and Lairage Conditions"*, pp. **217–224**, Landbauforschung Volkenrode, Sonderheft 166, Mariensee, Germany.

WARRISS, P.D., 1998. Choosing appropriate space allowances for slaughter pigs transported by road: a review. *Vet. Rec.* **142**, 449–454.

WARRISS, P.D., BROWN, S.N., EDWARDS, J.E., KNOWLES, T.G., 1998. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. *Anim. Sci.* **66**, 255–261.

WEEDING, C.M., GUISE, H.J., PENNY, R.H.C., 1993. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs: the use of water sprays in lairage. *Anim. Prod.* **56**, 393–397.

WORSLEY, A., SKRZYPIEC, G., 1997. Teenage vegetarianism - prevalence, social and cognitive contexts. *Appetite* **30**, 151–170.

REDUZINDO PERDAS DA PORTEIRA DA GRANJA ATÉ O ABATEDOURO – UMA PERSPECTIVA CANADENSE

Austin C. Murray

Lacombe Research Centre
6000 C & E Trail, Lacombe, Alberta, Canada T4L 1W1

Resumo

Várias fontes óbvias de perda econômica são atribuídas ao período que vai desde a última refeição do suíno até o tempo de abate, como mortalidade no transporte e na área de espera, ferimentos, perda de rendimento de carcaça, carne PSE/DFD, contaminação bacteriana da carcaça, desperdício de ração e descarte de dejetos do trato gastrointestinal. Estas perdas podem ser parcial ou totalmente evitadas pela cuidadosa seleção dos animais, consideração das práticas de manuseio, do transporte e das instalações de espera no abatedouro, da densidade e das condições climáticas e pelo controle da duração da retirada da ração na granja, do descanso no abatedouro e do grau mistura de suínos desconhecidos.

Nas 24 horas antes do abate, os suínos têm que enfrentar a retirada do acesso à ração, a mistura com suínos desconhecidos, o embarque e o desembarque, transporte, extremos de temperatura e umidade e exposição a situações novas. Tudo isso, muitas vezes combinado com o manuseio forçado e instalações de embarque e de espera no abatedouro não ideais, provoca muito estresse tanto nos suínos, quanto nos tratadores. A redução destes níveis de estresse não apenas permitirá maior controle sobre a qualidade da carcaça e do músculo, como atende a preocupações quanto ao bem-estar animal.

Abreviaturas: PSE, pálida, mole, exsudativa; DFD, escura, dura, seca; GI, gastrointestinal

1 Introdução

Há onze anos, a Dra. Vivan Tarrant (Tarrant, 1989) concluiu uma revisão sobre o efeito do manuseio pré-abate, transporte e resfriamento sobre a qualidade da carne e o rendimento com a seguinte afirmação: “Conclui-se que os eventos que ocorrem nas 24 horas ao redor do abate são provavelmente os mais importantes de todo o ciclo de produção”.

Uma série de perdas economicamente importantes ocorrem neste período. Podem ser parcial ou completamente corrigidas pela seleção cuidadosa dos suínos, por maior atenção ao manuseio, transporte e instalações de espera no abatedouro e pelo ajuste do manejo durante as 24 horas que antecedem o abate. Este artigo discute estas perdas, não do ponto de vista do bem-estar, mas de uma perspectiva econômica e sugere abordagens para reduzir perdas. Deve-se observar que todas as sugestões para combater as perdas também levam a um melhor bem-estar animal.

2 Quais são as perdas

2.1 Mortalidade

As mortes durante o transporte e na área de espera do abatedouro no Canadá representam aproximadamente 0,1% dos suínos transportados (Comunicação pessoal dos conselhos de comercialização do Canadá). Dentro do Canadá isto chega a aproximadamente 1,5 milhões de kg de carne suína por ano (0,1%*18,6 milhões de suínos*80 Kg/carcaça suína). Esta mortalidade é comparável com as relatadas em outros países (Guardia *et al*. 1996). À primeira vista, apesar das perdas gerais por mortalidade parecerem baixas, esta mortalidade não é distribuída uniformemente entre produtores e não é baixa para o produtor que regularmente tem alta mortalidade em uma única carga.

As causas de mortalidade não estão listadas, mas pode-se sugerir fatores contribuintes como ferimentos, doenças, extremos de temperatura e de umidade, estresse extremo por brigas ou pela novidade. Sabe-se que os suínos que são geneticamente suscetíveis ao estresse sucumbem mais prontamente a estes estressores. Um levantamento (Murray e Johnson 1998), baseado em um baixo número de mortes de suínos, determinou o impacto relativo do gene halotano sobre a frequência de mortes durante o transporte e espera no abatedouro antes do abate (Tabela 1).

Tabela 1 — Efeito do gene halotano sobre as mortes de suínos comerciais ao abate no Canadá Ocidental

	Genótipo Halotano		
	NN	Nn	nn
Frequência de animais dentro de cada genótipo (%)	90.3	9.4	0.3
Mortalidade (%) devido a cada genótipo[z]	0.047	0.025	0.028
Mortalidade (%) dentro de cada genótipo[z]	0.052	0.27	9.3

[z] Baseado nas mortalidades combinadas no transporte e na área de espera de 0,1% de suínos abatidos

Aproximadamente um quarto das mortes foi atribuído a cada um dos genótipos Nn (carreador heterozigoto) e nn (carreador homozigoto), e aproximadamente a metade das mortes estavam dentro do genótipo NN (não-carreador). Com base nas freqüências relativas dos três genótipos dentro da população e na proporção de mortes dentro de cada genótipo, pode-se estimar as freqüências relativas de mortes a cada mil suínos dentro de cada genótipo. Suínos dos genótipos Nn e nn têm maior tendência a morrerem no pré-abate que os do genótipo NN.

Suínos que foram submetidos a 8–18 horas de jejum antes do embarque são menos suscetíveis à morte que os carregados com estômago cheio (Warriss 1995b, Guardia *et al*. 1996). Os suínos não devem ser carregados para transporte até pelo menos 6 horas depois da última refeição.

2.2 Perda em peso de carcaça

Segundo Warriss (1995a), a perda de peso vivo começa quase imediatamente depois que a ração é retirada e continua a uma taxa de 0,12 a 0,20% por hora (2,9 a 4,8% em 24 horas). Acredita-se que a perda real em peso de carcaça comece entre 9 e 18 horas depois da última refeição (Warriss e Brown, 1983). As perdas de peso de carcaça são responsáveis por um terço das perdas totais nas primeiras 24 horas e até metade das perdas totais entre 24 e 48 horas.

Murray e Jones (1994) conduziram um estudo sobre os efeitos do jejum e da mistura de animais que indicou que, nas primeiras 24 horas de retirada de ração, pode ocorrer perda de peso de carcaça de mais de 1 Kg/100 Kg de peso vivo. A mistura sem jejum causa perdas de igual magnitude, enquanto que mistura com jejum exacerba as perdas devidas apenas ao jejum. Uma descrição de parte do desenho de um estudo subsequente (Murray, não publicado) está na Tabela 2.

Tabela 2 — Protocolo de um experimento recente sobre retirada de ração

Retirada de Ração	Intervalo(h)				
Tratamento	0	2.5	15	17.5	20
Nenhum (3 h)[y]	C/ Ração & Sem mistura na granja		Transit[z]	AB	
Nenhum (5 h)	C/ Ração & Sem mistura na granja		Trânsito		AB
Abatedouro (20 h)	Trânsito	Jejum & misturado no abatedouro			AB
Granja (20 h)	Jejum & misturado na granja		Trânsito		AB

[y] Números entre parênteses indicam tempo total de retirada de ração.
[z] Tempo de trânsito incluindo embarque e desembarque.
Sombra indica que os suínos estavam no abatedouro. AB indica momento do abate.

Os animais foram sujeitos a 5 ou 20 horas de retirada total de ração, que incluiu uma retirada de ração de 0 ou 15 horas na granja, 2 horas de transporte, 0,5 horas de embarque e desembarque e mais 0–1 ou 2–3 horas de descanso no abatedouro. Para os suínos que descansaram 2–3 horas no abatedouro, o rendimento de carcaça foi 0,8–0,9 Kg/100 Kg de peso vivo menor para o tempo total de retirada de ração de 20 horas em comparação ao de 5 horas.

2.3 Carne suína PSE/DFD

No Canadá Ocidental, aproximadamente 13% dos suínos produzem músculo longissimus (lombo) PSE (pálido, mole, exsudativo) e um número um pouco maior de músculos de suínos são pálidos, moles ou exsudativos (Murray e Johnson, 1998). Aproximadamente 10% dos lombos são mais escuros e 5% mais duros e secos do que o normal. Cada chuleta de carne suína PSE perde $\approx$ 3% mais água do que a carne normal na embalagem no varejo. Foi estimado que a condição PSE diminui o valor de um suíno em $\approx$ $ 5 dólares canadenses. Dentro desta população, carreadores do gene halotano expressam com maior freqüência estas características musculares da carne suína PSE (Murray *et al*., 1989; Lundstrom *et al*., 1989). No entanto, por causa de sua baixa freqüência dentro da população, contribuem muito pouco para a freqüência geral de carne PSE. Para limitar a produção de carne PSE, os suínos

devem descansar por 2–3 horas no abatedouro antes do abate (Fortin, 1989; Warriss *et al*., 1998).

Murray e Jones (1994), num estudo sobre jejum e mistura de animais, verificaram que o jejum por 24 horas sem misturar os suínos não tinha efeito sobre a qualidade da carne. Por outro lado, a mistura resultou em pH final maior, menor valor de L*, menor perda de água e maior solubilidade da proteína, características consistentes com o aumento observado na frequência de carne DFD (escura, dura, seca). Estes achados concordam com os de outros autores (Moss e Robb, 1978; Warriss e Brown, 1985; Warriss, 1996). A condição DFD é traz custos porque promove degradação microbiana da carne suína e reduz sua validade no varejo. Se os suínos tiverem que ser mantidos na área de espera do abatedouro por um período longo o suficiente para provocar o aparecimento de carne DFD ($\approx$ 24 horas), deve ser feito um esforço para evitar o impacto da mistura de animais.

2.4 Danos Físicos/Ferimentos

Os danos físicos podem ter muitas formas, desde graves (ossos quebrados, hematomas musculares) até danos superficiais na pele, característicos de brigas. Estes danos podem causar rejeição de partes da carcaça e impedir a produção de produtos com pele curados. O custo total de ferimentos nos suínos canadenses ainda não foi calculado. A incidência de carcaças com pior classificação por causa de danos na pele na Grã-Bretanha foi de aproximadamente 4% e esta incidência dependeu muito do abatedouro (Warriss, 1996). Na Espanha (Gispert *et al*., 2000) e nos EUA (Morgan *et al*., 1994), esta incidência foi de aproximadamente 1–2%.

A misturas de suínos desconhecidos invariavelmente resulta em um aumento do nível de agressão e de brigas . As brigas entre suínos no período pré-abate ocorrem quase que exclusivamente devido à mistura de animais desconhecidos. Dados de Murrey e Jones (1994) mostram claramente que a retirada de ração em si não teve efeito sobre ferimentos na pele devido à brigas, enquanto que a mistura teve um efeito significativo (Tabela 3).

Tabela 3 — Efeito da mistura de animais e do jejum sobre escores de ferimentos na pele [z]

Tratamento	Jejum		Mistura	
	Sem jejum	Jejum 24 h	Não Misturados	Misturados 24 h
Escore lesão na pele	0.74	0.68	0.06[a]	1.36 [b]

[z] Escores 0 = ausente, 1 = leve, 2 = moderado, 3 = extremo.
[a, b] Médias dentro do mesmo tratamento seguidos de letras diferentes são diferentes (P<0.05).

Nem todos os ferimentos na pele são devidos a brigas. O excesso de lotação, especialmente durante o embarque e o desembarque, assim como outros pontos de congestionamento, leva à monta, resultando em ferimentos nas costas dos animais. Os ferimentos devido ao mau manuseio (pontapés, uso de varas) e desenho inadequado das instalações (pisos escorregadios, bater nas barras superiores ou estruturas protuberantes), na maioria dos casos, podem ser evitados.

2.5 Contaminação microbiana das carcaças

Tratos gastrointestinais (GI) cheios ou distendidos tendem a aumentar a freqüência de “nicking” (rompimento do trato GI) e de respingos de conteúdo visceral durante o processo de evisceração, o que, por sua vez, pode resultar na contaminação bacteriana das carcaças (Chevillon, 1994; Schoonderwoerd, 1997). Chevillon (1994) observou que, com a restrição alimentar por 20–24 horas, o conteúdo estomacal estaria reduzido (<500g), a ponto do rompimento não ser mais um problema.

Recentemente, foi conduzido um estudo para avaliar três cenários de retirada de ração possíveis em condições comerciais. O desenho experimental está na Tabela 2. Como esperado, o peso do trato GI, conteúdo estomacal e teor de matéria seca do estômago foram menores depois dos períodos mais longos de retirada de ração (Tabela 4). Além disso, a distensão do trato GI avaliada subjetivamente foi paralela às alterações do conteúdo do trato GI>

Tabela 4 — Efeito da retirada de ração pré-abate sobre propriedades do trato gastrointestinal.

	Tratamento Retirada de Ração [z]			
	Sem (3 h)	Sem (5 h)	Abatedouro (20 h)	Granja (20 h)
Peso Trato GI[y]	10.1[a]	8.9[b]	8.3 [c]	7.8[d]
Rend. Conteúdo estômago[y]	1.00[a]	0.54[b]	0.28[c]	0.36[c]
Matéria seca estômago (% pu)	16.0[a]	10.9[b]	5.2[c]	3.7[d]
Rend. Matéria seca estômago[y]	0.16[a]	0.059[b]	0.015[c]	0.013[c]
Escore distensão[x]	3.4[a]	2.7[b]	2.3[c]	1.9[d]

[z] Veja descrição de tratamentos na Tabela 2.
[y] Rendimentos expressos em g/100g peso vivo no início dos tratamentos.
[x] sem (1), leve (2), moderada (3), abundante (4) distensão do trato GI.
[a,b,c,d] Médias na mesma linha com letras diferentes são diferentes (P<0,05).

A retirada de ração reduz a probabilidade de contaminação de carcaça pelo derramamento inadvertido do conteúdo do trato GI. Ao mesmo tempo, temos que levar em conta qualquer potencial alteração da flora bacteriana no trato alimentar devida ao tratamento de retirada de ração. Nattress e Murray (2000) demonstraram (Tabela 5) que, comparada com uma retirada de ração de 5 horas, a retirada de ração por 20 horas com mistura de animais (veja Tabela 2) teve pouco efeito sobre o pH estomacal, mas diminuiu as concentrações de vários tipos de bactérias. Os valores de pH no ceco foram mais altos e o número de lactobacilos foi menor, mas a concentração de E. coli biotipo 1 (um indicador de bactérias patogênicas) foi mais alto em aproximadamente uma ordem de magnitude nas 20 horas em comparação com as 5 horas de retirada de ração. Isto sugere que mesmo que a retirada de ração reduza a probabilidade de rompimento do trato GI, pode magnificar a conseqüência do rompimento. São necessárias mais pesquisas para esclarecer este achado.

2.6 Desperdício de ração na granja

Se os animais forem alimentados por mais tempo que o necessário antes do transporte, quando, de fato, esta ração adicional não tem impacto no rendimento final

Tabela 5 — Efeito da retirada de ração sobre o pH e contagem bacteriana (log) do estômago e do ceco

	Tratamento Retirada de Ração[z]		
	Sem (5 h)	Abatedouro (20 h)	Piggery (20 h)
Estômago			
PH	3.59	3.72	3.28
Lactobacilos	7.46[a]	6.16[b]	5.95[b]
E. coli biótipo 1	4.87[a]	4.44[ab]	4.08[b]
Ceco			
PH	6.36[a]	7.23[b]	7.31[b]
Lactobacilos	9.40	9.44	9.44
E. coli biótipo 1	6.69[a]	7.10[b]	7.64[c]

[z] Veja descrição de tratamentos na Tabela 2
[a,b,c] Médias na mesma linha com letras diferentes são diferentes (P<0,05).

de carcaça, pode se considerar que a ração foi desperdiçada. Usando uma retirada de ração de 24 horas, os produtores economizam de 2–3 Kg de ração.

2.7 Descarte do conteúdo do trato gastrointestinal no abatedouro

Trato gastrointestinal cheio no momento do abate aumenta a exigência de descarte de dejetos no abatedouro. A retirada de ração 20 horas antes do abate diminui o peso do trato GI em 1–2 Kg a mais que a retirada de 5 horas. Isto pode ser traduzido em ≈ 10.000 Kg por dia de dejetos em um abatedouro que processa 8.000 suínos por dia.

3 Como reduzir as perdas

As seguintes abordagens ajudarão a minimizar as perdas que ocorrem durante o período pré-abate. De forma simplista, o objetivo final é reduzir a freqüência de mortes antes do abate e produzir o balanço ideal de rendimento de carne e qualidade do músculo sem comprometer a segurança alimentar, nem o bem–estar animal.

3.1 Retire suínos suscetíveis a estresse

Os animais que são suscetíveis ao estresse porque têm o gene halotano podem ser eliminados dos rebanhos através do teste de DNA ou pela seleção cuidadosa de reprodutores pré-testados.

3.2 Projete suas instalações adequadamente

Instalações na granja, durante o embarque, o transporte e o desembarque e no abatedouro devem ser cuidadosamente planejadas. Para o suíno, a zona de risco de ferimentos é a área entre 30 e 76 cm do chão e, portanto, porteiras, baias, rampas,

corredores e veículos de transporte não devem ter objetos afiados e protuberantes. Rampas e corredores devem ter paredes sólidas, uma inclinação limitada e superfícies não-derrapantes. A rampa de embarque e as laterais devem lavados com o caminhão. Distrações sensoriais, como luzes fortes, reflexos, objetos que façam ruído, grades de drenagem, correntes de ar, sons altos, odores incomuns e vibrações, devem ser eliminadas. Os animais devem ter acesso à água enquanto estiverem reunidos na granja e no abatedouro. Estes são apenas alguns fatores que devem receber atenção.

Detalhes do desenho de veículos de transporte e instalações de manejo estão disponíveis em trabalhos de especialistas nesta área, como os da Dra. Temple Grandin.

3.3 Use densidade adequada

Há um crescente refinamento das recomendações de densidade animal. Durante o transporte, foi sugerida uma área de aproximadamente 0,45 m^2 por suíno (Warriss, 1995b). Esta recomendação é semelhante à da UE, de 0,425 m^2 para 100 Kg. Um espaço de 0,39 m^2 por 100 Kg provavelmente é mais aceitável para distâncias curtas, quando os animais tendem a não se deitar (Barton-Gade e Christensen, 1998). Em densidades mais baixas de transporte, os animais tendem a brigar mais e têm dificuldade de manter o equilíbrio quando o veículo faz curvas ou anda em estradas esburacadas. O espaço para a área de espera no abatedouro deve ser de 0,55 a 0,67 m^2 para 100 Kg (Warriss, 1995b).

3.4 Manuseie os suínos de forma adequada

Os suínos que têm experiência regular com movimentação e com manuseio humanitário durante o período de terminação são mais fáceis de movimentar e têm menor probabilidade de requerer manuseio aversivo durante o período pré-abate (Abbott *et al*., 1997; Grandin, 1997; Geverink *et al*., 1998b).

Deve se permitir que os animais se movimentem em seu próprio ritmo para evitar amontoamentos. Os tratadores devem estar cientes de que um simples pontapé para movimentar um animal pode arruinar um pernil. Em geral, não é recomendado o uso de picanas elétricas, varas ou qualquer outro objeto duro. Bater tiras de lona em qualquer lugar menos nos porcos, junto com painéis para empurrar é muito eficaz para movimentar suínos (Warriss, 1996). E se picanas elétricas forem usadas, estas devem ser usadas com moderação. É mais fácil manusear suínos em grupos pequenos, de $\leq$ 15 animais (Warriss, 1995b, Christensen e Barton-Gade, 1997) e usando sistemas de porteiras automáticas (Christensen e Barton-Gade, 1997).

3.5 Compense as condições climáticas

A ventilação adequada durante o transporte é muito importante. Alta temperatura e alta umidade no veículo de transporte aumentam o estresse e estão muitas vezes associadas ao aumento da mortalidade durante o transporte e carne PSE. Warris (1998) afirma que a temperatura dentro do veículo não deve ultrapassar 30^{o}C para permanecer dentro da zona de termoneutralidade do suíno, enquanto que outros

(Honkavaara 1989; Connor 1993) sugerem que é preferível uma temperatura entre 15 e 25ºC. Deve ser evitado o transporte na parte mais quente de um dia de verão. Em temperaturas mais quentes, a densidade geralmente é ajustada para permitir mais espaço por animal. Temperaturas de -20 a -30ºC não são incomuns no Canadá, junto com o vento criado pelo movimento do veículo, podem prejudicar os animais em pouco tempo. Nestas situações, deve ser usada cama adequada e os animais devem ter espaço suficiente para não ficarem em contato com a parte de fora do caminhão.

3.6 Controle do período de restrição alimentar na granja

Como os suínos transportados com estômago cheio podem ficar nauseados (Bradshaw *et al*., 1995) e são mais suscetíveis à morte durante o transporte (Warriss 1995a), um período de pelo menos 6 horas entre a última refeição e o embarque é recomendado por Gispert *et al*. (2000).

3.7 Controle do tempo de descanso no abatedouro

Os suínos devem descansar de 2 a 3 horas no abatedouros antes do abate (Fortin, 1989; Warriss, 1995b; Warriss *et al*., 1998).

3.8 Controle do grau de mistura de suínos desconhecidos

Idealmente, os suínos devem ser mantidos em seu grupo social original (grupo terminado na mesma baia) até o abate. Isto raramente ocorre nas práticas de abate na América do Norte. Quando a mistura de animais for inevitável, os animais devem ser misturados no momento do embarque, e não no desembarque (Warriss, 1996), e a duração da mistura deve ser minimizada (Geverink *et al*., 1996). Isto sugere que os animais devem permanecer em seu grupo original até serem misturados para o embarque e devem ter um tempo mínimo de descanso no abatedouro ($\approx$ 2 horas).

3.9 Controle do tempo total entre a última refeição e o abate

As recomendações quanto ao tempo total entre a última refeição e o abate variam, mas tendem a estar entre 16 e 24 horas. Pode haver perda no rendimento de carcaça por causa do período de retirada de ração de 16–24 horas. O objetivo é determinar o tempo mínimo de retirada de ração que vai diminuir o grau de distensão do trato GI até o ponto em que a ruptura não seja mais um risco. Chevillon (1994) sugere que é de 20–24 horas. Também é possível que o frigorífico tenha a responsabilidade de melhorar o processo de evisceração para evitar a ruptura. O tempo total de restrição alimentar deve incluir um mínimo de 6 horas sem ração na granja e um mínimo de 2 horas de descanso no abatedouro. Uma prática comum no Canadá é chegar a uma retirada de ração de 20 horas mantendo os animais sem ração durante a noite no abatedouro. Para limitar a quantidade de danos na pele é melhor manter os animais sem ração por um tempo adequado em seus grupos sociais originais e abater com um tempo mínimo de descanso no abatedouro (2 horas). Neste caso, o tempo

necessário sem ração na granja seria calculado como 18 menos o tempo necessário para carregar, transportar e descarregar.

4 Manejo Pré-abate de suínos no Canadá

Muitos aspectos do manejo durante o período pré-abate podem afetar o rendimento final e a qualidade da carcaça e da musculatura. Alguns pontos do Levantamento de 1987 das Condições Ambientais para Suínos Durante a Comercialização para o Abate (Aalhus *et al*., 1992) estão listados abaixo para dar uma indicação das condições pré-abate mais comuns no Canadá há poucos anos atrás.

- Manuseio na Granja
  - 86% dos produtores usavam painéis para movimentar os animais como rotina.
  - 50% dos produtores usavam picanas elétricas como rotina.
- Reunir para o transporte
  - 93% dos animais eram reunidos <4 h antes do transporte.
  - 13% dos suínos não eram misturados com desconhecidos antes do embarque
  - 62% dos animais tinha acesso à ração até o momento do embarque.
- Transporte
  - 41% dos animais eram reunidos em grupos <20 suínos,
  - 45% em grupos de 20–50 e 7% em grupos de 51–100.
  - 44% eram transportados em caminhões de um único nível,
  - 23% em caminhões de vários níveis
  - A densidade variava de 0,32 a 0,32 m^2 por suíno.
  - Mais baixa em tempo quente.
  - 54% dos animais passava <3 h em trânsito, 4% > que 24 h.
- Currais intermediários para reunião de animais antes do abate
  - Média de 4 h no curral (intervalo normal 2–10 h).
  - Densidade: 0,66 m^2 por suínos.
  - Distância de 41 m entre o caminhão e o curral.
  - Corredores com laterais sólidas com pouca ou nenhuma sombra.
  - 7% do piso moderadamente escorregadio.
  - 70% do tempo em grupos (re)misturados.
  - Transportados até o abate em caminhões de um ou dois níveis.

- Abatedouros
  - Esperavam uma média de 23 min antes do desembarque.
  - 50% misturados para formar grupos maiores.
  - 50% em baias grandes e quadradas e 41% em baias longas e estreitas.
  - Densidade: 0,57 m^2 por suíno.
  - Chicotes e tapas usados rotineiramente em 48% do tempo.
  - Picanas elétricas em 20% do tempo. Painéis para empurrar os animais apenas 3% do tempo.
  - 89% tinha acesso à água. O resto recebia água se o tempo de espera era >2,5 h.
  - 68% era aspergido com água na baia de espera.
  - Era utilizada intervenção contínua ou moderada em 84% do tempo para movimentar os animais.
  - Média de 29 m entre o curral e a baia de espera.
  - 33% dos animais tinham algum grau de sombreamento.
  - 33% passavam por pisos moderadamente escorregadios.
  - 38% recebiam choques no curral de reunião antes do atordoamento.
  - 33% recebiam choque na área de contenção.
  - 9% eram abatidos dentro de 1h depois da chegada, 69% descansavam $\geq$3 h.

Na época deste levantamento, é óbvio que não havia um esforço da indústria como um todo para controlar o manuseio dos suínos, o tempo de descanso no abatedouro ou o tempo total que os animais ficavam sem ração antes do abate. Esta situação melhorou de forma marcante.

Hoje, os suínos são cada vez mais transportados da granja para chegarem ao abatedouro no final da tarde ou início da noite para serem abatidos no dia seguinte, ou ficam sem ração na granja durante a noite anterior ao transporte para o abate.

O manuseio, o transporte e as instalações de manejo melhoraram e estão sendo implementadas as recomendações feitas por reconhecidas autoridades no assunto, como a Dra. Temple Grandin. Códigos de prática (p. ex. Código de prática recomendado para o cuidado e o manuseio de suínos - Connors, 1993) para o manuseio e transporte de animais em diferentes condições climáticas estão sendo promovidos por quase todos os conselhos de comercialização de suínos, e freqüentemente estas agências têm tomado a iniciativa de produzir e implementar suas próprias diretrizes. A umidificação com névoa está sendo usada em muitas áreas de espera. A densidade durante o transporte e a espera estão gradualmente diminuindo.

Aproximadamente 50% dos suínos estão sendo enviados diretamente do produtor para o abatedouro. O restante está sendo transportado pelo produtores ou motoristas autônomos para currais intermediários e por motoristas destes currais para o abatedouro. *Certas regiões do Canadá sugerem pelo menos 11 horas de

jejum antes do transporte. Animais que chegam nos currais intermediários ou no abatedouro depois das 11 da manhã só são abatidos na manhã seguinte. Um total de aproximadamente 18–20 horas entre a última refeição e o abate parece ser o objetivo usual. Isto inclui um descanso mínimo de 2–3 horas antes do abate.

Ainda há situações pré-abate no Canadá que requerem atenção. Warriss (1995b) verificou que, na Europa, os suínos viajam menos de 2 horas até o abate e recomenda que o transporte não seja maior que 3 horas. No Canadá, nem sempre as granjas estão próximas dos abatedouros. Com longas distâncias de transporte (>6 horas), há uma tendência em deixar que os animais comam até o embarque para assegurar que não fiquem em jejum por mais de 24 horas. Períodos de retirada de ração de mais de 24 horas, especialmente se os animais forem misturados, não apenas diminuem o peso da carcaça e aumentam a incidência de danos na pele, mas também aumentam a chance de produzir carne DFD. Além disso, estas situações prejudicam o bem–estar dos animais. Nem sempre é fácil retirar a ração antes do embarque, especialmente com alguns dos novos sistemas de alimentação líquida. Também não é prático manter os suínos em seu grupo social desde a granja até o abate. Às vezes, a ração é retirada reagrupando os animais em um curral. À medida que os frigoríficos aumentam de tamanho, os suínos tendem a ser manuseados em lotes mistos muito grandes. A velocidade da linha de abate continua a aumentar. Quando deve ser mantida uma velocidade de 1200 suínos/hora, as regras e as diretrizes são, às vezes, deixadas de lado e as técnicas de manuseio podem não ser as ideiais.

5 Conclusões

Muitos fatores estão envolvidos no manejo de suínos no período de aproximadamente 24 horas antes do abate. Foram discutidas várias perdas econômicas que ocorrem durante este período e práticas pré-abate que podem ser usadas para diminuir estas perdas.

É importante observar que a alteração de uma única prática pré-abate pode afetar diversas características importantes, mas pode afetar uma de forma positiva, e outra de forma negativa. Por exemplo, aumentar o período de restrição alimentar geralmente resulta em menor mortalidade, menor freqüência de carne PSE e de contaminação da carcaça com conteúdo GI. Por outro lado, também resulta em menor rendimento de carcaça, maior freqüência de danos na pele e, possivelmente, aumento da freqüência de carne DFD.

Obviamente, a otimização de práticas de manejo pré-abate continuará a buscar o equilíbrio que produzirá um maior rendimento de um produto seguro e atraente de suínos manuseados de forma humanitária.

6 Referências Bibliográficas

AALHUS, J.L., MURRAY, A.C., JONES, S.D.M., TONG, A.K.W., RAYMONd, D.P. and WEIR L. 1992. Environmental conditions for swine during marketing for slaughter: A national review. *Agriculture Canada Research Branch Technical Bulletin* **1992–6E**.

ABBOTT, T.A., HUNTER, E.J., GUISE, H.J. and PENNY, R.H.C. 1997. The effect of experience of handling on pigs willingness to move. *Appl. Anim. Behav. Sci*. **54**:371–375.

BARTON-GADE, P. AND CHRISTENSEN, L. 1998. Effect of different stocking densities during transport on welfare and meat quality in Danish slaughter pigs. *Meat Sci.* **48**:237–247.

BRADSHAW, R.H., HALL, S.J. and BROOM, D.M. 1995. Behaviour of pigs and sheep during road transport. *Anim. Sci*. **60**:557-560.

CHEVILLON, P. 1994. Le contrôle des estomacs de porcs á l'abattoir: le miroir de la mire á jeun en élevage. *Techni-Porc* **17 May 1994.** pp 23–30.

CHRISTENSEN, L. and BARTON-GADE, P. 1997. New Danish developments in pig handling at abattoirs. *Fleisch*. **77**:604–607.

CONNOR, M.L. 1993, Recommended code of practice for care and handling of farm animals. Pigs. *Agriculture and Agri-Food Canada Publication* **1898/E.**

FORTIN, A. 1989. Preslaughter management of pigs and its influence on the quality (PSE/DFD) of pork. *Proceedings of the International Congress of Meat Science and Technology.* **35**:981–986.

GEVERINK, N.A., ENGEL, B., LAMBOOIJ, E. and WIEGANT, V.M. 1996. Observations on behaviour and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **50**:1–13.

GEVERINK, N.A., BRADSHAW, R.H., LAMBOOIJ, E., WIEGANT, V.R. and BROOM, D.M. 1998a. Effects of simulated lairage conditions on the physiology and behaviour of pigs. *Vet. Rec.* **143**:241–244.

GEVERINK, N.A., KAPPERS, A., VANDEBURGWAL, J.A., LAMBOOIJ, E., BLOKHUIS, H.J. and WIEGANT, V.M. 1998b. Effects of regular moving and handling on the behavioral and physiological responses of pigs to preslaughter treatment and consequences for subsequent meat quality. *J. Anim. Sci.* **76**:2080–2085.

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

GRANDIN, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *J. Anim. Sci.* **75**:249–257.

GRANDIN, T. 2000. Livestock Behaviour, design of facilities and humane slaughter. *Internet site* **http://grandin.com/.**

GUARDIA, M.D., GISPERT, M. and DIESTRE, A. 1996. Mortality rates during transport and lairage in pigs for slaughter. *Meat Focus Int.* **5**:362–365.

GUISE, H.J. and PENNY, R.H.C. 1989. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs. 2. Mixing unfamiliar pigs. *Anim. Prod.* **49**:517–521.

HONKAVAARA, M. 1989. Influence of lairage on blood composition of pig and on the development of PSE pork. *J. Agric. Sci.Fin.* **61**:425–432.

LUNDSTROM, K.; ESSEN GUSTAVSSON, B.; RUNDGREN, M.; EDFORS LILJA, I., and MALMFORS, G. 1989. Effect of halothane genotype on muscle metabolism at slaughter and its relationship with meat quality: a within-litter comparison. *Meat Sci.* **25**:251–263.

MORGAN, J.B., SMITH, G.C., CANNON, J., MCKEITH, F. and HEAVNER, J. 1994. Pork Distribution Chain Audit Report. In Pork Chain Quality Audit. *Progress Report. Eds.*

MEEKER, D. and SONKA, S. Pub. National Pork Producers Council and National Pork Board. *Des Moines, Iowa. p. 32.*

MOSS, B.W. and ROBB, J.D. 1978. The effect of preslaughter lairage on serum thyroxine and cortisol levels at slaughter, and meat quality of boars, hogs and gilts. *J. Sci. Food Agric.* **29**:689-696.

MURRAY, A.C., JONES, S.D.M., and SATHER, A.P. 1989. The effect of preslaughter feed restriction and genotype for stress susceptibility on pork lean quality and composition. *Can. J. Anim. Sci.* **69**:83-91.

MURRAY, A.C. and JONES, S.D.M. 1994. The effect of mixing, feed restriction and genotype with respect to stress susceptibility on pork carcass and meat quality. *Can. J. Anim. Sci.* **74**:587-594.

MURRAY, A.C. and JOHNSON, C.P. 1998. Impact of the halothane gene on muscle quality and pre-slaughter deaths in Western Canadian pigs. *Can. J. Anim. Sci.* **78**:543-548.

NATTRESS, F.M. and MURRAY, A.C. 2000. Effect of antemortem feeding regimes on bacterial mumbers in the stomachs and ceca of pigs. *J. Food Prot.* **63**:1253-1257.

SCHOONDERWOERD, M. 1997. Main factors responsible for visible pork carcass contamination. Proceedings of the World Congress on Food Hygiene. *The Hague*. p.**67**.

TARRANT, P.V. 1989. The effects of handling, transport, slaughter and chilling on meat quality and yield in pigs - a review. *Irish J. Food Sci. Technol.* **13**:79–107.

WARRISS, P.D. 1995a. Antemortem factors influencing the yield and quality of meat from farm animals. In *"Quality and Grading of Carcasses of Meat Animals*". Ed. S.D. Morgan Jones. Pub. CRC Press. New York.

WARRISS, P.D. 1995b. Pig handling. Guidelines for handling of pigs ante mortem. *Meat Focus Int.*. **4**:491–494.

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

WARRISS, P.D. 1998. Choosing appropriate space allowances for slaughter pigs transported by road: a review. *Vet. Rec.* **142**:449–454.

WARRISS, P. D. and BROWN, S. N. 1983. The influence of preslaughter fasting on carcass and liver yield in pigs. *Livestock Prod. Sci.* **10**:273–282.

WARRISS, P. D. and BROWN, S. N. 1985. The physiological responses to fighting in pigs and the consequences for meat quality. *J. Sci. Food Agric.* **36**:87–92.

WARRISS, P. D., BROWN, S. N., EDWARDS, J. E. and KNOWLES, T. G. 1998. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. *Anim. Sci.* **66**:255–261.

TRANSFORMAÇÕES POST MORTEM E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA

Jane Maria Rübensam

Universidade Federal do Rio Grande do Sul — Brasil

1 Introdução

Há um consenso de que a seleção de suínos para a produção de carcaças magras provocou um efeito negativo sobre a qualidade da carne. Atualmente, a variação da qualidade da carne suína encontrada após o resfriamento das carcaças, tem como referencial a carne ideal e desejável e identificada como RFN (Reddish Pink, Firm and Non-Exudative). As alterações de qualidade se referem às carnes PSE (Pale, Soft and Exudative), RSE (Reddish Pink, Soft and Exudative) e DFD (Dark, Firm and Dry). Carnes PSE representam o problema mais sério para a indústria porque sua capacidade de retenção de água, com perda excessiva de esxudato, textura, carcaterizada por uma extrema flacidez e pela ausência de cor, além de serem rejeitadas pelos consumidores, prejudicam os processos industriais de fabricação com conseqüências econômicas bastante sérias para o setor (van Laack *et al*., 1995).

As carnes PSE são provenientes de suínos abatidos em condições de estresse. É certo que os defeitos de qualidade da carne suína resultam de fatores genéticos e/ou ambientais que por sua vez determinam a velocidade e extensão dos eventos bioquímicos post mortem. Dentre eles, a glicólise assume importância cada vez maior.

O processo de conversão do músculo em carne é complexo e envolve uma série de alterações no metabolismo celular bem como na estrutura protéica, que se caracterizam pelo esgotamento das reservas de ATP, diminuição do pH ou acidificação, queda da temperatura da musculatura, aumento da concentração de íons cálcio no citosol, rigor mortis, entre outros (Lawrie, 1974; Judge *et al*., 1989).

A combinação destes eventos resultam no aparecimento de novas condições intracelulares, muito diferentes daquelas encontradas na célula muscular viva. Não se sabe ao certo quanto estas modificações podem afetar os sistemas enzimáticos intracelulares. Entretanto, sabe-se que são decisivas para a qualidade final da carne suína.

2 Glicólise post mortem e qualidade da carne

Está bem determinado que o metabolismo post mortem que resulta na hidrólise do glicogênio muscular é o fator determinante da variação dos atributos de qualidade encontrada na carne suína fresca e está diretamente relacionado a dois genes, o gene halotano (Hal) e o gene rendimento napole (RN) ambos afetando drasticamente a cinética do abaixamento do pH muscular.

Entretanto, ainda se discute muito sobre a influência de fatores ambientais antes e após a sangria, na ocorrência de carnes suínas de qualidade inferior.

2.1 pH da carne

O pH exerce influência, direta ou indiretamente, sobre as diversas características de qualidade da carne como a cor, capacidade de retenção de água, maciez, suculência e sabor.

Após o abate dos animais, há um declínio do pH cuja extensão e velocidade irá depender da natureza e condição do músculo no momento preciso em que cessa a circulação sangüínea.

As transformações que ocorrem nos músculos após o abate, iniciam-se durante a insensibilização dos animais. O objetivo desta etapa é minimizar o sofrimento animal no curto período que antecede a sangria ou o abate propriamente dito realizando o sacrifício do animal dentro dos preceitos humanitários. Por isso, a insensibilização, qualquer que seja o método adotado, deve ser rápida para não causar mais sofrimento e dor ao animal. Se não forem observadas certas condições (tratamento dado aos animais pelso funcionários, funcionamento correto dos equipamentos) pode haver uma excessiva estimulação do sistema nervoso e elevação da pressão sangüínea (Judge *et al*., 1989).

A sangria do animal também é causa de estresse. Mecanismos neurogênicos e hormonais tentam restaurar a pressão arterial principalmente através da angiotensina II. Há também liberação, entre outros hormônios, de catecolaminas que auxiliam na vasoconstricção durante a sangria.

O resultado desses estímulos é a despolarização da membrana celular juntamente com os túbulos T, cuja distribuição dos eletrólitos Na^{+}, K^{+} se altera. Inicia-se, então, uma série de reações metabólicas que visam recompor a distribuição normal dos mesmos.

A membrana do retículo sarcoplasmático também sofre um aumento de permeabilidade permitindo um fluxo de íons Ca^{++} em direção ao sarcoplasma onde ele se liga à calmodulina, uma subunidade da fosforilase quinase ativando esta enzima sem a necessidade de formação de AMP_c como ocorre na célula muscular viva.

A presença de íons Ca^{++}no sarcopalsma desencadeia imediatamente a formação de complexos actomiosina. O cálcio se liga à subunidade da Troponina (Troponina C) causando alteração conformacional da molécula e liberando o sítio de ligação da miosina com a actina. Formam-se, assim, pontes cruzadas entre os filamentos grossos e finos, com hidrólise de ATP pela miosina-ATPase.

Enquanto houver ATP, a membrana do retículo sarcoplasmático retira os íons Ca^{++} do sarcoplasma através de sistemas enzimáticos que utilizam ATP, localizados na membrana. A retirada de cálcio é acompanhada da entrada de Mg^{++} e da ligação de ATP à miosina-ATPase provocando o desligamento das pontes cruzadas entre actina e miosina à semelhança do que ocorre no relaxamento do músculo vivo. Este ciclo se repete atá que as reservas de ATP se esgotem.

A manutenção de Ca^{++} dentro das cisternas do retículo sarcoplasmático exige mais energia do que a repolarização da membrana celular (sarcolema e túbulos T) e talvez, esse seja o fator mais importante na ocorrência de carnes PSE.

Os músculos, no momento em que é completada a sangria, não recebem mais oxigênio restando apenas aquele ligado à mioglobina, suficiente para manter o metabolismo aeróbio por pouco tempo. Porém, as fibras musculares continuam seus processos metabólicos, com gasto de energia.

No período post mortem, alguma quantidade de ATP é regenerado pela conversão da creatina-fosfato em creatina e pela transferência do fosfato ao ADP. Pequenas quantidades de ATP podem ser regeneradas pelo sistema da adenilato-quinase que converte duas moléculas de ADP em uma de ATP e uma de adenosina monofosfato (AMP).

A utilização de glicogênio para obtenção de ATP ocorre basicamente em duas etapas. Na primeira, a glicogenólise inicia-se pela ativação da fosforilase-quinase, em presença de Ca^{++}e que, por sua vez, ativa a fosforilase b (forma menos ativa) em fosforilase a (forma ativa). A partir daí, glicose-1-fosfato passa a glicose-6-fosfato até ser convertida em fosfato de gliceraldeído. Na segunda etapa, ocorre conversão gliceraldeído-3-fosfato a lactato, com produção de 2 ATP/molécula de glicose (Lehninger, 1976). A atividade glicolítica termina devido à exaustão das reservas de glicogênio ou pela diminuição do pH muscular de $\pm$7,2 até um valor em torno de 5,5.

No músculo vivo em exercício, a fosforilase-quinase é ativada ao máximo quando está fosforilada e ao mesmo tempo ligada ao cálcio.

A diminuição do pH está relacionada com a produção de lactato. Porém, sabe-se que íons H^+ são gerados pela hidrólise de ATP, contribuindo significativamente para a acidificação da carne após o abate.

Em músculos de mamíferos, o valor de pH um dia após o abate está em torno de 5,4-5,5. No porco, a glicólise segue o mesmo modelo e, em 24 horas post mortem, o pH final tende a ser um pouco mais elevado, em torno de 5,8 ou menos. Entretanto, em algumas carcaças o processo de acidificação muscular pode se completar em menos de uma hora ou em até 15 minutos após a sangria.

As enzimas responsáveis pela glicólise são progressivamente desnaturadas à medida que o valor de pH diminui até atigir valores entre 5,5 e 5,8, muito próximo do ponto isoelétrico da maior parte das proteínas da carne. Ao mesmo tempo, eventos, como por exemplo a desaminação do AMP, removem cofatores essenciais para o metabolismo anaeróbio da célula muscular.

A falta de ATP produz um efeito extremamente importante para a qualidade da carne porque faz parar o sistema enzimático de regulação de Ca^{++} fazendo com que este íon não possa ser removido para o retículo sarcoplasmático.

Uma vez que a remoção do cálcio do sarcoplasma para o retículo sarcoplasmático requer um gasto maior de ATP em relação à repolarização do sarcolema e túbulos T (Na^+ e K^+), o metabolismo post mortem da célula muscular é praticamente regulado pelo cálcio. A concentração de íons Ca^{++} no sarcoplasma portanto, interfere na interação das proteínas contráteis, no metabolismo protéico, e na glicogenólise.

3 Fatores que interferem no metabolismo muscular após o abate

Entre os animais de açougue, suínos são os mais suscetíveis ao desenvolvimento de características anormais nos músculos após o abate. Carne suína de qualidade inferior, especialmente PSE, continua a ser um problema sério para as indústrias. Talvez este problema continue existindo por mais tempo do que o esperado porque

ainda continuam sendo valorizadas as carcaças que têm maior proporção de carne magra.

Investigações sobre a ocorrência de carnes suínas PSE apontam a genética como o fator determinante, se não a única causa desta anomalia de qualidade da carne. Embora tenha havido uma redução da influência do componente genético, através da utilização de reprodutores livres do gene halotano, a incidência de carnes PSE continua elevada. Fatores ligados ao manejo pré-abate, principalmente durante o transporte dos animais ao matadouro e durante o período de descanso que antecede o abate estão associados à incidência de carnes PSE.

De qualquer modo, perdas significativas ocorrem tanto em quantidade como em qualidade de carcaças.

Se a ocorrência de carnes PSE se deve à genética (fatores intrínsecos) ou a fatores ambientais (fatores extrínsecos), provocando estresse pré-abate, este é o principal fator de esgotamento das reservas de glicogênio muscular.

3.1 Gene halotano

Em condições normais após o abate, o que resta de glicogênio dentro do músculo e se o retículo sarcoplasmático funciona corretamente, a diminuição do pH se faz lentamente até atingir o valor final. Mas se alguma causa perturba a atividade do retículo sarcoplasmático, reduzindo sua aptidão em regular a taxa de Ca^{++}, a velocidade de glicólise sofre uma aceleração e o pH diminui rapidamente.

No músculo vivo, a concentração de íons Ca^{++} no sarcoplasma é controlada por sistemas enzimáticos reguladores da concentração de cálcio, localizadas no sarcolema (incluindo os túbulos T), na membrana do retículo sarcoplasmático e na membrana mitocondrial.

No período compreendido entre o final da década de 60 e o início da década de 70, ficou evidente que a predisposição à produção de carne PSE estava relacionada à Síndrome do Estresse Suíno (Topel *et al*., 1968), citado por tinha um forte componente genético sendo confirmada mais tarde pela aplicação do teste halotano (Sellier, 1995).

A Síndrome do Estresse Suíno (PSS) caracteriza-se por uma rigidez muscular, aumento do metabolismo aeróbio e anaeróbio e aumento da produção de calor em resposta aos anestésicos halogenados e vários outros estressores. Pela forte reação muscular no animal vivo e pelo padrão de alterações na carne após o abate, havia indicação de que um defeito na regulação de cálcio poderia estar envolvido, mantendo elevada a concentração de Ca^{++} sarcoplasmático (Mickelson e Louis, 1992).

Fujii *et al*. (1991) desenvolveram método baseado na Reação em Cadeia da Polimerase-Polimorfismo do Comprimento dos Fragmentos de Restrição (PCR-RFLP) para a determinação do genótipo PSS dos animais a partir A técnica de PCR-RFLP permitiu identificar o ponto de mutação do gene que codifica para o receptor rianodina do canal de Ca^{++} do retículo sarcoplasmático da célula muscular e, assim, distinguir três genótipos. A partir de DNA extraído de amostras de tecidos é produzido um fragmento de 81 pares de bases que, submetido à digestão pela enzima de restrição Hhal (CGC/C) produz dois fragmentos de 49 e 32 pares de bases em suínos homozigotos normais com dois alelos dominantes (Hal^{NN}). Em suínos heterozigotos (Hal^{Nn}), obtêm-se três fragmentos de 49, 32 e 81 pares de bases respectivamente e

somente um fragmento de DNA de 81 pares de bases para suínos PSS, mutantes homozigotos recessivos (Hal^{nn}).

O receptor rianodina (RYR) é uma proteína de 350 kDa que faz parte do canal de Ca^{++} do retículo sarcoplasmático. A mutação ocorre na posição 1843, de uma base C (citosina) para uma base T (timidina) no gene que codifica para esta proteína resultando na substituição de um resíduo de arginina (Arg) na posição 615 da seqüência normal da proteína para um rsíduo de cisteína (Cys) na seqüência mutante. Esta mutação está significativamente correlacionada com a síndrome suína PSS em todas as principais raças suínas testadas (Fujii *et al*., 1991; Mickelson e Louis, 1992).

Nos suínos PSS, a constante de velocidade de liberação de Ca^{++} do retículo sarcoplasmático é aproximadamente o dobro em relação aos animais normais. Pode-se esperar, com isso, que a concentração de Ca^{++} no sarcoplasma, em decorrência de um estímulo na junção mioneural, sofra uma elevação muito acima da quantidade necessária para desencadear um ciclo de contração mesmo em presença de um aumento de atividade da ATPase de Ca^{++} do retículo sarcoplasmático cuja finalidade é restaurar a concentração de íons Ca^{++} no sarcoplasma para níveis de repouso muscular.

Esta elevação na concentração de íons Ca^{++} no sarcoplasma prolonga a estimulação da atividade contrátil do músculo e estimula também, um rápido desdobramento de glicogênio resultando em exacerbação do metabolismo com produção de calor (Mickelson e Louis, 1992).

Em carne de suínos portadores do gene Hal^{n}, heterozigotos (Hal^{Nn}) ou homozigotos recessivos (Hal^{nn}) expostos a fatores estressantes no período que antecede o abate apresentam alterações musculares muito rapidamente após a sangria. Isso ocorre em função da liberação muito mais rápida de íons Ca^{++} pelo retículo sarcoplasmático do que em animais normais. A concentração de íons cálcio no sarcoplasma se eleva muito acima da quantidade necessária para iniciar um ciclo de contrações e a alta atividade enzimática da ATPase de Ca^{++} da membrana do retículo sarcoplasmático (bomba de cálcio) que se observa nessa situação, não é suficiente para restaurar a concentração de íons Ca^{++} no sarcoplasma até níveis de repouso ou relaxamento muscular.

Nos músculos de suínos sensíveis ao halotano, é necessária uma concentração 10 vezes maior de íons Ca^{++} para inativar os receptores rianodina dos canais de Ca^{++}.

Suínos heterozigotos para o gene halotano (Hal^{Nn}) apresentam propriedades intermediárias na liberação de cálcio pelso receptores rianodina em relação a animais homozigotos normais (Hal^{NN}) e homozigotos recessivos.

A súbita elevação de íons Ca^{++} no sarcoplasma aumenta a velocidade de utilização do ATP muscular e da glicogenólise e com isso, a velocidade de declínio do pH é acelerada. A carne pode atingir valores iguais ou mesmo inferiores a 5,8 em menos de uma hora post mortem (pH_{45} $\pm$5,8). Neste momento, a temperatura da carcaça encontra-se em torno de 36^{o}C ou mais, dependendo dos estímulos recebidos pelo animal antes do abate e de como o animal responde aos mesmos.

A combinação pH baixo – musculatura quente provoca a desnaturação das proteínas, especialmente das miofibrilares, responsáveis pela retenção de água na carne.

O declínio rápido do pH post mortem é portanto, o efeito mais importante do gene halotano. Ele não afeta o pH final da carne suína.

A conseqüência deste efeito é o aparecimento de músculos pálidos, flácidos que perdem muita água. A capacidade de retenção de água se reduz a ponto de inutilizar esta matéria prima para a fabricação de presunto cozido ou cru e pode sofrer rejeição se for vendida como carne fresca.

A coloração pálida ou extremamente pálida das carnes suínas PSE está fortemente associada à redução da capacidade de retenção de água das proteínas miofibrilares devido à perda da solubilidade das mesmas causando o deslocamento da água para fora das células. Assim, as carnes PSE por terem mais superfície (a perda de água causa redução do volume), refletem mais luz em relação às carnes normais.

Este defeito das carnes suínas se manifesta em diferentes graus. Somente os casos extremos são facilmente observados através da medida de pH aos 45–60 minutos post mortem. Nos casos moderados, a carne pode apresentar dois tons, provocadas pelo aparecimento de áreas pálidas, restritas, na superfície de corte, visualizadas como manchas claras e escuras. Estes casos são os mais freqüentes, difíceis de serem identificados na linha de matança sendo reconhecidos somente após o resfriamento das carcaças (Ourique, 1989; Culau *et al*., 1994).

A coloração da carne torna-se mais pálida com o aumento do número de alelos Hal^{n} respectivamente, nos animais heterozigotos (Hal^{Nn}) e homozigotos recessivos (Hal^{nn}) (Smet *et al*., 1995; Culau, 1999).

Culau (1999) observou uma freqüência do genótipo halotano normal (Hal^{NN}) em suínos abatidos em matadouro-frigorífico comercial da Região Sul do Brasil igual a 61,59%, genótipo heterozigoto (Hal^{Nn}) igual a 33,77% e homozigoto recessivo (Hal^{nn}), 4,64%. De modo geral, as caracteráisticas de qualidade tenderam à degeneração quando o alelo Hal^{n} estava presente no genótipo suíno (Tabela 1) (Culau, 1999). Esses dados mostram que a produção de animais heterozigotos explique a ocorrência de casos moderados de PSE em carne suína e justifiquem a dificuldade de identificá-las através da medida de pH aos 45-60 minutos ou da medida de refletância aos 40–45 minutos post mortem. A presença de um alelo Haln no genótipo pode não ser suficiente para desencadear rapidamente a liberação de íons Ca^{++} do retículo sarcoplasmático e abaixar rapidamente o pH da carne antes de uma hora após o abate.

Sob influência de estímulos estressantes e/ou presença do gene halotano, os processos anormais ocorrem mais nitidamente em fibras musculares brancas que se caracterizam pela baixa concentração de mioglobina, metabolismo glicolítico dependente das reservas de glicogênio, determinante da contração fásica destas fibras. O sistema enzimático glicolítico das fibras brancas decompõe rapidamente o glicogênio em condições de anoxia (músculo vivo) ou anaerobiose (falta de oxigênio após a sangria).

Os músculos longo dorsal, semimembranoso, bíceps femural e glúteo médio são classificados como “músculos brancos” devido à alta concentração de fibras brancas. São portanto, suscetíveis à incidência de PSE, apresentando diferenças metabólicas e contráteis que alteram as curvas e principalmente a velocidade da glicólise como resposta aos estímulos ocorridos antes e após o abate.

A coloração pálida do pernil PSE se manifesta nos músculos mais externos enquanto os músculos internos aparecem normais ou mesmo com características DFD (Gariépy *et al*., 1997).

O mesmo ocorre no lombo suíno. A coloração pálida é observada é observada somente no músculo longo dorsal, enquanto os demais músculos aparecem com coloração normal (Figura 1) (Culau, 1999).

Os principais músculos do lombo e do pernil, respectivamente longo dorsal (Longissimus dorsi) e o semimembranoso (Semimembranosus) são os músculos de leição para a avaliação da qualidade da carne suína, através das medidas de pH inicial e/ou refletância por serem acessíveis em carcaças intactas.

Os valores de pH destes músculos, medido no mesmo momento, se correlacionam entre si indicando que o padrão de declínio do pH num músculo é semelhante ao que está acontecendo no outro músculo. Em geral, o pH inicial do lombo é sempre um pouco inferior ao do pernil (Ourique, 1989).

3.2 Gene “Rendement Napole” (RN^-)

Outro gene, associado às “carnes suínas ácidas”, oriundo da raça Hampshire (“efeito Hampshire”) provoca uma diminuição do rendimento tecnológico de produtos curados cozidos na ordem de 56% em comparação com carnes suínas normais (Gariépy *et al*., 1997).

As características de qualidade das “carnes ácidas” são semelhantes às das carnes PSE sendo detectadas porém, somente no final do resfriamento das carcaças, quando apresentam valores de pH final muito abaixo do normal, igual a 5,4 ou menos. A velocidade de declínio do pH nestas carnes é normal mas a intensidade com que ocorre o desdobramento do glicogênio muscular é muito maior do que em suínos normais. Por isso, esta característica se manifesta tardiamente após o abate.

Este gene, denominado “Rendement Napole”, associado ao potencial glicolítico, afeta a capacidade de retenção de água dos músculos ricos em fibras brancas causando perda de água (4–6%) durante o resfriamento (drip loss) e durante o cozimento (heat loss).

Altos valores de potencial glicolítico estão relacionados ao alelo dominante RN^-. Animais com alto potencial glicolítico nos músculos são classificados como homozigotos dominantes (RN^-RN^-) ou heterozigotos (RN^-rn^+). Animais homozigotos recessivos (rn^+rn^+) são classificados como normais, produzindo carne com características de qualidade normais.

O efeito do gene RN^- se manifesta pelo aumento da concentração de glicogênio muscular, em torno de 70% acima do valor normal encontrado em suínos rn^-rn^-, no músculo Longissimus dorsi, típico “músculo branco” (Sellier, 1995).

4 Fatores que interferem no metabolismo muscular antes do abate

A ocorrência de carnes suínas anormais pode ser devido a fatores ligados ao manejo pré-abate, principalmente o transporte da granja ao matadouro e descanso pré-abate. Estima-se que ocorram perdas significativas tanto em quantidade como em qualidade somente por estas causas (Peloso, 1998).

É certo que a presença do gene halotano (Hal^n) no genótipo suíno faz aumentar a freqüência de carcaças PSE quando comparadas às carcaças produzidas por animais livres do gene halotano.

Culau (1999), utilizando a medida de pH inicial ($pH \leq 5,8$) para diferenciar carnes suínas PSE das carnes normais, encontrou 58,82% de carcaças PSE oriundas de suínos heterozigotos (Hal^{Nn}). Dentre os suínos com genótipo halotano recessivo (Hal[nn]), a freqüência de carcaças PSE foi de 85,71% e entre os animais normais, a freqüência foi igual a 36,56%. Neste trabalho, verificou-se que suínos portadores do gene halotano produziram carne normal e, em contrapartida, nem todas as carnes com características PSE foram provenientes de animais portadores do gene halotano e sim de animais normais. Estes resultados indicam que o manejo pré-abate pode estar influenciando a incidência de carne PSE.

Costuma-se afirmar que é necessária a interação de fatores para a ocorrência de carnes PSE em suínos mesmo que sejam portadores do gene halotano (Hal^n). Sabe-se, por outro lado, que os procedimentos de abate por si só se constituem em fatores estressantes muito fortes para os animais (Grandin, 1994). A presença do gene halotano nos suínos intensifica mais ainda a influência desse importante componente de estresse que é o abate e que inclui os instantes que o precedem, ou seja, o deslocamento dos animais das pocilgas de matança até o momento da insensibilização. Talvez isto possa explicar a ocorrência de carcaças PSE mesmo após um adequado manejo pré-abate dos animais e um excelente método de resfriamento das carcaças.

Ao se produzir suínos heterozigotos, os cuidados com o manejo pré e pós-abate devem receber atenção especial pois a sensibilidade ao gene Hal^n não é totalmente recessiva com respeito a algumas características, podendo ocorrer deficiências de qualidade se tais condições não forem adequadamente controladas (Sellier, 1995).

5 Carnes suínas DFD e SER

Quando os suínos têm suas reservas de glicogênio muscular reduzidas algum tempo antes da sangria, a carne acidifica pouco e 24 horas após o abate, o valor do pH após o resfriamento é praticamente igual ao pH inicial. A carne resultante é muito escura, firme e com a superfície de corte muito seca, sendo conhecida como carne DFD (Dark, Firm and Dry). Esta anomalia tem sido associada ao manejo pré-abate, após o transporte dos animais por longas distâncias e principalmente após longos períodos de descanso pré-abate. Períodos de espera iguais ou maiores que 20h causam um significativo aumento da freqüência de carcaças DFD. Abate de suínos em dias com temperaturas ambientais em torno de 5^{o}C provoca aumento da freqüência de carnes DFD (Ourique, 1989).

Quando o pH permanece inalterado após 24 h do abate ($pH \geq 6,0$), as proteínas miofibrilares se encontram muito acima de seu ponto isoelétrico. Neste caso, a capacidade de retenção de água está muito alta e a água se mantém dentro da célula, unida às proteínas miofibrilares. Por isso, a luz incidente é pouco refletida dando aparência escura à carne (Judge *et al*., 1989).

Uma condição muito especial de carnes escuras já foi citada por Sayre *et al*. (1964) que, estudando a aptidão da carne suína ao processamento tecnológico, realizaram

classificação das amostras segundo suas diversas características morfológicas. Estes autores selecionaram um grupo de amostras, escuras e exsudativas, representando uma glicólise extensiva ocorrendo numa velocidade moderada, adquirindo, assim, um baixo pH final (em torno de 5,2) com coloração normal e presença de exsudato na superfície (Reddish Pink, Soft and Exudative). Estas carnes apresentam problemas semelhantes às carnes PSE porque sofrem significativa desnaturação das proteínas miofibrilares perdendo sua capacidade de retenção de água com alteração de sua textura impedindo a fabricação de produtos curados cozidos (van Laack *et al*., 1995).

6 Relações entre as características de qualidade da carne suína

O pH inicial, muito utilizado como indicador da velocidade de glicólise post mortem e, consequentemente, da qualidade final da carne, tem sido relacionado à cor, avaliada 24 h após o abate e à capacidade de retenção de água. Em geral, estas características estão bem associadas quando o pH inicial é típico de carne PSE (pH $\leq$5,8). Em valores iguais ou inferiores a 6,0, a correlação não é tão boa.

O pH final da carne suína, em geral, apresenta coeficientes de correlação muito altos com a cor (r=0,68 a r=0,58), avaliada no mesmo momento (20 a 24 h post mortem) enquanto sua relação com a capacidade de retenção de água não é muito consistente (r=0,3) uma vez que o pH final sofre pouca variação em relação ao pH inicial.

Tabela 1 — Médias e desvio padrão das variáveis qualitativas analisadas em carcaças suínas segundo o genótipo halotano (Culau, 1999)

Variáveis qualitativas		Genótipo Halotano		
		Hal^{NN}	Hal^{Nn}	Hal^{nn}
pH inicial	Média	5,91 a	5,71 b	5,68 b
	DP	0,40	0,31	0,22
pH final	Média	5,39 a	5,42 a	5,53 a
	DP	0,30	0,34	0,25
Temperatura muscular (^oC)	Média	35,65 a	36,21 a	36,36 a
	DP	2,42	2,12	3,16
Cor	Média	2,54 a	2,24 b	2,00 b
	DP	0,40	0,70	0,60
Perdas por gotejamento (%)	Média	1,48 a	1,59 a	1,73 a
	DP	0,96	0,84	0,90
Perdas por descongelamento (%)	Média	2,58 a	2,81 a	2,77 a
	DP	1,25	1,36	1,20
Perdas por aquecimento (%)	Média	25,56 a	26,27 a	26,44 a
	DP	3,50	3,63	3,89

Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente.
DP = desvio padrão

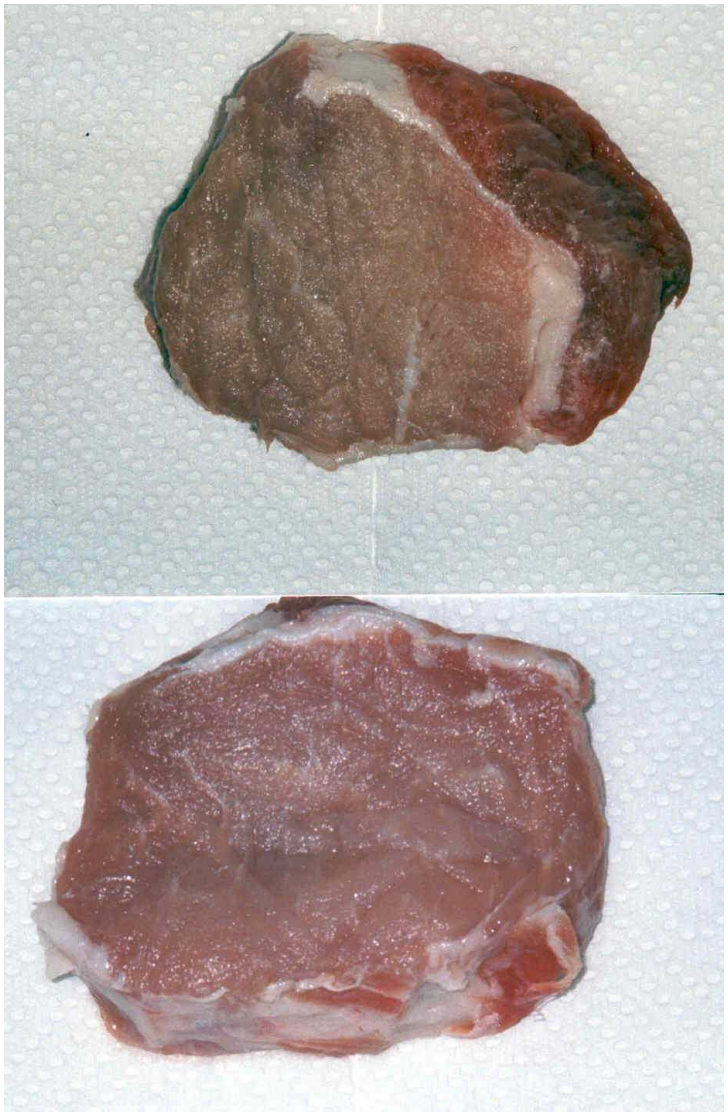


Figura 1 — Amostras de carne suína, músculo Longissimus dorsi: na parte superior, genótipo halotano Hal^{nn} (homozigoto recessivo); na parte inferior, genótipo halotano Hal^{Nn} (heterozigoto) (Culau, 1999).

7 Referências Bibliográficas

CULAU, P. O. V., OURIQUE, J.M.R., NICOLAIEWSKY, S. Incidence of PSE in commercial pig carcasses in Rio Grande do Sul state. In: *INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY*, **40**., 1994, The hague, Abstracts ... The hague: ICOMST, 1994. S–IVA.01.

CULAU, P. O. V. A contribuição do gene halotano sobre as características de qualidade da carne suína. Porto Alegre, 1999. 77 f. *Tese (Doutorado em Zootecnia)* – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

FUJII, J., OTSU, K., ZORZATO, F. *et al*. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science*, **253 (2)**: 448–451. 1991.

GARIÉPY, C., RIENDEAU, L., PETTIGREW, D. Assessment of ham quality. 1997. *NSIF HOME PAGE. Web page*, 2000.

GRANDIN, T. Methods to reduce PSE and bloodsplash. *Allen D. Leman Swine Conference*, Volume **21**, 1994, pages 206–209. Web page, 2000.

JUDGE, M.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; HEDRICK, H. B.; MERKEL, R. A. (Ed.) *Principles of Meat Science*. Dubuque: Kendall/Hunt, 1989. 351 p.

LAWRIE, R. A. Meat Science. Oxford: Pergamon, 1974. 2. ed. 419 p.

van LAACK, R. L. J. M., KAUFFMAN, R. G., POLIDORI, P. Evaluating pork carcasses for quality. *National Swine federation Annual Meeting*, December 1, 1995. Web page, 2000.

LEHNINGER, A. L. Bioquímica; trad. da 2ª edição americana, supervisão: José Reinal Magalhães. São Paulo, Edgard Blücher. 1976. 4v. ilust.

MICKELSON, J.R., LOUIS, C.F. Malignant hyperthermia: excitation-contraction coupling, Ca^{++} release channel, and cell Ca^{++} regulation defects. *Physiological Reviews*, **72** (2): 537–592, 1992.

OURIQUE, J.M.R. Características físico-químicas e organolépticas e suas relações na avaliação de qualidade da carne suína. Porto Alegre, 1989. 104 f. *Dissertação (Mestrado em Agronomia – Zootecnia)* – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

PELOSO, J.V. Transporte de suínos. *Suinocultura Industrial*, **133**: 34–38, 1998.

SAYRE, R.N., KIERNAT, B., BRISKEY, E.J. Processing characteristics of porcine muscle related to pH and temperature during rigor mortis development and to gross morphology 24 hr post mortem. *Journal of Food Science*, **29 (2)**: 175–81, 1964.

SELLIER, P. Genetics of pork quality. In: *CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS*, 1., 1995, Campinas. Anais ... Campinas: ITAL, 1995. p. 1–36.

SMET, M.S.de, PAUWELS, H., VERVAEKE, I. Meat and carcass quality of heavy muscle belgian slaughter pigs as influenced by halothane sensitivity and breed. *Animal Science*, **61** (1): 109–114, 1995.

TOPEL, D.G., BICKNELL, E.J., PRESTON, K.S., CHRISTIAN, L.L., MATSUSHIMA, G.Y. Porcine Stress Syndrome. *Modern Veterinary Practice*, **40**: 40. 1968.

TRATAMENTO PÓS-ABATE DAS CARCAÇAS E OS DESVIOS DE QUALIDADE NA TRANSFORMAÇÃO MÚSCULO-CARNE EM SUÍNOS

José Vicente Peloso

Sadia S. A. – Brasil

1 Introdução

A musculatura estriada esquelética dos suínos é utilizada como matéria-prima na manufatura de diversos produtos apresentados para consumo humano nas formas de totalmente industrializados, semi-elaborados e in-natura (“ao natural”). Na passagem do estado de músculo, ou seja, do animal vivo até o abate, para carne, ou seja, a partir do abate até o sua utilização como alimento, ocorrem várias alterações fisiológicas e não-fisiológicas que podem ser observadas tanto no nível macro- quanto no nível microscópico. Estas alterações exercem uma influência de maior ou menor magnitude no produto final, e que invariavelmente podem decidir pela aceitação pelo mercado e consequentemente pela competitividade da carne suína quando comparada as outras carnes.

A introdução de programas de Garantia da Qualidade (Quality Assurance Schemes) na indústria da carne e em seus diversos segmentos tem como meta abranger todos os aspectos de qualidade que são importantes para o consumidor, dentro do conceito “from farm to fork”, ou seja, “da granja ao garfo” (Wood *et al*. 1998). Na indústria da carne suína não tem sido diferente. Os programas de qualidade com a carne suína devem ter como objetivos a garantia da diminuição da variação dos atributos percebidos pelos consumidores como aqueles atributos que causam maior descontentamento. Na União Européia, aonde ambos o consumo e as exigências dos consumidores são altos, os fatores de produção contribuem definitivamente na escolha e no consumo (Tabela 1).

Ao extrapolarmos estes fatores para a suinocultura, encontramos a seguinte extratificação, como mostrado na Tabela 2.

2 Formação da qualidade, da concepção ao abate

Os objetivos dos programas de melhoramento genético dos animais de corte tem sido até aqui focados em índices de desempenho no meio criatório e na qualidade da carcaça. Isto tudo resultou em melhorias substanciais em características como prolificidade, taxa de crescimento, conversão alimentar e também a relação carne/gordura (De Vries *et al*. 1998). Estas características de importância econômica apresentam uma variação fenotípica contínua explicada por uma variedade de fatores genéticos e ambientais. Ao nível genético, é aceito que uma característica quantitativa é influenciadas por diversos loci (“posições” dos genes nos cromosomas), os quais

Tabela 1 — Fatores de produção de carne na definição de qualidade percebida pelo consumidor (Richardson, 1994; Issanchou, 1996; Wood *et al*. 1998)

Fatores	**Exemplos**
Segurança Alimentar	- BSE (“Doença da Vaca Louca”) - *E. Coli* O157 H:7 e outras bactérias que causam zoonoses - Resíduos de antibióticos
Bem-Estar Animal	- Transporte dos animais vivos - Intensificação da produção (confinamento e restrição de movimentos) - Procedimentos de abate
Meio-Ambiente	- Dejetos de granjas e abatedouros
Saúde	- Gordura - Ácidos graxos saturados
Sabor	-Maciez/Suculência - Cor
Estilo de vida	-Tempo de preparação - Disponibilidade de apresentação em formas convenientes

Tabela 2 — As quatro principais características de qualidade da carne suína (Hovenier, 1993)

Organolépticas	**Tecnológicas**
- Cor	
- Perda por exudação	- Conteúdo de água
- Marmoreio	- Capacidade de retenção de água
- Odor	- Conteúdo de tecido conjuntivo
- Sabor	- pH
- Suculência	- Capacidade de absorção de sal
- Maciez	- Conteúdo de ácidos graxos insaturados
- Textura	
Nutricionais	**Higiênicas**
	- Carga bacteriológica
- Conteúdo de proteína	- Germes patogênicos
- Valor calórico	- Valor do pH
- Conteúdo vitamínico	- Atividade de água
- Conteúdo mineral	- Potencial de redução
- Conteúdo de lipídios	- Nitrato
- Conteúdo de ácidos graxos saturados	- Salmora
- Conteúdo de colesterol	- Resíduo de drogas
- Digestibilidade	- Resíduos de agentes anabólicos
- Valor biológico	- Resíduos de pesticidas
	- Resíduos de metais pesados

tem pequenos efeitos individuais relativos a variação total da característica (Sellier, 1994). Estes loci são denominados de loci de características quantitativas (QTL). A proporção da variância fenotípica total que é devida aos efeitos aditivos de todos os QTL que afetam a característica investigada é denominada de herdabilidade (h^2). Dentre as características de importância econômica em mamíferos produtores de carne (Tabela 3), as características reprodutivas possuem baixa herdabilidade e, no oposto, as características de composição de carcaça possuem alta herdabilidade. As características de qualidade de carne possuem geralmente herdabilidade de magnitude baixa a moderada (Sellier, 1994); assim sendo, na espécie suína a contribuição da genética na formação da qualidade final da carne é altamente significativa (Hovenier, 1993). Desta forma, algumas características de qualidade de carne já estão incorporadas recentemente em programas de melhoramento genético. Atualmente já estão identificados pelo menos quatro QTL de grande importância na qualidade final da carne suína (De Vries *et al*. 1998), a saber:

Tabela 3 — Características de qualidade da carne em suínos e suas respectivas herdabilidades (Hovenier, 1993)

Caracteristicas	Herdabilidade [h2]
Cor	0,30
Gordura Intramuscular	0,50
Capacidade de Retenção de Água	0,20
Maciez	0,30
pH	0,20 - 0,30

1. Gene da Sensibilidade ao gás Halotano (Hal^n), também conhecido como gene da Hipertermia Maligna dos Suínos (PMH) ou ainda da Síndrome do Stress do Suíno (PSS). A associação deste gene ao fenótipo indesejável da qualidade da carne através da ocorrência da carne pálida, mole e exudativa (PSE) após o abate é amplamente estudada e conhecida (Peloso, 1992). Este gene é recessivo, sendo aditivo para quantidade de carne e prejudicial para a qualidade da carne.

2. Gene RN^- ou Rendimento Napoli, induz a uma acelerada acidificação da carne após o abate e por enquanto foi identificado em linhagens de Hampshire no cromosomo 15 (Lundström *et al*. 1998).

3. Gene do conteúdo de gordura intramuscular (IMF), também conhecida como “marmorização da carne”, e que foi identificado como tendo um papel significativo na qualidade sensorial da carne suína, especialmente no que diz respeito aos atributos de maciez e suculência.

4. QTL controlador da Androstenona. A androstenona é um hormônio testicular causador do chamado “odor de cachaço” em suínos machos inteiros (não-castrados). Foi identificado segregando inicialmente em linhagens de Large White.

A variação na qualidade da carne suína observada em frigoríficos brasileiros, norte-americanos e Europeus é evidentemente consequência da segregação destes genes, na geração de abate, especialmente os genes Hal e RN (Goodwin, 1997). Esta variação pode ser melhor traduzida pela amplitude dos valores dos atributos de qualidade de carne descritos nos vários estudos publicados (Kauffman *et al*. 1992; Culau *et al*. 1994; Santos *et al*., 1994; Warriss *et al*. 1998; Homer and Matthews, 1998). Neste aspecto, existe ainda a significativa contribuição do stress ambiental que ocorre durante as horas do pré-abate, somados aos fatores de processamento das carcaças pós-abate, que juntos possuem conhecidos efeitos na qualidade final da matéria-prima (Tarrant, 1993; Gregory, 1994; Faucitano *et al*. 1998; Brown *et al*. 1998; D'Souza *et al*. 1998; Maribo *et al*. 1998; Barton-Gade and Christensen, 1998).

As alterações bioquímicas que ocorrem ao nível de fibra muscular e que são comandadas geneticamente, podem em última análise, comprometer a qualidade da carne de maneira irreversível. Pior ainda, estas transformações geralmente ocorrem na "terminação" dos animais, quando estes, em teoria, estariam prontos a ser transformados em matéria-prima para agregação de valor através da industrialização. Assumindo que o início do crescimento desta matéria-prima pode ser medido a partir do momento da concepção ao invés do momento do nascimento, é visto que uma proporção considerável do tempo necessário para se atingir o peso de abate é passado dentro do útero (Swatland, 1984).

Tabela 4 — Tempo aproximado de crescimento até o peso de mercado medido em dias a partir do momento da concepção (Swatland, 1984)

Desenvolvimento	Bovino	Ovino	Suíno	Frango
Membros anteriores	24	20	16-17	2.2
Membros posteriores	26	21	17-18	2.2
Feto	45	21	20	5
Nascimento	285	150	112	22
Até o abate	850	350	270	70
% tempo pre-natal	33	43	42	31

Toda esta "carga genética" ou genótipo é evidentemente determinado durante a fecundação. A partir daí, ou seja, durante o período embrionário e fetal, ainda podem ocorrer transformações a nível das células precursoras da fibra muscular. Estas alterações de origem endógenas ou mesmo exógenas, tem a capacidade de definir a qualidade das miofibras, ou dos conjunto de células que irão compor o tecido estriado esquelético (Grant and Gerrard, 1998).

Mesmo após a definição pelo genótipo, existem meios ou estratégias que permitem alterar estas características quantitativas e qualitativas das miofibras. Estas estratégias foram descritas por Grant and Gerrard (1998), e estão sumarizadas a seguir:

1. Modificação metabólica: agonistas β-adrenérgicos; modificações transgênicas (Hormônio de crescimento, GH; fator de liberação do hormônio de crescimento, GHRF; fator de crescimento tipo-insulina 1, IGF.)

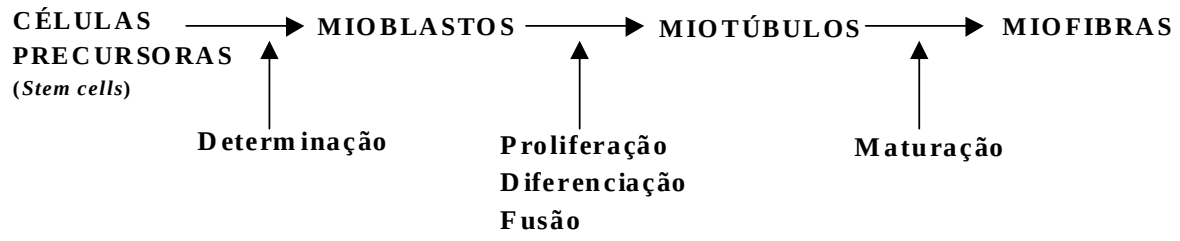


Figura 1 — Passos da miogênese, ou do processo de formação embrionária quantitativa e qualitativa da musculatura que se transforma em carne (Grant and Gerrard, 1998)

2. Transferência genética: transferência de material nuclear (DNA) para outras células.
3. Injeção direta de DNA.
4. Transferência de genes mediada por células.

Fica aparente então, que a qualidade final desejada do músculo estriado esquelético pode ser manipulada antes do nascimento, e que estas técnicas já permitem o direcionamento da produção de matéria-prima de acordo com seu melhor aproveitamento. Conforme anteriormente mencionado, estas são alterações que podem ser induzidas nas fibras musculares antes do nascimento. Após o nascimento, algumas delas podem inclusive continuar ocorrendo, ou mesmo ser iniciadas e continuadas até próximo ao abate. Entretanto, na formação do fenótipo desejado que pode ser definido como carne de boa qualidade ao abate, atuam variáveis ambientais, que possuem efeito significativo nos desvios de qualidade encontrados neste fenótipo desejado. O efeito destas variáveis ambientais pode ser notado em avaliações de rotina tomadas dentro do frigorífico (Baas, 1997). Tomando como exemplo a musculatura do suíno, admite-se uma contribuição genética de 20 a 30% nos desvios na qualidade tecnológica da carne. O restante da variação é conseqüência de fatores ambientais no pré- e do pós-abate (Forrest *et al*. 1997). Para os frigoríficos, é extremamente mais vantajoso aplicar melhorias nas condições de pré- a pós-abate, visando a padronização, com conseqüente diminuição da variabilidade dos atributos desejáveis na matéria-prima.

3 Tratamento pós-abate das carcaças e a qualidade da carne

3.1 Resfriamento

Após o conhecimento de todas as variações nos critérios de qualidade encontradas nas carcaças pós-abate, fica mais fácil entender os motivos que levam as fábricas a pesquisarem e implementarem diferentes rotinas no tratamento pós-abate das carcaças. Estes tratamentos, inclusive, fazem parte em maior ou menor magnitude, dos programas de Garantia da Qualidade (Quality Assurance Schemes) adotados

pelas fábricas de produtos de carne de origem suína. As práticas utilizadas no tratamento pós-abate das carcaças constituem quase um padrão universal, sendo adotadas com poucas diferenças e de uma forma quase convencional nos frigoríficos espalhados pelo Mundo. Podemos considerar o momento da sangria do suíno ainda vivo, porém atordoado, como o ponto de partida deste padrão de tratamento das carcaças. Podemos considerar ainda, a retirada das carcaças das câmaras de resfriamento, como o ponto final deste mesmo padrão de tratamento, ou manejo das carcaças.

Essencialmente, todo e qualquer tratamento pós-abate, ou seja, na carcaça ainda quente, visa:

1. Aumentar a qualidade da matéria-prima carne contida nas carcaças, seja através da redução da carne PSE ou do aumento da maciez e/ou suculência dos músculos;

2. Diminuir significativamente a "quebra" de peso das carcaças durante o resfriamento, principalmente através da diminuição das perdas evaporativas e por gotejamento;

3. Diminuir significativamente a contagem ou a carga microbiana contaminante das carcaças. Tendo estes três parâmetros como meta, vários trabalhos foram e ainda estão sendo realizados com estes propósitos. É sabido que a redução da temperatura da carcaça o mais rápido possível após completada a evisceração, é uma manobra eficaz voltada para a diminuição da velocidade de queda do pH muscular e conseqüentemente aumento da capacidade de retenção de água medida através da perda por gotejamento, em carcaças oriundas de suínos livres ou portadores do gene do halotano (Maribo *et al*., 1998b). Desta forma, o resfriamento rápido das carcaças tornou-se uma prática comum em várias fábricas. Ao mesmo tempo, o resfriamento rápido é citado como ferramenta auxiliar na diminuição da contagem microbiológica nas carcaças. Entretanto, os esperados resultados positivos encontrados com a prática do resfriamento rápido não são unânimes para confirmar esta hipótese (Long & Tarrant, 1990; Jones *et al*. 1993; Van der Wal *et al*., 1995; Milligan *et al*., 1998). O efeito colateral dos sistemas de resfriamento rápido mais freqüentemente citado é a indução da perda de maciez da carne devido ao excesso de frio (Feldhusen & Kühne, 1992; Taylor *et al*. 1995). A decisão do uso de câmaras de resfriamento rápido baseada nos resultados esperados, se torna mais importante ainda quando o alto custo de implantação e também alto custo operacional deste sistema são levados em consideração. É possível obter resultados semelhantes com sistemas de refrigeração das carcaças de menor custo, como por exemplo o spray-chilling (Gigiel *et al*., 1989; Jones *et al*., 1993; Strydom & Buys, 1995; Maribo *et al*. 1998). Outro importante fator que tem influência direta na qualidade final da carne é o intervalo de tempo entre a sangria e o início do processo de refrigeração das carcaças, seja este qual for. Quando por qualquer motivo, este intervalo é maior do que 45 minutos, predispõe as carcaças a apresentarem defeitos de qualidade como a carne PSE (D'Souza *et al*., 1998).

3.2 Estimulação elétrica

A estimulação elétrica (ES) é uma prática mais freqüente em carcaças bovinas sendo também empregada em carcaças de aves. A utilização da estimulação elétrica em carcaças suínas visa quase que exclusivamente a melhoria da qualidade da carne através do aumento da maciez dos músculos (Taylor & Martoccia, 1995; Taylor *et al*., 1995a; Taylor *et al*., 1995b; Warriss *et al*., 1995). Resultados obtidos tanto ao nível experimental quanto ao nível comercial demonstram uma significativa melhoria na maciez e até certo ponto na suculência dos músculos avaliados em carcaças previamente estimuladas eletricamente (Warriss *et al*., 1995). Foi também demonstrado que a ES pode ser usada como uma contra-medida à perda de maciez em carcaças que receberam resfriamento rápido (Taylor *et al*., 1995b). Entretanto, o uso da ES favorece a formação da carne PSE em carcaças de suínos portadores e não-portadores do gene do halotano (Bowker *et al*., 1999). Aliado a este fato, a implantação de um sistema de ES possui um alto custo inicial. Como alternativa a ES para o aumento da maciez, foi sugerido a suspensão pélvica das carcaças após evisceração. Além de possuir um custo menor, este método (carcaças suspensas pela pelve) não possui efeito significativo na ocorrência da carne PSE (Taylor *et al*., 1995a).

3.3 Seleção de carcaças na linha de abate - tipificação e identificação de “odor sexual”

A tipificação das carcaças consiste em medir objetivamente a relação carne/gordura ou ainda estabelecer o rendimento estimado de carne sobre o peso da carcaça quente. É uma prática antiga em fábricas da União Européia e do Canadá. No Brasil a tipificação está implantada nas grandes fábricas das chamadas Agro-indústrias. Vários métodos são empregados na avaliação da quantidade de carne das carcaças e estes métodos são implementados na sua grande maioria entre a evisceração completa e o resfriamento das carcaças. Os resultados da tipificação são utilizados para valorização em fábricas que possuem um sistema de pagamento dos fornecedores de suínos por mérito de carcaça. Adicionalmente, este sistema tem como foco a separação e o corte das carcaças de acordo com seu peso e conseqüente rendimento de carne. Ultimamente, o maior desafio das fábricas é também implementar métodos de avaliação da qualidade da carne ainda na carcaça quente, de modo a estimar com a maior precisão possível a qualidade final da matéria-prima pós-resfriamento (Pig International, 1999). Quando a precisão das medidas permite, as carcaças podem ser selecionadas para o corte de acordo com, por exemplo, o pH e/ou a cor dos músculos avaliados.

A utilização de suínos não-castrados (machos inteiros) para o aproveitamento industrial da carne é talvez o maior paradigma da indústria da carne suína mundial. O maior, e talvez o único motivo para a castração dos suínos machos, é a possibilidade da ocorrência do chamado “odor sexual” ou “boar taint” na carne e também nos produtos processados. Desta forma, a melhor ferramenta para a utilização segura de carcaças oriundas de machos não-castrados é a identificação das carcaças portadoras do “odor” ainda na linha de abate, antes do aproveitamento industrial. Neste aspecto, o desenvolvimento do chamado “nariz eletrônico” surge como uma

promessa real de utilização pelas fábricas na separação das carcaças “problemas” (Annor-Frempong *et al*., 1998; Bonneau *et al*., 2000).

3.4 Coreamento e limpeza das carcaças

Um dos maiores motivos de preocupação das fábricas de produtos de carne suína é o nível de contaminação microbiana das carcaças e conseqüentemente no risco que este fato confere aos produtos finais. Neste aspecto, algumas alternativas foram consideradas para a resolução do problema. Escovar as carcaças antes da escaldagem foi um método demonstrado de não atingir os resultados esperados relacionados aos níveis de contaminação (Rahkio *et al*., 1992). Outro método que possui real possibilidade de implantação na linha de abate é o de depilar as carcaças pelo fogo (singeing) ao invés da tradicional escaldagem. Foi demonstrado um efeito positivo desta prática na qualidade final da carne e pela temperatura a qual as carcaças são expostas, a hipótese de diminuição da contaminação microbiana passa a ser viável (Monin *et al*., 1995).

4 Qualidade como fator de comércio

A carne suína é hoje a forma de proteína animal mais consumida no Mundo, tendo ultrapassado a preferência dos consumidores pela carne bovina no ano de 1979. Ainda assim, a carne suína é menos comercializada a nível Mundial (importação e exportação) do que a carne bovina e a carne de frango (Elam, 1997). A algumas décadas atrás percebida como uma carne “gorda” e “forte”, a carne suína passou, e ainda passa, por transformações no seu meio de produção, e vem proporcionando uma nova imagem aos consumidores. A produção no meio-criatório vem deixando de ser uma atividade de suinocultores familiares e passando para grandes operações geralmente controladas pelos Agribusiness corporativos. Este pode ser um fator determinante na agregação da qualidade desejada pelo consumidor final, cada vez mais consciente e informado sobre os aspectos nutricionais e sanitários das carnes.

A cadeia da qualidade da carne é longa, e certamente no percurso “da granja ao garfo” sofre a influência de várias variáveis, algumas fáceis de ser controladas, outras nem tanto. Atender a todas estas especificações de qualidade é sem dúvida, o principal desfio da indústria da carne suína hoje. Mas nem só de qualidade vivem o comércio e o consumo doméstico e internacional. Para se tornar cada vez mais competitiva e frequentar cada vez mais o prato dos consumidores, a carne suína precisa também ser competitiva em preço e entrega, principalmente com a carne de frango. Atualmente o melhor exemplo de baixo custo de produção aliado a uma boa imagem vem exatamente da carne de frango. Os suínos e os bovinos, por enquanto neste momento, correm atrás.

5 Referências Bibliográficas

ANNOR-FREMPONG, I. E., NUTE, G. R., WOOD, J. D., WHITTINGTON, F. W. & WEST, A. The measurement of the responses to different odour intensities of 'boar taint' using a sensory panel and an electronic nose. *Meat Science*, **50**: 139–151.

BARTON-GADE, P. & CHRISTENSEN, L. (1998) Effect of different stocking densities during transport on welfare and meat quality in Danish slaughter pigs. *Meat Science*, **48**: 237–247.

BASS, T. J. (1997) The effect of day to day plant variation on muscle quality. Pork Quality Summit, National Pork Producers Council publication - *Des Moines*, Iowa, EUA, pp 73–78.

BONNEAU, M., WALSTRA, P., CLAUDI-MAGNUSSEN, C. *et al*. (2000) An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: IV. Simulation studies on consumer dissatisfaction with entire male pork and the effect of sorting carcasses on the slaughter line, main conclusions and recommendations. *Meat Science*, **54**: 285–295.

BOWKER, B. C., WYNVEEN, E. J., GRANT, A. L. & GERRARD, D. E. (1999) Effects of electrical stimulation on early postmortem muscle pH and temperature declines in pigs from different genetic lines and halothane genotypes. *Meat Science*, **53**: 125–133.

BROWN, S. N., WARRISS, P. D., NUTE, G. R., EDWARDS, J. E. & KNOWLES, T. G. (1998) Meat quality in pigs subjected to minimal pre-slaughter stress. *Meat Science* **49**: 257–265.

BROWN, T. & JAMES, S. J. (1992) Process design data for pork chilling. *International Journal of Refrigeration*, **15**: 281–289.

CULAU, P. O. V., OURIQUE, J. M. R., NICOLAIEWSKY & BRESSAN, M. C. (1994) Incidence of PSE in commercial pig carcasses in Rio Grande do Sul state, Brazil. *Boletim Técnico da Associação Sul Brasileira das Indústrias de Produtos Suínos*, Porto Alegre.

D'SOUZA, D. N., DUNSHEA, F. R., WARNER, R. D. & LEURY, B. J. (1998) The effect of handling pre-slaughter and carcass processing rate post-slaughter on pork quality. *Meat Science* **50**: 429–437.

DE VRIES, A. G., SOSNICKI, A., GARNIER, J. P., & PLASTOW, G. S. (1998) The role of major genes and DNA technology in selection for meat quality in pigs. *Meat Science*, **49**: S245–S255.

ELAM, T. E. (1997) The world pork industry - Rapid change and re-structuring implications for a Global pork market - *Elanco Animal Health International Symposium* - Indianapolis, Indiana, EUA.

FAUCITANO, L., MARQUARDT, L., OLIVEIRA, M. S., COELHO, H. S. & TERRA, N .N. (1998) The effect of two handling and slaughter systems on skin damage, meat acidification and colour in pigs. *Meat Science*, **50**: 13–19.

FELDHUSEN, F. & KÜHNE, M. (1992) Effects of ultrarapid chilling and ageing on length of sarcomeres, and tenderness of pork. *Meat Science*, **32**: 161–171.

FORREST, J. C., SHEISS, E. B., MORGAN, M. P. & GERRARD, D. E. (1997) Pork quality measurements tools - Now and in the future. Pork Quality Summit, *National Pork Producers Council publication* - Des Moines, Iowa, EUA, pp 79–96.

GIGIEL, A., BUTLER, F. & HUDSON, B. (1989) Alternative methods of pig chilling. *Meat Science*, **26**: 67–83.

GOODWIN, R. (1997) Genetic effects on pork quality. Pork Quality Summit, *National Pork Producers Council publication* - Des Moines, Iowa, EUA, pp 25–36.

GRANT, A. L. & GERRARD, D. E. (1998) Cellular and molecular approaches for altering muscle growth and development. *Canadian Journal of Animal Science* **78**: 493–502.

GREGORY, N. G. (1994) Pre-slaughter handling, stunning and slaughter. *Meat Science* **36**: 45–56.

HOMER, D. B. & MATTHEWS, K. R. A repeat national survey of muscle pH in commercial pig carcasses. *Meat Science* **49**: 425–433, 1998.

HOVENIER, R. Breeding for meat quality in pigs. *PhD Thesis*. Department of Animal Breeding, Wageningen Agricultural University, Wageningen, Holanda.

ISSANCHOU, S. (1996) Consumer expectations and perceptions of meat and meat product quality. *Meat Science*, **43**: S5–S19.

JEREMIAH, L. E. *et al*. (1992) The effects of gender and blast-chilling time and temperature on cooking properties and palatability of pork longissimus muscle. *Canadian Journal of Animal Science*, 7**2**: 501–506.

JONES, S. D. M. *et al*. (1993) The effects of spray and blast-chilling on carcass shrinkage and pork muscle quality. *Meat Science*, **34**: 351–362.

KAUFMANN, R. G., SCHERER, A. & MEEKER, D. L. (1992) Variations in pork quality. History, definition, extent, resolution. *National Pork Producers Council Publication*, Iowa, p.1–8.

LONG, V. P. & TARRANT, P. V. (1990) The effect of pré-slaughter showering and post-slaughter rapid chilling on meat quality in intact pork sides. *Meat Science*, **27**: 181–195.

LUNDSTRÖM, K., ENFÄLT, A. -C., TORNBERG, E. & AGERHEM, H. Sensory and technological meat quality in carriers and non-carriers of the RN- allele in Hampshire crosses and in purebred Yorkshire pigs. *Meat Science*, **48**: 115–124, 1998.

MARIBO, H., OLSEN, E. V., BARTON-GADE, P. & MØLLER, A. J. (1998) Comparison of dehiding versus scalding and singeing: Effect on temperature, pH and meat quality in pigs. *Meat Science* **50**: 175–189.

MARIBO, H., OLSEN, E. V., BARTON-GADE, P. & MØLLER, A. J. & KARLSSON, A. (1998) Effect of early post-mortem cooling on temperature, pH fall and meat quality in pigs. *Meat Science* **50**: 115–129.

MCFARLANE, B. J. & UNRUH, J. A. (1996) Effects of blast chilling and postmortem calcium chloride injection on tenderness of pork Longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, **74**: 1842–1845.

MEADUS, W. J. Molecular techniques used in the search for genetic determinants to improve meat quality. *Canadian Journal of Animal Science* **78**: 483–492, 1998.

MILLIGAN, S. D., RAMSEY, C. B. *et al*. (1998) Resting of pigs and hot-fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. *Journal of Animal Science*, **76**: 74–86.

MONIN, G., TALMANT, A., AILLERY, P. & COLLAS, G. (1995) Effects on carcass weight and meat quality of pigs dehaired by scalding or singeing post-mortem. *Meat Science* **39**: 247–254.

PELOSO, J. V. (1993) Studies on pale soft and exudative meat in pigs. Identification of live animals with a propensity for poor meat quality. *M.Agr.Sc. Thesis.* La Trobe University, Melbourne, Australia.

PIG INTERNATIONAL (1999) Measuring the meat. *Pig International*, **29**: 20–22.

RAHKIO, M., KORKEALA, H., SIPPOLA, I. & PELTONEN, M. (1992) Effect of pre-scalding brushing on contamination level of pork carcasses during the slaughtering process. *Meat Science*, **32**: 173–183.

RICHARDSON, N. J., MacFIE, H. J. H. & SHEPHERD, R. (1994) Consumer attitudes to meat eating. *Meat Science* **36**: 57–65.

SANTOS, C., ROSEIRO, L. C., GONÇALVES, H. & MELO, R. S. (1994) Incidence of different pork quality categories in a portuguese slaughterhouse: A survey. *Meat Science*, v. **38**, p.279–287.

SELLIER, P. (1994) The future role of molecular genetics in the control of meat production and meat quality. *Meat Science* **36**: 29–44.

STRYDOM, P. E. & Buys, E. M. (1995) The effects of spray-chilling on carcass mass loss and surface associated bacteriology. *Meat Science* **39**: 265–276.

SWATLAND, H. J. (1984) Animal growth and development. In: *Structure and development of meat animals. Prentice-Hall*, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, EUA. p 315.

TARRANT, P. V. (1993) An overview of production, slaughter and processing factors that effect pork quality - General review. In: *Pork Quality: Genetic and Metabolic Factors*. C.A.B. Wallingford, Reino Unido, pp 1–21.

TAYLOR, A. A. & MARTOCCIA, L. (1995) The effect of low voltage and high voltage electrical stimulation on pork quality. *Meat Science*, **39**: 319–326.

TAYLOR, A. A., PERRY, A. M. & WARKUP, C. C. (1995a) Improving pork quality by electrical stimulation or pelvic suspension of carcasses. *Meat Science*, **39**: 327–337.

TAYLOR, A. A., NUTE, G. R. & WARKUP, C. C. (1995b) The effect of chilling, electrical stimulation and conditioning on pork eating quality. *Meat Science*, **39**: 339–347.

VAN DER WAL, P. G., ENGEL, B., VAN BEEK, G. & VEERKAMP, C. H. (1995) Chilling pig carcasses: Effects on temperature, weight loss and ultimate meat quality. *Meat Science*, **40**: 193–202.

WARRISS, P. D., BROWN, S. N., BARTON GADE, P., SANTOS, C., NANNI COSTA, L., LAMBOOIJ, E. & GEERS, R. (1998) An analysis of data relating to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union. *Meat Science* **49**: 137–144.

WARRISS, P. D., BROWN, S. N., NUTE, G. R., KNOWLES, T. G., EDWARDS, J. E., PERRY, A. M. & JOHNSON, S. P. (1995) Potential interactions between the effects of preslaughter stress and post-mortem electrical stimulation of the carcasses on meat quality in pigs. *Meat Science* **41**: 55–68.

WOOD, J. D., HOLDER, J. S. & MAIN, D. C. J. (1998) Quality assurance schemes. *Meat Science*, **49**: S191–S203.

EFEITO DOS MÉTODOS DE ATORDOAMENTO E DE ABATE SOBRE A QUALIDADE DA CARNE DE PORCO

Mohan Raj

University of Bristol
Langford, Bristol BS40 5DU, United Kingdom

Resumo

O crescimento estimado do crescimento mundial da produção e do consumo de carne de porco é de 2,21% ao ano até 2005 e se espera que a maior parte deste crescimento ocorra nos países em desenvolvimento (Gurkan, 1999).

No entanto, tem sido afirmado que uma desconcertante realidade nos países em desenvolvimento é a falta de infra-estrutura, sistemas deficientes de transporte de animais e o abate geralmente é realizado sem atordoamento prévio (Heinz e Bennet, 1999). Por outro lado, do ponto de vista do bem-estar animal e da imagem pública da indústria, é muito estimulante observar que a FAO, em cooperação com organizações internacionais não-governamentais (ONGs) e de bem-estar animal, tem feito demonstrações de equipamentos de atordoamento por pistola e elétrico, e organiza o fornecimento de cartuchos para promover a prática de abate humanitário (Heinz e Bennet, 1999). É ainda mais promissor observar que a FAO e as ONGs estão preparando folhetos sobre o Tratamento Humanitário de Animais de Abate. Estas medidas são parte integrante do crescimento sustentável e da prosperidade.

Tendo em vista que esta conferência virtual se destina a um público global com o objetivo de estimular uma discussão construtiva, apenas uma visão geral dos métodos de atordoamento sobre a qualidade da carne será apresentada neste artigo. Recomendamos que os leitores que quiserem ter uma visão mais ampla leiam os trabalhos de Gregory (1998) e Warriss (2000).

1 O que é qualidade da carne?

As definições e medições científicas da qualidade da carne são descritas por Warriss (2000). Do ponto-de-vista do consumidor, em termos bastante simples, estes atributos determinam a capacidade de comercialização da carne e a lucratividade. No entanto, a qualidade da carne é o resultado líquido dos efeitos de e da interação entre fatores a longo prazo, como genética, nutrição, práticas de criação e de manejo, e fatores a curto prazo, como condições de manuseio na granja, embarque, transporte, desembarque, espera no abatedouro, manuseio imediatamente antes do abate e método de atordoamento e de abate. Considerando a extensão das interações entre estes fatores, é compreensível que o efeito dos métodos de atordoamento sobre a qualidade da carne seja relativo e não absoluto. Além disso, os padrões aceitáveis de qualidade de carne variam de continente em continente.

2 Efeito dos métodos de atordoamento

Os métodos de atordoamento em si, quando realizados corretamente, têm efeitos mínimos sobre a qualidade da carcaça e da carne. No entanto, podem afetar a qualidade da carne por ossos quebrados, equimoses e a aumento ocorrência de PSE (carne de porco pálida, mole e exsudativa).

Todos os métodos de atordoamento requerem a movimentação dos porcos até o local do atordoamento e alguma forma de contenção para facilitar o atordoamento. Sem dúvida, os suínos são a espécie de animais de produção mais suscetível ao estresse e o estresse cumulativo associado a estas duas operações são muito importantes na determinação da qualidade da carne, especialmente da incidência de PSE, por si próprios e também podem exacerbar o efeito dos métodos de abate. O efeito cumulativo do manuseio pré-abate e do atordoamento dependem da velocidade da linha de abate.

A incidência de ossos quebrados varia entre abatedouros e pode ser observada só quando a articulação é desossada. Foi relatado que a incidência de ossos quebrados em abatedouros na Dinamarca é de 1% em suínos atordoados com atordoador automático de 700 volts e de 1,2% com atordoador manual de 300 volts (Larsen, 1982). Sabe-se que omoplatas quebradas são comuns em suínos atordoados em pé e que ocorrem devido ao impacto dos membros anteriores no chão no início do atordoamento (van der Wal, 1976). A ocorrência de ossos quebrados durante o atordoamento manual pode ser reduzida ou evitada levantando os suínos do chão no atordoamento através de tronco de contenção em V (Gregory, 1987). Em sistemas automáticos de atordoamento, as esteiras parecem ser relativamente melhores em termos de bem-estar animal e qualidade da carne do que os que “apertam” os animais. O atordoamento cabeça-costas pode causar quebra das vértebras ou prolapso dos discos intervertebrais. Diferente de vértebras quebradas, o prolapso não está associado à hemorragia significativa nos músculos. Como a extensão do dano que ocorre devido ao atordoamento cabeça-costas está relacionada com a força de contração dos músculos, é possível sugerir que os suínos selecionados para crescimento rápido, redução da espessura de toucinho e aumento da massa muscular possam ser mais suscetíveis a este problema.

Os métodos de atordoamento causam vários graus de contração muscular e aumento da pressão sanguínea durante e/ou depois do atordoamento. Altas velocidades da linha de abate garantem o movimento e o fornecimento contínuos de animais da área de espera até o local do atordoamento. Isto envolve força considerável e o uso de picanas elétricas, acrescentando aumento da pressão sanguínea aos demais estresses. Juntos, podem causar equimoses ou hemorragia muscular. Além disso, também pode ocorrer hemorragia nos tecidos ao redor dos ossos quebrados. Nos abatedouros dinamarqueses, foi relatado que a quantidade de músculo que precisa ser aparado devido à presença de hemorragias é de 145 gramas quando o atordoador manual (300 volts) é usado e de 59 gramas quando se usa o atordoador automático (700 volts) (Larsen, 1982). Sistemas de atordoamento elétrico de alta frequência podem reduzir a severidade das hemorragias.

Apesar do atordoamento por pistola com êmbolo de suínos não ser comum nos países desenvolvidos, é muito usado nos países em desenvolvimento. Um

importante defeito na qualidade da carne associado a este método de atordoamento é a ocorrência de equimoses.

Em geral, petéquias e hemorragias podem ser evitados ou significativamente reduzidos pela sangria imediata e fazendo uma jugulação grande para facilitar a perda rápida do sangue. O atordoamento elétrico cabeça-costas que induz à parada cardíaca também pode reduzir as equimoses. No entanto, é importante observar que os sistemas de atordoamento automático (apenas cabeça ou cabeça-costas) são projetados para conter e atordoar os suínos de uma amplitude relativamente estreita de peso corporal usando uma voltagem de contenção. Em contraste com as características projetadas, abatedouros de alguns países atordoam grupos mistos de suínos, que pesam desde 30 Kg até matrizes e cachaços com mais de 150 Kg, sem nenhuma modificação no sistema. Além disso, os métodos empregados para levar os animais aos dispositivos de contenção também são inadequados. Tais práticas causam preocupação porque freqüentemente levam a problemas de bem-estar animal e de qualidade de carne.

Abatedouros com linhas alta velocidade nos países escandinavos usam dióxido de carbono para atordoar suínos. De fato, o atordoamento por dióxido de carbono pode eliminar ossos quebrados e reduzir a hemorragia muscular (Larsen, 1982). Entretanto, o estresse da indução da inconsciência por dióxido de carbono permanece uma grande preocupação quanto ao bem-estar animal na Europa. Possíveis misturas alternativas de gases ainda não se tornaram uma realidade (Raj, 1999).

3 Perdas comparativas

Devido aos altos padrões das normas de higiene da carne, o atordoamento e o abate são processos bastante centralizados e mecanizados nos países desenvolvidos. Nestas circunstâncias, os suínos são transportados por longas distâncias antes do abate e um pequeno número de abatedouros está abatendo grandes números de animais a altas velocidades de linha. Portanto, pode se argumentar se a perda quantitativa que ocorre devido a esta centralização do abate é maior que a perda qualitativa que pode ocorrer devido aos métodos de atordoamento.

Em primeiro lugar, o número de suínos que morre durante ou logo depois do transporte varia entre 0,1 a mais de 1% apenas dentro da Europa. A incidência de mortalidade provavelmente é maior nos países em desenvolvimento, onde a temperatura ambiental predominante é alta, estão sendo introduzidos suínos suscetíveis ao estresse para alta taxa de crescimento e para produção de suínos mais magros e com mais musculatura. Outra causa é a perda de peso que ocorre durante o transporte, estimada em 0,2% por hora; e 2% do peso vivo é perdido durante uma viagem de 6 horas em condições climáticas quentes. O manuseio agressivo durante o carregamento e o descarregamento e más condições da estrada/transporte podem causar hematomas, que podem ser piores em países em desenvolvimento. Neste aspecto, 2% dos pernis nos EUA sofrem hematomas, diminuindo a qualidade e sendo aparados, e isto tende a ser pior nos países em desenvolvimento. Além disso, a centralização do abate envolve inevitavelmente a mistura de grupos desconhecidos de suínos (p. ex., na área de espera), o que leva à brigas. Apenas na Grã-Bretanha, de 5 a 7% das carcaças suínas são desqualificadas por arranhões na pele causados

por brigas. A espera de suínos de um dia para outro sem ração leva a uma redução de 1,4% do peso corporal.

4 Pontos para discussão

1. A seleção para rápida taxa de crescimento, redução da espessura de toucinho e aumento da massa muscular pode ser prejudicial à qualidade da carne.

2. Os animais devem ser abatidos o mais perto possível da granja de origem para melhorar a qualidade da carne.

3. Abatedouros móveis com baixas velocidades de linha de abate oferecem a oportunidade de melhorar a qualidade da carne.

4. O manuseio agressivo de suínos durante o embarque e o desembarque, más condições das estradas/transporte e o manuseio agressivo pré-abate no abatedouro podem ser mais prejudiciais à qualidade da carne do que os métodos de atordoamento.

5. Dispositivos de contenção e de atordoamento devem ser cuidadosamente projetados e construídos.

5 Referências Bibliográficas

GREGORY, N. G. 1987. In: Evaluation and control of meat quality in pigs. Tarrant, P. V., Eikelenboom, G and Monin, G (eds) Martinus Nijhoff, *The Hague.*

GREGORY, N. G. 1998. In: Animal Welfare and Meat Science. Gregory, N. G. (ed), CABI Publishing Company (Oxon).

GURKAN, A. R. 1999. Medium term outlook to 2005: The meat sector. *Proceedings of the 45th IcoMST Meeting held in Yokohama*, Japan during 1–6 August 1999. pp 2–9.

HEINZ, G. and BENNETT, A. 1999. Meat production and consumption in developing countries in Asia and the Pacific. *Proceedings of the 45th IcoMST Meeting held in Yokohama*, Japan during 1–6 August 1999. Pp 10–12.

LARSEN, H. K. 1982. Comparison of 300 volt manual stunning, 700 volt automatic stunning and CO_2 compact stunning, with respect to quality parameters, blood splashing, fractures and meat quality. In: Stunning of Animals for Slaughter, G. Eikelenboom (ed), Martinus Nijhaff, *The Hague (Pub)*, **pp 73–81.**

RAJ, A. B. M. 1999. Behaviour of pigs exposed to mixtures of gases and the time to stun and kill them: welfare implications. *The Veterinary Record*, **144**, 165–168.

VAN DER WAL, P. G. 1976. Bone fractures in pigs as a consequence of electrical stunning. *Proceedings of the 22nd European Meeting of Meat Research Workers*, **C3, 1–4**.

WARRISS, P. D. 2000. In: *Meat Science: an introductory text.* Warriss, P. D. (ed), CABI Publishing Company (Oxon).

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA GORDURA EM SUÍNOS

K. R. Gläser[1] M.R.L. Scheeder[2] K. Fischer[3] C. Wenk[4]

[1]Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Institute of Animal Science, Nutrition Biology, CH–8092 Zurich, Switzerland,
[2]Federal Institute of Meat Research, Institute for Meat Production and Marketing (BAFF) D-95326 Kulmbach, Germany

Resumo

Foram conduzidos dois experimentos nutricionais para estudar o efeito i) dos ácidos graxos monoenóicos e polenóicos de quantidades similares de ligas duplas na ração (7% de gordura de porco / 4,5% de azeite de oliva / 3,17% de óleo de soja) e ii) da gordura de porco fracionada (oleína / estarina) ou de gordura vegetal parcialmente hidrogenada (satura) em quantidades iguais de suplementação (5%). Foram registrados o escore de gordura (uma medida da qualidade da gordura usada em abatedouros suíços), a estabilidade oxidativa, a consistência e o tempo de cristalização. Em geral, houve efeito significativo dos tratamentos sobre a composição de ácidos graxos do tecido adiposo, que se refletiram em outras características da qualidade da gordura. O azeite de oliva e o de soja resultaram nos escores de gordura mais altos e prejudicaram muito a consistência, enquanto que a gordura hidrogenada causou os escores mais baixos e alta firmeza. Houve pouca diferença na composição de ácidos graxos e na qualidade da gordura nos tratamentos com banha.

Houve uma relação não-linear alta entre o escore de gordura e a consistência nos lipídios extraídos (R^2=0,78). O tempo necessário para a cristalização (RIC-Box) foi moderadamente correlacionado com a força de penetração a 0ºC (R^2=0,62). O comportamento de cristalização parece depender mais da quantidade total de ácidos graxos insaturados (R^2=0,80) do que da quantidade de ligas duplas. A estabilidade oxidativa, medida como tempo de indução, diminuiu significativamente com alto teor de PUFA na ração (SO) e tendeu a aumentar com a suplementação de azeite de oliva. Assim, a correlação entre o escore de gordura e o tempo de indução foi apenas moderada (R^2=0,36). Pode se supor que, além da composição de ácidos graxos, a estabilidade oxidativa depende muito de fatores antioxidantes e pró-oxidantes. Em conclusão, o escore de gordura dá uma estimativa útil na linha para consistência do tecido adiposo, que por sua vez é de grande importância para o processamento e subsequente qualidade de produtos de carne suína.

Palavras–chave: qualidade da gordura, suíno, escore de gordura, composição de ácidos graxos, tecido adiposo, ácidos graxos da dieta

1 Introdução

As propriedades da carne e do tecido adiposo são decisivas para o processamento e a qualidade dos produtos cárnicos. A composição do tecido adiposo de monogástricos é diretamente afetada pelos ácidos graxos da dieta, mas também depende da disposição genética dos animais. Com a seleção bem-sucedida para alto ganho de tecido magro e baixo teor de gordura corporal, a quantidade relativa de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) no tecido adiposo aumentou. Grandes quantidades de PUFA no tecido adiposo podem levar a uma maior susceptibilidade à oxidação e prejudicar a consistência. Como os PUFA da dieta são incorporados eficientemente no tecido adiposo, as diretrizes na Suíça recomendam um máximo de 0,8 g de PUFA por MJ de energia digestível (VES) na ração. Sabe-se que os ácidos graxos monoenóicos (MUFA), que não são apenas de origem dietética e que podem resultar da dessaturação endógena, também prejudicam a consistência. No entanto, até agora, não há restrições a estes ácidos graxos na ração de suínos. Para satisfazer as exigências dos processadores quanto à qualidade do tecido adiposo, têm sido feitos grandes esforços para caracterizar a qualidade da gordura de forma objetiva (Hartfiel, 1996). Nos abatedouros suíços, foi estabelecido em escore de gordura, que é uma estimativa semi-automática de ligas duplas no tecido adiposo, para assegurar qualidade suficiente da gordura de porco para a fabricação de produtos como lingüiças cruas fermentadas. O escore de gordura é determinado como rotina, e tem tanta importância econômica que está incluído no sistema de pagamento das carcaças. O limite para deduções é um escore de gordura 62.

Neste estudo, pesquisamos i) o efeito dos ácidos graxos monoenóicos ou polenóicos de quantidades similares de ligas duplas na ração, e ii) de gorduras fracionadas ou parcialmente hidrogenadas a uma adição constante de 5% de gordura sobre a qualidade do tecido adiposo.

2 Material e Métodos

Em cada um dos experimentos, 12 x 4 leitões da mesma raça, Large White (LW) ou Landrace Suíço (SL), foram designados a um de quatro tratamentos balanceados por leitegada, sexo e peso inicial. Os animais foram alojados em grupos de 4 animais e criados dos 24 aos 104 Kg, aproximadamente. As dietas básicas (CI, CII) foram compostas de cevada, trigo e farelo de soja, assim como de aminoácidos e de aditivos minerais, e formuladas para conter 12,9 MJ de energia digestível (VES) e 18,4% (ração inicial) 15,0% (terminação) de proteína bruta.

No primeiro experimento, a quantidade de ácidos graxos na dieta foi escolhida para chegar a quantidades semelhantes de ligas duplas nas dietas experimentais e 7% de gordura de porco (PF), 4,95% de azeite de oliva (OO) e 3,17% de óleo de soja (SO) foram adicionados, respectivamente, a cada dieta básica. No segundo experimento, gordura fracionada de porco (oleína – OLE e estearina – STE) ou óleo vegetal parcialmente hidrogenado (satura – SAT) foram adicionados para modificar a saturação das gorduras da dieta a um mesma adição de 5% de gordura (Tabela 1).

Depois da dissecção das carcaças (30 h post mortem) a gordura sobre o gluteobiceps foi retirada e a) foram aparadas a camada interna e a pele para

Tabela 1 — Composição de ácidos graxos [g FAME*)/ Kg MS] na ração

	Experimento I					Experimento II		
	CI	PF	OO	SO	CII	OLE	STE	SAT
	Controle I	Gordura de Porco	azeite oliva	óleo soja	Controle II	oleína	estearina	Satura
SFA [1]	3.8	34.5	11.6	9.0	3.90	22.1	36.1	37.4
- C 16:0	3.1	20.2	8.9	6.7	3.08	13.5	21.0	9.2
- C 18:0	0.4	11.9	1.9	1.5	0.51	6.7	12.9	26.7
MUFA [2]	3.2	35.3	43.2	12.3	3.4	32.6	28.2	12.1
- C 16:1n7	0.03	1.53	0.34	0.07	0.04	1.38	1.18	0.06
- C 18:1trans	n.d	0.55	n.d.	n.d.	n.d.	0.59	0.69	3.58
- C 18:1 cis	3.0	31.3	42.1	11.9	3.1	28.9	24.8	6.35
PUFA [3]	10.0	18.8	17.1	29.2	10.1	18.6	16.8	11.4
- C 18:2n6	9.1	15.7	15.5	26.2	9.2	15.7	14.2	10.3
- C 18:3n3	0.80	1.55	1.42	2.81	0.86	1.64	1.47	0.96
mmol DB [4]	82	256	266	249	83	245	216	121

[1] saturado
[2] ácidos graxos monoenícos
[3] polienóicos
[4] Ligas duplas / Kg MS
[*] Metil ésteres de ácidos graxos
[n.d] não detectado

determinação da composição de ácidos graxos, escore de gordura, estabilidade oxidativa e consistência nos lipídios extraídos e b) deixada intacta para medir a consistência no tecido original. As amostras foram embaladas à vácuo e mantidas congeladas (-24^{o}C) até a análise. Os lipídios foram extraídos do tecido por cloreto de metileno/metanol (2:1, v/v) e a composição de ácidos graxos foi determinada por cromatografia gasosa de metil-ésteres de ácidos graxos (FAME) depois da derivação dos ácidos graxos com trifluoreto de boro. A determinação dos escores de gordura foi realizada nos lipídios extraídos segundo o método estabelecido (Scheeder *et al*., 1999). Foi usado um Rancimat (Metrohm, Herisau, Suíça) para a medição dinâmica da estabilidade oxidativa a 110^{o}C e fluxo de ar de 20 l/h e foi registrado o tempo de indução. A consistência foi determinada usando um analisador de textura (TA-XT2, Stabel Micro Systems, Haslemere, Surrey, G.B.), equipado com um furador de 3,5 mm de diâmetro. No tecido original, foi registrada a força para uma penetração de 2,5 mm de profundidade. A consistência dos lipídios extraídos foi determinada a 0^{o}C medindo a força máxima durante uma penetração de 15 mm nos lipídios cristalizados (0,076^{o}C/min a partir de 50^{o}C). Além disso, a cristalização foi pesquisada com uma Caixa de Controle de Esterificação Rápida (Rapid-Interesterification-Control-Box - RIC) resfriando os lipídios extraídos de 100^{o}C para 15^{o}C e medindo o tempo até o início da perda do brilho.

A análise estatística foi feita através de um pacote estatístico (SAS 6.12 for Windows ^{TM}) por procedimento GLM que considerou tratamento alimentar, raça, sexo e suas interações como fatores fixos e o peso vivo final como co-variável. A comparação das médias foi feita pelo teste de Scheffé.

3 Resultados e Discussão

A suplementação de gorduras dietéticas não teve efeito sobre o desempenho dos animais, exceto a dieta SAT, que tendeu a causar menor ganho de peso e maior teor de tecido magro na carcaça (Tabela 2). Isto poderia ser explicado pela menor digestibilidade desta ração, provavelmente causada por níveis (relativamente) altos de ácidos graxos trans na gordura hidrogenada (Bee *et al*., 1995).

Como esperado, houve efeito significativo dos tratamentos sobre a composição de ácidos graxos e a qualidade do tecido adiposo (Tabela 3). Os óleos vegetais em especial resultaram em um enorme aumento no teor de ácidos graxos insaturados no tecido adiposo através dos ácidos graxos monoenóicos ou polienóicos dos tratamentos OO e SO, respectivamente. Os ácidos graxos monoenóicos da gordura de porco (PF, OLE, STE) e o azeite de oliva foram depositados às custas de ácidos graxos saturados, enquanto que altos teores de PUFA levaram principalmente a uma diminuição nos ácidos graxos monoenóicos (SO). Isto poderia ser resultado de um simples deslocamento de MUFA e de SFA por PUFA. No entanto, os SFA não foram tão afetados quanto os MUFA e pode se supor que altos teores de PUFA na dieta levaram a uma redução da dessaturação endógena. Sabe-se que o ácido linoleico, em particular, que foi o principal ácido graxo da ração SO (26,2 g/Kg de ração), inibe a Δ9-desaturase (Kouba e Mourot, 1999). A dieta SAT resultou em um aumento de ácidos graxos C 18:1 trans no tecido adiposo de acordo com a composição de ácidos graxos da dieta. Embora a ração STE contivesse 14 g a mais de SFA por kg de

Tabela 2 — Desempenho e composição da carcaça

	Experimento I				Experimento II			
	CI	PF	OO	SO	CII	OLE	STE	SAT
	Controle I	Gordura de Porco	azeite oliva	óleo soja	Controle II	oleína	estearina	Satura
GMD [g/d]	884	866	874	846	918	934	910	836
Consumo ração [Kg][1]	201	185	192	195	204	185	196	201
CA [g/g GP] [2]	2.52	2.37	2.40	2.42	2.54	2.33	2.42	2.43
PCQ [kg][3]	81.9	82.2	82.9	82.5	81.9	81.2	82.3	81.4
CP [%] [4]	55.3	55.4	55.4	54.1	55.4	55.1	56.1	57.2
Tec. gorduroso [%][5]	14.1	13.5	13.2	14.3	13.1	13.7	13.0	12.3

[1] Consumo de ração por animal
[2] Conversão alimentar
[3] Peso da carcaça quente
[4] Cortes Premium: paleta, lombo e pernil como % do peso da carcaça
[5] Gordura e couro aparados dos cortes premium.

matéria seca e menos MUFA e PUFA do que a ração OLE, não foram encontradas diferenças significativas na composição de ácidos graxos do tecido adiposo. Além disso, diferenças na composição de ácidos graxos do tecido adiposo entre as dietas experimentais e controle foram mais pronunciadas para as dietas OO e SO do que para as dietas com gordura de porco.

Houve efeitos significativos dos tratamentos sobre o escore de gordura, a estabilidade oxidativa e características de consistência segundo a composição de ácidos graxos das rações (Tabela 3). Enquanto que o alto teor de ácidos graxos insaturados nas dietas SO e OO causaram um aumento significativo no escore de gordura, o menor escore foi medido no tratamento SAT. A fração oleína da gordura de porco tendeu a aumentar mais o escore de gordura que a fração estearina. Não foram encontrados efeitos dos tratamentos sobre a consistência do tecido adiposo original. Assim, as propriedades do tecido original não dependem apenas dos ácidos graxos, mas de vários outros fatores como colágeno e teor de gordura. Mesmo assim, o óleo de soja e o azeite de oliva tenderam a prejudicar a firmeza do tecido adiposo original.

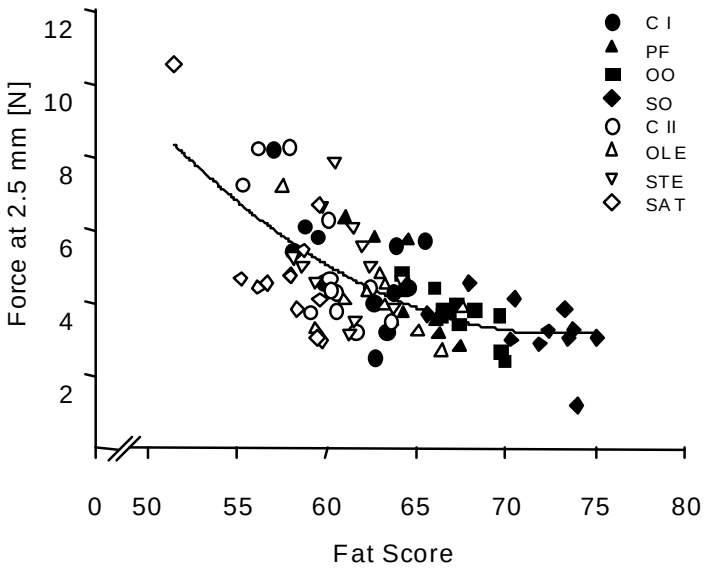


Figura 1 — Relação entre escore de gordura e consistência no toucinho original

Foram verificadas relações não-lineares moderadas a fracas entre as medidas RIC-Box e a consistência dos lipídios extraídos (Figura 5, R^2=0,62) e do tecido original (R^2=0,20, não apresentada). Quanto a estas correlações, a avaliação da qualidade da gordura pelo tempo de cristalização poderia ser útil, exceto no caso de teores muitos baixos de SFA no tecido adiposo.

Houve uma relação moderada entre o escore de gordura e o tempo de indução (Figura 6, R^2=0,36), que se deveu principalmente à diminuição da estabilidade oxidativa no tratamento SO. Apesar de não terem sido detectadas diferenças

Tabela 3 — Composição de ácidos graxos [g FAME*)/kg MS] e características da qualidade da gordura do tecido adiposo

	Experimento I				Experimento II			
	CI	PF	OO	SO	CII	OLE	STE	SAT
	Controle I	Gordura de Porco	azeite oliva	óleo soja	Controle II	oleína	estearina	Satura
SFA[1]	38.9a	35.1b	29.8c	35.1b	39.0a	35.2b	36.7	40.1a
- C 16:0	23.4a	21.3b	19.3c	21.1b	23.5a	21.8b	22.5b	22.5b
- C 18:0	13.4a	11.8b	8.74c	12.1ab	13.3b	11.3c	12.1c	15.5a
MUFA [2]	46.5c	49.8b	56.2a	39.7d	48.0b	50.8a	50.2a	48.0b
- C 16:1n7	2.24a	2.08a	1.65b	1.66b	2.20	2.27	2.29	1.91
- C 18:1trans	0.22b	0.39a	0.13c	0.15c	0.18c	0.37b	0.43b	1.93a
- C 18:1 cis	42.2c	45.0b	52.5a	36.4d	44.0b	46.0a	45.3ab	41.0c
PUFA [3]	14.6b	15.1b	14.0b	25.2a	13.0ab	14.0a	13.1a	11.9b
- C 18:2n6	12.1b	12.1b	11.7b	21.0a	10.5a	11.0a	10.3a	9.2b
- C 18:3n3	0.93b	0.97b	0.91b	1.97a	0.92b	1.03a	0.98ab	0.78c
mmol DB [4]	2.64c	2.80bc	2.91b	3.17a	2.57b	2.75a	2.66a	2.49c
Escore de gordura	60.7c	64.3b	66.9b	70.2a	59.4bc	62.3a	61.4ab	57.7c
Estab. oxidativa [5]	4.33a	4.10a	4.59a	2.36b	4.23	4.20	4.60	4.63
Consistência orig.[6]	522	504	408	365	514	433	486	496
Consistência extr.[7]	151a	114b	56c	53c	178b	149b	170b	275a
RIC-Box [s]	205c	366b	610a	296bc	170bc	276a	239ab	111c

[1] saturatado
[2] ácidos graxos monoenóicos,
[3] polienóicos, % FAME dos lipídios totais
[4] Ligas duplas/g gordura extraída
[5] Tempo de indução [h], medida com Rancimat
[6] consistência no tecido original, força [g] a 2,5 mm de distância
[7] Consistência nos lipídios extraídos, força máxima [g]
[*] Metil ésteres de ácidos graxos
[LS] Médias na mesma linha e dentro do mesmo experimento com sobrescrito diferente são significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

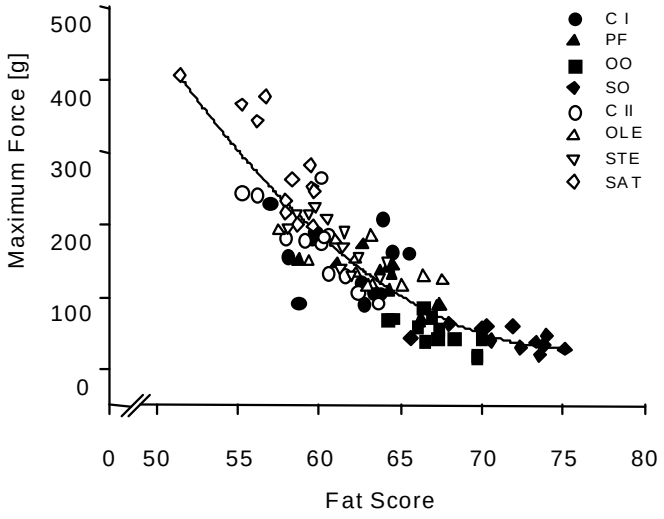


Figura 2 — Relação entre escore de gordura e consistência nos lipídios extraídos

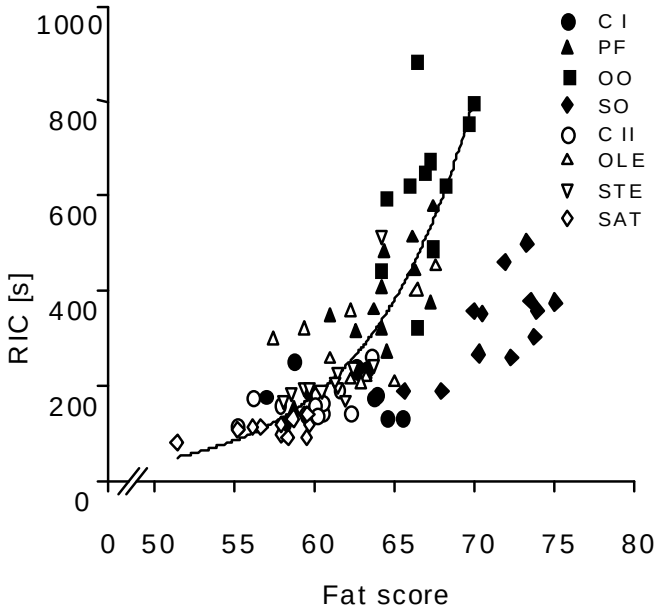


Figura 3 — Relações entre o escore de gordura e medidas RIC-Box

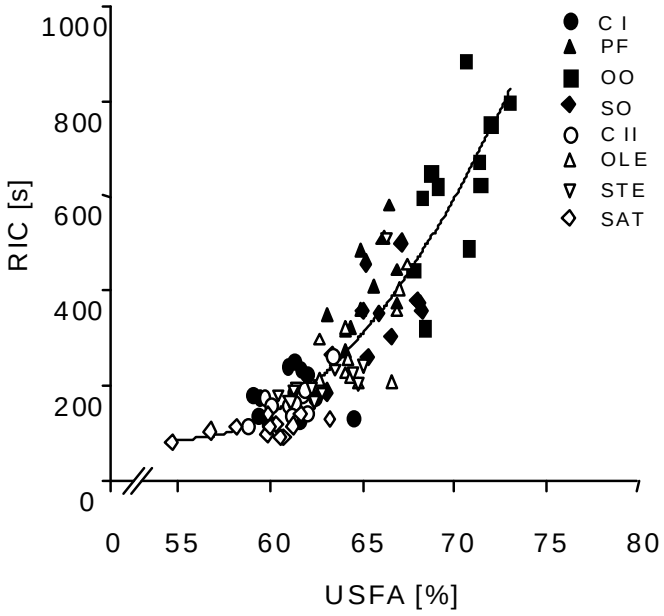


Figura 4 — Relação entre ácidos graxos insaturados e RIC-Box

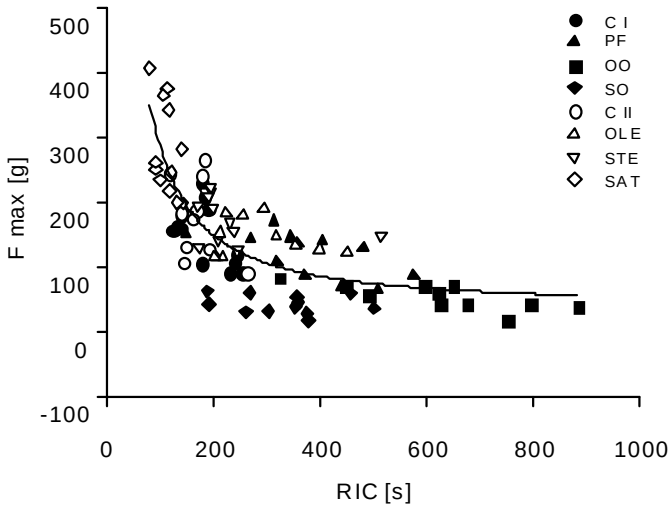


Figura 5 — Relação entre RIC-Box e consistência em lipídios extraídos

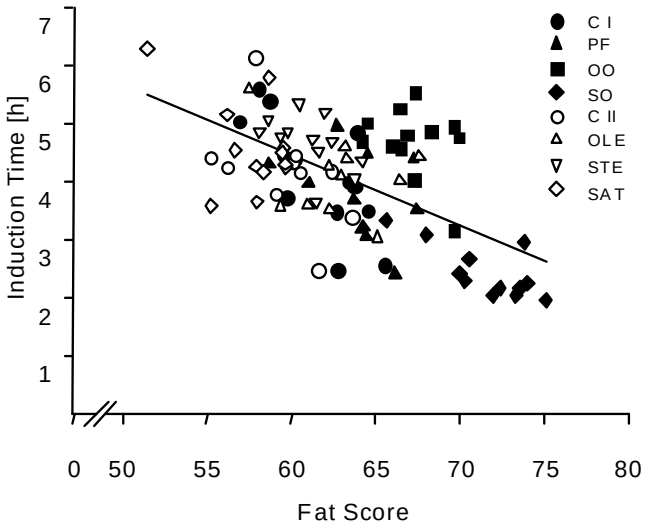


Figura 6 — Relação entre escore de gordura e estabilidade oxidativa

significativas para as outras dietas, a ração suplementada com azeite de oliva tendeu a aumentar o tempo de indução. Por um lado, isto pode ser explicado pela maior estabilidade, em geral, dos MUFA em comparação aos PUFA. Por outro lado, isto também poderia ser atribuído à atividade antioxidante dos compostos fenólicos contidos no azeite de oliva (Baldoni *et al*., 1996). Assim, a estabilidade oxidativa depende não apenas da composição de ácidos graxos, como também é grandemente influenciada pela presença de fatores pró e antioxidantes.

4 Conclusões

A partir da alta correlação entre o escore de gordura e a consistência nos lipídios extraídos, pode ser pressuposto que a firmeza do tecido adiposo pode ser predita por medições na linha de escore de gordura, apesar dos efeitos de altos teores de PUFA sobre a consistência poderem ser superestimados. Em contraste, é difícil estimar a estabilidade oxidativa pelo escore de gordura porque a estabilidade oxidativa depende de fatores anti e pró-oxidantes, além da composição de ácidos graxos. A medida do tempo de cristalização (RIC-Box) parece não ser tão boa quanto o escore de gordura para predizer a consistência do tecido adiposo. Em geral, estimar a qualidade da gordura por métodos na linha pode ser útil para controlar a influência da dieta sobre a qualidade da gordura e também poderia dar sustentação à seleção de animais para melhor qualidade de gordura.

5 Agradecimentos

Agradecemos a colaboração da Estação Suíça de Teste do Desempenho Suíno (MLP). Também agradecemos ao Centravo AG e à Comissão para Tecnologia e Inovação, Suíça (KTI) pelo apoio financeiro.

6 Referências Bibliográficas

BEE, G.; ZIMMERMANN, R.; MESSIKOMMER, R., WENk, C., 1995. Einfluss des Fettsäurenmusters auf die Verdaulichkeit von Fettzulagen im Magendarmtrakt beim Schwein (Effect of fatty-acid profile on digestibility of dietary fats in the intestine of pigs). *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* **73**, 258–268

BALDONI M. *et al*., 1996. Antioxidant activity of tocopherols and phenolic compounds of virgin olive oil. *JAOCS* **73**, 1589–1593

BIAGI, G.; FISCHER, K., CALDERONE, D., 2000. Zur Eignung des RIC-Schnellverfahrens für die Qualitätsbeurteilung von Schweinespeck. *Mitteilungsblatt der BAFF Kulmbach* **39**, 775—781.

GLÄSER, K.R.; SCHEEDER, M.R.L., WENK, C., 2000. Dietary C 18:1 trans fatty acids increase conjugated linoleic acid in adipose tissue of pigs. *Europ. J. Lipid Sci. Tech*., in press

HARTFIEL, W., 1996: Ursachen und Bestimmung einer schlechten Fettkonsistenz bei Schweinen und Geflügel sowie die Durchführung des RIC Schnellverfahrens (Reasons and determination of a bad fat consistency in pigs and poultry as well as the execution of the rapid RIC method). *Fleischwirtschaft* **76**, 1131–1138

KOUBA, M., MOUROT, J., 1997. Effect of a high linoleic acid diet on Delta-9-desaturase activity, lipogenesis and lipid composition of pig subcutane-ous adipose tissue. *Reprod. Nutr. Dev.* **38**, 31–37

SCHEEDER, M.R.L.; BOSSI, H., WENK, C., 1999. Kritische Betrachtungen zur Fettzahl-Bestimmung. *Agrarforschung 6*, 1–8.
http://www.admin.ch/sar/zs/afo/Artikel/scheeder.pdf

SUOMI, K.; ALAVIUHKOLA, T.; VALAJA, J.; KANKARE, V., KEMPINNEN, A., 1993. Effects of milk fat, hydrogenated vegetable oils on fat metabolism of growing pigs I. Growth, feed utilization and carcass quality in pigs fed different fats and oils. *Agric. Sci. Finl*. **2**, 7–12

ÍNDICES DE QUALIDADE PARA UMA CLASSIFICAÇÃO OBJETIVA DE CARCAÇAS DE SUÍNO IBÉRICO

Emiliano De Pedro Sanz Juan García Olmo

Department of Animal Production.
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes
Avenida Menéndez Pidal, s/n – Apartado de Correos, 3048. – 14080
Córdoba — Espanha

Resumo

O sistema de criação extensiva do suíno ibérico, aproveitando a montanera (consumo de raízes e nozes) nas dehesas (florestas de carvalho) no sudoeste da Espanha, leva à obtenção dos mundialmente afamados produtos de alta qualidade de suas carcaças. Esta forma de produção de suínos dá a estes animais um perfil de ácidos graxos responsável por suas características organolépticas, como aroma, sabor, suculência e maciez. A produção de suínos usando ração (recebo) feita com certas matérias primas modifica o perfil de ácidos graxos da gordura subcutânea e torna difícil a distinção entre carcaças de suínos terminados com montanera e as dos suínos que consumiram ração quando são usadas técnicas tradicionais de controle de qualidade.

Métodos de análise multivariada fornecem índices de qualidade baseados em combinações de parâmetros analíticos determinados por técnicas objetivas, rápidas e precisas que refletem a dieta e a raça do animal. Estes índices permitem uma classificação objetiva e individualizada de carcaças e produtos derivados. Isto torna mais difícil obter rações que imitem a montanera.

Há conseqüências importantes para o setor quanto ao futuro. Em primeiro lugar, os controles de qualidade vão permitir a reavaliação dos animais de maior qualidade (ibéricos puros) e dos sistemas de produção com que são obtidos (dehesas). Em segundo lugar, a indústria poderá oferecer seus produtos no mercado com maiores garantias de qualidade. Finalmente, o consumidor se sentirá menos confuso com a diversidade de designações de qualidade nos produtos atuais.

1 Aspectos gerais da produção do suíno ibérico

1.1 O suíno ibérico e seu ambiente de produção

O suíno ibérico pertence a uma raça de porcos autóctones que, desde há muito tempo, habita o sudoeste da Península Ibérica. A área em que é criado é a dehesa (florestas de carvalho), que pode ser definida como um ecossistema agrosilvopastoril mediterrâneo.

Nas dehesas, há predominância de espécies de árvore do gênero Quercus e pastagens naturais; também existem áreas cultivadas com cereais (trigo, cevada, aveia, etc.). Outras espécies animais autóctones encontradas neste ecossistema são domésticas (bovinos, ovinos, caprinos) e selvagens (javali, veado, cabrito montês, lebre, raposa e predadores).

A produção tradicional do porco ibérico é baseada no uso adequado dos recursos naturais presentes na dehesa. Há uma disponibilidade variável de alimento na dehesa durante todo o ano. O período de maior abundância é no outono e no inverno. Durante este período, em um bom ano, os animais utilizam a montanera (coleção dos recursos naturais da dehesa - rizomas, bulbos, tubérculos, gramíneas, e principalmente bolotas de carvalho - consumidos diretamente pelos animais em sistema de pastoreio). Durante a primavera e o verão, o alimento é escasso (algumas gramíneas e grãos nas áreas mais frias), e por isso é necessário fornecer alimento (cevada, milho, triticale ou concentrado) para terminar os animais.

As bolotas de carvalho têm baixo teor de proteína e alto teor de gordura e não são suficientes para satisfazer as exigências de proteína destes animais. Sua composição é altamente variável; os valores de proteína e gordura da bolota sem casca (o suíno ibérico não come a casca) obtidos por diversos autores variam entre 4 e 8% de proteína bruta (na matéria seca) e entre 6 e 14% de extrato etéreo (na matéria seca). No entanto, uma característica importante da bolota de carvalho é seu alto teor de ácido oleico. A Tabela 1 mostra o teor de ácidos graxos na bolota obtido por vários autores. Os resultados de Casillas (1994) demonstram a variabilidade das bolotas em diferentes granjas dentro de uma mesma área de produção.

Tabela 1 — Teor de ácidos graxos de gordura extraída de bolotas de carvalho obtido por diversos autores

Autor	Ácido graxo			
	Mirístico (16:0)	Esteárico (18:0)	Oleico (18:1)	Linoleico (18:2)
Casillas (1994)				
- Granja 1	14,2	3,3	62,4	16,1
- Granja 2	15,4	3,2	62,9	15,8
- Granja 3	15,9	3,8	59,7	17,7
- Granja 4	13,6	3,0	63,7	16,9
- Granja 5	13,6	2,4	64,8	16,8
- Granja 6	14,8	3,2	61,8	17,2
Cava *et al*. (1997)	14,63	3,09	63,81	16,07
López Bote (1998)	14,8	2,9	62,1	18,1
Tejada (1999)	14,8	3,6	62,3	17,8

O consumo de bolotas (em suínos com mais de 100 kg) foi estimado em 8 a 10 kg/animal. Este alto consumo de bolotas e sua composição especial, torna a gordura do animal rica em ácido oleico, mas isto não implica que todos os indivíduos do mesmo grupo tenham o mesmo perfil de ácidos graxos em seus depósitos de gordura.

1.2 O suíno ibérico. Sua produção e transformação em produtos para o consumidor

Até a metade do século passado, o suíno ibérico realizava uma função dupla ao fornecer sua carne: para o consumo de carne fresca e para a elaboração de produtos curados. Mudanças na preferência alimentar e a produção mais lucrativa de carne com suínos de outras raças causou uma grande redução na produção do suíno ibérico para consumo de carne fresca.

Apenas a qualidade dos produtos processados (especialmente pernil, lombo e paleta), sempre requisitados, permitiram que algumas indústrias continuassem exigindo o suíno ibérico e por isso sua produção continuou. Assim, nas últimas duas décadas, o objetivo primário da produção do suíno ibérico é obter matéria prima para a fabricação de produtos curados pela indústria (ainda que uma pequena quantidade seja regularmente reservada para o consumo fresco).

A fase de produção das bolotas de carvalho começa no final de outubro e termina no início de março. Os animais consomem primeiro a bolota do carvalho gall (Quercus Lusitánica Lamk) (onde houver) e depois a do carvalho (Quercus ilex L.), que normalmente é mais doce e maior, e, finalmente, a do carvalho cortiça (Quercus suber L.), que geralmente amadurece mais tarde.

O crescimento lento do suíno ibérico, por um lado, e os períodos de escassez de alimento na dehesa por outro, significa que os animais levam aproximadamente um ano para chegar aos 100 kg de peso vivo. Nestas circunstâncias, o peso ideal de abate para obter produtos de qualidade (150–180 kg) só é atingido por animais de mais de 15 meses. Assim, até alguns anos atrás, todos os animais passavam pelo menos um período da vida se alimentando na montanera e alguns até mesmo duas fases - quando jovem e outro no final do período de terminação (Buxadé, 1982).

Com relação ao processo de fabricação dos produtos curados, a aplicação de baixas temperaturas é um aspecto-chave para carcaças e produtos na fase inicial de elaboração. No passado, só era possível realizar estas condições de frio nos meses de inverno e nas regiões montanhosas com longos períodos de frio. Por isso, a maioria das indústrias tradicionais que fazem produtos do suíno ibérico se localiza em locais altos nas montanhas, onde os períodos de frio são mais longos do que nos vales e também têm valores altos de umidade relativa.

Nestas circunstâncias, os animais abatidos em épocas adequadas do ano eram os que chegavam ao peso de abate adequado durante estas estações frias e que tinham consumido grandes quantidades de bolotas. Este grande consumo de bolotas pré-abate dá ao produto um “bouquet” especial que o diferencia de qualquer outro produto curado (Figura 1).

Atualmente, a disponibilidade de matérias primas e de ingredientes alimentares, assim como a possibilidade de cruzamento com raças mais magras, com maior taxa de crescimento que os animais puros, significou uma evolução na produção do suíno ibérico. O animal não mais depende da produção natural de alimento e o criador pode fornecer alimento adequado a cada estágio de sua vida (gestação, lactação, crescimento, terminação, etc.). Assim, o suíno pode chegar ao peso ideal para começar a alimentar-se na montanera mais cedo.

Além disso, os avanços obtidos na indústria, com a possibilidade de produzir condições de frio em qualquer época do ano, tornaram possível o abate em outras

épocas além da estação fira e em áreas que não são necessariamente montanhosas. Assim, hoje, é possível abater animais antes ou depois de período de montanera, apesar dos animais abatidos nestas épocas não terem consumido bolotas ou em quantidades muito pequenas (Figura 1).

Assim, na produção tradicional, havia apenas uma qualidade de produto, bellota (B), obtida de suínos ibéricos alimentados exclusivamente na montanera. Atualmente, são obtidos três tipos de produto (Figura 1):

- "Bellota" (B), uma categoria similar à obtida pela produção tradicional, correspondendo ao abate de animais no final da exploração da montanera;
- "Recebo" (R), produtos obtidos de animal que, por não chegarem ao peso de abate com a montanera, recebem suplementação de grãos ou ração.
- "Recebo" (Ração) (P), que são os produtos obtidos de animais que não consumiram bolotas ou as consumiram muito tempo antes. Seu alimento é baseado principalmente em ração.

2 Qualidade das carcaças do suíno ibérico

2.1 Qualidade

É difícil designar uma única definição de "qualidade". Depende do produto, da cultura gastronômica, do estágio de processamento e comercialização em que a avaliação é feita, do aspecto que está sendo avaliado ou de quem está usando este conceito. Geralmente, e segundo o dicionário da Real Academia Espanhola de Línguas, "qualidade" é entendida como a propriedade ou o conjunto de propriedades inerentes a um item, permitindo que seja considerado como o mesmo, melhor ou pior que os outros itens do mesmo tipo.

Dependendo das características ou propriedades que estão sendo avaliadas, vários aspectos da "qualidade" podem ser considerados: organolépticos, alimentares, higiênicos, tecnológicos, econômicos, comerciais, etc. Nos produtos do suíno ibérico, sua qualidade organoléptica é a mais valorizada, sendo o sabor o principal determinante da qualidade do pernil (Ruiz, 1996; Cava, 1997). Seu sabor depende de uma série de compostos voláteis derivados principalmente de lipídios (García *et al*., 1991; Antequera *et al*., 1992).

Como mencionado anteriormente, até algumas décadas atrás, os produtos eram apenas de uma qualidade e, portanto, de uma única categoria comercial (bellota). Hoje, a existência de suínos cruzados com o suíno ibérico e o consumo de ração e não de bolotas antes, durante e depois do período da montanera, resultam em produtos com diferentes qualidades.

Segundo García-Olmo (1999), atualmente as indústrias de suíno ibérico e suas organizações de apoio (como as diferentes Appellations d'Origine (A.O.), Associações ou Consórcios de Promoção e/ou Exportação) enfrentam o desafio de ter um Sistema de Controle Integral de Qualidade para animais e cortes para permitir que a autenticidade dos produtos seja sempre garantida, a fim de que os preços sejam fixados em função das diferentes qualidades existentes.

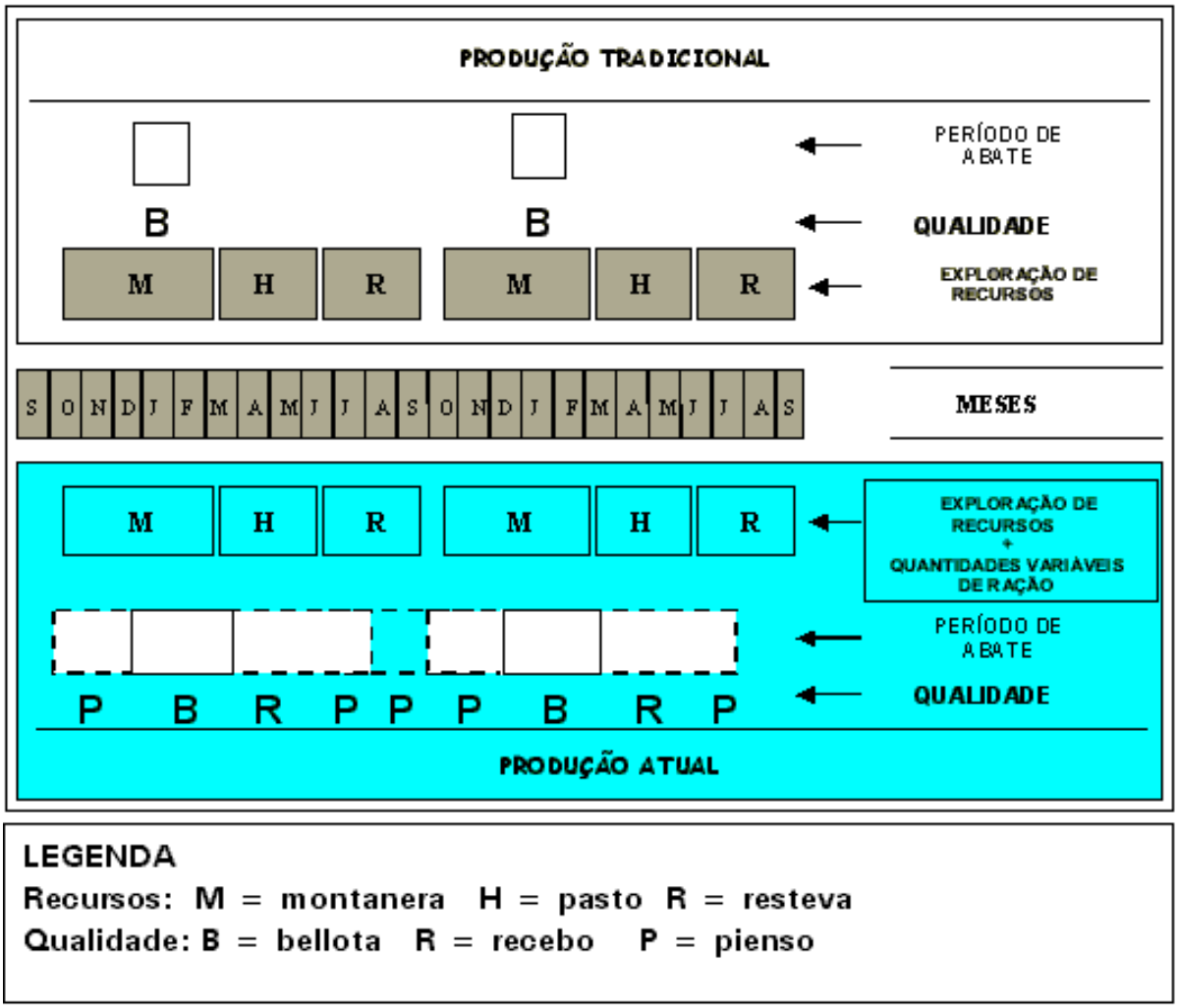


Figura 1 — Relação entre a exploração dos recursos naturais da dehesa, o período de abate e a qualidade dos produtos processados.

Com certa experiência, é possível diferenciar o suíno ibérico puro de suas cruzas (se a cruza com Duroc for maior que 25%) em animais vivos. No entanto, é mais difícil descobrir a dieta a que os animais foram submetidos nos meses antes do abate, pois seu controle a campo requer muito esforço e, às vezes, os acordos de venda são fechados pouco antes do abate, sem haver tempo de acompanhá-los desde o início.

O resultado é que, como outras matérias primas, diferentes das encontradas pelo animal na dehesa, começaram a ser usadas, há uma tentativa de classificar em diferentes categorias os produtos obtidos em cada regime alimentar.

Nas seções seguintes, veremos alguns métodos de controle de qualidade usados mais freqüentemente, seu grau de precisão, e os possíveis erros em sua aplicação, assim como técnicas de análise que poderão ser aplicados em um futuro próximo.

3 Métodos de classificação de carcaças de suíno ibérico

3.1 Percepção pelo toque

Inicialmente, a qualidade dos produtos dos suíno ibérico era reconhecida pela sensação obtida quando se tocava a gordura que cobre o pernil. Sensação de dureza era associada a animais alimentados com ração, enquanto a sensação de gordura macia e lisa refletia o consumo de bolotas pelos animais. A razão é que os cereais produzem gordura saturadda, resultando em sensação de dureza, enquanto que o alto teor de ácido oleico na bolota dá uma gordura macia.

Quando havia disponibilidade apenas de trigo ou cevada para os suínos, este era método confiável, mas quando outras matérias primas como milho e soja se tornaram acessíveis, com maiores teores de ácidos linoleico, a gordura dos animais alimentados com ração perdeu a dureza e começou a dar uma sensação de maciez da gordura semelhante ou maior que a dos animais terminados com bolotas. Outros fatores também intervêm nesta sensação de firmeza, como a quantidade e o tipo de colágeno no tecido adiposo, a temperatura ambiente em que os produtos estão e da experiência prévia do avaliador.

Em suma, esta é uma característica altamente subjetiva e há grande probabilidade de se cometer erros ao tentar reconhecer o tipo de dieta dos animais. No entanto, como ainda não há outra técnica não-invasiva para descobrir qual foi a dieta do animal, este método ainda é usado como guia para a classificação de pernis e paletas, i.e., se um produto é duro ao toque, pode-se assegurar que nenhuma ou poucas bolotas foram consumidas, mas se o produto é macio e oleoso, não se pode ter certeza se provém de um animal que foi alimentado na montanera.

3.1.1 Temperatura de fusão e deslizamento

A firmeza da gordura é, em parte, resultado de sua composição de ácidos graxos, que têm diferentes valores de temperatura de fusão. Esta temperatura de fusão aumenta à medida que aumenta o comprimento da cadeia de carbono e diminui à medida que o grau de insaturação aumenta. Assim, o ácido esteárico derrete a 69 ^{o}C, o oleico a 13,4^{o}C, o linoleico a -5^{o}C e o linolênico a -11^{o}C. Portanto, a temperatura

de fusão depende da composição de ácidos graxos da gordura. No entanto, como as gorduras são formadas por uma mistura de diversos glicerídios, sólidos e líquidos, não têm um ponto de fusão definido como as substâncias puras e a fusão ocorre em um intervalo de temperaturas.

Esta característica, devido ao equipamento necessário para determiná-la e as condições exigidas para realizar o teste, não é fácil de obter e tem sido muitas vezes substituída por uma aproximação, i.e., a temperatura de deslizamento. Este é o valor em que uma amostra de gordura, à medida que amolece, sobe por um tubo capilar, empurrada pela ação da água quente. Seu valor é sempre menor que a temperatura em que a gordura derrete completamente.

Em ensaios realizados com suínos terminados com diferentes dietas, foram obtidos valores entre 27 e 30^{o}C de temperatura de deslizamento da gordura de suínos alimentados com bolotas de carvalho, enquanto que os valores da gordura de suínos tipo recebo variaram entre 30 e 30,5^{o}C e os da gordura dos alimentados com cereais foi acima de 32^{o}C (M.A.P.A. - Ministério Espanhol da Agricultura, Alimentos e Pesca, 1984). Já Dobao *et al*. (1986) obtiveram com suínos ibéricos puros, valores de temperatura de deslizamento de 24,9^{o}C em animais alimentados com carvalho, enquanto que nos alimentados com ração ou farelo de cevada foi de 26,7 e 26,5^{o}C, respectivamente. Valores mais altos foram obtidos por Flores *et al*. (1988), tanto para animais alimentados com bolotas, como para os recebo e os alimentados com ração.

Como é fácil determinar a temperatura de deslizamento, este parâmetro foi reconhecido oficialmente (Ordem Ministerial de 7.11.88, publicada no Diário Oficial em 8.11.88). No entanto, apesar de ser mais objetivo que simplesmente tocar o animal, tem muitas margens de erro porque o seu valor pode variar com:

- A área anatômica de onde foi retirada a amostra
- As condições de armazenamento da gordura
- As condições de preparação da amostra ou da pessoa que faz a medida.

Além disso, este parâmetro pode ser facilmente modificado pela incorporação na ração de matérias primas com alto teor de gorduras com baixo ponto de fusão, obtendo-se temperaturas de deslizamento semelhantes ou menores que as obtidas em animais alimentados com bolotas.

Assim, temos uma situação similar ao da avaliação pelo tato: se um produto tem alta temperatura de deslizamento/fusão, pode ser assegurado que o animal não foi alimentado na montanera, ou o foi minimamente, mas se, ao contrário, a temperatura é baixa, não podemos assegurar que é derivada de um animal alimentado com bolotas.

A composição de ácidos graxos é uma característica que reflete claramente o regime alimentar pré-abate. Esta marcante influência da dieta sobre a composição de gordura, assim como a despesa e a dificuldade envolvidas na tentativa de controlar a adição de ração durante a montanera, fez com que começasse a se usar a composição de ácidos graxos da gordura subcutânea da carcaça para detectar suplementações de ração em grupos de animais abatidos.

Neste aspecto, desde 1995, o “modelo homologado de contrato de compra/venda de suínos ibéricos terminados para abate e processamento” estabeleceu valores de ácidos graxos que a amostra média de gordura subcutânea, retirada em cada grupo de animais incluído no contrato, deve ter para ser considerada bellota ou recebo. Estes valores estão na Tabela 2. Os principais critérios para a classificação dos grupos

como bellota ou recebo são: idade mínima e peso de entrada na montanera, duração da montanera, suplementação e qualidade analítica.

Tabela 2 — Critérios de classificação estabelecidos no Modelo Homologado de contrato em diversos anos.

CATEGORIA	ANO	Oleico (C18:1)	Palmítico (C16:0)	Esteárico (C18:0)	Linoleico (C18:2)
BELLOTA	95/96	>50 %	<22,5 %	<9,5 %	>6,5 - 10<
RECEBO		>48 %	<25 %	<11 %	<11 %
BELLOTA	96/97	>52 %	<22 %	<9,5 %	>6,5 - 9,5<
RECEBO		>50 %	<24 %	<10,5 %	<11 %
BELLOTA	97/98	>53 %	<21,5 %	<9,5 %	<9,5 %
RECEBO		>52 %	<23 %	<10, %	<10, %
BELLOTA	98/99	>54 %	<21 %	<9,5 %	<9,5 % (*)
RECEBO		>52 %	<23 %	<10,5 %	<10,5 %
BELLOTA	99/00	>54 %	<21 %	<9,5 %	<9,5 % (*)
RECEBO		>52 %	<23 %	<10,5 %	<10,5 %

* Valores acima de C18:2 até 10,5 eram aceitos se a % de C18:1 tivesse o mesmo aumento % acima de 54%.

Com o critério do reconhecimento da qualidade pelo tato ou temperatura de deslizamento, é fácil obter rações que produzam uma gordura animal com características semelhantes ao da produzida por bolotas. No entanto, isto é mais difícil quando a questão é atingir certos níveis dos quatro ácidos graxos. Portanto, o estabelecimento destes critérios permitiu o começo de certa padronização das categorias comerciais do suíno ibérico, fazendo com que seja mais difícil encontrar carcaças classificadas como bellota que tenham sido alimentadas exclusivamente com ração.

Este sistema de qualificação do suíno ibérico, entretanto, tem certas limitações, que deverão ser solucionadas para obter um sistema de classificação objetivo e confiável que possa ser usado por qualquer indústria, criador, especialista ou organização, da mesma forma que os sistemas de classificação de carcaças de suínos brancos. Estas limitações são:

1. Os níveis de ácidos graxos de cada categoria comercial são mudados a cada ano.

2. Como os níveis de cada categoria são estabelecidos por quatro ácidos graxos, nada indica o que acontece quando apenas um deles excede ou não alcança os níveis estabelecidos.

3. A determinação dos ácidos graxos é feita em uma amostragem média de gordura líquida, que é obtida por extração de um certo número de amostras de gordura subcutânea tomadas ao acaso das carcaças do grupo na linha de abate. Ao reduzir a medida a uma única amostra, qualquer variação presente no grupo não é levada em conta.

4. Com os avanços em nutrição animal e a formulação de rações, deve ser possível elaborar rações que permitam que a gordura de suínos que as consomem tenham níveis semelhantes dos quatro ácidos graxos que a dos animais alimentados na montanera.

Estas limitações poderiam ser remediadas tomando as seguintes medidas:

- Os níveis para cada categoria deveriam ser fixos, independente do ano. Isto significa manter a qualidade às custas da produção e não adaptar a qualidade à produção. A qualidade deve ser sempre a mesma, sendo a montanera boa ou ruim; a quantidade de produção em cada categoria variaria segundo as condições da montanera. Desta forma, os produtores, dependendo da sua montanera, poderão estimar o número de animais que podem terminar se quiserem obter qualidade máxima.

- O problema de classificação dos grupos cujas análises mostram que excedem ou não chegam aos níveis estabelecidos para qualquer dos ácidos graxos pode ser solucionado com a aplicação de técnicas de análise multivariada. Com o seu uso, a definição de uma categoria é baseada no perfil total de ácidos graxos, característico de cada tipo de dieta, e não em valores individuais. Um exemplo deste sistema de critérios de classificação é mostrado na seção 3.4, abaixo.

- A limitação tecnológica da análise de uma amostra média como representativa de todo um grupo, pode ser solucionada com a aplicação de técnicas de análises estereoscópicas de infravermelho próximo (NIRS), permitindo uma estimativa do teor de ácidos graxos, que é individualizada e viável para uso “on-line” nas indústrias, com a classificação das carcaças em tempo real. Este aspecto será analisado com mais detalhes na seção 4.

3.1.2 Classificação por critérios multivariados

Os sistemas de produção extensiva são muito diversos; por razões genéticas, devido à idade do animal ao entrar na montanera, a quantidade e a variedade de produtos que consome na dehesa, e os que podem ser suplementados antes ou durante o estágio da montanera. Isto significa que os resultados das análises não coincidem totalmente em grupos que, em termos gerais, parecem ser semelhantes quanto à raça e à exploração da montanera. Estas diferenças podem aumentar se, em vez de serem ibéricos puros, os animais são cruzados, e ainda mais se, além disso, a dieta montanera é suplementada com ração e/ou esta ração é formulada com alguma matéria prima em especial.

Nestas circunstâncias, as técnicas estatísticas de análise multivariada (como as análises fatorial, canônica e de componente principal) são ferramentas muito úteis para descobrir como os diversos fatores influenciam as características da gordura suína .

Estudos conduzidos desde 1982 pelo Departamento de Produção Animal da Faculdade de Agronomia e Florestas (E.T.S.I.A.M.) da Universidade de Córdoba sobre a influência dos fatores de produção na qualidade das carcaças e produtos do suíno ibérico permitiram a coleta de informações relativas a grupos de animais terminados

em diferentes anos (montanera ruim, média ou boa) usando apenas a montanera ou com suplementação de ração, em animais puros e em cruzas. A Tabela 3 mostra informações sobre alguns dos 70 grupos monitorados até agora (em cada ano, a base de dados é estendida com novos grupos controle para validar e atualizar os modelos).

Usando valores dos ácidos graxos (determinados por cromatografia gasosa) da gordura subcutânea de 1136 animais dos grupos monitorados, foi realizada uma análise de componente principal, cujos resultados estão na Tabela 4. A partir da análise, pode ser observado que o primeiro componente principal (PC 1) é responsável por quase 76% da variância da população e que 99% da variância está entre os quatro componentes principais. Portanto, os valores de componente principal de qualquer valor nos permitem encontrar o grau de semelhança com grupos de referências cujos hábitos alimentares e genética são conhecidos.

A Tabela 5 mostra a contribuição de cada variável às funções definidas pelos componentes principais. Cada componente principal é uma combinação de ácidos graxos, apesar de todos não terem a mesma importância. Por exemplo, no primeiro componente (PC1), o principal ácido graxo é o oleico (0,831078) (de forma positiva) e, em menor grau, os ácidos palmítico e esteárico, mas de forma oposta ao ácido oleico (-0,413500 e -0,366582, respectivamente). Isto é, pequenas variações no teor de ácido oleico têm uma importante repercussão nos valores do componente principal, enquanto que variações nos ácidos palmítico e esteárico têm menor efeito sobre os valores do componente principal, mas de forma oposta à influência do ácido oleico.

O segundo componente (PC2) é claramente definido pelo ácido linoleico (-0,848787), enquanto que o ácido seguinte em importância é o esteárico, mas de forma oposta (0,333743). O ácido esteárico (-0,73687) e o palmítico (0,594498) definem o terceiro componente(PC3). O quarto componente principal (PC4)é definido pelo ácido palmitoleico, junto com o ácido palmítico.

O primeiro componente principal fornece informações sobre a quantidade de bolotas de carvalho e/ou ração consumida pelos animais, uma vez que um alto consumo de bolotas faz com que a gordura dos animais tenha alto teor de ácido oleico e baixos teores de ácido palmítico, enquanto o consumo de ração tem o efeito oposto. Por outro lado, o segundo componente principal fornece informações sobre os regimes alimentares que incorporam certas matérias primas que podem causar aumento nos ácidos linoleico ou esteárico.

Plotando os componentes principais dos valores médios de cada grupo de referência (mostrados na Tabela 6 e na Figura 1), pode ser visto claramente onde os grupos de cada regime alimentar estão localizados e a influência da alimentação e da raça sobre o perfil de lipídios da gordura.

Ao analisar a tabela e a figura indicadas, pode ser visto que os animais alimentados apenas com ração (1, 2, 3, 4 e 5) estão localizados à esquerda do eixo do primeiro componente principal (PC1), um resultado dos baixos valores de ácido oleico e de altos valores de ácido palmítico. Os animais dos grupos 1 e 2 são muito próximos, já que comeram a mesma quantidade de ração, enquanto que nos grupos 3, 4 e 5, as coisas são diferentes. A diferença entre os grupos 3 e 4 é que o grupo 3 consumiu uma ração com 50% de cevada, que causou um aumento na saturação da gordura do animal, enquanto que o grupo 4 , devido ao seu maior teor de ácido linoleico, está localizado na região negativa do eixo do segundo componente secundário (CP2).

Tabela 3 — Grupos de suínos ibéricos, monitorados a campo, noa quais foi feita análise de amostras de gordura subcutânea da carcaça.

GRUPO	NºDE ANIMAIS	DIETA	DIAS NA MONTANERA	RAÇA
1	27	Ração		Ibérico & cruza
2	30	Ração		Cruza (25% Duroc)
3	19	Ração+ Farelo de cevada		Ibérico
4	9	Ração		Ibérico
5	11	Ração especial		
6	26	Ração c/ gordura, poucas bolotas		
7	49	Ração + semente de girassol		
8	8	“Montanera” + ração (2 Kg)	116	Cruza (50% Duroc)
9	21	“Montanera” + ração (2 Kg)	90	Cruza (50% Duroc)
10	34	“Montanera” + ração (2 Kg)	75	Cruza (50% Duroc)
11	22	“Montanera” + ração (>1,5 Kg)	60	
12	34	“Montanera” + Farelo de cevada (1,5 Kg)	90	Cruza (50% Duroc)
13	24	“Montanera” + ração (0,75 Kg)	63	Ibérico
20	18	“Montanera” +ração (0,25 Kg)	62	Ibéricos e cruzas
35	21	“Montanera” + ração (0,8 Kg)	82	Cruza (50% Duroc)
45	18	“Montanera” + ração (0,85 Kg)	125	Ibérico
52	50	“Montanera”	90	Cruza (50% Duroc)
58	48	“Montanera”	90	Cruza (25% Duroc)
59	23	“Montanera” + ração (0,85 Kg)	110	
60	14	“Montanera” + ração (0,85 Kg)	128	
65	49	“Montanera”	90	Ibérico
70	11	“Montanera” (sem suplementação)	75	Ibérico

Tabela 4 — Variância individual e total dos componentes principais, obtidas como uma função da percentagem de ácidos graxos na gordura subcutânea de carcaças de suínos ibéricos.

Componente Principal	Variância Individual	Variância Acumulada
PC 1	0,75753	0,75753
PC 2	0,17234	0,92987
PC 3	0,06132	0,99119
PC 4	0,00787	0,99907
PC 5	0,00093	1,0000

Tabela 5 — Contribuição de cada variável original (% de ácido graxo) nos primeiros quatro componentes principais.

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
Oleico	0.831078	0.314825	-0.006027	0.272978
Palmítico	-0.413500	0.258251	0.594498	0.561579
Esteárico	-0.366582	0.333743	-0.73687	0.114221
Linoleico	0.041031	-0.848787	-0.12802	0.356338
Palmitoleico	-0.047544	-0.048665	0.295244	-0.685631

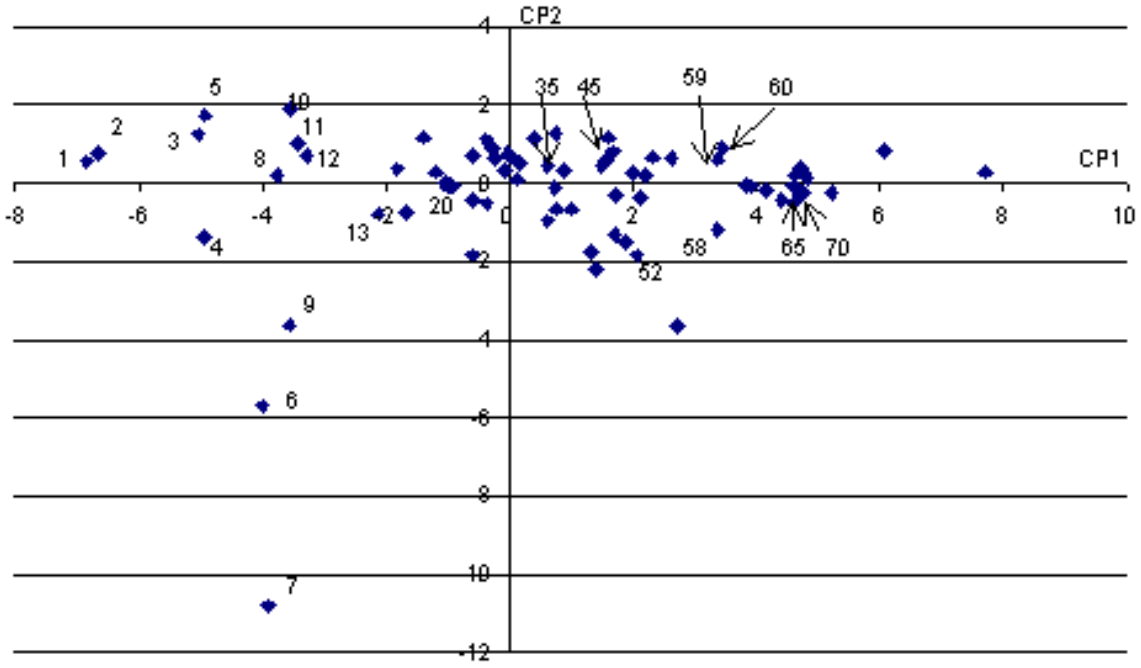


Figura 2 — Gráfico dos dois componentes principais obtidos uma função dos valores percentuais de ácidos graxos da gordura subcutânea de grupos de suínos ibéricos terminados com diferentes regimes alimentares.

Tabela 6 — Valores (%) do teor dos principais ácidos graxos na gordura subcutânea de suínos ibéricos e dos componentes principais, determinados como uma função da sua composição de ácidos graxos dos grupos de animais terminados com diferentes regimes alimentares.

	Ácidos graxos				Componente principal			
Grupo	C181	C160	C180	C182	PRIN1	PRIN2	PRIN3	PRIN4
1	47,7	24,0	12,5	8,3	-6,84672	0, 5491	0,47961	-0,15968
2	47,8	23,7	12,5	8	-6,66138	0,7481	0,39811	-0,54488
3	49,4	23,6	11,8	7,7	-5,04126	1,2518	0,85371	-0,28257
4	48,7	22,0	12,1	10,2	-4,94028	-1,3744	-0,81153	-0,03569
5	49,8	23,9	12,1	7,5	-4,93204	1,7446	0,71609	0,23235
6	48,3	20,4	10,9	14,2	-3,99758	-5,6994	-1,44719	0,38201
7	46,9	19,2	9,3	18,7	-3,90323	-10,8133	-1,4902	0,60958
8	50,1	22,5	11,3	8,7	-3,76607	0,1871	0,34738	-0,2043
9	49,2	21,7	10,0	12,1	-3,56717	-3,6226	0,39987	0,16381
10	50,9	23,1	11,7	7,3	-3,55338	1,9157	0,58374	-0,10216
11	50,7	21,8	12,5	8,2	-3,42412	1,0347	-0,98119	-0,26904
12	50,7	22,0	11,9	8,4	-3,28342	0,7115	-0,41625	-0,22255
13	51,2	21,9	10,1	9,6	-2,12695	-0,786	0,75308	-0,05734
20	52,5	21,8	9,9	9,1	-0,94765	-0,04	0,86766	0,10893
35	53,9	21,1	9,6	8,7	0,60838	0,4691	0,65629	0,05832
45	54,8	20,8	9,4	8,7	1,55848	0,6131	0,59037	0,18124
52	54,4	19,7	8,6	10,8	2,05557	-1,8512	0,28901	0,04268
58	55,7	19,3	8,4	10,3	3,36368	-1,17789	0,19571	0,10904
59	56,3	19,7	9,1	8,8	3,37402	0,61624	0,13564	-0,02566
60	56,4	19,6	9,2	8,5	3,44951	0,90991	0,04031	-0,15
65	56,9	19,2	7,8	9,7	4,58815	-0,52663	0,70701	-0,03901
70	57,0	18,3	8,5	9,4	4,77449	-0,23932	-0,30604	-0,54408

Às vezes, devido à escassez de bolotas de carvalho, suplementa-se ração durante a montanera para aumentar o número de animais na dehesa. Desta forma, se torna fácil controlar a quantidade média de ração recebida pelos animais, mas não a quantidade de bolotas consumidas. Esta proporções bolotas/ração, assim como o tipo de concentrado, determinam o perfil de ácidos graxos da gordura subcutânea. Assim, se pode ver que nos grupos 8, 9, 10, 11 e 12, cuja suplementação média de ração foi entre 1,5 e 2 kg por animal, os valores de ácido oleico são mais altos (ou mais baixos no caso do ácido palmítico) do que os dos grupos que consumiram apenas ração, mas não é possível indicar qualquer valor de ácido graxo que diferencie este tipo de ração.

No entanto, observando-se os valores de componente principal (PC1, PC2, Tabela 6 e Figura 1) obtidos com a composição de ácidos graxos, pode ser visto que todos têm valores de PC1 entre -4 e -3, e aqui é possível diferenciar os animais alimentados exclusivamente com concentrados dos que comeram uma certa quantidade de bolotas de carvalho.

Dentro dos grupos alimentados com ração, o grupo 6 (terminado com uma ração gordurosa, com pouquíssimo consumo de bolotas) e o grupo 7 (cuja dieta foi baseada em ração e sementes de girassol) devem ser mencionados. O consumo de semente de girassol levou a altos valores de ácido linoleico (18,7%) na gordura subcutânea de animais do grupo 7. Portanto, os altos valores deste ácido nos grupos 6 (14,2%) e 9 (12,1%) resultariam da inclusão de alguma matéria prima rica em ácido linoleico na ração.

A sensação ao toque da gordura do pernil nos grupos 6, 7 e 9, tanto na carne fresca, quanto na curada, é provavelmente melhor ou similar que a dos animais que consumiram apenas bolotas de carvalho e, com este critério de controle de qualidade (toque), todos os animais seriam classificados no tipo “bellota”, mas, com o controle da composição da gordura, pode se ver claramente que a sua classificação seria “alimentado com ração”.

Do outro lado da escala estão os grupos de animais que foram terminados aproveitando o uso da montanera, como, por exemplo, os grupos 52, 58, 65 e 70. Em todos, a percentagem de ácido oleico foi acima de 54% e de palmítico de menos de 20%, com valores variáveis de esteárico e linoleico. No entanto, houve outros grupos, como o 59 e 60, que consumiram ração na montanera e tiveram valores de ácidos oleico iguais ou maiores do que alguns citados anteriormente. Assim, não é fácil determinar o regime alimentar pré-abate dos animais a partir de valores de composição de ácidos graxos.

Por outro lado, quando são calculados os componentes principais dos grupos, podem ser vistas diferenças marcantes entre os grupos montanera pura e montanera suplementada com ração. Assim, o grupo 70 tem os valores mais altos do CP1, seguido pelo grupo 65, ambos correspondentes a suínos ibéricos puros. Os grupos 52 e 58 também foram de animais terminados exclusivamente na montanera, na mesma granja e junto com os animais do grupo 65, mas de diferente linhagem genética. Enquanto o grupo 65 era composto de ibéricos puros, o grupo 52 era uma cruza 50% Duroc e o grupo 58 era de animais Duroc com 75% de sangue ibérico. Ao observar os valores de ácido oleico e linoleico, pode ser visto que, quanto maior o grau de sangue ibérico, maiores são os valores de ácido oleico e menores os de linoleico em sua gordura.

Em vista da influência exercida pela adição de matérias primas com alto teor de ácido linoleico sobre o valor deste ácido graxo na gordura subcutânea da carcaça (grupo 7), os valores dos grupos 52, 58 e 65 seriam o resultado do efeito da raça e do tipo de alimentação. Os altos valores de ácido linoleico seriam conseqüência de uma pré-montanera com ração rica em ácido linoleico e que, apesar de uma montanera longa, não conseguiram chegar nos valores normais de montanera e pré-montanera sem alimentação especial, como ocorreu com o grupo 70.

Isto também poderia ser resultado do regime alimentar e do desempenho fisiológico dos tipos genéticos. O maior crescimento dos cruzados poderia ser causado pelo maior consumo de ração do que os animais puros, e estes, na montanera, por serem mais adaptados a este ambiente, poderiam ter consumido uma maior quantidade de bolotas de carvalho do que os animais cruzados. Este consumo de bolotas seria a razão dos valores mais altos de ácido oleico e de menores para os ácidos esteárico e linoleico.

A influência deste importante consumo de bolotas pode ser vista nos resultados dos grupos 59 e 60, que, apesar de terem demonstrado um consumo razoável de ração, tiveram valores de ácidos graxos semelhantes aos dos ibéricos na montanera por causa de sua longa permanência na montanera (mais de 100 dias). A suplementação de ração para os suínos ibéricos, sem adição de qualquer substância gordurosa especial, resultou em gordura com mais ácido esteárico e menos linoleico que nos grupos 52 e 58.

Os suíno tipo recebo foram intermediários. Em relação ao conceito de suíno recebo, podem ser distinguidos dois tipos. O recebo clássico fuça a montanera e, quando esta termina, os animais recebem ração ou grão atingirem o peso de abate. O outro tipo de recebo é o “recebo técnico”, em que a montanera é suplementada com ração para que os animais atinjam o peso de abate mais cedo.

No entanto, a quantidade de ração suplementada durante a montanera e a raça do suíno têm influência sobre os resultados da composição de ácidos graxos, como foi demonstrado com animais terminados com ração ou na montanera. Assim, no caso dos grupos 35 e 43, a menor duração da montanera do grupo 35 (82 dias) em comparação à do grupo 45 (125 dias) e os animais eram cruzas (grupo 35) em vez de puros seriam as causas da diferença em uma unidade de teor de ácido oleico e do grupo 45 estar mais próximo do 52 (montanera) do que do 35.

Outro caso claro da influência da dieta pode ser visto nos grupos 13 e 20, com durações similares de montanera. Enquanto o grupo 13 foi suplementado com uma média de 750 g por cabeça por dia, no grupo 20, a quantidade média de ração suplementada foi de 250 g de ração/cabeça/dia. Esta maior quantidade de ração, suplementada provavelmente devido à uma diminuição de bolotas na granja (ou para aumentar o número de animais) seria responsável pelo teor mais baixo de ácido oleico e mais alto de esteárico na gordura subcutânea.

Portanto, na terminação de suínos ibéricos na montanera, os resultados analíticos dependem do tipo genético, do tipo de alimento suplementado e de como o alimento é usado. A Tabela 6 mostra, com valores simples dos ácidos graxos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, que os animais que foram terminados apenas na montanera e os que tiveram um longo período de montanera com um consumo moderado de ração entram na mesma categoria.

No entanto, se os critérios de classificação por categorias de qualidade fossem estabelecidos por meio de índices, que são uma função do conjunto de ácidos graxos, então será possível diferenciar os grupos de suínos ibéricos puros da montanera (grupos 65 ou 70) dos que receberam alguma suplementação de ração (grupos 59 ou 60) ou dos que não consumiram ração durante a montanera, mas que receberam ração rica em gorduras poli-insaturadas pré-montanera (52 ou 58), de forma que mesmo sem consumir qualquer tipo de concentrado durante a montanera, esta insaturação causada pela ração pré-montanera poderia ter conseqüências desfavoráveis ao processo de cura e à qualidade do produto final.

Portanto, pode ser observado que fornecer certos alimentos aos animais pode afetar sua combinação de ácidos graxos, de forma que estes ácidos podem ser semelhantes com dois tipos de alimento (montanera e ração), mas não os índices que dependem de um conjunto de vários ácidos graxos. Para determinar as características dos índices dos diferentes regimes alimentares, é necessário estabelecer grupos de referência bem definidos dos tipos comerciais “bellota”, “recebo” e “ração”, e permanentes para todos os anos, de forma que a qualidade dos produtos seja sempre a mesma.

Para qualquer grupo de animais de regime alimentar desconhecido pertencer a uma categoria de qualidade, isto seria decidido pela distância mínima deste grupo de qualquer dos grupos de referência de um regime alimentar conhecido.

4 Técnicas de caracterização da gordura de suínos ibéricos

O problema da formulação de rações para “imitar bolotas de carvalho” tem grande repercussão. Todos querem fazer isso, mas envolveria mais problemas do que benefícios. Significaria o desaparecimento da produção do suíno ibérico, do sistema silvopastoril da dehesa e, consequentemente, dos produtos genuínos feitos a partir disso. Portanto, é necessário continuar buscando compostos ou parâmetros que identifiquem a carne e a gordura dos animais terminados na montanera e que os diferencie do resto dos animais.

A variedade de sistemas de produção e a variabilidade genética significam que as características dos produtos obtidos, inclusive do mesmo grupo de animais, não são homogêneas e, para descobrir a verdadeira qualidade das carcaças e dos produtos, as carcaças dos grupos devem ser analisadas e classificadas individualmente. Até agora, os critérios analíticos foram aplicados aos valores de ácidos graxos de uma amostragem média de gordura, obtida a partir de um número variável de amostras de gordura subcutânea retiradas ao acaso das carcaças. No entanto, com exceção dos grupos alimentados com ração e dos com alto consumo de bolotas de carvalho, é possível que a amostragem média não reflita a composição de cada indivíduo que compõe o grupo.

No momento, a realização de análises individualizadas de ácidos graxos por cromatografia gasosa em grupos de animais não é viável (devido ao custo e ao tempo despendido), mas o desenvolvimento de técnicas de análise de estereoscopia de infravermelho próximo (NIRS) abriu novas possibilidades para o controle da qualidade de carcaças individuais.

4.1 Técnicas de Estereoscopia de Infravermelho Próximo (NIRS)

O método da esteroscopia é baseado na quantificação da vibração das moléculas a partir da energia de absorção medida por um espectrofotômetro. O valor de absorção de energia é estabelecido como a comparação da energia transmitida ou refletida com a intensidade da energia incidente (Murray e Williams, 1987).

Entre as vantagens da técnica do NIRS em relação a outros métodos tradicionais de análises estão: a rapidez do método, a possibilidade de fazer diversas determinações de uma mesma amostra, não ser poluente (uma vez que não necessita de reagentes e não produz resíduos para fazer as determinações) e que os dados obtidos podem ser usados para análises quantitativas e qualitativas.

As primeiras aplicações da técnica NIRS para estimar a percentagem de ácidos graxos no suíno ibérico foram realizadas por De Pedro *et al*. (1992). A precisão das equações obtidas, baseada no coeficiente de determinação (R^2) e no desvio padrão da validação cruzada (ETVC) do ácido oleico (R^2=0,95; ETVC=0,56), palmítico (R^2=0,94; ETVC=0,46), linoleico (R^2=0,93; ETVC=0,33), mirístico (R^2=0,70; ETVC=0,09), esteárico (R^2=0,83; ETVC=0,49) e palmitoleico (R^2=0,79; ETVC=0,26) revelam que esta é uma técnica viável para se estimar os ácidos graxos na gordura do suíno ibérico.

Gonzales (1997) também desenvolveu equações para estimar os ácidos graxos de suínos ibéricos através do método NIRS, apesar de alguns valores obtidos para o erro padrão da validação cruzada para todos os ácidos graxos serem mais altos que os obtidos por De Pedro *et al*. (1992) (ETVC oleico=0,59-0,56; ETVC palmítico=0,43-0,46; ETVC esteárico=0,58- 0,49; ETVC linoleico=0,36-0,33)

Mais recentemente e com um maior número de amostras (345), García-Olmo (1999), usando técnica de transmissão dupla, obteve equações de predição para os ácidos palmítico, esteárico, oleico e linoleico, com 0,4 ml de gordura, com melhores valores de R^2 e de ETVC. Estes valores foram 0,97 e 0,28 para o ácido palmítico, 0,98 e 0,24 para o esteárico, 0,99 e 0,25 para o oleico e 0,99 e 0,18 para o linoleico. Isto permitiria uma análise individualizada das amostras de cada animal e, portanto, uma classificação individualizada da carcaça, a mesma que a feita atualmente para suínos brancos.

Mas o regime alimentar especial dos animais na montanera contribui com certos compostos mínimos aos seus produtos que não são fáceis de simular, como certos ácidos graxos. Assim, López-Bote (1998) relatou que o teor de vitaminas na carne de suínos ibéricos terminados na montanera era mais alto que em suínos alimentados com ração e até mesmo que os alimentados com rações enriquecidas com vitamina E. Estes compostos (vitaminas, produtos voláteis e aromáticos, etc.) têm influência não apenas nas características de qualidade da carne, mas também no espectro da carne e da gordura.

Foi demonstrado em alguns artigos (Hervas *et al*., 1994; De Pedro *et al*.1995 e Martinez, 1996) que o uso da informação de espectro do NIRS na discriminação de tipos de grupos através de seu regime alimentar é igual ou até melhora a precisão dos métodos de classificação de grupo com técnicas de análises múltiplas (componentes principais e discriminante). Uma pesquisa conduzida recentemente por Benito (2000) demonstrou a possibilidade de chegar a 100% de diferenciação de amostras de gordura de animais “alimentados com cereais”, “recebo” e “bellota”, com base nas informações do espectro fornecidas pela técnica NIRS sem a necessidade de saber a composição química da amostra.

4.2 Outras técnicas analíticas para controle de qualidade

O setor do suíno ibérico está em constante mudança e todos os grupos de pesquisa estão sempre buscando parâmetros indicadores para poder garantir ao consumidor ou ao comprador o maior grau de precisão possível de que o produto que estão adquirindo corresponde ao tipo genético do animal ou ao regime alimentar que foram submetidos no final do processo de terminação.

Com relação ao controle dos tipos genéticos, o uso de diversos marcadores genéticos de diagnóstico permite a diferenciação de tipos genéticos (ibéricos puros e diferentes percentagens de cruzas) (Silió, 1999; Ovillo *et al*., 2000), mesmo quando são morfologicamente iguais. Isto é de grande interesse, especialmente tendo em vista a identificação do tipo genético de membros (pernil ou paleta) depois que foram retirados da carcaça, pois, sob estas circunstâncias, é ainda mais difícil identificar o tipo genético a que pertencem.

Outras técnicas se dirigem à avaliação do teor de triglicerídios (Díaz *et al*., 1996, Vidal, 1996) bas frações voláteis, não-saponificáveis (Vidal, 1996; Ventanas *et al*., 1999) isótopos ($\delta\ ^{13}$ C) (Gonzalez-Martín *et al*., 1999) ou técnicas de controle de sabor por olfatometria eletrônica (Gonzalez-Martin, 2000), com resultados promissores.

No entanto, por causa do tempo requerido para realizar as medidas e da complexidade das análises, sua aplicação “on line” parece ser menos viável que a técnica de espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS).

5 Conclusões

O regime de produção extensiva do suíno ibérico, explorando a montanera, confere características diferenciais aos produtos obtidos de animais terminados desta forma.

Algumas destas características diferenciais são os ácidos graxos da sua gordura subcutânea, mas a incorporação de certas matérias primas às rações usadas para alimentar os animais pode alterar o perfil de ácido graxo desta gordura subcutânea e fazer com que fique mais próxima do perfil típico de suínos alimentados exclusivamente com bolotas de carvalho quando se usam parâmetros simples para avaliar a sua qualidade.

O uso de índices de qualidade por métodos multivariados baseados em combinações de parâmetros que reflitam o regime alimentar e a raça dos animais permite uma classificação objetiva e individualizada das carcaças e produtos derivados.

O uso de técnicas novas, rápidas, precisas e confiáveis de análise como o NIRS permitem uma classificação individualizada das carcaças de suínos ibéricos e, portanto, dos produtos obtidos destas carcaças.

6 Agradecimentos

O autor gostaria de agradecer à Cooperativa de Criadores do Valle de los Pedroches (COVAP) por sua colaboração no controle dos animais a campo e abate de suínos ibéricos; ao Departamento de Produção Animal (Setor de Suínos) da granja “La Orden” (Governo Autônomo da Extremadura) pelas informações sobre grupos de controle de suínos ibéricos; à equipe do Laboratório de Agricultura de Córdoba,

pertencente ao Governo Autônomo da Andaluzia, por realizar todas as análises químicas das amostras; ao Serviço Centralizado do NIRS - Banco de Amostras da Universidade de Córdoba, cujos instrumentos, software, informações bibliográficas e computadores foram um fator essencial ao nosso trabalho de pesquisa com a tecnologia do NIRS. Este artigo foi possível graças ao apoio financeiro do Projeto n. 8001-ct90-0013 da CEE.

7 Referências Bibliográficas

ANTEQUERA T., LÓPEZ-BOTE C., CÓRDOBA J.J., GARCÍA C., ASENCIO M.A., VENTANAS J., GARCÍA-REGUEIRO J.A. e DÍAZ I., 1992. Lipid oxidative changes in the processing of Iberian pig hams. *Food Chem.* **45**: 105–110.

APARICIO J.B. 1988. *El Cerdo Ibérico.* Prêmio de pesquisa outorgado por Sánchez Romero Carvajal. Jabugo (Huelva).

BENITO J., VÁZQUEZ C. MENAYA C., FERRERA J.L., ROMERO A., GARCÍA-CASCO J., 1998. Utilización del alperujo de aceituna como suplemento de la ración en el cerdo Ibérico de primor. *Solo Cerdo Ibérico*, **1**: 45–51.

BENITO R., 2000. Estudio de la influencia de la forma de presentación de grasa de cerdo Ibérico para su análisis cuantitativo e cualitativo. *Trabalho de conclusão de curso.* ETSIAM. Universidad de Córdoba.

BUXADÉ, C. 1984. *Ganado porcino*. Ed. Mundi Prensa.

CASILLAS M., 1994. *Metodología de caracterización de grasa de cerdo Ibérico para el control de calidad de sus productos.* Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos e de Montes. Universidad de Córdoba.

CAVA R., RUÍZ J., LÓPEZ-BOTE CL., MARTÍN L., GARCÍA C., VENTANAS J., e ANTEQUERA T., 1997. Influence of Finishing, Diet on Fatty Acid Profiles of Intramuscular Lipids, Triglycerides and Phospholipids in Muscles of the Iberian Pig. *Meat Science*, **45** (2): 263–270.

CAVA R., 1997. Efecto de la alimentación sobre los fenómenos oxidativos desarrollados durante la maduración del jamón de cerdo Ibérico. *Tese de doutorado*. Universidad de Extremadura.

DE LA HOZ L., LÓPEZ M.O., CAMBERO M.I., MARTÍN-ALVAREZ P.J., GALLARDO E. ORDOÑEZ J.A., 1993. Fatty acids of iberian pig liver as affected by diet. *Archiv für Lebensmittelhygiene* **4**: 102–103.

DE PEDRO E.J., GARRIDO A., BARES I., CASILLAS M., e MURRAY I., 1992. Application of near infrared spectroscopy for quality control of Iberian pork industry. En *"Near infra-red spectroscopy Bridgin the Gap between Data Analysis and IR Applications*:".pp **345**–348. Edtrs. K.I. HILDRUM, T.ISAKASSON, T. NAES and A. TANDBERG. Noruega.

DE PEDRO E.J., GARRIDO A., LOBO A., DARDENE P. and MURRAY E., 1995. Objective classification of Iberian pig carcasses: GC v NIRS. En *"Leaping ahead with near infrared spectroscopy"* pp 291–295. Edtrs G.D. BATTEN, P.C. FLINN L.A. WELSH and A.B. BLAKENEY. Australia.

DOBAO Mª. T., GARCÍA DE SILES J.L., DE PEDRO E.J., RODRIGAÑEZ J., SILIO. L., 1986. Efectos del Ejercicio y tipos de ceba sobre las características de canal de cerdos Ibéricos. *Proc. 9ºCongreso Internacional IVPS.406*. Barcelona.

FLORES J., BIRON C., IZQUIERDO L. E NIETO P., 1988. Characterization of green hams from iberian pigs by fast analysis of subcutaneous fat. *Meat Sci.* **23**: 253–262.

GARCÍA C., BERDAGUÉ J.J., ANTEQUERA T., LÓPEZ-BOTE C., CÓRDOBA J.J. e VENTANAS J., 1991. Volatile components of dry cured Iberian ham. *Food Chem.* **41**: 23–32.

GARCÍA-OLMO J., 1999. Clasificación de canales de cerdo Ibérico mediante espectroscopía en el infrarojo cercano (NIRS). *ANAPORC*, **192**: 113–141.

GARCÍA-OLMO J., DE PEDRO E., GARRIDO-VARO A., JIMENEZ A., SALAS J., E SANTOLALLA M., 2000. Fatty acids analysis of Iberian pig fat by near infrared spectroscopy (NIRS). In "*Options Méditerranéennes: Tradition and Innovation in Mediterranean pig production*" (Edtrs.AFONSO DE AMEIDA J.L. E TIRAPICOS NUNES) Serie A, nº**41**: 191–195 Zaragoza.

GARRIDO A., GÓMEZ A., GUERRERO J.E. e FERNANDEZ V., 1996. NIRS: Una tecnología de apoyo para un servicio integral en alimentación animal. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. *FEDNA*. 275–303.

GONZÁLEZ A., 1997. Contribución al estudio de los piensos utilizados en el cebo del cerdo Ibérico. *Tesis Doctoral*. Universidad de Extremadura.

GONZALEZ-MARTÍN I., GONZÁLEZ-PÉREZ C., HERNÁDEZ-MENDEZ J., MARQUÉS-MACÍAS E. e SANZ-POVEDA F., l.999. Use of isotope analysis to characterize meat from Iberian-breed swine. *Meat Science*, **52**: 437–441.

GONZALEZ-MARTÍN I., GONZÁLEZ-PÉREZ C., PÉREZ-PAVÓN J.L., HERNÁDEZ-MENDEZ J., SANCHEZ-GONZÁLEZ C.I., ALVAREZ-GARCÍA N., 2000. Nuevas tecnicas analíticas para la caracterización de los productos del cerdo Ibérico: isótopos estables y nariz electrónica. En "*II Jornadas Técnicas del Cerdo Ibérico*" Salamanca. pp 109–130

HERVAS C., GARRIDO A., LUCENA B., GARCIA N. E DE PEDRO E., 1994. Near infrared spectroscopy of Iberian pig carcasses using an artificial neural network. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*. **Vol. 2**: 177–184.

LÓPEZ BOTE C., ISABEL B. e REY A.I., 1998. Alimentación del cerdo ibérico y calidad de la producción cárnica. *ANAPORC*, 17**7**: 50–72.

M.A.P.A.(Spanish Ministry of Agriculture, Food and Fisheries), 1984. Una imagen de calidad. *Los productos del cerdo Ibérico*. Ed. M.A.P.A.. Madrid.

MARTINEZ Mª. L., 1996. Aplicación de la técnica NIRS al estudio de la composición química de carne de jamón de cerdo Ibérico: Contrastación de tres tipos de cebas. *Trabalho de conclusão de curso*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos e de Montes. Universidad de Córdoba.

MURRAY I. e WILIAMS P.C. 1987. Chemical principles of Near-Infrared technology. Near-Infrared Technology. En: "The agricultural and food industries". Eds Willians P., Norris K.. *American Association of cereal Chemists*, Inc. St. Paul, Minnesota, USA, pp. 17–37.

OVILO C., BARRAGAN, M.C., CASTELLANOS C., RODRIGUEZ M.C., SILIÓ L. e TORO M.A., 2000. Application of molecular markers (RAPD, AFPL and Microsatellites) to Iberian pig genotype characterization. En "*Options Méditerranéennes: Tradition and Innovation in Mediterranean pig production*" (Edtrs.AFONSO DE AMEIDA J.L. E TIRAPICOS NUNES) Serie A, nº**41**: 79–84. Zaragoza

RUIZ J., 1996. Estudio de los parámetros sensoriales y fisico-químicos implicados en la calidad del jamón Ibérico. *Tesis doctoral*. Universidad de Extremadura.

SHENK J.S. e WESTERHAUS M.O., 1995. Analysis of Agricultural and Food Products by Near Infrared Reflectance Spectroscopy. *Monograph*. NIRSystems, Inc., 12101 Tech Road, Silver Spring.

SHENK J.S. e WESTERHAUS M.O., 1996. Calibration the ISI way. En "*Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves*". Eds. Davies, A.M.C. e Williams, P.C. NIR Publications. Chichester. UK pp: 198–202.

SILIÓ L., 1999. Marcadores genéticos. En "*I Jornadas sobre el cerdo Ibérico y sus productos*", pp 45–50. Ed. Estación Tecnológica de la Carne de Castilla e León.

TEJADA J.F., 1999. Estudio de la influencia de la raza e la alimentación sobre la fracción lipídica intramuscular del cerdo Ibérico. *Tese de doutorado*. Universidad de Extremadura.

VENTANAS J., ANDRÉS A.I., CAVA R., TEJADA J.F. e RUÍZ J., 1999. Composición y características de la grasa en el cerdo Ibérico e influencia sobre la calidad del jamón. En "*I Jornadas sobre el cerdo Ibérico e sus productos*", pp 213–218. Ed. Estación Tecnológica de la Carne de Castilla e León.

VIDAL M.C., 1996. Influencia de la materia prima en la calidad y en el aroma del jamón curado de cerdo Ibérico. *Tese de doutorado*. Universidad de Extremadura.

WILLIAMS P.C. E SOBERING D., 1996. How do we do it: a brief summary of the methods we use in developing near infrared calibrations En "*Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves*". Eds. Davies, A.M.C. e Williams, P.C. NIR Publications. Chichester. UK pp. 185–188.

A QUALIDADE DA CARNE SUÍNA E SUA INDUSTRIALIZAÇÃO

Nelcindo N. Terra Leadir L. M. Fries

Universidade Federal de Santa Maria
Rio Grande do Sul – Brasil

Durante as últimas décadas tem sido dado grande ênfase, quando da seleção das carcaças suínas, no critério de qualidade representado pela quantidade de carne magra (ANTÓN, 1994). Optou-se por carcaças com alto conteúdo em músculo e carentes em gordura, buscando, em grande parte, atender ao consumidor não desejoso em consumir gordura animal, face a intensa correlação para com as doenças cardio-vasculares. A carne consumida como tal, tinha como principal critério de qualidade a alta quantidade de carne magra em detrimento da gordura, critério este insuficiente quando consideramos a transformação dessa carne em produtos cárneos seguros e de qualidade. A realização integral da suinocultura acontece somente quando da sua industrialização.

Recentemente, vários países, salientando-se os produtores de produtos cárneos industrializados, tais como a Itália, Alemanha e França, passaram a preocuparem-se também com a produção de carne para a industrialização. Nesses países, a carne suína é principalmente consumida como produto industrializado. Em nosso país, o inverso é verdadeiro, daí a necessidade de uma atenção muito grande no fornecimento de uma carne compatível com a qualidade do produto cárneo. Saliente-se que a qualidade de qualquer produto cárneo depende, principalmente, da qualidade da carne utilizada como matéria prima.

Quando preocupa-se com a qualidade da carne como matéria prima deve-se enfatizar dois fatos maiores, quais sejam: características microbiológicas e aptidão tecnológica.

As boas práticas de higiene do animal antes do abate são importantes, pois a carga microbiana presente no couro do animal pode exceder a 10^9 UFC/cm^2 e podem contaminar a carne durante a operação de esfola. Esta microbiota presente no couro do animal é formada por bactérias Gram negativas, como Acinetobacter, Alcaligenes, Flavobacterium, Moraxella, Pseudomonas, enterobactérias e por bactérias Gram positivas como Brochotrix thermosphacta, Bacillus, Micrococcus e Staphylococcus bem como bolores e leveduras (LEE & FUNG, 1986). Normalmente, em condições aeróbicas, a microflora predominante é representada por Pseudomonas e em condições anaeróbicas, por bactérias do gênero Lactobacillus, os quais são microrganismos que podem se desenvolver em temperaturas de refrigeração e constituem a flora deteriorante da carne durante seu armazenamento. Por outro lado, *Clostridium botulinum*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Aeromonas hidrophila* são exemplos de microrganismos patogênicos, que também podem se desenvolver em temperaturas de refrigeração (PALUMBO, 1986).

Durante o processo de abate, a esfola e a evisceração são considerados pontos críticos de controle que poderão determinar uma maior ou menor contaminação das carcaças. A esfola é a etapa que mais contribui para a contaminação da carcaça, pois

a microbiota do couro é constituída por microrganismos provenientes do solo e matéria fecal. Desta maneira, é de extrema importância a higienização do animal antes de sua entrada na sala de abate. Por outro lado, a carcaça inevitavelmente entra em contato com o couro, patas, pêlos, utensílios (facas), equipamentos, manipuladores (uniformes), água de lavagem e com o ar do abatedouro. Os equipamentos devem ser sanitizados eficientemente e os uniformes dos manipuladores bem higienizados assim como a saúde dos mesmos deve ser controlada. Portanto, quanto maior for o número de animais abatidos por dia, maior serão os riscos de contaminação cruzada. Após a esfola, a superfície da carcaça poderá conter uma microbiota mista entre 10 textsuperscript2 a 10^4 UFC/cm^2 (DAINTY & MACKEY, 1992), dependendo dos cuidados durante o processo.

Já na evisceração, a carcaça poderá ser contaminada pela flora gastrointestinal, urina, leite, entre outros. Devido a elevada carga microbiana. as vísceras deverão ser removidas por inteiro, sem qualquer perfuração que possa originar um vazamento do material contido nelas, com a conseqüente disseminação de microrganismos patogênicos entéricos. Nesta etapa, cuidado especial deve-se ter em relação a perfuração do intestino do animal, o qual é a fonte principal da contaminação cruzada nesta etapa. Os funcionários envolvidos no abate dos animais devem ser treinados e ter suas funções bem definidas e supervisionadas pelo responsável do controle de qualidade.

Um programa de higiene (limpeza e desinfecção) deve ser implementado na sala de abate, incluindo os utensílios, equipamentos, manipuladores e o ambiente, assim como na sala de estocagem, desde a recepção do animal vivo até a obtenção do produto final. Portanto, para adquirir uma matéria prima cárnea com qualidade microbiológica, todos os procedimentos antes e durante o abate, devem ser rigorosamente higiênicos e o pessoal envolvido tanto na limpeza como na manipulação das carcaças e nos seus respectivos cortes, devem ser bem treinados, conhecendo nos mínimos detalhes suas funções e as possíveis conseqüências da falha das mesmas.

A carne deve ser apta tecnologicamente tendo em vista o processamento tecnológico a que será submetida, quando da fabricação do produto cárneo industrializado. Por exemplo, se deseja-se fabricar um produto cozido, a carne deverá ser submetida a ação de calor quando terá a tendência a perder suco, mudança de textura, perda de nutrientes e modificações de coloração. A carne apta deverá apresentar em menor intensidade os efeitos negativos frente ao tratamento térmico, caracterizando-se por alta capacidade de retenção de água.

1 Fatores que Interferem na Qualidade da Carne

Os fatores que afetam a qualidade da carne, quando matéria prima, podem ser agrupados em:

1.1 Fatores Intrínsecos do animal:

Durante todo o período ante-mortem, os suínos estão submetidos a vários tipos de estresse que se refletem em uma desqualificação da carne, matéria prima

desqualificada pelo pH, coloração e textura incompatíveis com a qualidade do produto cárneo. Existem raças com diferentes sensibilidades ao estresse, daí o exercício dos geneticistas na busca dos cruzamentos. Em nosso país são abatidos somente machos castrados e fêmeas, já em países onde a prática corrente do abate de machos inteiros, o odor sexual passa a ser uma preocupação a mais (DIESTRE, 1990).

1.2 Manejo ante-mortem e o abate

O período ante-mortem compreende vários eventos e operações como o jejum, o transporte, a espera no abatedouro e o próprio abate, que atuando como fatores de estresse agudo ou crônico, podem isoladamente ou em conjunto afetar a longo ou curto prazo o desenvolvimento dos processos metabólicos musculares (TARRANT, 1989; SANTORO e FAUCITANO, 1996; FAUCITANO, 1998).

O jejum dos suínos antes do transporte ao abatedouro é uma prática interessante, pois além de contribuir com o bem-estar dos animais durante o transporte e prevenir as contaminações cruzadas durante a evisceração, permite uma maior estabilidade da cor e retenção de água, tão importantes por ocasião da industrialização (LOPEZ - BOTE e WARRISS, 1988). Considera-se ótimo o intervalo de jejum total entre 16 e 24 horas (CALVAR e PELLOIS, 1987; EIKELENBOOM *et al*, 1989).

O carregamento dos animais é um dos pontos mais críticos, pois neste momento os suínos passam de um lugar que lhes é familiar para um lugar desconhecido, fechado e com pouco espaço, além de se juntarem com outros lotes. Todas estas adversidades incrementam o estresse com perda de qualidade da carne.

A etapa de espera no abatedouro permite aos animais recuperarem-se do estresse do transporte, favorecendo a recuperação dos níveis de glicogênio. Se mal aplicada, esta etapa, poderá representar um estresse adicional. Suínos abatidos logo após a sua chegada ao abatedouro podem produzir até mais de 40% de carcaça PSE (EIKELENBOOM e BOLINK, 1991).

Por ocasião do abate, merecem atenção especial o atordoamento (voltagem, intensidade da corrente, duração) e o tempo transcorrido entre este e a sangria. São problemas constantes nos pequenos e médios frigoríficos que se traduzem, quando da fabricação da lingüiça na liberação de grandes quantidades de água. Este é mais um problema que gerado no abate, desqualifica os produtos industrializados.

1.3 Condições post-mortem

Todas as etapas do abate devem ser realizadas de forma higiênica e rápida, pois determinam a qualidade microbiológica da matéria prima. Após a obtenção das carcaças, o resfriamento deve ser executado de tal forma que evite o encurtamento das fibras musculares pelo frio, o que poderá modificar a aptidão tecnológica da carne.

2 Principais Problemas

As carnes destinadas a industrialização poderão apresentar diversos problemas, entre os quais destacam-se:

2.1 Carne PSE

É o principal problema da carne suína caracterizando-se por ser pálida, branda e exsudativa devido a queda rápida de pH. Este tipo de carne (pH 5,8) é inadequada para a fabricação do presunto cozido, podendo ser utilizada na fabricação de salames e salsichas quando em mistura com carnes normais (30%). A carne PSE se traduz por uma perda da capacidade de retenção de água e uma palidez, acarretando uma maior perda de peso e conseqüente menor rendimento tecnológico por ocasião da industrialização.

2.2 Carne DFD

Esta carne é escura, firme e seca, com pH_{24} superior a 6,2. Este pH torna-a mais propícia ao desenvolvimento de microrganismos, portanto com menor vida útil. A origem destas carnes é o manejo ante-mortem inadequado, como por exemplo, transportes prolongados que determinam o consumo do glicogênio muscular. A carne DFD é inadequada para a elaboração de salame e presunto crú, tendo em vista, a grande retenção de água.

2.3 Quantidade de pigmentos da carne

A coloração da carne é uma conseqüência da concentração e do estado químico dos pigmentos musculares. A cura dos produtos cárneos está na dependência da concentração destes pigmentos musculares, cuja concentração poderá variar com as raças; a raça Landrace possui maior quantidade de pigmento do que a raça Duroc. A cor do produto cárneo está na dependência de uma cura bem realizada através da reação dos nitritos com os pigmentos naturais da carne; maior quantidade de pigmentos irá gerar mais hemocromo com produto cárneo mais intensamente corado, portanto, mais atraente e com melhores possibilidades de comercialização.

3 Referências Bibliográficas

ANTÓN, N. L. Calidad de la materia para la fabricación del jamon cocido. *Cárnica 2000*, 48–54, 1994.

CALVAR, C. & PELLOIS, H. Q*ualité de la viande de pore*. Publication EDE. 8 p., 1987.

DAINTY, R. H. & MACKEY, B. M. The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chill-stored meat and spoilage process. *Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement.* **73**(2); 103–114, 1992.

DIESTRE, A. Principales problemas de la calidad de la carne de porcino. *Alimentación, Equipos y Tecnologia*. Madrid, **7**: 73–78, 1992.

EIKELENBOOM, G. & BOLINK, A. H. Effects os feed withdrawl before delivery on pork quality and carcass yield. *Meat Science.* **29**: 25–30, 1991.

EIKELENBOOM, G.; BOLINK, A. H. & SYBESMA, W. Effet du jeune avant le chargement sur la qualité et le rendement de carcasse des poreso. *Qualité de la Viande du Pore*. France, 1989.

FAUCITANO, L. Influência do período ante-mortem sobre o bem-estar e a qualidade da carne suína. In: *Terra, N.N. Apontamentos de Tecnologia de Carnes*. Editora UNISINOS. 216p. 1998.

LEE, J. Y. & FUNG, D. Y. C. Methods for sampling meat surfaces. *Journal Environment Health.* **48**(4): 200–205, 1986.

LOPEZ-BOTE & WARRISS, P. D. A note on the relationship between measures of water holding in the muscle longissimus dorse. *Meat Science.* **23**: 227–234, 1988.

PALUMBO, S. A. Is refrigeration enough to restrain foodborn pathogens? *Journal of Food Protection.* **49**(12): 1003–1009, 1986.

SANTORO, P. & FAUCITANO, L. P. Stress in pig production. *Pig News and Information.* **17**(2): 49–52, 1996.

TARRANT, P. V. Load for the road. *Pig International*. **5**: 33–35, 1992.

ZERT, P. & POLACK, D. Prevention des viandes PSE et DFD. *La Qualité de la Viande du Pore*. **5**: 63–78, 1982.

O BEM–ESTAR DOS SUÍNOS DURANTE O PRÉ-ABATE E NO ATORDOAMENTO

Patrick Chevillon

Institut Technique du Porc
La Motte au Vicomte, BP 3, 35651 Le RHEU Cedex

Resumo

O bem–estar do suíno desde a granja até o abate pode ser definido pelo estresse que o animal sofre (medo, ansiedade) ao enfrentar novos ambientes. Novas medidas levando em conta cada etapa da produção (criação, transporte, abate) devem ser implementadas para limitar o estresse do animal desde a terminação até o abate. Estas medidas dizem respeito a:

- Equipamento
- Logística
- Fatores humanos (treinamento para criadores, motoristas de caminhão e funcionários dos abatedouros).

Algumas destas medidas a serem implementadas serão resumidas neste artigo.

1 Introdução

Definir o que é bem estar no período que envolve o pré-abate, o atordoamento e a morte (sangria) dos animais não é fácil. O bem estar foi definido pela FAWC (Farm Animal Welfare Council), na Inglaterra, mediante o reconhecimento das cinco liberdades inerentes aos animais:

1. A liberdade fisiológica (ausência de fome e de sede);
2. A liberdade ambiental (edificações adaptadas);
3. A liberdade sanitária (ausência de doenças e de fraturas);
4. A liberdade comportamental (possibilidade de exprimir comportamentos normais);
5. A liberdade psicológica (ausência de medo e de ansiedade).

Esta definição pode ser aplicada sobre um período de criação mais ou menos longo no qual existe a possibilidade de aprendizagem dos animais (6 meses para um suíno em crescimento-terminação, 3 a 4 anos para uma matriz do plantel), ela dificilmente pode ser aplicada no período antes do abate (ex: jejum antes do transporte) principalmente nas últimas 24 horas de vida do suíno porque as mudanças ambientais são intensas e rápidas . Nestas condições, o bem estar do suíno pode ser definido como seu estado de estresse (medo e ansiedade) em função dos novos fatores ambientais aos quais ele é submetido.

O nível de bem estar ou de estresse dos animais inseridos em determinado ambiente pode ser avaliado através de medidas comportamentais (taxa de mortalidade, agressões...), através da avaliação das reações face as dificuldades reencontradas (gritos, ajuntamentos, fugas...), através de medidas fisiológicas (batimentos cardíacos, ritmos respiratórios, temperatura corporal, nível de reserva em açúcar, cortisol, enzimas...) e também através da qualidade da carne (pH1 e pHu...).

Em primeiro lugar serão abordados os fatores ambientais que condicionam e modificam o bem estar dos suínos nas baias de terminação, os procedimentos de atordoamento e as normas a respeitar. E na sequência será dada uma atenção particular aos novos sistemas de atordoamento desenvolvidos e suas consequências sobre o bem estar.

2 Fatores ambientais que condicionam o bem estar dos suínos nas baias de terminação e ao abate

2.1 O jejum e o fornecimento de água

A não observância do jejum aumenta o risco de hipertermia nos suínos submetidos ao manejo intenso. Um jejum mínimo de 12 horas antes do carregamento restringe o risco de mortalidade durante o transporte. Nesta situação, o jejum representa um estresse necessário ao bem estar geral do suíno. Um jejum muito prolongado, maior que 24 horas, proporciona uma perda na carcaça de aproximadamente 100g/hora. Por este motivo é importante disponibilizar no abatedouro um sistema de bebedouros com o objetivo de reidratar os suínos depois da descarga, principalmente na estação quente (um bebedouro para 20 suínos). Os estudos a este respeito permitem medir a real eficácia do sistema de bebedouros e o número de pontos de água necessários considerando a taxa de lotação nas áreas de espera do abatedouro.

2.2 A retirada dos suínos da baia e a saída do sistema de terminação

A retirada dos suínos da baia e o deslocamento até o local de espera constituem os primeiros estresses e esforços violentos para os suínos. Observa-se uma alteração do ritmo cardíaco que passa de 90 batimentos cardíacos por minuto, apresentado pelo suíno em repouso na baia, até atingir 210–220 bpm (Gráfico 1; CHEVILLON, 2000). A retirada dos suínos da baia e a transferência devem ser efetuados com calma, de

preferência após a última alimentação ou 7 a 8 horas após esta, e se possível nas horas mais frescas do dia.

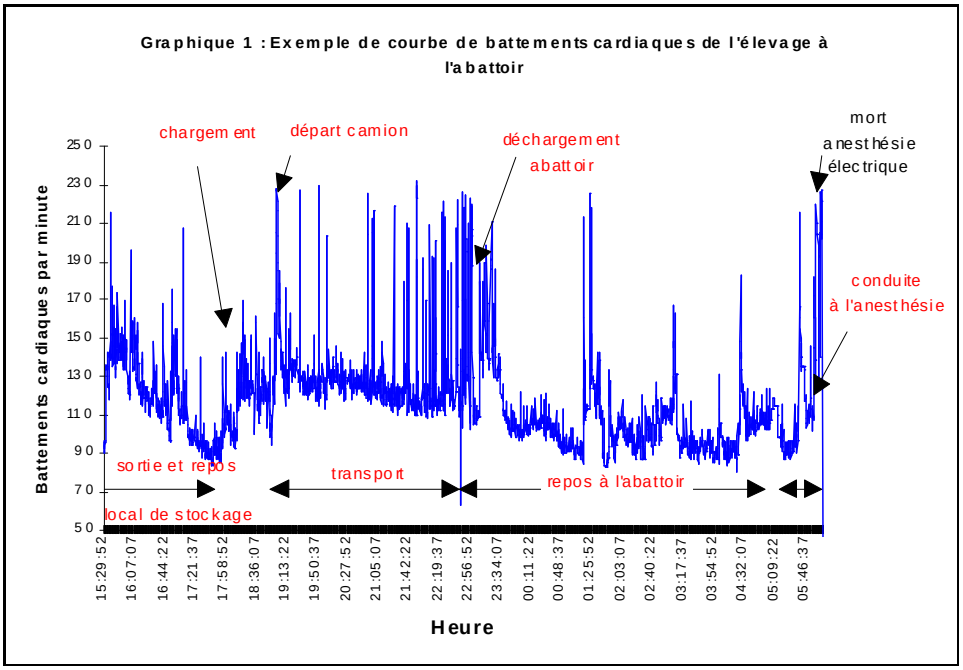


Figura 1 — Exemplo da curva de batimentos cardíacos por minuto na saída da baia de terminação até a hora da insensibilização. (sortie et repos: retirada da baia e descanso, chargement: carregamento, départ camion: início da viagem, transport: transporte, dechargement abattoir: descarga no frigorífico, repos à l´abattoir: repouso no frigorífico, conduite à l´anesthésie: transferência-imobilização para o atordoamento, mort anesthésie électrique: morte atordoamento elétrico).

2.3 O repouso dos suínos na baia de espera

No exemplo apresentado no Gráfico 1, os suínos repousam durante duas horas em uma área de repouso antes do carregamento para o caminhão. Este tempo de repouso mínimo permite aos animais manter um nível de batimentos cardíacos próximo ao normal observado na baia de terminação. Com o objetivo de evitar brigas, o local de espera deve ser projetado de modo à controlar as misturas de suínos das diferentes baias de terminação. Desta forma, o tamanho das baias no local de espera deverá ser adaptado ao tamanho das baias de terminação ou ao número médio de suínos que são retirados das baias de terminação a cada lote. É importante limitar o número de animais na baia de embarque/repouso em não mais do que 10 suínos por baia (com uma densidade de 0,5 m^2/suíno). Outro ponto importante é conhecer bem o efeito do jejum, a baia de espera permite reduzir em 25% a taxa de mortalidade durante o transporte. A baia de espera deve ser bem arejada e coberta para limitar o risco de hipertermia na estação quente. Também deve ser sobre piso ripado ou recoberto de

uma cama absorvente a fim de evitar a aparecimento de eritemas (rubor congestivo da pele) no peito e nas coxas. Um sistema de duchas com aspersores automatizados é necessário na estação quente.

2.4 O carregamento

O carregamento pode constituir um estresse importante para os animais se eles não forem retirados das baias de terminação para repousarem na área de espera no mínimo durante duas horas antes do carregamento ao caminhão.

No caso presente (Gráfico 1), o aumento da taxa de batimentos cardíacos durante o carregamento é fraco (150–160 bpm). Os suínos não estão ofegantes e sequer apresentam hipertermia e isto diminui a taxa de mortalidade no decorrer do transporte.

O corredor para carregamento deverá ser largo (1,20 m no mínimo) a fim de se adaptar ao comportamento dos suínos que se movimentam frequentemente para frente em grupos de dois a três. A inclinação do corredor deverá ser pequena (20% máximo). O número de suínos conduzidos por lote deverá ser adaptado para a largura do corredor de carregamento (5 a 6 suínos dentro de um corredor de 1,20 m de largura e 10 a 12 suínos para um corredor de 2,20 m).

A duração do carregamento deve ser curta. No exemplo apresentado no Gráfico 1, os 210 suínos foram carregados em 50 minutos, ou seja menos de 25 minutos para carregar 100 suínos. Como regra geral, a duração do carregamento para 100 suínos para abate deverá ser inferior a 30 minutos. A densidade no carregamento não deverá passar 2,5 suínos/m^2 e o número de suínos por baia não deverá exceder 20, o ideal é que os caminhões tenham compartimentos com uma capacidade individual de 12 a 15 suínos.

Molhar os animais durante cinco minutos dentro do caminhão depois do carregamento contribui para combater o risco de hipertemia (COLLEU *et al*, 1999). Assim, nós observamos uma diminuição de 10% da temperatura corporal da superfície dos suínos após um banho nos animais durante cinco minutos depois do carregamento em período quente ($T^o > 15^oC$).

As aberturas para aeração no caminhão devem estar reguladas para abertura máxima no momento do carregamento. Na estação quente, naqueles lotes que não tiveram a oportunidade de repousar e estavam agitados ao carregamento (ativos, orelhas em pé e com tendência ao ajuntamento), foram observadas elevações da temperatura ambiente (cf Gráficos 2a e 2b), do CO_2 e da umidade quando o caminhão está parado. Na situação inversa com o caminhão em movimento, a velocidade do ar que bate no lombo dos animais é de 2 a 3 m/s (7–10 km/h ; COLLEU *et al*, 1998) permitindo assim controlar a hipertermia e a renovação de ar no ambiente ao redor dos suínos (com taxa de CO_2 e temperatura próximas dos valores exteriores). O fechamento das aberturas para ventilação é recomendada no período de inverno e nas durações de transporte longo (superiores a 1 hora).

2.5 O transporte

O transporte gera estresse e esforços que se atenuam com a duração. Deve-se entretanto notar os piques de estresse observados sistematicamente após o início do deslocamento do caminhão (210–220 bpm). Os primeiros quilometros frequentemente

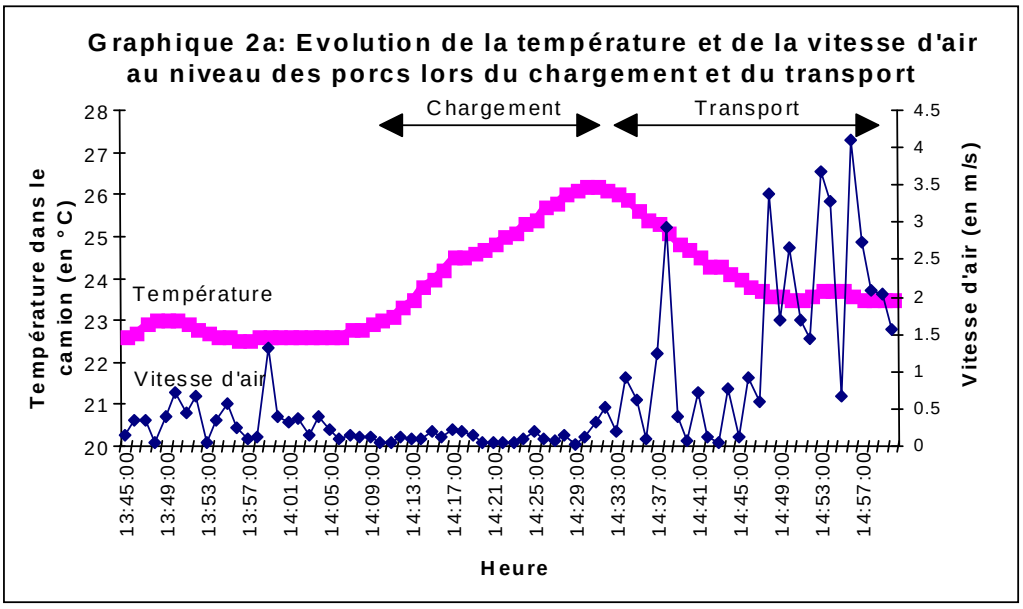


Figura 2 — Evolução da temperatura e da velocidade do ar ao nível do lombo do suíno durante o carregamento e no transporte. (Temperature dans le camion (en ºC): temperatura no caminhão, Vitesse d'air (en m/s): velocidade do ar, chargement: carregamento, transport: movimento).

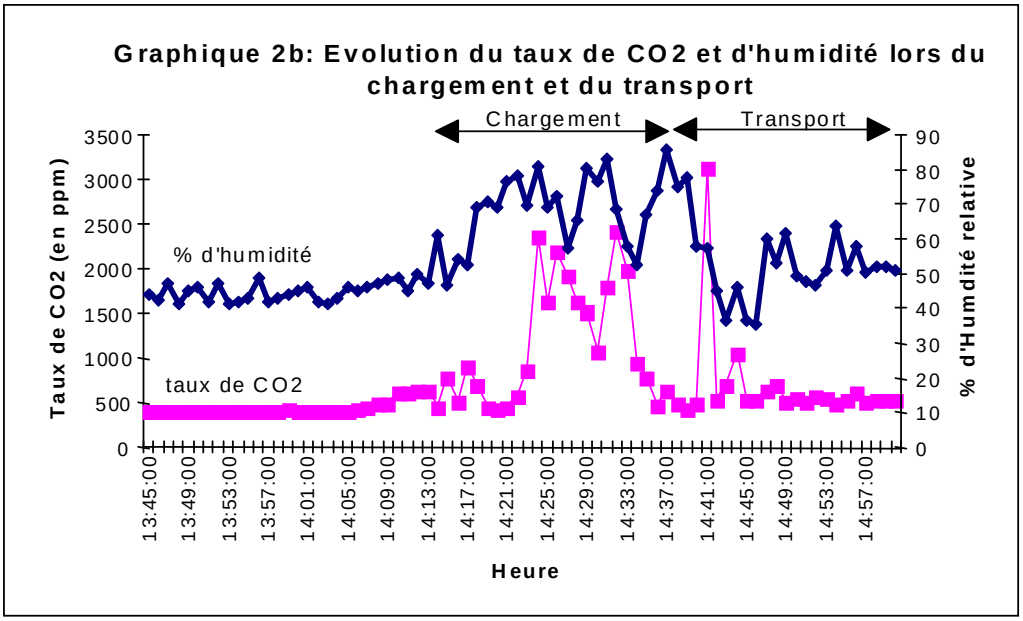


Figura 3 — Evolução da taxa de CO_2 e da umidade durante o carregamento e transporte. (Taux de CO_2 (en ppm), taxa de CO_2 , % d´Humidité relative: Umidade relativa do ar).

geram pânico porque além de todas as condições as estradas inicialmente são péssimas ocorrendo com maior frequência paradas, acelerações e desacelerações. A sensibilidade do motorista é determinante em relação a estes aspectos. A taxa de mortalidade durante o transporte está intensamente associada com o primeiro quarto de hora de transporte (refletindo os sofrimentos relacionados com as condições inadequadas de carregamento). Quando os caminhões tem piso anti-derrapante ou apresentam piso com maravalha ocorre uma melhoria no bem estar do animal (barulhos são abafados, derrapagens são atenuadas).

2.6 O descarregamento e o repouso no abatedouro

Depois do descarregamento, os suínos necessitam no mínimo de duas horas para se recuperarem do estresse e dos esforços gerados durante o transporte (Gráfico 1). A duração do repouso é um fator muito importante para a recuperação mesmo que a viagem tenha sido curta. De forma diferente do exemplo apresentado no Gráfico 1, onde a média dos batimentos cardíacos é próximo a 130 bpm considerando todo o período do transporte (3 horas), é frequente observar que as médias estão próximas de 150 bpm quando a duração do transporte é curta (duração de meia hora).

Um banho aplicado no descarregamento, com uma duração de 10 a 20 minutos dependendo da estação do ano, permite a redução da temperatura na superfície corporal dos suínos de 3 a 4^{o}C (VANDENBERGHE, 1999). O banho é um fator que limita o risco de hipertermia durante a estação quente e desta forma a taxa de mortalidade nas baias de espera no abatedouro pode ser reduzida. Entretanto, banhos intermitentes de pequena extensão são prejudiciais se os animais são impedidos ao repouso e de se deitarem. Um banho curto praticado no decorrer da noite, para os suínos que chegam na noite anterior do abate, pode ser necessário a fim de evitar a aparecimento de eritemas.

A capacidade das baias não deverá ultrapassar a lotação de 40 suínos. O tamanho ideal das baias de espera é de 15 a 20 suínos, o equivalente a um compartimento do caminhão, de modo a limitar a mistura de animais no descarregamento, reduzindo as agressões e brigas. A densidade não deverá ser superior a 2 suínos/m^2 ou inferior a 1 suíno/m^2. Quando existe muita área disponível ocorrem muitas brigas e a severidade das agressões se acentua.

Em longos períodos de espera no abatedouro (uma noite de 6 a 8 horas) é comum a observação de alguns picos de batimentos cardíacos (Gráfico 1) que correspondem a frequentes brigas provocadas por suínos que são oriundos de baias de terminação diferentes e que foram misturados durante o descarregamento e alojados na mesma baia de descanso no abatedouro.

A análise das condições ambientais das diferentes baias de descanso no abatedouro (temperatura, umidade, taxa de CO_2, velocidade do ar ao redor dos suínos, intensidade dos ruídos, dimensionamento e isolamento das baias) permite avaliar o bem estar dos animais alojados principalmente nas estações extremas: no calor e no frio (VANDENBERGHE, 1999).

2.7 O manejo dos suínos até a insensibilização

O manejo dos suínos até o local do atordoamento caracteriza um estresse violento porque os animais são manipulados rapidamente e em pequenos lotes (Gráfico 1). Nestas condições as reações comportamentais são violentas (gritos, ajuntamentos e reações de fuga).

A condição de bem estar pode ser correlacionada com a medida de acidez (pH1) do músculo aos 25 a 30 minutos após o atordoamento. A acidificação do músculo é o resultado da transformação do açúcar residual (glicose), presente no músculo, em ácido láctico no período de abate.

O nível de estresse durante o manejo dos suínos até a insensibilização, irá influenciar na velocidade de transformação do açúcar em ácido láctico. Quanto maior for o estresse e a excitação dos suínos nos minutos que precedem o abate, tanto maior será a velocidade de transformação do açúcar residual em ácido. Assim, 25 a 30 minutos após a insensibilização, o pH1 da carne pode ser inferior a 6,2 para um pH inicial de 7,0. Sob condições de estresse frequentemente o suíno apresenta hipertermia e desta forma uma queda rápida do pH gera uma desnaturação das proteínas dos músculos provocando a aparição de carne PSE (pálida, mole e exudativa).

Uma grande diferença no valor das médias dos batimentos cardíacos nos 90 segundos que precedem a morte gera uma diferença de 0,15 unidades no pH1 (Gráfico 3; JAMAIN, 1997). Estas carnes PSE até podem apresentar um pH final, medido 24 horas após o abate, próximo do valor padrão da carne. O aspecto exudativo da carne PSE condiciona a depreciação da carne pelo consumidor, distribuidor e retalhista. No abatedouro, é necessário observar o tempo de repouso de pelo menos duas horas, manter a qualidade na condução dos animais até a insensibilização, respeitar o tempo de condução (<3 minutos) e o número de suínos conduzidos em cada lote, o material utilizado para manipular e insensibilizar os suínos vão ser determinantes para definir o bem estar dos suínos e de forma associada a porcentagem de carnes exudativas (PSE).

2.8 Instrumentos utilizados e sua forma de emprego para manejar os suínos

O instrumento padrão utilizado para manejar os suínos é a tábua de manejo que pode ser de madeira leve ou plástico. Quando os suínos se recusam ao deslocamento e dificultam o encaminhamento do lote será necessária a utilização de outros instrumentos. O bastão (choque) elétrico é utilizado em complemento a tábua de manejo. Bastões e tubos rígidos não devem ser empregados porque, no caso de utilização inadequada, provocam hematomas profundos. Na avaliação do estresse mediante a mensuração dos batimentos cardíacos (Gráfico 4), não foi observada, ao momento da intervenção, qualquer diferença estatisticamente significativa com o uso do choque elétrico, o bastão, a mão ou a tábua de manejo. A vocalização (gritos) e a batida das mãos provocam medo nos animais reduzindo o seu deslocamento. Desta forma, em função da recusa do animal se deslocar, o operador deverá intervir fisicamente sobre as costas ou sobre o posterior do animal.

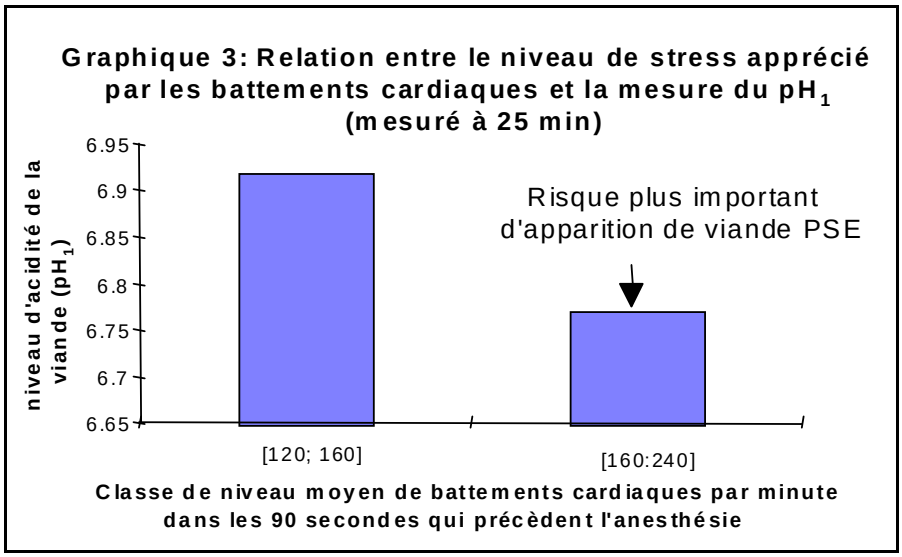


Figura 4 — Relação entre o nível de estresse avaliado através dos batimentos cardíacos e a medida do pH1 (medido aos 25 minutos pós abate). (Niveau d´acidité de la viande (pH1): Nível de acidez da carne, Classe de niveau moyen de battements cardiaques par minute dans les 90 secondes Qui précèdent l´anesthesie: Classe das médias de intensidade dos batimentos cardíacos por minuto durante os 90 segundos que antecedem a insensibilização, Risque plus important d´aapparition de viande PSE: Alto risco de formação de carne PSE.)

Para conduzir os animais até a insensibilização, um uso abusivo e repetitivo do choque elétrico, da tábua de manejo ou de bater as mãos sobre os suínos gera picos de estresse que rompe a homeostasia e condiciona a um forte estado de estresse que degradará a qualidade da carne (carnes PSE). No processo de condução dos animais deverá ser utilizado o bastão elétrico com temporizador (duração da descarga inferior a 2 segundos). A sensibilização das pessoas e a melhoria da ergonomia no local de trabalho que permitam ampliar o deslocamento espontâneo dos suínos até o sistema de atordoamento, são pontos que devem ser considerados.

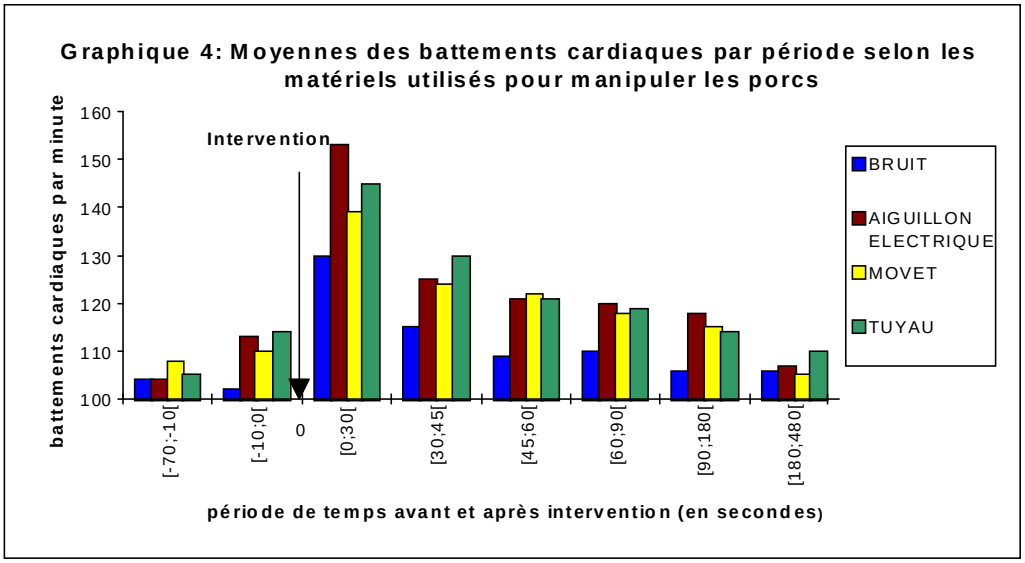


Figura 5 — Médias de batimentos cardíacos por período de manejo em função dos instrumentos utilizados para manejar os suínos. (battements cardiaques par minute: batimentos cardíacos por minuto, période de temps avant et après intervention (en secondes): período de tempo antes e depois da intervenção (em segundos), bruit: grito, aiguillon electrique: bastão elétrico, movet: tábua de manejo, tuyau: bastão rígido)

3 Métodos modernos de atordoamento e insensibilização e suas consequências em termos de bem estar

A insensibilização ou o atordoamento é obrigatório antes do abate para que a sangria do animal seja realizada de forma a reduzir a excitação, a dor e o sofrimento no momento do sacrifício do animal (orientação européia 93/119/CE). De forma similar, a imobilização dos suínos é obrigatória antes do abate. Na França existem três métodos de atordoamento que são usados durante o abate dos suínos e em ordem de importância eles são apresentados a seguir:

- a insensibilização por corrente elétrica ,

- a insensibilização por gás carbônico (dióxido de carbono),
- atordoamento com de pistola especial (usa um canhão de ar comprimido, reservado para abate emergencial de suínos com problemas de fraturas e de deslocamento, em uso em alguns abatedouros).

3.1 A insensibilização por corrente elétrica

Antes de insensibilizar o suíno via corrente elétrica (eletronarcose), é necessário imobilizar o animal dentro da baia (pequenos abates) ou dentro de um contedor (abatedouros de grande porte). A ação de isolar e de conter os suínos individualmente dentro de um contedor gera estresse e excitação nos animais porque eles se acham separados dos demais suínos do lote. Além disso o sistema de imobilização pode ser mais ou menos constrangedor para os animais.

Este é o caso do contedor em V onde os suínos são imobilizados pelos flancos (KERISIT *et al*, 2000). O tempo gasto na passagem pelo contedor deve ser o mais curto possível. A análise dos batimentos cardíacos dos suínos durante a permanência nas baias de descanso e durante a passagem pelo contedor mostra claramente que a excitação dos suínos atinge o seu máximo (Gráfico 5; JAMAIN, 1997). O suíno entra em pânico, e este medo é acentuado pela impossibilidade de fuga.

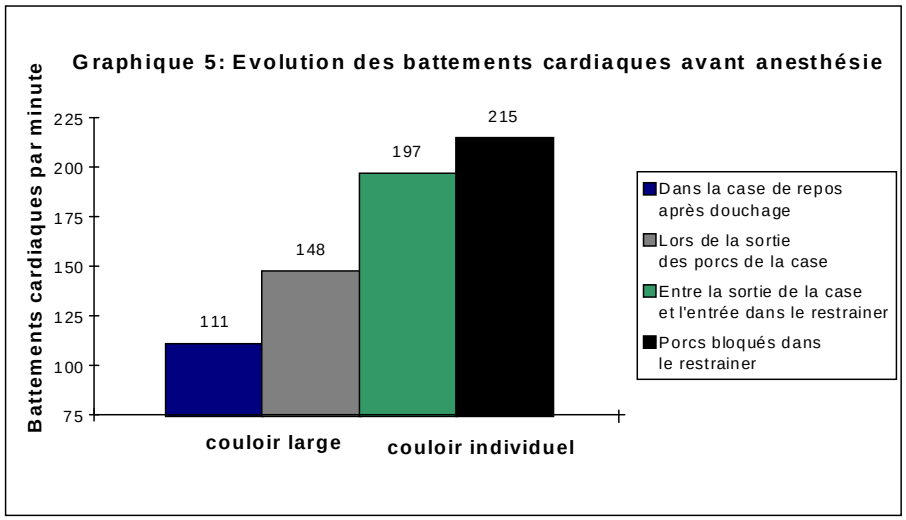


Figura 6 — Evolução dos batimentos cardíacos antes do atordoamento. (couloir large: corredor largo, couloir individuel: passagem individual, dans la case de repos après douchage: durante a permanência na baia de espera, lors de la sortie des porcs de la case: na retirada dos animais da baia, entre la sortie de la case et l'entrée dans le restrainer: no encaminhamento ao contedor, porcs bloqués dans le restrainer: suínos imobilizados dentro do contedor).

Um novo tipo de contedor (tipo MIDAS) está atualmente disponível e impõe menos constrangimento para os animais. Um estudo comparativo recente (KERISIT *et al*,

2000) avaliando o contedor em V e o novo, tipo MIDAS, coloca em evidência, em duas repetições, que o nível de batimentos cardíacos claramente é mais baixo (20 a 40 batimentos cardíacos a menos por minuto) em favor do novo contedor (tipo MIDAS) durante os últimos vinte segundos de vida do suíno (Gráficos 6a e 6b). A intensidade do estresse é menor no contedor MIDAS porque o suíno é conduzido apoiando o ventre e não está sendo comprimido pelos flancos. Isto se confirma através de análises do pH1 medido aos 26 minutos após o abate as quais indicam uma diferença significativa de 0,06 unidades de pH1 para o contedor tipo MIDAS (Gráfico 7).

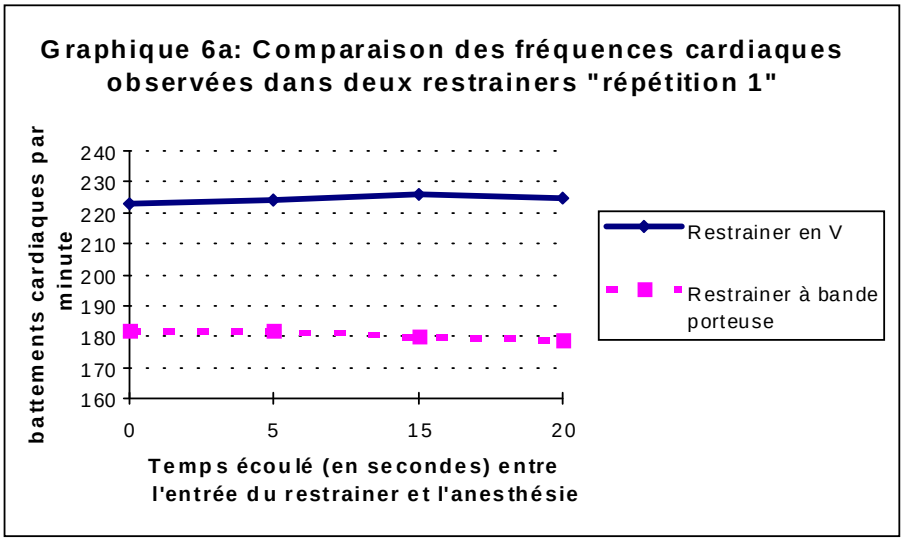


Figura 7 — Comparação das frequências cardíacas observadas em dois tipos de contedores, repetição 1 e 2 respectivamente. (Restrainer en V: Contedor em V, Restrainer à bande porteuse: Contedor tipo MIDAS, Temps écoulé (en secondes) entre l'entrée du restrainer et l´anesthésie: Tempo transcorrido (em segundos) entre a entrada no contedor e a insensibilização).

No uso da insensibilização elétrica o objetivo é que o suíno tenha uma inconsciência instantânea sob determinadas condições: a corrente elétrica mínima liberada deverá ser de 1,25 A em menos de um segundo. O posicionmento dos eletrodos deve então ser efetuado de modo a enlaçar o cérebro (posição dos eletrodos de olho a olho ou olho a orelha). Em geral, todos os sistemas clássicos de insensibilização com dois eletrodos, onde a voltagem é superior a 300 volts e a potência do transformador é suficiente (>0,9 KVA), permite de atingir 1,25 A em menos de um segundo. A título de exemplo, com contedores em V e em ritmo acelerado de abate (> 500 suínos/hora, 600 Volts fornecidos por um transformador de 12 KVA) em média é liberada uma intensidade de corrente de 12 a 13 ampères no período de atordoamento de um segundo e meio. Com alavancas manuais e na voltagem de 350 volts são empregados transformadores com 0,9 KVA de potência liberando 3,5 a 4 ampères em 3,5 segundos.

Os sistemas de atordoamento clássicos com dois eletrodos posicionados sobre a cabeça apresentam um inconveniente em termos da qualidade de apresentação da

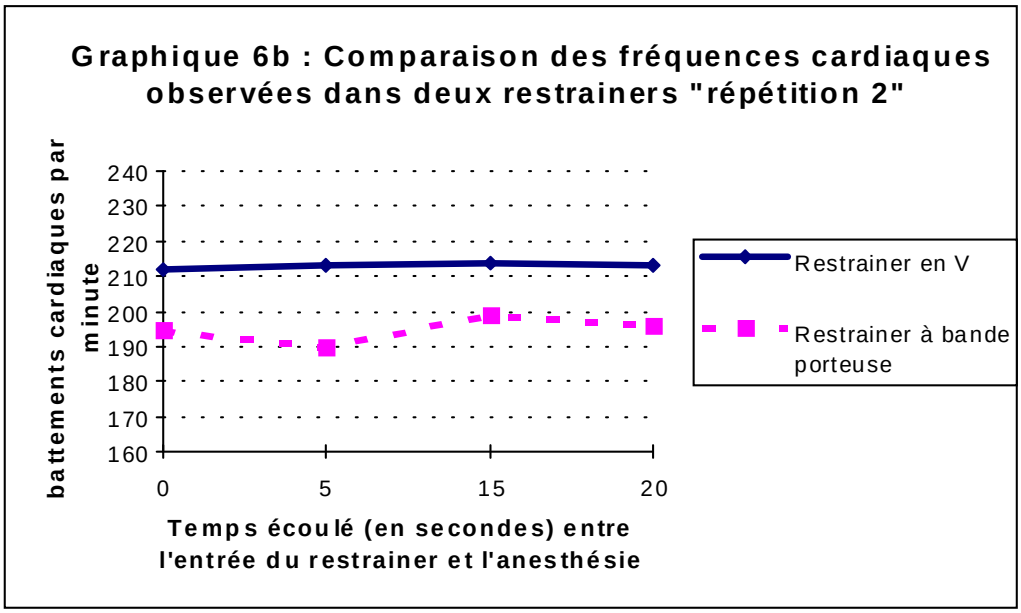


Figura 8 — Comparação das frequências cardíacas observadas em dois tipos de contedores, repetição 1 e 2 respectivamente. (Restrainer en V: Contedor em V, Restrainer à bande porteuse: Contedor tipo MIDAS, Temps écoulé (en secondes) entre l'entrée du restrainer et l´anesthésie: Tempo transcorrido (em segundos) entre a entrada no contedor e a insensibilização).

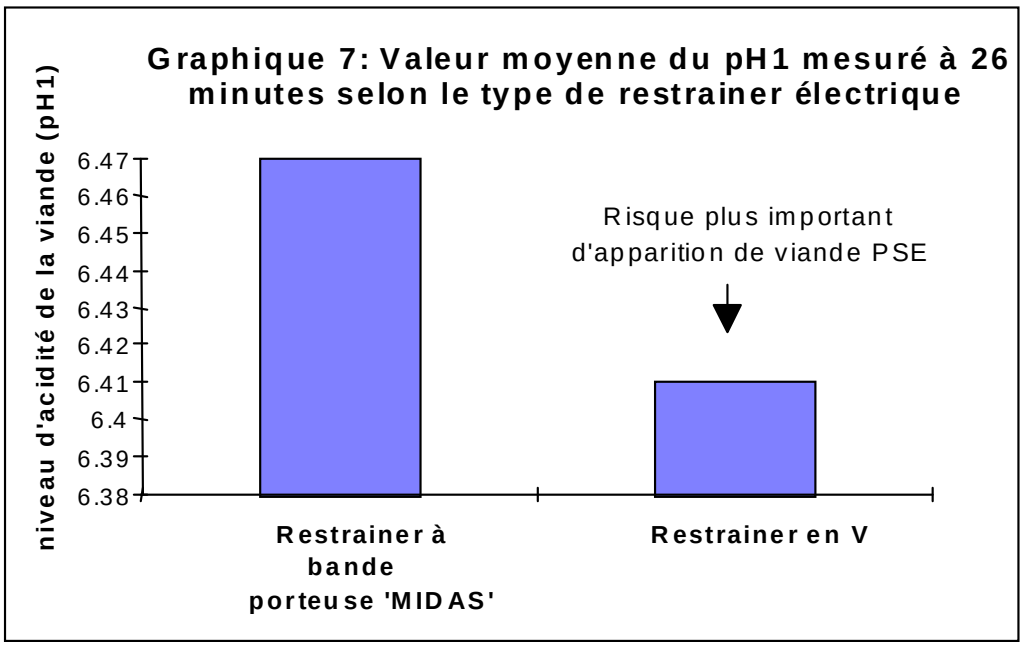


Figura 9 — Valor médio do pH1 medido aos 26 minutos após o abate em função do tipo de contedor elétrico. (niveau dácidité de la viande (pH1): nível de acidez da carne, restrainer à bande porteuse "MIDAS": contedor tipo MIDAS, Restrainer en V: contedor em V, Risque plus important dápparition de viande PSE: risco muito grande de produzir carne PSE.)

carne. Isto ocorre porque a porcentagem do sangue residual nos cortes desossados é próxima a 50%, refletindo o efeito da voltagem (>300 volts) e a imobilização dos suínos pelos flancos. A insensibilização com CO_2 é o sistema no qual se constata a menor frequência de pontos de sangue nos cortes desossados (15%, dos quais 0,5% necessitam de reparo), seguido do novo sistema de insensibilização elétrica com contedor tipo MIDAS (25% dos cortes, dos quais 1,5% necessitam de reparo) que tem a particularidade de ter três eletrodos e uma voltagem muito mais fraca. Dois eletrodos estão posicionados sobre a cabeça e durante 2,5 segundos liberam uma voltagem de 230 volts (800 HZ), e um terceiro eletrodo é posicionado sobre o corpo do animal na posição do coração e libera uma voltagem de 100 volts (50 HZ) durante 2,4 segundos. Este último eletrodo provoca a parada cardíaca (condição de morte) e reduz a frequência de convulsões sobre a mesa de sangria. Este novo sistema permite atingir 1,25 A em menos de um segundo e reduz o risco de pontos de sangue além de favorecer a prática da sangria pelos operários porque as convulsões dos animais são fracas. O sistema MIDAS permite um ritmo de abate de 200 a 600 suínos/hora e pode ser obtido um abate de 1100 suínos/hora quando dois sistemas MIDAS são utilizados simultaneamente.

Qualquer que seja o sistema de insensibilização elétrica adotado, alguns parâmetros devem ser observados e controlados sistematicamente para assegurar o bem estar do suíno (TROEGER, 1999; BOUYSSIERE, 1999):

- A condução dos lotes de suínos deverá ser rápida (menos de 3 minutos). O número de suínos por lote deverá ser adaptado ao ritmo de abate (exemplo: para 600 suínos/hora são 12 a 14 suínos/lote; para 300 suínos são 8 a 10 suínos/lote);
- O posicionamento dos eletrodos deve ser verificado todos os dias;
- O intervalo insensibilização-sangria deve ser o mais curto possível (<10 a 15 segundos);
- As convulsões na mesa de sangriam devem ser limitadas;
- A porcentagem dos suínos convenientemente insensibilizados deverá ser de 95% (o suíno que está sobre a mesa de sangria não deve retomar a consciência);
- Os suínos são sangrados na posição horizontal e o tempo de permanência sobre a mesa deve ser de no máximo 1,5 minutos;
- Ausência de gritos e gemidos sobre a mesa de sangria;
- Os suínos devem ser sacrificados em menos de um minuto após a insensibilização (ausência de reação dos olhos sem nenhuma dilatação das pupilas e ausência de convulsão em 1 minuto);
- A amperagem e a voltagem devem ser avaliadas periodicamente e de forma sistemática;
- Os eletrodos devem ser regularmente escovados com a ajuda de uma escova metálica;

- O abatedouro deverá estar equipado com um sistema de insensibilização reserva (contendo quadro de comando, ferramentas, componentes eletrônicos, disjuntores);
- Os cabos móveis do atordoador devem estar suspendidos e a condutividade deve ser verificada regularmente;
- O isolamento elétrico do contedor é importante para evitar as perdas de cargas;
- A formação do pessoal é importante para detectar problemas e limitar os erros (duplo atordoamento, mal funcionamento dos eletrodos, sub ou super-atordoamento).

A intensidade da corrente elétrica deve ser em função da resistência da cabeça ou do corpo que deve ser atravessado pela corrente. Uma auto-calibragem da voltagem liberada em função da resistência do suíno seria um progresso considerável. A utilização de alta frequência (800 HZ em detrimento aos 50 HZ atualmente usados) pode se tornar uma alternativa para os anos vindouros.

3.2 A insensibilização com CO_2

A insensibilização com CO_2 da forma como é recomendada se caracteriza pela colocação sequenciada de 1 a 2 suínos dentro de uma gaiola imersa em um fosso contendo o gás na concentração de 75% de CO_2 durante 30 a 40 segundos. Frequentemente no uso deste sistema, os suínos são mantidos em longos corredores estreitos em fileira simples ou dupla por períodos superiores a 3 minutos. Este procedimento provoca um intenso estresse nos suínos durante o manejo porque no isolamento dentro dos corredores o animal pode manifestar aversão quando se sente bloqueado (gritos, tentativas de fugas). A utilização de bastão elétrico então torna-se indispensável para induzir ao deslocamento.

Na Dinamarca, um novo sistema de insensibilização com CO_2 é fundamentado na condução e atordoamento de grupos animais onde 4 a 5 suínos são manejados simultaneamente. Desta forma os animais sofrem menos estresse (ausência de pânico e de gritos). A taxa de abate com este sistema proporciona de 400 a 800 suínos/hora (CHRISTENSEN, 1999). Comparativamente ao sistema de gaiolas, nesta nova forma de manejo, as condições de trabalho para os operários são consideravelmente melhoradas e estão relacionadas com a forma de condução e com o bem estar dos animais.

O uso da insensibilização com gás CO_2 deixa interrogações a respeito do bem estar do animal porque a ação de insensibilização não é instantânea.

Isto deve-se ao fato de que a insensibilização com CO_2 apresenta três fases distintas (BARTON GADE, 1999):

A fase analgésica que inicia no momento da descida dos suínos ao túnel com CO_2 e que se caracteriza pela inalação do gás CO_2.

A fase de excitação onde são observados movimentos bruscos de contração e mais raramente alguns gritos.

A fase de anestesia onde o animal entra em um estado completamente inconsciente.

Conforme a autora, a primeira fase varia de 14 a 20 segundos. A segunda fase, a de excitação, varia de 7 a 24 segundos.

A perda de consciência pelo suíno não é instantânea e nisto se diferencia do atordoamento elétrico. A rapidez da descida das gaiolas e a taxa de concentração do CO_2 atualmente usados devem ser motivo de avaliação e pesquisa visando acelerar a fase de inalação do gás CO_2 e reduzir assim a fase de excitação. Este novo sistema de insensibilização com CO_2 por grupo apresenta um importante avanço em termos de bem estar animal e também das condições de trabalho dos operários que encaminham os suínos na área de transferência dos animais até a insensibilização dos suínos.

A comparação dos dois sistemas (elétrico e CO_2) sobre o bem estar animal mostra uma vantagem para o novo sistema fundamentado no uso do CO_2 principalmente no momento da condução dos suínos, que não são mais conduzidos individualmente mas sistematicamente em gupo.

O novo sistema elétrico MIDAS permite reduzir o estresse do suíno dentro contedor porque o suíno é levado pela barriga e não é mais comprimido sobre os flancos.

Entretanto, hoje, as interrogações persistem: qual é o impacto da insensibilização com CO_2 sobre o bem estar do suíno? As fases de analgesia (inalação do gás CO_2) e de excitação são estressantes para o suíno? O suíno nesta fase ainda está consciente?

4 Conclusão

Atualmente considerar o bem estar animal desde a baia de terminação até o abate se resume em adotar em cada segmento da produção (criador, transportador, abatedor) as medidas de manejo que visam limitar o estresse dos animais. A medidas a serem colocadas em prática são de ordem:

- material;
- logística;
- humana através da educação dos operários envolvidos no manejo (produtores, motoristas-transportadores e os profissionais dos abatedouros).

Na fase de terminação, providenciar áreas de descanso na fase pré-carregamento, além da construção de corredores para carregamento que sejam funcionais e que limitem o estresse e a mortalidade dos suínos durante o transporte (controle do jejum e, um repouso por um período mínimo de duas horas na baia de espera antes do carregamento).

No que se refere a logística, o produtor deve anunciar a oferta dos suínos na quarta feira da semana que antecede o abate. O produtor deverá receber o aviso de retirada dos animais pelo menos 48 horas antes do embarque. A sensibilização dos criadores a respeito do estresse que os suínos sofrem desde a retirada da baia de terminação até o abate e a respeito do bem estar e das suas consequências em termos de qualidade da carne e da imagem da produção, é primordial.

No segmento do transporte, o uso dos caminhões com sistemas de elevação hidráulicos limita o estresse provocado durante o carregamento e o descarregamento e diminui a taxa de mortalidade. A utilização das superficies anti-derrapantes ou de maravalha limita o estresse e as fraturas sofridas pelos animais no momento da carga e descarga. Da mesma forma deve se observar que:

- uma densidade máxima de 2,5 suínos/m^2;
- a regulagem das aberturas de aeração;
- a aplicação de duchas;
- a correta condução do caminhão.

São a garantia para reduzir a taxa de mortalidade durante o transporte.

Na estação quente, os suínos devem ser manejados nas horas mais frescas do dia. A definição de um horário de carregamento pré-determinado que tenha sido combinado permite o respeito aos horários de carregamento e de descarregamento fixados de modo a observar o período de jejum e o período mínimo de duas horas na área de descanso antes do carregamento dos animais e da mesma forma permitirá o período mínimo de duas horas de repouso no abatedouro antes do abate. Nos cursos de formação para sensibilizar os motoristas sob os diferentes pontos citados acima são obrigatórios no mínimo 5 anos de experiência (decreto de 24 de novembro de 1999).

Enfim, no abatedouro, a capacidade alojamento de suínos na área de descanso deve corresponder ao equivalente a 4 ou 5 horas de abate de modo a garantir, no mínimo, duas horas de repouso antes do abate e desta forma também é evitada a espera para descarregamento. Do mesmo modo, as condições para aplicar a ducha devem ser compatíveis com o ritmo de abate (uma área de chuveiros para cada 150 suínos abatidos/hora) e desta forma é possível observar o período de descanso dos animais que estão sendo manejados.

Os bebedouros e um sistema de duchas com minuteria acionados por comando elétrico são indispensáveis. O tamanho das baias deve ser proporcional ao tamanho dos compartimentos do caminhão para evitar que ocorram misturas e brigas de suínos terminados em diferentes baias de terminação. A densidade na área de descanso/espera deverá estar entre 0,5 m^2/suíno no mínimo 1,0 m^2/suíno no máximo. Do ponto de vista logístico em função do plano de abate o abatedouro deverá fornecer a hora precisa do carregamento dos suínos levando em consideração a capacidade de lotação nas áreas de espera no abatedouro.

A adoção do novo sistema de atordoamento reduz o nível de estresse (MIDAS e atordoamento com CO_2 com grupos de 4 a 5 suínos) quando comparado aos sistemas tradicionais existentes.

Hoje, as prioridades referentes às técnicas de abate apontam para um correto manejo da insensibilização, a implantação e inspeção dos equipamentos necessários.

O estudo ergonométrico no posto de trabalho dos operários, levando em consideração o comportamento do suíno, deve proporcionar através da conscientização a melhoria do bem estar do suíno e também das condições de trabalho dos operários.

A adoção de um compromisso de qualidade-certificação, de identificação, a criação de um selo de produção e a criação de suínos no sistema de produção biológico

contribuem para impor procedimentos de controle em cada elo da cadeia produtiva e desta forma garantem uma maior observância do bem estar animal.

5 Referências Bibliográficas

BARTON-GADE P. Preliminary observations of pig behaviour on immersion in high concentrations of CO_2 gas. *Colloque International "Stunning systems for pigs and animal welfare"*, 25–27/08/1999.

BOUYSSIERE M., B. MINVIELLE, CHEVILLON P. Anesthésie électrique des porcs dans les petits abattoirs. ITP, 1999. *Synthèse non publiée.*

CHEVILLON P. Stress et/ou efforts pré-abattage et qualité technologique de la viande de porc". *Colloque ISPAIA*, 25/05/2000.

CHRISTENSEN L. A new system for considerate treatment of pigs during division and groupwise CO_2 stunning *Colloque international "Stunning systems for pigs and animal welfare"*, 25–27/08/1999.

COLLEU T., CHEVILLON P., ROUSSEAU P. Enquête sur les niveaux et les évolutions des paramètres d'ambiance au cours du transport. *Techni-porc*, 1998, vol. **21**, n°**6**.

COLLEU T., CHEVILLON P. Intérêt pour la qualité de la viande et le bien-être du douchage dans le camion des porcs à l'embarquement. *Techni-porc*, 1999, vol. **22**, n°**2**.

GRIOT B., CHEVILLON P. Incidence des matériels utilisés pour manipuler les porcs sur les fréquences cardiaques et les risques d'apparition d'hématomes sur les carcasses. *Techni-porc*, 1997, vol. **20**, n°**6**.

JAMAIN G. Evaluation du stress du porc par la mesure des fréquences cardiaques lors des phases de pré-abattage. Influence sur la qualité de la viande. *Rapport de stage non publié.* 1997.

KERISIT R., CHEVILLON P., BOULARD J., GRIOT B. Incidence du type d'anesthésie sur la qualité de la viande. *Techni-porc*, 2000, vol. **23**, n°**2**.

TROEGER K. Different electrical systems for stunning of pigs. *Colloque International "Stunning systems for pigs and animal welfare"*, 25–27/08/1999.

VANDENBERGHE S. Les conditions pré-abattage des porcs et leur influence sur la qualité de la viande. *Rapport de stage non publié*. 1999.

ESTIMAÇÃO DO RENDIMENTO MAGRO DE CARCAÇAS SUÍNAS COM BASE EM DIFERENTES METODOLOGIAS PARA MEDIR ESPESSURA DE GORDURA E MÚSCULO

Candido Pomar[1] André Fortin[2] Marcel Marcoux[3]

[1]Dairy and Swine Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada
Lennoxville, Quebec
[2]Lacombe Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada,
Lacombe, Alberta

O principal objetivo dos sistemas de classificação de carcaça é estimar o valor econômico relativo da carcaça em termos precisos para a indústria de carnes. No Canadá, o sistema de classificação avalia as carcaças em termos de peso e rendimento, segundo uma tabela específica de índices. Assim, carcaças que têm peso e rendimento ótimo valem até 16% a mais que o preço-referência, enquanto que carcaças que são pesadas de mais, leves demais ou muito gordas são muito penalizadas (80% ou menos do preço-referência)..

Os critérios da indústria canadense para definir o valor de uma carcaça mudam progressivamente, de acordo com as condições do mercado nacional e internacional. Hoje, o rendimento da carcaça suína inclui os músculos dissecados dos principais cortes comerciais – das costeletas e das costelas (AAC *et al*., 1994). O valor da carcaça também pode ser definido em termos de carne desengordurada (EUA) ou carne dissecada de cortes comerciais específicos (União Européia) (Daumas *et al*., 1998). Em todos os casos, o rendimento ou a percentagem de carne na carcaça geralmente são preditos medindo a profundidade do toucinho e do músculo, pois estas medidas estão altamente correlacionadas ao teor total de músculo da carcaça. No entanto, as equações para predizer o rendimento magro da carcaça usadas no Canadá desde o último levantamento nacional feito em 1992 (AAFC *et al*., 1994) produzem resultados imprecisos para certos tipos de suínos. Além disso, hoje existem novas técnicas de tipificação. Foi realizado um projeto de pesquisa entre 1999 e 2000 para:

1. Avaliar a precisão de diferentes sondas de classificação para medir espessura de toucinho e de músculo;
2. Comparar as técnicas de classificação usadas no Canadá e na Europa;
3. Atualizar as equações usadas para a predição de rendimento de carcaça;
4. Propor uma técnica para estimar a superfície do lombo usando diferentes medições lineares;
5. Estudar métodos alternativos para estimar rendimento de carcaça que permitiriam a calibração de novos equipamentos de tipificação e uma redução no número necessário de carcaças para atualizar as equações de predição de rendimento de carne magra, quando necessário. Os resultados dos primeiros quatro objetivos serão apresentados neste artigo. Os resultados do objetivo 5 ainda não estão disponíveis.

Para atingir estes objetivos, uma amostragem de 270 carcaças, sendo 135 de machos castrados e 135 de fêmeas, foi selecionada de acordo com sexo (machos castrados e fêmeas), peso (leve, médio e pesado) e espessura de toucinho (fina, média e pesada). As classes de toucinho e peso foram centradas ao redor da média da população, ambos sexos confundidos. As sondas ópticas Hennessy[1], Destron[2] e CGM[3] e a sonda de ultra-som CVT[4] foram avaliadas em condições de abatedouro. As medidas de toucinho e de músculo foram obtidas de acordo com os sistemas de tipificação do Canadá e CGM (França). As medidas no abatedouro canadense foram feitas entre a 3ª e 4ª últimas costelas a 7 cm da linha média e perpendiculares à pele. No abatedouro francês (método CGM), as medidas foram feitas a) entre a 3ª e 4ª últimas costelas a 6cm da linha média e paralelas à linha média e b) entre a 3ª e 4ª vértebras lombares a 8 cm da linha média, perpendicular à pele. A sonda de ultra-som CVT foi usada antes das sondas óticas com dois transdutores (PCA–5049, 172 mm e PCB–5011, 125 mm) a 5cm da linha média e paralela à linha média. As três sondas óticas foram então usadas segundo uma ordem preestabelecida e balanceada. Estas sondas óticas foram introduzidas o mesmo número de vezes em 1ª 2ª e 3ª ordem de perfuração. As leituras das sondas óticas não foram corrigidas para o efeito de ordem de perfuração já que um teste preliminar demonstrou que este efeito é pequeno.

A imagem digital da carne fresca entre a 3ª e a 4ª costela também foi feita com um scanner[5] digital para determinar a superfície dos músculos principais, para caracterizar sua forma e para determinar as principais medidas lineares de profundidade gordura e de músculo. As carcaças foram então dissecadas de acordo com os métodos de corte canadense e francês. O teor europeu de carne magra (TVM; Walstra e Merkus, 1996; Daumas e Dhorne, 1997) e o rendimento canadense de 1992 (AAFC *et al*., 1994) foram determinados de acordo com estes métodos conhecidos, enquanto que o rendimento 2000 foi definido pelo método de 1992 levemente modificado segundo as especificações da indústria. Os dados das 270 carcaças foram submetidos a diferentes análises de regressão e de correlação (Steele e Torrie, 1980) entre variáveis dependentes (TVM, e rendimento magro de 1992 e 2000) e independentes (espessura de toucinho e de músculo em diferentes locais e ângulos). O potencial impacto da espessura de músculo, irregularidade do perímetro e inclinação do músculo sobre a qualidade do modelo de predição de área de olho de lombo foi determinado pela adição destas variáveis depois da profundidade da musculatura nos modelos estudados de regressão linear. Da mesma forma, foram estudados os impactos potenciais de outras medidas de profundidade, sozinhas ou combinadas, com ou sem espessura de gordura. A qualidade das regressões foi avaliada em base ao seu coeficiente ajustado de determinação (R^2) e desvio padrão residual (DPR). A análise de concordância (Theil, 1966; Lin, 1989 e 1992) foi realizada entre as medidas por sonda e as medidas equivalentes de imagens digitalizadas do músculo da costela. Todos os dados foram analisados usando os procedimentos do SAS (SAS, 1990). Materiais, métodos e resultados estão descritos detalhadamente em Pomar *et al*. (2000). O peso médio das carcaças utilizadas neste estudo (84,3 Kg)

[1]HGP2, Hennessy Grading Systems Limited, New Zealand

[2]PG-100 distribuída no Canadá por Anitech Identification System Inc.

[3]CGM, sonda de gordura e carne magra, SYDEL, France

[4]Animal Ultrasounds Services Inc., EUA; transceivers PCA–5049 (3.5 MHz, 172 mm) e PCB-5011 (3.5 MHz, 125 mm).

[5]Scanmaker 2, Microtek, EUA.; 100 DPI.

foi comparável ao peso médio de carcaça de Quebec (Canadá) para 1999 (84,4 Kg), mas com um desvio padrão levemente menor.

1 Este estudo permitiu que concluíssemos que:

- Todos os instrumentos podem produzir uma estimativa razoavelmente precisa (R^2 < 0,89; DPR<1,87 mm) da espessura de toucinho, mas produzem resultados um pouco menos precisos ao estimar profundidade de músculo (R^2<0,41; DPR<5,28 mm). São muito menos eficazes quando se estima a profundidade de musculatura entre as costelas (R^2<0,09; DPR<4,95 mm).
- Sob as condições deste estudo, as equações de predição de rendimento de carcaça para cada sexo não melhorou muito a qualidade das predições.
- O local de penetração francês (método CGM) foi levemente superior ao local canadense para predizer o rendimento magro para todas as sondas e rendimentos estudados. No entanto, devido às pequenas diferenças entre os locais canadense e francês, ambos podem ser usados em um futuro sistema de classificação.
- A sonda de ultra-som CVT com transdutor curto (PCB–5011) produz um desvio padrão residual menor ao predizer rendimento de carcaça, independente do ângulo de penetração ou da variável predita. A sonda Hennessy foi um pouco menos precisa, mas a diferença foi pequena. A sonda de ultra-som CVT com transdutor longo (PCA–5049), a sonda CGM e a Destron se seguiram em ordem decrescente de precisão, com grande desvio entre a sonda Destron e outros aparelhos de medição.
- O uso de dois sítios para medir a espessura da gordura proposto pelo sistema de classificação francês (método CGM) melhora apenas levemente a qualidade da predição do rendimento. Esta melhora é na ordem 0,03% para o desvio padrão residual e de 0,01 para o coeficiente de determinação.
- A medida da superfície do músculo do lombo poderia ser predita pela sua profundidade se esta medida fosse precisa (R^2>0,76; DPR<2.30 cm^2). No entanto, a predição da superfície do lombo usando a profundidade medida com os instrumentos utilizados neste experimentos e o pagamento extra de carcaça por maior superfície de lombo não são recomendados devido ao número de erros encontrados nas estimativas (DPR>3,58 cm^2).

De todos os modelos de regressão estudados para predição de rendimento de carcaça, apenas os modelos que usam espessura de gordura (F), espessura de gordura combinada com profundidade de músculo (FM) e espessura de gordura, profundidade de músculo e espessura de gordura no termo quadráticos (F) foram considerados em maior detalhe. O modelo FM foi sempre superior ao modelo F e o modelo FMM foi apenas levemente superior ao modelo FM quando o termo quadrático para espessura de gordura foi significativamente diferente de zero. Portanto, propomos que o modelo que usa espessura de toucinho em combinação com profundidade do músculo (FM) seja usado para predizer o rendimento de carcaça.

2 Referências Bibliográficas

AGRICULTURE and AGRI-FOOD CANADA (AAFC), Canadian Meat Council and the Canadian Pork Council. 1994. National Pork Carcass Cutout Project (1992): a joint initiative of Agriculture and Agri-Food Canada, the Canadian Meat Council and the Canadian Pork Council. 107p. Also published in French under the title: Agriculture et agroalimentaire Canada (AAC), Conseil des viandes du Canada et Conseil canadien du porc, 1994. Enquête nationale sur le rendement boucher du porc (1992): une initiative de recherche commune d'Agriculture et agroalimentaire Canada, le Conseil des viandes du Canada et le Conseil canadien du porc. 107p.

DAUMAS, G. and DHORNE, T. 1997. Teneur en viande maigre des carcasses de porc. Évaluation et estimation. *Journées de la recherche porcine en France* **29**: 411–418

DAUMAS G., D. CAUSEUR, T. DHORNE and E. SCHOLLHAMMER. 1998. Les méthodes de classements des carcasses de porcs autorisées en France en 1997. *Journées de recherche porcine en France.* **30**: 1–6.

LIN, L. 1989. A concordance correlation coefficient to evaluate reproductivity. *Biometrics*, **45**: 255–268.

LIN, L. 1992. Assay validation using the concordance correlation coefficient. *Biometrics*, **48**: 599–604.

POMAR, C., A. FORTIN and M. MARCOUX, 2000. Final Report, Working Document. Estimation du rendement boucher des carcasses de porc à l'aide de différentes méthodologies de mesure de l'épaisseur du gras et du muscle dorsal, ainsi que de l'absorbance aux rayons X à deux niveaux d'énergie. Dairy and Swine Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Lennoxville, Quebec (In preparation).

SAS INSTITUTE, Inc. 1990. *SAS/STAT user's guide: Statistics.* (Version 6, 4th ed.) Vol. 2. SAS Institute, Inc. Cary, NC.

STEEL, R.G.D. and J. H. TORRIE. 1980. Principles and Procedures of Statistics: *A Biometrical Approach* (2nd Ed.). McGraw-Hill Publishing Co., New York.

THEIL, H. 1966. *Applied Economic Forecasting*. North-Holland Pub-lishing Company, Amsterdam.

WALSTRA, P. and G.S.M. MERKUS. 1996. Procedure for assessment of the lean meat percentage as a consequence of the EU reference dissection method in pig carcass classification. *Report ID–DLO* 96.014,

O USO DE MACHOS INTEIROS NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

M. Bonneau [1] E. J. Squires[2]

[1] Unité Mixte de Recherches sur le Veau et le Porc, INRA
35590 Saint Gilles, France
[2]Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph
Guelph, Ontario N1G 2W1, Canada

1 Introdução

A castração de machos produtores de carne tem sido usada há muito tempo por uma série de razões, incluindo o controle mais fácil de seu comportamento e a maior propensão dos castrados a depositarem gordura, uma commodity que tinha alta demanda até recentemente. A mudança da atitude do consumidor em relação a uma maior demanda de carne mais magra e os menores custos de produção associados a machos inteiros levaram à eliminação da castração na maioria em grande parte de bovinos e ovinos. Quanto aos suínos, a criação de machos inteiros tem sido prejudicada pela existência do odor sexual, um problema encontrado apenas nesta espécie. No entanto, preocupações com o bem estar animal estão pressionando cada vez mais a cadeia de produção de suínos a abandonar a castração.

O objetivo deste artigo é revisar o conhecimento atual a respeito do possível uso de machos suínos inteiros para a produção de carne. As vantagens e desvantagens associadas com a produção de machos inteiros serão examinadas primeiro. A revisão então abordará a questão do odor sexual, descrevendo os principais compostos considerados responsáveis por ele, os métodos de avaliação, o metabolismo dos compostos relacionados ao odor sexual em suínos, os fatores que afetam o odor e formas possíveis de controlá-lo.

2 Vantagens associadas com a produção de machos suínos inteiros

Diversos estudos estabeleceram as vantagens e as desvantagens associadas à produção de machos inteiros (veja, por exemplo, as revisões de Walstra, 1974 e de Walstra e Vermeer, 1993). Algumas das vantagens são menor custo de produção, redução da excreção de poluentes no esterco, carcaças mais magras, redução do sofrimento dos animais e alguns aspectos de qualidade da carne.

2.1 Custos de produção, produção de esterco e bem–estar

Os custos de produção são substancialmente mais baixos para machos inteiros do que para castrados. Os custos de mão de obra envolvidos na realização da castração são eliminados. Possíveis perdas de animais e reduções no desempenho depois da castração também são evitados. Os machos inteiros precisam de menos alimento para crescer, têm melhor conversão alimentar e podem, às vezes, crescer mais rápido que os castrados (p.ex. Walstra e Kroeske, 1968; Fowler *et al*., 1981; Andersson *et al*., 1997). Também podem ser mais resistentes a doenças que prejudicam o desempenho. Como necessitam de menos ração e têm melhor eficiência na retenção de nitrogênio (p. ex., Desmoulin *et al*., 1974), o output de nitrogênio no esterco é menor nos machos inteiros que nos castrados. Uma vez que a castração cirúrgica pode ser dolorosa, deixar os machos inteiros resulta em melhor bem estar dos animais.

2.2 Carcaça e qualidade da carne

A menor quantidade de tecido adiposa é uma outra vantagem importante associada a machos suínos inteiros (p.ex. Prescott e Lamming, 1967; Hansson *et al*., 1975; Fortin *et al*., 1983; Hansen e Lewis, 1993). Uma menor espessura de gordura resulta em melhor classificação das carcaças. No entanto, a superioridade dos machos inteiros em relação aos castrados pode ser subestimada se não forem usadas equações especiais para eles nos sistemas de classificação de carcaça (Andersson *et al*., 1997). Por causa do menor teor de tecido adiposo intramuscular, os cortes de machos inteiros são mais atraentes ao consumidor.

As características do músculo e do tecido adiposo são diferentes entre machos inteiros e castrados (p. ex.. Malmfors e Nilsson, 1978; Wood e Enser, 1982; Ellis et al., 1983; Desmoulin *et al*., 1983; Barton-Gade, 1987). O menor teor de lipídios e o maior teor de ácidos graxos insaturados no tecido adiposo de machos inteiros podem ser considerados como favoráveis do ponto de vista dietético.

3 Desvantagens associadas à produção de machos suínos inteiros

Existem algumas questões de manejo quanto uso de machos inteiros. Alguns aspectos de qualidade de carcaça também podem ser prejudicados. No entanto, a maioria dos problemas associados com machos suínos inteiros tem a ver com a qualidade da carne e foram revisados por Babol e Squires, 1995.

3.1 Questões de manejo

As principais questões de manejo com machos castrados são o potencial para maior frequência de brigas, levando a danos na carcaça e o desenvolvimento de DFD (carne dura, seca e escura). As brigas às vezes resultam apenas em hematomas superficiais (Sather *et al*., 1995). Porém, em outros casos, pode causar grandes hematomas na carcaça e, consequentemente, prejuízos financeiros para a indústria

de carnes (Warriss, 1984). A incidência de danos na carcaça e na pele varia consideravelmente entre abatedouros (Warriss, 1984; Moss e Trimble, 1988) e os principais problemas tendem a ocorrer onde não são utilizadas boas práticas de manejo pré-abate.

A susceptibilidade potencialmente maior das carcaças de machos inteiros à DFD e a lesões de pele indica que se deve tomar cuidado no manuseio pré-abate destes animais. Reduzir a quantidade de estresse evitando a mistura de animais desconhecidos, minimizando o tempo de espera e usando boas práticas de manuseio reduzem os problemas de qualidade de carne. Tais medidas também são desejáveis do ponto de vista do bem estar animal e devem reduzir a incidência de danos na pele.

À medida que os machos atingem a maturidade sexual também pode haver montas e tentativas de monta em excesso, resultando em menor consumo de ração e crescimento.

3.2 Questões de carcaça e qualidade da carne

Devido à presença de um trato genital em desenvolvimento, o rendimento da carcaça é menor em machos inteiros que nos castrados (e.g. Prescott e Lamming, 1967; Fortin *et al*., 1983; Hansen e Lewis, 1993).

Com um genótipo muito magro, a menor quantidade de tecido adiposo no macho inteiro pode ser uma desvantagem. Na realidade, a indústria de processamento necessita de uma quantidade mínima de gordura de boa qualidade e o excesso de magreza resulta em falta de coesão entre o toucinho e o músculo subjacente (Wood, 1984).

Dependendo das condições antes do abate, a proporção de carne DFD pode ser maior nos machos inteiros que são mais ativos (Moss e Robb, 1978; Ellis *et al*., 1983). A menor teor de lipídio intramuscular de machos inteiros pode fazer com que a carne seja menos macia que a dos castrados (Martin *et al*., 1968; Bonneau *et al*., 1979; Barton-Gade, 1987).

Como o tecido adiposo dos machos inteiros tem maior teor de água e de ácidos graxos insaturados, a qualidade de processamento da gordura é pior nos machos inteiros. A gordura destes machos é mais macia e menos resistente à oxidação. A pior qualidade da gordura não é uma característica dos machos inteiros em si, mas ocorre por serem mais magros. Os problemas associados com a qualidade de gordura de machos inteiros são mais importantes em genótipos cada vez mais magros e se tornam piores com o uso de dietas com alto teor de lipídios insaturados.

Apesar dos problemas mencionados acima quanto à qualidade da carne serem significativamente importantes, especialmente nas linhagens mais magras de suínos, a maior limitação ao uso de machos inteiros é a existência do odor sexual.

4 Descrição do odor sexual

4.1 Incidência de odor sexual

O odor sexual é um odor desagradável que é freqüentemente percebido durante o cozimento da carne de cachaços adultos. Também pode afetar o sabor da carne

ao ser comida, apesar de menos que o odor ao cozimento. Nos pesos usuais de abate, a incidência de odor sexual é muito variável, de 10 a 75%, segundo diferentes estudos (e.g. Williams *et al*., 1963; Desmoulin *et al*., 1971; Rhodes e Patterson, 1971; Malmfors e Hansson, 1974; Squires e Lou, 1995; Xue *et al*., 1996). Por causa da grande variação na incidência de odor sexual, e por causa da variação dos hábitos culinários entre países, a aceitabilidade da carne de cachaços, medida em pesquisas junto ao consumidor, pode ser muito variável entre estudos (Malmfors e Lundström, 1983). A partir dos resultados de um recente estudo internacional sobre o odor sexual (Bonneau *et al*., 2000a, Matthews *et al*., 2000), a proporção de consumidores que ficariam insatisfeitos com o odor ou o sabor da carne de macho inteiro foi calculada (Bonneau *et al*., 2000b; Fig. 1) sob a suposição de consumiram carne de machos suínos inteiros produzidos em toda a Europa e exibindo os atuais níveis observados de androstenona e escatol .

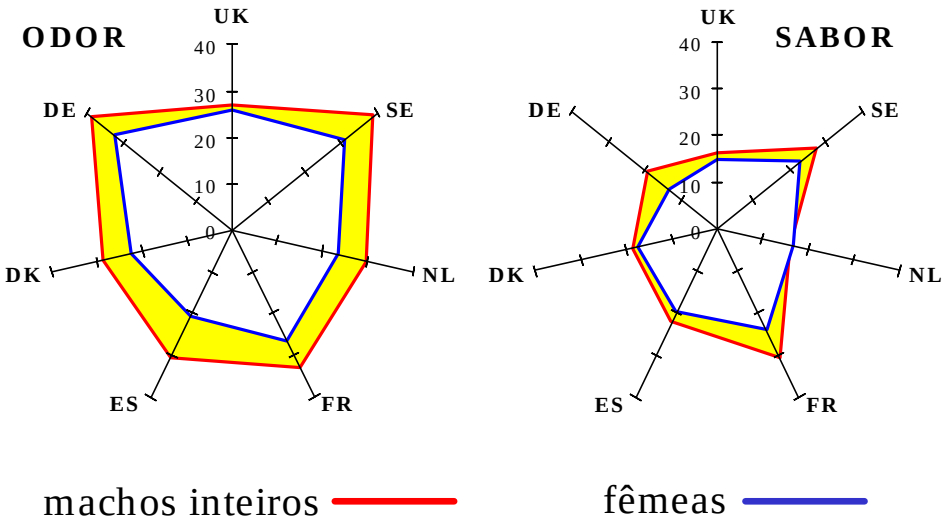


Figura 1 — Proporção calculada de consumidores insatisfeitos com o odor ou o sabor da carne de machos inteiros em comparação à de fêmeas. adaptado de Bonneau *et al*., 2000b UK: Reino Unido; SE: Suécia, NL: Holanda; FR: França; ES: Espanha; DK: Dinamarca; DE: Alemanha. A superfície amarela representa a diferença entre a carne de macho inteiro e de fêmea.

Em geral, 6,5% dos consumidores estariam mais insatisfeitos com o odor da carne de machos inteiros do que com o da carne de fêmeas. A diferença correspondente para sabor seria de 3%. A diferença em aceitabilidade entre a carne de machos inteiros e a de fêmeas foi muito pequena na Grã-Bretanha tanto para odor, quanto para sabor e na Dinamarca e na Holanda para sabor. Em todos os outros casos, substancialmente mais consumidores estariam insatisfeitos com a carne de macho inteiros do que com a de fêmeas, com uma diferença entre 2,4 e 6,3% para sabor.

4.2 Compostos responsáveis pelo cheiro sexual

Dois compostos, a androstenona (5α-androst-16-ene-3-ona; Patterson, 1968) e o escatol (3-metil indol; Vold, 1970; Walstra e Maarse, 1970), associados principalmente à gordura são responsáveis pelo odor sexual em machos suínos inteiros. A androstenona é um esteróide testicular com um odor de urina definido. O escatol, produto da degradação do triptofano, exibe um intenso odor fecal. Num recente estudo internacional envolvendo painéis sensoriais treinados em 6 países europeus, foi verificado que a androstenona relacionava-se mais ao atributo "urina", enquanto que o escatol era associado principalmente a "esterco" e, em menor extensão, a "naftaleno" (Disjksterhuis *et al*., 2000).

Apesar do escatol e da androstenona contribuírem para o odor sexual, há certa evidência de que não são totalmente responsáveis por este odor, segundo determinação de um painel sensorial treinado (Babol *et al*., 1996). Usando machos inteiros que estavam próximos à maturidade sexual, o que foi determinado pelo comprimento das glândulas bulbouretrais, este estudo relatou que ainda houve escores significativamente mais altos de odor e sabor sexual de machos inteiros com baixos níveis de androstenona e de escatol. Pode ser que outros fatores relacionados à maturidade sexual também contribuam para o odor sexual, mas estes fatores não foram identificados.

4.3 Contribuição da androstenona e do escatol ao odor sexual

4.3.1 Estudos com painéis laboratoriais

As contribuições da androstenona e do escatol ao odor de macho foram investigadas em diversos estudos. Os coeficientes de correlação entre os níveis de androstenona e de escatol na gordura e a intensidade do odor de macho, avaliado por painéis laboratoriais, variam entre 0,4 e 0,8 (Bonneau, 1993). Levando-se em conta a falta de precisão na avaliação subjetiva da intensidade do odor, estas relações sugerem que ambos compostos contribuem significativamente para o odor de macho.

Segundo Berg *et al*. (1993), a androstenona e o escatol contribuem igualmente para o odor sexual. Em uma série de estudos (Lundström *et al*., 1984; Mortensen e Sorensen, 1984; Walstra *et al*., 1986; Lundström *et al*., 1988; Andresen *et al*., 1993; Bejerholm e Barton-Gade, 1993), foi relatado que o escatol tem uma maior contribuição ao odor sexual que a androstenona. Em alguns casos, isto pode ser explicado pelo fato de que poucos animais exibiram altos níveis de androstenona, fazendo, portanto, que o escatol fosse o principal contribuinte para odores desagradáveis. No entanto, Bejerholm e Barton-Gade (1993) demonstraram que, apesar da androstenona sozinha ter diminuído significativamente o escore de odor, a contribuição do escatol ao odor sexual foi mais importante. Ao contrário, Bonneau *et al*. (1992) demonstraram que a contribuição da androstenona ao odor sexual foi maior que a do escatol. Além disso, os odores de androstenona e de escatol podem reforçar-se entre si, de forma sinérgica (Lundström *et al*., 1980; Walstra *et al*., 1986; Bonneau *et al*., 1992).

A falta de consistência entre os resultados obtidos em vários estudos pode resultar de diferenças nas características da androstenona e do escatol nas populações animais das quais são retiradas as amostras. Diferenças na metodologia usada

na avaliação sensorial (Bonneau, 1993), incluindo a seleção e o treinamento dos membros do painel e a preparação e a apresentação das amostras, também podem ser importantes.

4.3.2 Estudos baseados em pesquisas junto ao consumidor

Há pouca informação disponível sobre a influência do escatol e da androstenona na percepção do consumidor do odor e do sabor da carne de machos suínos inteiros. Além das diferenças acima mencionadas no nível de compostos mal-cheirosos nas amostras de carne e na metodologia usada para avaliação sensorial, as reações do consumidor ao odor sexual são afetadas pelas diferenças entre consumidores na capacidade de sentir cheiro de compostos e nos hábitos culinários, que podem variar muito entre países. Foi demonstrado, por exemplo, que a proporção de pessoas que não sentem o cheiro da androstenona é diferente em diversas áreas do mundo (Gilbert e Wysocki, 1987).

Um estudo internacional com o objetivo de resolver a controvérsia quanto às respectivas contribuições da androstenona e do escatol ao odor sexual foi conduzido recentemente (Bonneau *et al*., 2000a,b; Matthews *et al*., 2000). Um pool de machos suínos inteiros com concentrações conhecidas de androstenona e de escatol foi selecionado de uma população maior de machos inteiros criados em 6 países europeus (Walstra *et al*., 1999). As amostras da carne dos animais selecionados foram usadas em pesquisas junto ao consumidor realizadas em 7 países europeus (Matthews *et al*., 2000). Os resultados gerais do estudo, incluindo dados de todas as 7 pesquisas junto ao consumidor, mostram que o escatol contribui mais do que a androstenona para a proporção de consumidores que ficaram insatisfeitos com o odor da carne de machos inteiros (Fig. 2). Quanto ao sabor, o escatol e a androstenona têm contribuições similares e aditivas. A maior contribuição do escatol em comparação à androstenona para odores desagradáveis percebidos pelos consumidores pode estar relacionada à observação de que uma maior proporção de pessoas (entre 15–30%, dependendo do sexo e da área geográfica) foi incapaz de sentir o cheiro da androstenona (Griffiths e Patterson, 1970; Gilbert e Wysocki, 1987), enquanto que esta anosmia não foi observada para o escatol (Weiler *et al*., 2000).

Infelizmente, apenas uma pequena proporção de machos suínos inteiros teve baixos níveis tanto de escatol, quanto de androstenona. Assim, não foi possível determinar a proporção de consumidores insatisfeitos com a carne de machos inteiros com baixos níveis destes dois compostos. Parece improvável que os machos inteiros sejam usados na produção de suínos na maioria dos países sem a remoção de machos com odor da linha de abate. Além disso, para a produção de machos inteiros ser economicamente viável, a proporção de animais retirados deve ser relativamente pequena. Isto significa que a incidência de animais com altos níveis de escatol e de androstenona teria que ser reduzida substancialmente.

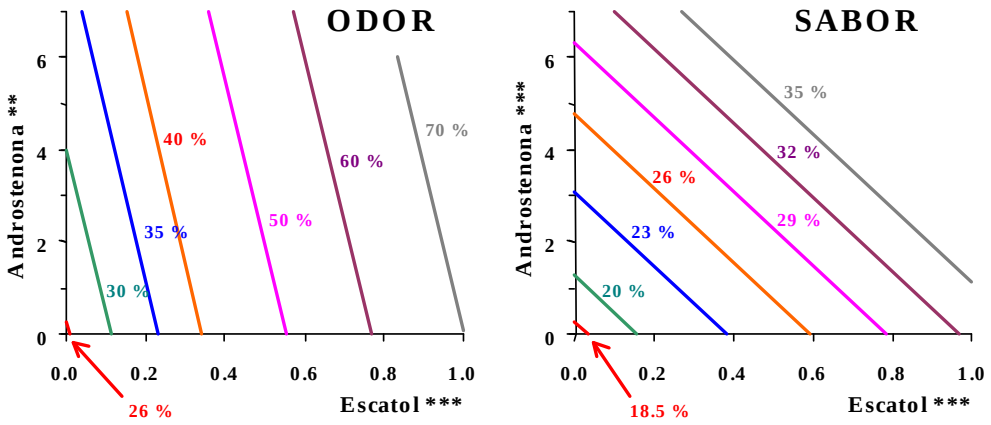


Figura 2 — Curvas de isoresposta para a proporção de consumidores insatisfeitos com o odor (26 a 70%) ou sabor (18,5 a 35%) segundo os níveis de escatol e androstenona na carne de machos suínos inteiros. A proporção de consumidores insatisfeitos com a carne de fêmeas foi 26% para odor e 18,5% para sabor. A significância dos efeitos do escatol e da androstenona sobre a proporção de consumidores insatisfeito é apresentada como ** para P<0,01 e *** para P<0,001.Resultados gerias de um estudo junto ao consumidor realizado em 7 países europeus. Adaptado de Matthews *et al*., 2000.

5 Avaliação do odor sexual

5.1 Avaliação sensorial

A avaliação sensorial por painéis laboratoriais treinados é freqüentemente usada para caracterizar o odor de macho e/ou medir a sua incidência em populações de machos suínos inteiros. Estes resultados podem ser úteis para propósitos comparativos (comparar duas populações de animais ou dois tratamentos), mas os resultados obtidos com diferentes painéis não podem ser comparados entre si. De fato, a caracterização e a classificação do odor sexual é uma tarefa muito difícil e varia muito com a sensibilidade dos painelistas, seu nível de treinamento e na metodologia usada para preparar e avaliar as amostras de carne. Em um estudo envolvendo 7 painéis sensoriais, Dijkterhuis *et al*. (2000) fizeram o maior esforço possível para harmonizar a metodologia. Ainda assim, os autores concluíram que era "muito difícil harmonizar diferentes painéis sensoriais analíticos devido a uma série de fatores, incluindo “cultura, conotação de termos, nível de treinamento e detalhes no manuseio e na preparação do material”.

5.2 Métodos laboratoriais para medir compostos mal–cheirosos

Uma série de diferentes métodos imunológicos, cromatográficos e colorimétricos tem sido desenvolvida para medir os níveis de escatol e de androstenona nas

carcaças. Os métodos imunológicos utilizam anticorpos que devem se ligar especificamente aos compostos a serem testados e não a outros. A quantidade de anticorpos ligados é então medida usando radioisótopos em radioimunoensaio (RIA) ou uma enzima que produz um produto colorido na enzima ligada a ensaio imuno-específico (ELISA). Foram desenvolvidos RIAs para androstenona (Andresen, 1979; Uzu e Bonneau, 1980) e ELISAs para escatol (Singh *et al*., 1988) e androstenona (Abouzied *et al*., 1990; Claus *et al*., 1988). Os métodos imunológicos podem ser limitados pelo longo tempo necessário para desenvolver o equilíbrio da ligação do anticorpo e a necessidade da extração cuidadosa de amostras de gordura. Estes fatores também introduzem uma quantidade significativa de variação nestes ensaios, sendo comum encontrar coeficientes de variação de mais de 10%. Foi desenvolvido um método rápido de extração de androstenona da gordura para ser usados em imuno-ensaios (Claus *et al*., 1997).

Foram relatados métodos cromatográficos que utilizam cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) ou cromatografia gasosa (CG) para medir escatol e androstenona. A análise de escatol em HPLC utiliza colunas de fase reversa eluídas com sistemas de solventes isocráticos ou gradientes e usam detecção por ultravioleta ou fluorescência (Garcia-Regueiro e Diaz, 1989; Lin *et al*., 1991; Hansen-Møller, 1992; Tuomola *et al*., 1996). A análise da androstenona em HPLC envolve a conjugação a um cromóforo para detecção, uma vez que a androstenona não tem forte fluorescência ou absorve muito na região ultravioleta. Está sendo desenvolvido um método combinado para a análise de androstenona, escatol e indol (Hansen-Møller, 1994). A análise do escatol e da androstenona por CG tem sido descrita por detector de ionização de chama (Porter *et al*., 1989), detector de capturador de elétrons (de Brabander e Verbeke, 1986), detector termo-iônico específico (Peleran e Bories, 1985) e espectrofotometria de massa (Garcia-Regueiro *et al*., 1989; Edelhaeuser, 1989; Kwan *et al*., 1992). A extração cuidadosa das amostras é necessária para a análise cromatográfica, tanto para assegurar boa resolução das amostras, como para manter a vida útil da coluna. A androstenona também foi medida por espectrofotometria de massa depois da extração do fluido supercrítico (Tuomola *et al*., 1998). Foram desenvolvidos métodos para a extração de amostras de gordura para a análise do escatol por HPLC (Hansen-Møller, 1992; Dehnhard e Claus, 1992). Os métodos cromatográficos têm a vantagem de medir uma série de compostos relacionados ao mesmo tempo e geralmente são bastante específicos, não sendo afetados por compostos que podem interferor. No entanto, podem ser demorados, tecnicamente difíceis, caros e suscetíveis a falhas no equipamento. Por isso, geralmente são mais adequados para uso em análise experimental, e não para a análise de rotina de compostos de odor sexual na linha de abate.

Foram descritos métodos colorimétricos para a análise do escatol e dos esteróides 16-androstenos. O teste para escatol (Mortensen e Sorensen, 1984) envolve a extração da amostra de gordura com tris-acetona e a mistura do extrato filtrado como um reagente colorido que consiste de 4-dimetilaminobenzilaldeído em ácido sulfúrico e etanol. A intensidade da cor é então medida num espectrofotômetro a 580 nm. Os limites de detecção do ensaio são de aproximadamente 0,02 ppm e o coeficiente de variação para 0,25 ppm foi de $\pm$ 4%. No entanto, outros compostos como o indol, que não contribuem para o odor, são detectados pelo ensaio e os reagentes e produtos de reação são um pouco instáveis.

Foi desenvolvido um método para a análise colorimétrica dos esteróides 6-androstenos em carcaças (Squires, 1990; Squires *et al*., 1991, Squires *et al*., 1993). Neste método, estes esteróides são extraídos de amostras de gordura ou da glândula salivar, concentrados em cartuchos de fase sólida e depois eluídos das colunas e sofrem reação com um reagente de cor que consiste de resorciladeído e ácido sulfúrico em ácido acético glacial (Brooksbank e Haselwood, 1961). Todos os 16-androstenos produzem cor neste teste, e assim os resultados são expressos como equivalentes de 5α-androstenona para amostras de gordura e como equivalentes de 5α-androsten-3α-ol para a glândula salivar. O coeficiente de variação neste método, usando glândula salivar, é menos de 4%. Foram encontradas boas correlações (r=0,8) entre os escores sensoriais de odor e sabor desagradáveis de um painel sensorial treinado e os níveis totais de esteróides 16-androstenos na gordura ou na glândula salivar medidos por este método.

Poucos deste métodos são práticos o suficiente para serem usados na linha de abate, pois envolvem complicados procedimentos de extração ou o uso de equipamentos sofisticados e caros, de materiais caros, ou são muito demorados ou capazes de lidar com um grande número de amostras.

5.3 Potenciais métodos “on–line”

O uso de machos inteiros na produção de carne suína requer que os procedimentos de controle de qualidade estejam estabelecidos para assegurar que a carne com odor sexual não chegue ao consumidor. São necessários métodos confiáveis e rápidos para detectar o odor sexual para uso on–line nos abatedouros.

O método de espectrofotometria para medir escatol desenvolvido na Dinamarca (Mortensen e Sorensen, 1984) tem sido usado para identificar carcaças no abatedouro. No entanto, o equipamento é muito caro, não consegue analisar mais que 180 amostras por hora e mede apenas um dos compostos envolvidos.

Apesar de ter havido avanços importantes, que tornam a medição de androstenona (Claus *et al*., 1988, 1997) ou dos 16-androstenos totais (Squires, 1990) mais rápida e mais fácil, ainda estamos muito longe de ter um método industrial disponível.

A detecção instantânea na linha de abate de compostos que causam odor que usam algum tipo de sonda seria a situação ideal. Pode ser possível o uso de sondas com algum tipo de sensor imunológico, eletrônico ou químico. Os imunosensores ligam as reações antígeno-anticorpo a um sinal eletrônico gerado por um transdutor. No imunosensor de ressonância do plasmon de superfície (SPR), a reação antígeno-anticorpo causa uma mudança no índice de refração na interface líquido-metal que é detectada por uma mudança na intensidade de um raio laser refletido. Os sensores eletrônicos são compostos de semicondutores orgânicos cujas características mudam quando uma substância em particular é adsorvida na superfície. Este sensor (nariz eletrônico) foi usado para detectar os gases das trufas (Persaud, 1990). O uso de sensores de gás (Van Dijk, 1995; Berdagué *et al*., 1995) e a espectrometria de pirólise-massa (Berdagué *et al*., 1996) estão sendo pesquisados atualmente em diversos laboratórios. Recentemente, vários tipos de sensores eletrônicos foram investigados para a detecção de odor sexual, e foi demonstrado que os narizes artificiais simulam a resposta de um painel laboratorial ao odor sexual (Bourrounet *et al*., 1995; Annor-Frempong *et al*., 1998). São necessários mais estudos para

desenvolver sensores mais rápidos, sensíveis e robustos e para avaliar a viabilidade da técnica em condições industriais.

6 Metabolismo da androstenona e do escatol

O acúmulo de androstenona e de escatol nas carcaças é controlado por um equilíbrio entre os processos que produzem estes compostos e os que estão envolvidos na sua degradação e remoção. A androstenona é sintetizada nos testículos e a síntese aumenta quando o suíno se aproxima da maturidade sexual. O escatol é produzido pela degradação bacteriana do escatol no intestino, sendo absorvido para a corrente sanguínea e metabolizado no fígado.

6.1 Androstenona e compostos relacionados

Os esteróides 16-androstenos (incluindo a androstenona) são sintetizados nos testículos a partir da pregnenolona em uma reação que é catalizada pelo citrocromo P450C17 junto com o citocromo b5 e as redutases associadas (Meadus *et al*., 1993). O citocromo b5 foi clonado de uma série de espécies e, recentemente, do suíno (VanderMark e Steggles, 1997). Foram identificadas duas formas imunorreativas do citocromo b5 nos testículos pela análise de Western, uma forma de baixo peso molecular e uma de alto peso molecular (Davis e Squires, 1999). Os níveis da proteína de baixo peso molecular do citocromo b5 e mRNA total do citocromo b5 foram correlacionados com as concentrações de androstenona na gordura. Isto sugere que os níveis desta proteína nos testículos podem ser usados como marcador para reduzir o odor sexual.

A androstenona é metabolizada no fígado, com dois metabólitos principais produzidos por incubações in vitro com microssomas hepáticos (Babol *et al*., 1999). Neste sistema, o metabolismo hepático da androstenona e do escatol parecem estar relacionados e podem ocorrer via algumas enzimas comuns. No entanto, são necessários mais estudos para caracterizar o metabolismo hepático da androstenona e seu papel no clearance de androstenona.

6.2 Escatol e compostos relacionados

O escatol é produzido por bactérias no intestino grosso, que degradam o triptofano disponível de ração não digerida ou do turnover de células intestinais do suíno. O escatol é absorvido do intestino e metabolizado principalmente no fígado (Jensen *et al*., 1995). Fatores genéticos também afetam o acúmulo de escatol na carcaça. Um estudo preliminar sugere que um gene recessivo Ska1 está ligado a altos níveis de escatol, especialmente quando a produção de escatol no intestino é alta (Lundström *et al*., 1994). Isto provavelmente se deva a efeitos sobre o metabolismo hepático do escatol, já que o metabolismo de escatol é baixo em alguns machos suínos intactos (Friis, 1995; Squires e Lundström, 1997; Babol *et al*., 1998a, 1998b). Estudamos bastante o metabolismo hepático do escatol em suínos e identificamos os principais metabólitos que são formados na Fase I do metabolismo (Diaz *et al*., 1999). São o 6-hidroxiescatol (chamado anteriormente de pro-MII), 5-hidroxiescatol,

indol-3-carbinol, 3-hidróxi-3-metiloxindol ou HMOI, 3-hidróxi-3-metilindolenina (HMI), 3-metiloxindol (3MOI) e 2-amino-acetofenona (2-AM). Verificamos que, in vitro, o HMI é produzido em maior quantidade (45%), seguido do 3MOI a 28%, HMOI a 19%, 6-hidroxiescatol a 5% e os outros em menor quantidade. A produção de 6-hidroxiescatol e de HMOI foi negativamente correlacionada com o acúmulo de escatol na gordura, enquanto a produção de HMI teve correlação positiva com os níveis de escatol na gordura.

Demonstramos que as enzimas CYP2E1 (Squires e Lundström, 1997), CYP2A6 (Diaz e Squires, 2000a) e aldeído oxidase (Diaz e Squires, 2000b) são enzimas-chave na Fase I do metabolismo do escatol. Também verificamos que a Fase II do metabolismo dos metabólitos do escatol por sulfotransferase está relacionada ao clearance de escatol no fígado (Babol *et al*., 1998a, 1998b). Suínos com altos níveis destas enzimas têm baixos níveis de escatol na gordura, uma vez que o escatol é rapidamente metabolizado e removido do corpo. Animais com baixos níveis destas enzimas têm altos níveis de escatol na gordura se a quantidade de escatol absorvida do intestino ou do ambiente for alta. São necessários marcadores genéticos que possam identificar os animais que expressam altos níveis de enzimas-chave no metabolismo do escatol.

7 Fatores que afetam o odor sexual

Os resultados da avaliação sensorial de painéis sensoriais geralmente são inconsistentes demais para permitir que se façam conclusões firmes. Portanto, deve ser dado enfoque aos fatores de variação nos níveis de androstenona ou de escatol.

7.1 Fatores de variação nos níveis de androstenona

Nos pesos usuais de abate, os níveis de androstenona na gordura são muito variáveis entre animais e seguem uma distribuição log-normal. Por exemplo, a distribuição dos níveis de androstenona na gordura de 4293 machos suínos inteiros criados em 6 países europeus está apresentada na Fig. 3. As proporções de animais com níveis de androstenona $\leq$0.2, entre 0,2-0,5; 0,5-1,0; 1,0-2,0; 2,0-5,0 e >5,0 ppm foram 7, 24, 28, 22, 14 e 5%, respectivamente. Todas as 220 fêmeas contemporâneas exibiram níveis de androstenona $\leq$00,2 ppm sendo que 98% delas tiveram $\leq$00,1 ppm.

A intensidade da síntese de androstenona é baixa no leitão e depois aumenta estavelmente durante o estabelecimento da puberdade, junto com o aumento da produção de outros esteróides, andrógenos e estrógenos testiculares, que são responsáveis pelo melhor desempenho dos machos inteiros. Como os mesmos sistemas regulatórios parecem controlar a síntese de todos os esteróides testiculares, é muito difícil diminuir a androstenona sem também afetar os andrógenos e os estrógenos.

A grande variação no teor de androstenona resulta de dois mecanismos diferentes: diferenças na maturidade sexual são responsáveis por diferenças na idade em que ocorre elevação nos níveis de esteróides na gordura, enquanto que diferenças no potencial para a produção de androstenona são responsáveis pela magnitude da elevação (Bonneau *et al*., 1987a, b). Ambos mecanismos são geneticamente

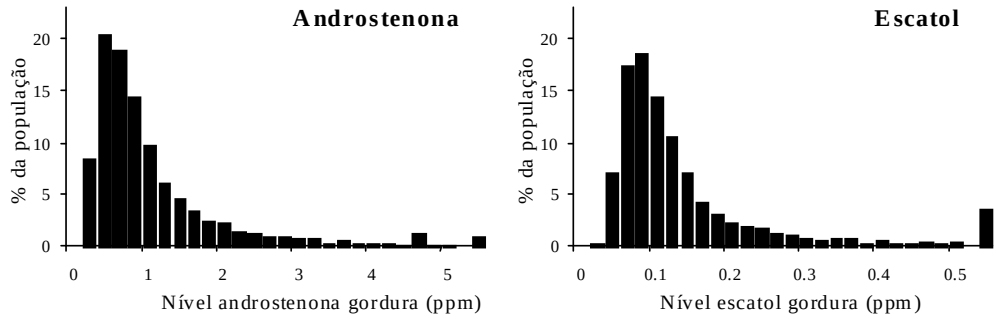


Figura 3 — Distribuição de níveis de androstenona e de escatol em 4293 machos suínos inteiros criados em 6 países europeus (adaptado de Walstra *et al*., 1999).

determinados e isto explica a alta herdabilidade do teor de androstenona na gordura, com herdabilidades estimadas entre 0,25 e 0,87 (revisão de Willeke, 1993). Os níveis de androstenona variam entre raças suínas, sendo que o Duroc tem níveis bem mais altos que o Yorkshire, Landrace ou Hampshire (Xue *et al*., 1996; Squires e Lou, 1995) e o Large White tem níveis mais altos que o Landrace (Willeke, 1993). Foi proposto um efeito significativo de diferentes haplotipos do Antígeno de Linfócito Suíno (SLA) e do marcador de microsatélite S0103 sobre o nível de androstenona na gordura (Bidanel *et al*., 1997). Isto sugere que um loci de característica quantitativa (QTL) para androstenona está localizado no cromossoma 7 entre estes dois marcadores. Outro estudo, baseado em um experimento de seleção para baixa androstenona, propôs que um gene principal de dois alelos afeta os níveis de androstenona na gordura (Fouilloux *et al*., 1997). Este modelo sugere que o alelo "baixa androstenona" é completamente dominante em relação ao "alta androstenona". Não há evidência de ligação deste gene com o sistema SLA. Assim, parece que há pelo menos dois efeitos genéticos importantes sobre o acúmulo de androstenona na gordura. Um deles pode estar relacionado com a expressão do citocromo b5 e o potencial de produção de androstenona, enquanto que o outro pode estar relacionado a outros fatores como o desenvolvimento da maturidade sexual. São necessárias mais pesquisas para caracterizar completamente estes QTL para baixa androstenona para que possam ser usados em programas de seleção genética para suínos com baixo odor sexual.

7.2 Fatores de variação dos níveis de escatol

Nos pesos usuais de abate, os níveis de escatol na gordura também são muito variáveis entre animais. A distribuição dos níveis de escatol na gordura de 4293 machos inteiros criados em 6 países europeus (Walstra *et al*., 1999) estão apresentados na Fig. 3. A proporção de animais com níveis de escatol $\leq$0,05; entre 0,05–0,10; 0,10–0,20; 0,20–0,50; e >0,50 ppm foram 15, 42, 27, 12 e 4%, respectivamente. Todas as 220 fêmeas contemporâneas tiveram níveis de escatol menores que 0,20 ppm com 36 e 85% delas com $\leq$0,05 e $\leq$0,10 ppm, respectivamente.

Segundo Kjeldsen (1993), a alimentação líquida e o fornecimento ilimitado e água estimulam uma redução no teor de escatol na gordura. O mesmo autor também

verificou que suínos em pisos ripados tiveram menor nível de escatol em comparação a animais em piso de concreto, provavelmente porque eram menos sujos.

A alimentação tem um papel importante no controle do escatol na gordura. Ingredientes com alto teor de fibra (Agergaard *et al*., 1995) e os com alto nível de carboidratos indigestíveis, que podem ser degradados no intestino grosso (Claus *et al*., 1994) reduzem a produção e o armazenamento de escatol. De fato, uma grande disponibilidade de energia no intestino grosso estimula a proliferação de bactérias que usam triptofano para a síntese proteica, em vez de degradá-lo até escatol.

Assim, os níveis de escatol na gordura dependem muito dos fatores de criação. No entanto, um estudo preliminar sugere que poderia haver um gene controlando o teor de escatol na gordura, que não se expressa fenotipicamente a não ser que existam certas condições ambientais (Lundström *et al*., 1994). Foram propostas duas hipóteses para explicar porque os níveis de escatol na gordura são mais altos em machos inteiros do que em castrados ou fêmeas. Segundo Claus *et al*. (1994), o maior potencial anabólico de machos inteiros está associados a um aumento do turnover das células intestinais, e os resíduos das células são fonte de triptofano para a formação de escatol no intestino grosso. Por outro lado, Friis (1995) demonstrou que o potencial para a degradação de escatol sanguíneo é menor em alguns machos suínos inteiros. Foi demonstrado que isto se deve a diferenças nas atividades de sistemas enzimáticos responsáveis pela degradação do escatol no fígado (Squires e Lundström, 1997; Babol *et al*., 1998a, b; Diaz e Squires, 2000a, b). É provável que o principal gene que controla o teor de escatol na gordura esteja associado com o potencial para a degradação de escatol sanguíneo.

Em conclusão, tanto a androstenona, quanto o escatol contribuem para o odor sexual em machos suínos inteiros, sendo que o escatol tem uma maior contribuição para o odor desagradável. Na atual situação, uma maior proporção de machos inteiros exibe níveis de escatol e androstenona que resultam em um aumento significativo da insatisfação dos consumidores. Para ambos compostos, os altos níveis só são obtidos quando os animais chegaram a algum grau de maturidade sexual. Os níveis de escatol na gordura são influenciados por fatores alimentares e de criação, enquanto que os níveis de androstenona e escatol também são determinados por fatores genéticos.

8 Controle do odor sexual

Na maioria dos países, a produção de carne de machos suínos inteiros não é permitida, a não ser que o problema do odor sexual seja controlado. Se a incidência de odor sexual nas populações de machos inteiros for baixa o suficiente, as carcaças com odor podem ser separadas na linha de abate para serem usadas em produtos processados.

8.1 Reduzir a incidência de odor sexual

No estado atual de conhecimento (veja a seção anterior sobre fatores de variação dos teores de androstenona e de escatol), há várias formas possíveis de reduzir a incidência de odor sexual de suínos abatidos. Os níveis de escatol podem ser reduzidos modulando as condições de criação e de alimentação, enquanto que a

seleção é mais eficiente para diminuir o teor de androstenona. Além disso, ambos compostos podem ser reduzidos retardando ou suprimindo o desenvolvimento sexual.

8.1.1 Redução do nível de escatol

Os níveis de escatol na gordura podem ser limitados criando os animais em pisos ripados em vez de em concreto, usando alimentação líquida em vez de seca e permitindo acesso ilimitado à água de bebida (Kjeldsen, 1993; Hansen *et al*., 1994). A alimentação líquida de machos com a dieta de baixa proteína contendo virginiamicina como promotor de crescimento em pisos totalmente ripados reduziu o nível de odor sexual (Allen *et al*., 1997). Claus *et al*. (1994) demonstraram que o fornecimento de uma mistura de inulina e bicarbonato alguns dias antes do abate resultou em uma grande redução nos níveis de escatol na gordura. Uma série de ingredientes que contêm altos teores de carboidratos fermentáveis pode ser incorporado nas dietas, resultando em uma diminuição nos níveis de escatol na gordura (Jensen *et al*., 1995, 1997; Andersson *et al*., 1997). A adição de bacitracina de zinco (Hansen *et al*., 1997) ou zeólito (Baltic *et al*., 1997) à dieta é eficaz na redução do escatol na gordura. Finalmente, foi demonstrado que retirar a ração na noite anterior ao abate reduz os níveis de escatol na gordura (Maribo, 1992; Kjeldsen, 1993).

Como discutido anteriormente, fatores genéticos também afetam o acúmulo de escatol na gordura. A disponibilidade de marcadores genéticos que identifiquem os animais que podem metabolizar eficazmente o escatol no fígado tornaria possível a seleção de suínos contra o escatol. A seleção de suínos diretamente sobre níveis de escatol não seria realista, uma vez que é necessário uma alta carga ambiental de escatol para que animais com metabolismo hepático insuficiente acumulem altos níveis de escatol na gordura.

8.1.2 Redução dos níveis de androstenona

A herdabilidade do teor de androstenona na gordura é muito alta (veja acima). No entanto, a seleção contra a androstenona provavelmente vai resultar em um decréscimo na produção de andrógenos e estrógenos e assim, teria um efeito negativo sobre o desempenho e na maturação sexual. De fato, Willeke *et al*. (1987) observaram puberdade retardada nas fêmeas de uma linhagem de “baixa androstenona”. A seleção contra a androstenona sem impacto negativo sobre a maturação sexual é possível usando um índice de seleção associando androstenona e desenvolvimento dos testículos (Sellier e Bonneau, 1988) ou da glândula bulbo-uretral (Sellier *et al*., 1997). No entanto, apesar de uma seleção contra androstenona ser biologicamente viável, provavelmente não seja realista na prática se formos usar critérios de seleção usados nos experimentos mencionados acima. Podem ser desenvolvidos marcadores genéticos para baixa androstenona no futuro, com base na expressão genética do citocromo b5 (Davis e Squires, 1999) ou de outros genes importantes que controlam o nível de androstenona na gordura (Fouilloux *et al*., 1997) e de uma ligação genética com os marcadores do cromossoma 7 (Bidanel *et al*., 1997). Estes marcadores genéticos seriam usados em programas de seleção auxiliados por marcadores de suínos com baixa androstenona.

Uma série de estudos investigaram a possibilidade de imunizar machos suínos inteiros contra a androstenona (Shenoy *et al*., 1982; Williamson e Patterson, 1982; Williamson *et al*., 1985) ou precursores imediatos da androstenona (Brooks *et al*., 1986). Se for bem–sucedido, o procedimento resultaria em uma redução da androstenona sem qualquer efeito negativo sobre andrógenos e estrógenos. Infelizmente, os resultados têm sido muito inconsistentes e, mesmo nos melhores casos, a redução obtida na androstenona na gordura não foi suficiente.

8.1.3 Imunocastração

A castração tardia de machos inteiros, no final do período de terminação, reduziria os níveis de androstenona e de escatol e, ao mesmo tempo, ainda obteria o benefício dos efeitos anabólicos dos andrógenos e estrógenos durante a maior parte da vida produtiva do animal. De fato, foi demonstrado que castrar machos duas a três semanas antes do abate é suficiente para diminuir o teor de androstenona na gordura a níveis semelhantes aos observados em castrados e fêmeas (Claus, 1976; Bonneau *et al*., 1982). No entanto, a castração cirúrgica não pode ser usada na prática.

A interferência com a função testicular também pode reduzir o odor sexual. A função testicular e o odor sexual podem ser diminuídos pelo tratamento com agonistas do GnRH (hormônio liberador de gonadotrofina) (Xue *et al*., 1994), mas o tratamento de animais jovens não diminui o odor sexual na maturidade (Ziecik, *et al*., 1989). A função testicular também pode ser reduzida pela imunocastração, que envolve a imunização ativa de machos inteiros contra o GnRH (Bonneau *et al*., 1994; Caraty e Bonneau, 1986; Hennessey *et al*., 1997; Manns e Robbins, 1997; Meloen *et al*., 1994; Oonk *et al*., 1995,1998). Estudos mais recentes levaram a vacinas e esquemas de vacinação que poderiam ser utilizados na prática (Bonneau *et al*., 1994; Hennessy *et al*., 1995, 1997). Também demonstraram que, como esperado, a imunocastração também resulta numa redução dos níveis de escatol na gordura (Hennessy *et al*., 1995, 1997). É provável que uma vacina para imunocastração esteja disponível no mercado no futuro.

Em conclusão, um controle adequado do ambiente e da alimentação pode reduzir substancialmente os níveis de escatol. A imunocastração pode ser usada para controlar os níveis tanto da androstenona, quanto do escatol, e estudos australianos mais recentes (Hennessy *et al*., 1997) demonstraram que esta prática pode ser usada de forma eficiente a nível de granja. Ainda está por ser determinado se a técnica é comercialmente viável ou não. No entanto, o maior problema pode ser a aceitabilidade da técnica pelo público em geral.

8.2 Classificação de carcaças na linha de abate

A existência de métodos rápidos, baratos e confiáveis para a avaliação de odor sexual na linha de abate permitiria a classificação de carcaças de acordo com os níveis de odor sexual.

O primeiro método é confiar na avaliação sensorial de um especialista. Um método rápido, usado um “ferro de solda” modificado para aquecer a gordura diretamente na carcaça foi proposto por Jarmoluk *et al*. (1970). No entanto, este método não é realista

em condições industriais, com mais de 1000 carcaças por linha por hora. A principal razão disso é a baixa repetibilidade da avaliação.

Com base nos resultados de avaliações sensoriais por painéis treinados, foram propostos níveis máximos para cada composto, numa tentativa de definir um limite entre amostras com e sem odor. Os níveis máximos de escatol considerados foram de 0,20 ou 0,25 ppm (e.g. Hansen-Møller e Godt, 1995). Devido a diferenças sistemáticas entre os vários métodos usados para medir a androstenona na gordura, os níveis máximos de androstenona variam de 0,5 a 1 ppm.

No entanto, os painéis treinados não são representativos dos consumidores reais. A definição de níveis máximos de resultados junto ao consumidor geralmente não é possível por causa da alta variabilidade e "ruído" associados a tais dados. Uma abordagem mais realista é modelar a proporção esperada de consumidores insatisfeitos segundo as concentrações de androstenona e escatol (Bonneau *et al*., 2000b).

Foram feitas várias tentativas para desenvolver métodos objetivos baseados na medição das concentrações de androstenona e/ou escatol (veja acima na seção "potenciais métodos on–line") que podem estar relacionadas à intensidade do odor sexual.

No estado atual de conhecimento, não há método satisfatório para classificar as carcaças na linha de abate. São necessários mais esforços para desenvolver métodos rápidos, baratos e confiáveis para medir ou estimar compostos mal–cheirosos e relacioná-los ao nível de insatisfação do consumidor.

8.3 Uso de carne com odor em produtos processados

Os efeitos benéficos do processamento na aceitabilidade da carne com odor sexual foram demonstrados em diversos estudos (e.g. Williams *et al*., 1963; Pearson *et al*., 1971; Walstra, 1974; Bonneau *et al*., 1979). Parte da androstenona armazenada na gordura é retirada durante o processamento (Bonneau *et al*., 1980) e o limiar para percepção pode ser mais alto em produtos processados, especialmente para os que são consumidos à temperatura ambiente (Moerman e Walstra, 1978; Desmoulin *et al*., 1982). Além disso, em produtos como embutidos, a carne com odor pode ser misturada com a sem odor, diminuindo assim a concentração final de compostos mal-cheirosos. Finalmente, em alguns produtos, os odores e sabores desagradáveis podem ser disfarçados por temperos. Portanto, a carne com odor sexual pode ser usada em produtos processados. No entanto, as exatas condições nas quais esta carne pode ser usada devem ser estudadas individualmente para cada um dos diversos produtos preparados com carne suína (McCauley *et al*., 1997).

9 Conclusões

Apesar de haver várias vantagens do uso de machos inteiros na produção de carne suína, ainda há muita relutância na maioria dos países em parar de usar a castração em leitões machos, principalmente por causa do problema do odor sexual. Os recentes resultados de um estudo internacional envolvendo 7 países da UE demostraram que o odor sexual é um problema real, uma vez que a proporção de consumidores insatisfeitos com o odor ou o sabor foi significativamente maior para

carne suína de machos inteiros de que para a de fêmeas. No entanto, deve se levar em conta que a questão dos direitos animais pode resultar, algum dia, em regulamentações que proíbam a castração cirúrgica de leitões, a não ser que seja realizada por um veterinário e sob anestesia. Por razões de custo e viabilidade, isto forçaria os produtores de suínos a não castrar mais os machos. A indústria suinícola ficará, então, em maus lençóis se não encontrar uma solução satisfatória para o problema do odor sexual.

Não há uma solução única para este problema, mas sim necessidade de uma abordagem integrada a ser usada em todos os três níveis – produção, abate e processamento. A curto prazo, a imunocastração pode oferecer uma forma viável de reduzir drasticamente a incidência de odor sexual em populações de machos inteiros. A longo prazo, a seleção genética de suínos com baixo odor sexual pode ser mais barata e aceitável. Os narizes artificiais e técnicas relacionadas oferecem oportunidades interessantes para a avaliação de odor sexual na linha de abate. Entretanto, são necessários mais avanços para determinar se podem ser usados em condições industriais. A carne com odor sexual pode ser usada através do processamento, mas devem ser conduzidos estudos específicos para cada um dos diversos produtos que podem ser processados a partir da carne suína.

10 Referências Bibliográficas

ABOUZIED, M.M., ASGHAR, A., PEARSON, A.M., GRAY, J.I., MILLER, E.R. and PETSKA, J.J. (1990) Monoclonal antibody-based enzyme-linked immunosorbent assay for C19-DELTA 16 steroids in sera of boar pigs. *J. Agric. Food Chem.* **38**: 331–335.

AGERGAARD, N., KNARREBORG, A., BECK, J., LAUE, A., JENSEN, M. T. and JENSEN, B. B. (1995) Absorption of skatole to the portal vein blood following tryptophan infusion to the hind gut. In Proceedings of the EAAP working group on production and utilisation of meat from entire male pigs, Milton-Keynes, U.K., 27–29 September

ALLEN, P., JOSEPH, R. L. and LYNCH, P. B. (1997) Effect of nutrition and management on the incidence of boar taint. In Boar taint in entire male pigs, Eds. M. Bonneau, K. Lundström & B. Malmfors. EAAP Publication 92, 88–91.

ANDERSSON, K., SCHAUB, A., ANDERSSON, K., LUNDSTRÖM, K., THOMKE, S. and HANSSON, I. (1997) The effect of feeding system, lysine level and gilt contact on performance, skatole levels and economy of entire male pigs. *Livestock Production Science* **51**,. 131–140.

ANDRESEN, Ø. (1979) A rapid radioimmunological evaluation of the androstenone content in boar fat. *Acta. Vet. Scand.* **20**: 343–350.

ANDRESEN, Ø., FRØYSTEIN, T., RØDBOTTEN, M., MORTENSEN, H. P., EIK-NES, O. and LEA, P. (1993) Sensoric evaluation of boar meat with different levels of androstenone and skatole. In Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs, Ed. M. Bonneau, INRA Edition, Paris, 69–74.

ANNOR-FREMPONG, I.E., NUTE, G.R., WOOD, J.D., WHITTINGTON, F.W. and A. WEST (1998) The measurement of responses to different odour intensities of 'boar taint' using a sensory panel and an electronic nose. *Meat Science 50*: 139–151.

BABOL, J. and SQUIRES, E.J. (1995) Quality of meat from entire male pigs. *Food Research International* **28**: 210–212.

BABOL, J., SQUIRES, E.J. and GULLETT, E.A. (1996) Investigation of factors responsible for the development of boar taint. *Food Research International* **28**: 573–581.

BABOL, J., SQUIRES, E.J. and LUNDSTRÖM, K. (1998a) Relationship between oxidation and conjugation metabolism of skatole in pig liver and levels of skatole in fat. *J. Anim. Sci.***76**: 829–838.

BABOL, J., SQUIRES, E.J. and LUNDSTRÖM, K. (1998b) Hepatic metabolism of skatole in pigs by cytochrome P450IIE1. *J. Anim. Sci.* **76**: 822–828.

BABOL, J., SQUIRES, E.J. and LUNDSTRÖM, K. (1999) Relationship between metabolism of androstenone and skatole in intact male pigs. *J. Anim. Sci.***77**: 84–92

BALTIC, M., RAICEVIC, S., TADIC, I. and DRLJACIC, A. (1997) Influence of zeolite on skatole content of swine fat tissue. In Boar taint in entire male pigs, Eds. M. Bonneau, K. Lundström & B. Malmfors. EAAP Publication 92, 97–99.

BARTON-GADE, P. (1987) Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livestock Production Science* **16**, 187–196.

BEJERHOLM, C. and BARTON-GADE, P. (1993) The relationship between skatole/androstenone and odour/flavour of meat from entire male pigs. In Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs, Ed. M. Bonneau, INRA Edition, Paris, 75–79.

BERDAGUÉ, J. L., RABOT, C. and BONNEAU, M. (1996) Rapid classification of backfat samples selected according to their androstenone content by pyrolysis-mass spectrometry. *Sciences des Aliments* **16**, 425–433.

BERDAGUÉ, J. L., TALOU, T. and BONNEAU, M. (1995) Indirect evaluation of boar taint with gas chromatographic mass spectrometric measurement of head space volatiles. In Proceedings of the EAAP working group on production and utilisation of meat from entire male pigs, Milton-Keynes, U.K., 27–29 September.

BERG, H., AGERHEM, H., von SETH, G., TORNBERG, E. and ANDRESEN, Ø. (1993) The relationship between skatole and androstenone content and sensory off-odour in entire male pigs. In Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs, Ed. M. Bonneau, INRA Edition, Paris, 55–61.

BIDANEL, J. P., MILAN, D., CHEVALET, C., WOLOWZYN, N., CARITEZ, J. C., GRUAND, J., LE ROY, P., Bonneau, M., Renard, C., Vaiman, M., Gellin, J. and Ollivier, L. (1997) Chromosome 7 mapping of a quantitative trait locus for fat androstenone level in Meishan X Large White F2 entire male pigs. In Boar taint in entire male pigs, Eds. M. Bonneau, K. Lundström & B. Malmfors. EAAP Publication 92, 115–118.

BONNEAU, M. (1982) Compounds responsible for boar taint with special emphasis on androstenone: a review. *Livestock Production Science* **9**, 687–705.

BONNEAU, M. (1993) Effects of different compounds on boar taint. 44th Annual Meeting of the EAAP, Aarhus, Denmark, 16–19 August P2.3, 326–327.

BONNEAU, M., CARRIÉ-LEMOINE, J. and MESURE-MORAT, M. (1987b) Genital tract development and histomorphometrical traits of the testis in the young boar: relationships with fat 5a-androstenone levels. *Animal Reproduction Science* **15**, 259–263.

BONNEAU, M., CARRIÉ-LEMOINE, J., PRUNIER, A., GARNIER, D. H. and TERQUI, M. (1987a) Age related changes in plasma LH and testosterone concentration profiles and fat 5a-androstenone content in the young boar. *Animal Reproduction Science* **15**, 241–258.

BONNEAU, M., DESMOULIN, B. and DUMONT, B. L. (1979) Production de viandes de porc mâles entiers ou castrés: efficacité alimentaire et composition corporelle chez les races hypermusclées. *Annales de Zootechnie* **28**, 53–72.

BONNEAU, M., DESMOULIN, B. and FROUIN, A. (1980) Conséquences des processus technologiques de transformation des viandes de porc mâle sur la teneur en androsténone des graisses. *Annales de Technologie Agricole* **29**, 69–73.

BONNEAU, M., DUFOUR, R., CHOUVET, C., ROULET, C. and Squires, E. J. (1994) The effects of immunization against Luteinizing Hormone-Releasing Hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs. *Journal of Animal Science* **72**, 14–20.

BONNEAU, M., KEMPSTER, A. J., CLAUS, R., CLAUDI-MAGNUSSEN, C. DIESTRE, A., TORNBERG, E., WALSTRA, P., CHEVILLON, P. WEILER, U. and COOK, G. L. (2000a) An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: I. Presentation of the programme and measurement of boar taint compounds with different analytical procedures. *Meat Science* **54**, 251–259.

BONNEAU, M., LE DENMAT, M., VAUDELET, J.C., VELOSO-NUNES, J. R., MORTENSEN, A. B. AND MORTENSEN, H. P. (1992) Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: I. Sensory attributes of fat and pork meat. *Livestock Production Science* **32**, 63–80.

BONNEAU, M., MEUSY-DESSOLLE, N., LÉGLISE, P. C. and CLAUS, R. (1982) Relationships between fat and plasma androstenone and plasma testosterone in fatty and lean young boars during growth and after H.C.G. stimulation. Acta Endocrinologica 101, 129–133.

BONNEAU, M., WALSTRA, P., CLAUDI-MAGNUSSEN, C., KEMPSTER, A. J., TORNBERG, E., FISCHER, K., DIESTRE, A., SIRET, F., CHEVILLON, P., CLAUS, R., DIJSTERHUIS, G., PUNTER, P., MATTHEWS, K. R., AGERHEM, H., BÉAGUE, M. P., OLIVER, M. A., GISPERT, M., WEILER, U., von SETH, G., LEASK, H., FONT I FURNOLS, M., HOMER, D. B. and COOK, G. L. (2000b) An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: IV. Simulation studies on consumer dissatisfaction with entire male pork and the effect of sorting carcasses on the slaughter line, main conclusions and recommendations. *Meat Science* **54**, 285–295.

BOURROUNET, B., TALOU, T and GASET, A. (1995) Application of a multi-gas-sensor device in the meat industry for boar-taint detection. Sensors and Actuators B 26-27: 250–254.

BROOKS, R. I. and PEARSON, A. M. (1986) Steroid hormone pathways, with special emphasis on boar odor: A review. *Journal of Animal Science* **62**, 632–645.

BROOKS, R. I., PEARSON, A. M., HOGBERG, M. G., PESTKA, J. J. and GRAY, J. I. (1986) An immunological approach for prevention of boar odor in pork. *Journal of Animal Science* **62**, 1279–1289.

BROOKSBANK, B.W.L. and HASELWOOD, G.A.D. (1961) The estimation of androst-16-en-3-ol in human urine. *Biochem. J*. **80**: 488–496.

CARATY, A. and BONNEAU, M. (1986). Immunisation active du porc mâle contre la gonadolibérine: effets sur la secrétion d'hormones gonadotropes et sur la teneur en 5a-androst-16-ène-3-one du tissu adipeux. Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris, Série D 303, 673–676.

CLAUS, R. (1976) Messung des Ebergeruchstoffes im Fett von Schweinen mittels eines Radioimmunotest. 2.Mitteilung: Zeitlicher Verlauf des Ebergeruchdepotabbaues nach der Kastration. *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie* **93**, 38–47.

CLAUS, R., HERBERT, E. and DEHNHARD, M., (1997) Comparative determination of the boar taint steroid androstenone in pig adipose tissue by a rapid enzyme immunoassay and HPLC-method. *Archiv für Lebensmittelhygiene* **48**, 25–48.

CLAUS, R., MAHLER, G. and MÜNSTER, E. (1988) Determination of the boar taint steroid 5a-androst-16-en-3-one in adipose tissue of pigs with a rapid microtitre plate enzyme-immunoassay (MTE). *Archiv für Lebensmittelhygiene* **39**, 87–90.

CLAUS, R., WEILER, U. and HERZOG, A. (1994) Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar: A review. *Meat Science* **38**, 289–305.

DAVIS, S.M. and SQUIRES, E.J. (1999). Association of cytochrome b5 with 16-androstene steroid synthesis in the testis and accumulation in the fat of male pigs. J. Anim. Sci. 77: 1230–1235 de Brabander, H.F. and Verbeke, R. (1986) Quantitative determination of androstenone in pig adipose tissue. *J. Chromatog.* **363**: 293–302.

DESMOULIN, B., BONNEAU, M. and BOURDON, D. (1974). Etude en bilan azoté et composition corporelle des porcs mâles entiers ou castrés de race Large White. *Journées de la Recherche Porcine en France* **6**, 247–255.

DESMOULIN, B., BONNEAU, M., FROUIN, A. and BIDARD, J.P. (1982) Consumer testing of pork and processed meat from boars: The influence of fat androstenone level. *Livestock Production Science* **9**, 707–715.

DESMOULIN, B., DUMONT, B. L. and JACQUET, B. (1971) Le porc mâle de race Large-White: aptitudes à la production de viande. *Journées de la Recherche Porcine en France* **3**, 187–195.

DESMOULIN, B., GIRARD, J. P., BONNEAU, M. and FROUIN, A. (1983) Aptitudes à l'emploi des viandes porcines selon le type sexuel, le système d'alimentation et le poids d'abattage. *Journées de la Recherche Porcine France* **8**, 89–98.

DIAZ, G.J. and E.J. SQUIRES (2000) The role of aldehyde oxidase in the hepatic metabolism of 3-methylindole in pigs. *J. Food Agric. Chem.* **48**: 833–837

DIAZ, G.J. and E.J. SQUIRES (2000) Metabolism of 3-Methylindole by Porcine Liver Microsomes: Responsible Cytochrome P450 Enzymes. *Toxicological Sciences* **55**: 284–292

DIAZ, G.J., SKORDOS, K.W., Yost, G.S. and E.J. Squires. (1999) Identification of phase I metabolites of 3-methylindole produced by pig liver microsomes. *Drug Metabolism and Disposition*. 1150–1156.

DISJKSTERHUIS, G.B., ENGEL, B., WALSTRA, P., FONT I FURNOLS, M., AGERHEM, H., FISCHER, K., OLIVER, M.A., CLAUDI-MAGNUSSEN, C., SIRET, F., BÉAGUE, M.P., HOMER, D.B. and BONNEAU, M. (2000) An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: II. Sensory evaluation by trained panels in seven European countries. *Meat Science* **54**, 261–269.

EDELHAEUSER, M. (1989) A rapid method for determination of the boar taint steroid androstenone. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* **85**: 80–84.

ELLIS, M., SMITH, W. C., CLARK, J. B. K. and INNES, N. (1983) A comparison of boars, gilts and castrates for bacon manufacture. 1. On farm performance, carcass and meat quality characteristics and weight loss in the preparation of sides for curing. *Animal Production* **37**, 1–9.

FORTIN, A., FRIEND, D. W. and SARKAR, N. K. (1983) A note on the carcass composition of Yorkshire boars and barrows. *Canadian Journal of Animal Science* **63**, 711–714.

FOUILLOUX,M. N., LE ROY, P., GRUAND, J., RENARD, C., SELLIER, P. and BONNEAU, M. (1997) Support for single major genes influencing fat androstenone level and development of bulbo-urethral glands in young boars. *Genetics Selection Evolution* **29**, 357–366.

FOWLER, V.R., Mc WILLIAM, T. and AITKEN, R. (1981) Voluntary feed intake of boars, castrates and gilts given diets of different nutrient density. *Animal Production* **32**, 357.

FRIIS, C. (1993) Distribution, metabolic fate and elimination of skatole in the pig. In Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs, Ed. M. Bonneau, INRA Edition, Paris, 113–115.

FRIIS, C. (1995) Is boar taint related to sex differences or polymorphism of skatole metabolism. In Proceedings of the EAAP working group on production and utilisation of meat from entire male pigs, Milton-Keynes, U.K., 27–29 September.

GARCIA-REGUEIRO, J.A. and DIAZ, I. (1989) Evaluation of the contribution of skatole, indole, androstenone and androstenols to boar taint in back fat of pigs by HPLC and capillary gas chromatography (CGC). *Meat Science* **25**: 307–316.

GILBERT; A. N. and WYSOCKI, C. J. (1987). The smell survey. Results. *National Geographics* **172**, 514–525.

GOWER, D. B. (1972) 16-unsaturated C19 steroids: A review of their chemistry, biochemistry and possible physiological role. *Journal of Steroid Biochemistry* **3**, 45–103.

GRIFFITHS, N. M. and PATTERSON, R.L.S. (1970) Human olfactory response to 5a-androst-16ene-3one. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **21**, 4–6.

HANSEN, B. C. and LEWIS, A. J. (1993) Effects of dietary protein concentration (corn: soybean meal ratio) on the performance and carcass characteristics of growing boars, barrows and gilts: mathematical description. *Journal of Animal Science* **71**, 2122–2132.

HANSEN, L. L., LARSEN, E.E., JENSEN, B.B., HANSEN-MØLLER, J. and BARTON-GADE, P. (1994) Influence of stocking rate and faeces deposition in the pen at different temperatures on skatole concentration (boar taint) in subcutaneous fat. *Animal Production* **59**, 99–110.

HANSEN, L. L., MIKKELSEN, L. L., AGERHEM, H., LAUE, A., JENSEN, M. T. and JENSEN, B. B. (1997) Effect of fermented liquid feed and zinc bacitracin on microbial metabolism in the gut and sensoric profile of m. longissimus dorsi from entire male and female pigs. In Boar taint in entire male pigs, Eds. M. Bonneau, K. Lundström & B. Malmfors. EAAP Publication 92, 92–96.

HANSEN-MØLLER, J. (1992). Determination of indolic compounds in pig fat by solid phase extraction and gradient high performance liquid chromatography with special emphasis on the boar taint compound skatole. *J. Chromatog.* **624**: 479–490.

HANSEN-MØLLER, J. (1994) Rapid hplc method for simultaneous determination of androstenone, skatole and indole in back fat from pigs. *J. Chromatog B* **661**: 219–130.

HANSEN-MØLLER, J. and GODT, J. (1995). A consumer study of Danish entire male pigs. In Proceedings of the EAAP working group on production and utilisation of meat from entire male pigs, Milton-Keynes, U.K., 27–29 September.

HANSSON, I., LUNDSTRÖM, K. and MALMFORS, B (1975) Effect of sex and weight on growth, feed efficiency and carcass characteristics of pigs. 2. Carcass characteristics of boars, barrows and gilts, slaughtered at four different weights. *Swedish Journal of Agricultural Research* **5**, 69–80.

HENNESSY, D. P., COLANTONI, C., DUNSHEA, F. R., HOWARD, K., JACKSON, P., LONG, K., LOPATICKI, S., SALI, L., SIMONS, J. and WALKER, J. (1997) Elimination of boar taint: a commercial boar taint vaccine for male pigs. In Boar taint in entire male pigs, Eds. M. Bonneau, K. Lundström & B. Malmfors. EAAP Publication 92, 141–144.

HENNESSY, D., MCCOLL, M., MOSBEY, J., SALVATORE, L., SALI, L. and WALDRON, D. (1995) The control of boar taint by manipulation of LHRH. In Proceedings of the EAAP working group on production and utilisation of meat from entire male pigs, Milton-Keynes, U.K., 27–29 September.

JARMOLUK, L., MARTIN, A.H. and FREDEEN, H.T. (1970) Detection of taint (sex odor) in pork. *Can. J. Anim. Sci.* **50**: 750–752.

JENSEN, M. T., COX, R. P. and JENSEN, B. B. (1995) Microbial production of skatole in the hind gut of pigs given different diets and its relation to skatole deposition in backfat. *Animal Science* 6**1**, 293–304.

JENSEN, M. T., JENSEN, B. B., LAUE, A., AGERGAARD, N. and BIBBY, B. M. (1997) Effect of various carbohydrate sources on the production of skatole in the hind gut of pigs and skatole concentration in blood plasma. In Boar taint in entire male pigs, Eds. M. Bonneau, K. Lundström & B. Malmfors. EAAP Publication 92, 80–83.

KJELDSEN, N. (1993) Practical experience with production and slaughter of entire male pigs. In Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs, Ed. M. Bonneau, INRA Edition, Paris, 137–144. Kwan, T.K., Gower, D.B., Trafford D.J.H., and Makin. H. L. J. (1992) Gas chromatographic/mass spectrometric characteristics of 16-androstenes, saturated analogues and their derivatives. *Biol. Mass Spectrom.* **21**: 160–164.

LIN, R.S., ORCUTT, M.W., PATTERSON, J.A. and JUDGE, M.D. (1991) Serum skatole detection using gas chromatography and high performance liquid chromatography. *Meat Sci*. **30**: 33–40.

LUNDSTRÖM, K., HANSSON, K. E., FJELKNER-MØDIG, S. and PERSSON, J. (1980) Skatole: Another contributor to boar taint. *26th European Meeting Meat Research Workers* **26**, 300.

LUNDSTRÖM, K., MALMFORS, B., MALMFORS, G., STERN, S., PETERSSON, H., MORTENSEN, A. B. and SORENSEN, S. E. (1988) Skatole, androstenone and taint in boars fed two different diets. *Livestock Production Science* **18**, 55–67.

LUNDSTRÖM, K., MALMFORS, B., PETERSSON, H., STERN, S., MORTENSEN, A. B. and SORENSEN, S. E. (1984) Boar taint and bitter taste as affected by androstenone and skatole. 30th European Meeting Meat Research Workers, 397–398.

LUNDSTRÖM, K., MALMFORS, B., STERN, S., RYDHMER, L., ELAISSON-SELLING, L., MORTENSEN, A.B. and Mortensen, H.P. (1994). Skatole levels in pigs selected for high lean tissue growth rate on different dietary protein levels. *Livest. Prod. Sci.* **38**: 125–132.

MALMFORS, B. and HANSSON, I. (1974) Incidence of boar taint in Swedish Landrace and Yorkshire boars. *Livestock Production Science* **1**, 411–420.

MALMFORS, B. and LUNDSTRÖM, K. (1983) Consumer reactions to boar meat: A review. *Livestock Production Science* **10**, 187–196.

MALMFORS, B. AND NILSSON, R. (1978) Meat quality traits of boars in comparison with castrates and gilts. *Swedish Journal of Agricultural Research* **8**, 209–217.

MANNS, J. G. and ROBBINS, S.R. (1997) Prevention of boar taint with a recombinant based GnRH vaccine. In Boar taint in entire male pigs, Eds. M. Bonneau, K. Lundström & B. Malmfors. EAAP Publication 92, 137–140.

MARIBO, H., (1992) Time from last feed to slaughter in relation to skatole level in entire male pigs. 38th International Congress of Meat Science and Technology, Clermont-Ferrand, France, 201–204.

MARTIN, A.H., FREDEEN, H.T. and STOHART, J.G. (1968) Taste panel evaluation of sex effects on the quality of cooked pork. *Canadian Journal of Animal Science* **48**, 171–179.

MATTHEWS, K. R., HOMER, D. B., PUNTER, P., BÉAGUE, M. P., GISPERT, M., KEMSPTER, A. J., AGERHEM, H., CLAUDI-MAGNUSSEN, C., FISCHER, K., SIRET, F., LEASK, H., FONT I FURNOLS, M. and BONNEAU, M. (2000) An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: III. Consumer survey in seven Europena countries. *Meat Science* **54**, 271-284.

McCAULEY, I., HENNESSY, D. P., BOGHOSSIAN, V., SALI, L., SALVATORE, L., REYNOLDS, J. and MAWSON, R. (1997) Effect of methods of cooking and processing pork on the perception of boar taint. In Boar taint in entire male pigs, Eds. M. Bonneau, K. Lundström & B. Malmfors. EAAP Publication 92, 156–160.

MEADUS, W.J., MASON, J.I. and E.J. SQUIRES (1993) Cytochrome P450c17 from porcine and bovine adrenal catalyses the formation of 5,16 androstadien-3b-ol from pregnenolone in the presence of cytochrome b5. J. Steroid Biochem. *Mol. Biol.* **46**: 565–572.

MELOEN, R. H., TURKSTRA, J. A., LANKHOF, H., PUIJK, W. C., SCHAAPER, W. M. M., DIJKSTRA, G., WENSING, C. J. G. and OONK, R. B. (1994) Efficient immunocastration of male piglets by immunoneutralization of GnRH, using a new GnRH-like peptide. *Vaccine* **12**, 741–746.

MOERMAN, P. C. and WALSTRA, P. (1978) Ebergeruch in fleisch une fleischwaren von jungen mastebern. *Die Fleischwirtschaft* 5**8**, 1503–1514.

MORTENSEN, A. B. and SORENSEN, S. E. (1984) Relationship between boar taint and skatole determined with a new analysis method. 30th European Meeting of Meat Research Workers, Bristol.

MOSS, B. W. & TRIMBLE, D. (1988). A study of the incidence of blemishes on bacon carcasses in relation to carcass classification, sex and lairage conditions. *Rec. Agric. Res. (NI)*, **36**, 101–7.

MOSS, B. W. and ROBB, J. D. (1978) The effect of preslaughter lairage on serum thyroxine and cortisol levels at slaughter and meat quality of boars, hogs and gilts. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **29**, 689–696.

OONK, R. B., TURKSTRA, J. A., LANKHOF, H., SCHAAPER, W. M. M., VERHEIJDEN, J. H. M. and MELOEN, R. H. (1995) Testis size after immunocastration as parameter for the absence of boar taint. *Livestock Production Science* **42**, 63–71.

OONK, H. B.; TURKSTRA, J. A.; SCHAAPER, W. M. M.; ERKENS, J. H. F.; SCHUITEMAKER-DE WEERD, M. H.; van NES, A.; VERHEIJDEN, J. H. M., and Meloen, R. H. (1998) New GnRH-like peptide construct to optimize efficient immunocastration of male pigs by immunoneutralization of GnRH. *Vaccine* **16**: 1074–1082.

PATTERSON, R. L. S. (1968) 5a-androst-16-en-3-one, compound responsible for taint in boar fat. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **19**, 31–38.

PEARSON, A. M., NGODDY, S., PRICE, J. F. and LARZELERE, H. E. (1971) Panel acceptability of products containing boar meat. *Journal of Animal Science* **33**, 26–29.

PELERAN, J.C. and BORIES, G.F. (1985) Gas chromatographic determination and mass spectrometric confirmation of traces of indole and 3-methylindole (skatole) in pig back fat. *J. Chromatog.* **324**: 469–474

PERSAUD, K. (1990) In Le nez knows. *Science* 248:1487.

PORTER, M.G., HAWE, S.H. and WALKER, N. (1989) Method for the determination of indole and skatole in pig fat. *J. Sci. Food Agric.* **49**: 203–209.

PRESCOTT, J. H. D. and LAMMING, G. E. (1967) The influence of castration on the growth of male pigs in relation to high levels of dietary protein. *Animal Production* **9**, 535–545.

RHODES, D. N. and PATTERSON, R. L. S. (1971) Effects of partial castration on growth and the incidence of boar taint in the pig. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **22**, 320–324.

SATHER, A.P., JONES, S.D.M., SQUIRES, E.J., SCHAEFER, A.L., ROBERTSON, W.M, TONG, A.K.W. and ZAWADSKI, S. (1995) Antemortem handling effects on the behaviour, carcass yield and meat quality of market weight entire male pigs. *Canadian Journal of Animal Science* **75**: 45–56.

SELLIER, P. and BONNEAU, M. (1988) Genetic relationships between fat androstenone level in males and development of male and female genital tract in pigs. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **105**, 11–20.

SELLIER, P., LE ROY P., FOUILLOUX, M. N., GRUAND, J. and BONNEAU, M., (1997) Results of a selection experiment based on an index associating fat androstenone level and bulbo-urethral gland size of young boars. In Boar taint in entire male pigs, Eds. M. Bonneau, K. Lundström & B. Malmfors. EAAP Publication 92, 123–126.

SHENOY, E. V. B., DANIEL, M. J. and BOX, P. G. (1982) The boar taint steroid 5a-androst-16-en-3-one : an immunisation trial. *Acta Endocrinologica* **100**, 131–136.

SINGH, P., SINHA, A., AFZAL, R. and BROCK, T.K. (1988) A practical enzyme-linked immunoassay for quantitation of skatole. *Proc. 34th Int. Congress Meat Sci. Technol. Brisbane*, pp.692–694.

SQUIRES, E. J. (1990) Studies on the suitability of a colorimetric test for androst-16-ene steroids in the submaxillary gland and fat of pigs as a simple chemical test for boar taint. *Canadian Journal of Animal Science* **70**, 1029–1040.

SQUIRES, E.J. and Y. LOU (1995) Levels of boar taint in purebred entire male pigs in Canada Proceedings of the EAAP Working Group on the Production and Utilization of Meat from Entire Male Pigs, Milton Keynes, U.K., Sept 27–29.

SQUIRES, E.J. and K. LUNDSTRÖM (1997) Relationship between cytochrome P450IIE1 in liver and levels of skatole and its metabolites in entire male pigs. *J. Anim. Sci.* **75**: 2506–2511.

SQUIRES, E.J., DENG, H. and WU, L. (1993). Colorimetric method for the determination of androst-16-ene steroids in carcasses. In: M. Bonneau (Ed.) Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs. Proc. EAAP Working Group, October 12–14 1992, Roskilde, Denmark. INRA, Paris

SQUIRES, E.J., GULLETT, E.A., FISHER, K.R.S., and PARTLOW, G.D. (1991) Comparison of androst-16-ene steroid levels determined by a colorimetric assay with boar taint estimated by a trained sensory panel. *J. Anim. Sci.* 6**9**: 1092–1100.

TUOMOLA, M.; HAKALA, M., and MANNINEN, P. (1998) Determination of androstenone in pig fat using packed column supercritical fluid chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatography B.* **719**: 25–30.

TUOMOLA, M.; VAHVA, M., and KALLIO, H. (1996) High-performance liquid chromatography determination of skatole and indole levels in pig serum, subcutaneous fat and submaxillary salivary glands. *J. Ag. Food Chem.*; **44(5)**: 1265–1290.

UZU, G. and BONNEAU, M. (1980) Relations entre la production spermatique et la teneur en androstenone dans la graisses du jeune verrat. *Ann. Zootech.* **29**: 23–30

VAN DER MARK, P. K. and STEGGLES, A. W. (1997) The isolation and characterization of the soluble and membrane-bound porcine cytochrome b5 cDNAs. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 24**0**: 80–83.

VAN DIJK, R. (1995) First steps in developing an instrument for measuring boar taint. In Proceedings of the EAAP working group on production and utilisation of meat from entire male pigs, Milton-Keynes, U.K., 27–29 September.

VOLD, E. (1970) Fleischproduktionseigenshaften bei Ebern und Kastraten. IV. Organoleptische und gaschromatografische Untersuchungen Wasserdampfflüchtiger Stoffe des Rückenspeckes von Ebern. *Meldinger Nordlandbrukshoegskole* **49**, 1–25.

WALSTRA, P. (1974) Fattening of young boars: quantification of positive and negative aspects. *Livestock Production Science* **1**, 187–196.

WALSTRA, P. and KROESKE, D. (1968) The effect of castration on meat production in male pigs. *World Review of Animal Production* **4**, 59–64.

WALSTRA, P. and MAARSE, G. (1970) Onderzoek gestachlengen van mannelijke mestvarkens. IVO-rapport C-147 and rapport nº 2 Researchgroep voor Vlees en Vleeswaren TNO, 30pp.

WALSTRA, P. and VERMEER, A.W. (1993). Aspects of micro and macro economics in the production of young boars. 44th annual meeting of the E.A.A.P., Aarhus, Denmark, 16–19 August P2.2, 325.

WALSTRA, P., CLAUDI-MAGNUSSEN, C., CHEVILLON, P., VON-SETH, G., DIESTRE, A., MATTHEWS, K. R., HOMER, D. B. and BONNEAU, M. (1999) An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: levels od androstenone and skatole by country and season. *Livestock Production Science* **62**, 15–28.

WALSTRA, P., ENGEL, B. and MATEMAN, G. (1986) The androstenone-skatole dilemma as applied in a consumer test. 32nd European. *Meeting of Meat Research Workers*, Ghent, 27–29.

WARRISS, P. D. (1984). Incidence of carcass damage in slaughter pigs. In Proc. 30th Eur. Mtg. of Meat Res. Workers, Bristol, p. 1: 8.

WEILER, U., FONT I FURNOLS, M., FISCHER, K., KEMMER, H., OLIVER, M.A., GISPERT, M., DOBROWOLSKI, A. and CLAUS, R. (2000) Influence of differences in sensitivity of Spanish and German consumers to perceive androstenone on the acceptance of boar meat differing in skatole and androstenone concentrations. *Meat Science* **54**, 297–304.

WILLEKE, H. (1993) Possibilities of breeding for low 5a-androstenone content in pigs. *Pig News and Information* **14**, 31N-33N.

WILLEKE, H., CLAUS, R., MULLER, E., PIRCHNER, F. and KARG, H. (1987) Possibilities of breeding for low 5α-androstenone content in pigs. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **104**, 64–73.

WILLIAMS, L. D., PEARSON, A. M. and WEBB, N. B. (1963) Incidence of sex odor in boars, sows, barrows and gilts. *Journal of Animal Science* **22**, 166–168.

WILLIAMSON, E. D. and Patterson, R. L. S. (1982) A selective immunisation procedure against 5a-androstenone in boars. *Animal Production* **35**, 353–360.

WILLIAMSON, E. D., PATTERSON, R. L. S., BUXTON, E. R., MITTCHELL, K. G., PARTRIDGE, I. G. and Walker, N. (1985) Immunisation against 5a-androstenone in boars. *Livestock Production Science* **12**, 251–264.

WOOD, J. D. (1984) Fat quality in pig meat in U.K. In: Fat quality in lean pigs. *Meat Research Institute Special report* **Nº 2**, 9–14.

WOOD, J. D. and ENSER, M. (1982) Comparison of boars and castrates for bacon production. 2. Composition of muscle and subcutaneous fat, and changes in side weight during curing. *Animal Production* **35**, 65–74.

XUE, J., DIAL, G.D., HOLTON, E.E., VICKERS, Z., SQUIRES, E.J., LOU, Y, GODBOUT, D. and N MOREL (1996) Breed differences in boar taint: Relationship between tissue levels of boar taint compounds and sensory analysis of taint. *J. Animal Sci.* **74**: 2170–2177.

XUE, J.L., DIAL, G.D., BARTSH, S., KERKAERT, B., SQUIRES, E.J., MARSH, W.E. and FERRE, G. (1994) Influence of a gonadotropin-releasing hormone agonist on circulating levels of luteinizing hormone and testosterone and tissue levels of compounds associated with boar taint. *J. Anim. Sci.* **72**: 1290–1298.

ZIECIK, A.J., K.L. ESBENSHADE, and J.H. BRITT. (1989) Effects of a gonadotrophin-releasing hormone antagonist on gonadotrophin secretion and gonadal development. *J. Reprod. Fert.* 87: 281.

MEDIDAS ÓPTICAS ON-LINE NO POST MORTEM PRECOCE NA AMPLITUDE DO ESPECTRO DO INFRAVERMELHO PRÓXIMO NA PREDIÇÃO DO GENÓTIPO RN$^-$ EM SUÍNOS

Jan Rud Andersen[1] Claus Borggaard[1] Åsa Josell[2]

[1]Danish Meat Research Institute
Maglegaardsvej 2, DK–4000 Roskilde, Denmark.
[2]Swedish Meats R & D
PO Box 504, SE–224 24 Kävlinge, Sweden.

Resumo

Nos últimos anos, trabalhos realizados na Swedish Meats R & D e Instituto de Pesquisas de Carnes da Dinamarca demonstram que o uso da espectrometria do vermelho próximo (NIR) é capaz de detectar diferenças na carne de suínos portadores ou não do genótipo RN$^-$. Em dois estudos, classificações baseadas no espectro infravermelho próximo realizadas em carcaça quente através de fibra óptica deram resultados em que o número de carcaças classificadas erradamente variou entre 6 e 16%. Neste estudo, um espectrômetro VIS/NIR at-line foi comparado com a versão on-line do mesmo instrumento usando fibra óptica. Como esperado, o instrumento at-line produziu menos erros na classificação do que o instrumento on-line.

Também foi demonstrado que as medições ópticas de glicogênio e potencial glicolítico podem ser feitas dentro da região de comprimento de onda de 400 nm a 1100 nm.

1 Introdução

O trabalho descrito neste artigo é uma continuação do projeto *"eterminação do fenótipo RN em suínos na linha de abate usando espectroscopia visual e de infravermelho próximo"* (Josell *et al*., 2000). Foi demonstrado as medições NIR (Williams e Noris, 1987) realizadas na linha de abate podem ser usadas para separar carcaças suínas segundo o genótipo, principalmente o gene RN$^-$ encontrado em suínos da raça Hampshire (Eber *et al*., 1999, Enfält *et al*., 1997, LeRoy *et al*., 1990).

Os resultados da primeira tentativa de usar NIR para classificar carcaças segundo o fenótipo RN$^-$ foram promissores no sentido de que poderia ser feita uma boa discriminação entre portadores e não-portadores com base no espectro do NIR obtida através de uma sonda de fibra óptica inserida no lombo (entre a 4ª e a 5ª vértebra da região lombar). No entanto, houve vários problemas com esta técnica de medição que precisavam ser resolvidos, principalmente:

- O conjunto de dados consistia de 96 carcaças, das quais apenas 30 eram portadoras do genótipo RN^-. Portanto, o conjunto de dados não estava bem balanceado.

- O modelo matemático usado para a discriminação era muito complexo e temia-se que não fosse muito robusto.

- Além disso, o espectrômetro usado era de rastreamento lento (30 segundos por espectro). Este espectrômetro teria que ser substituído por um instrumento baseado em filtros ou díodo para medições on-line rápidas. Assim, era necessário um conhecimento mais profundo da região ideal de comprimento de onda para escolher o tipo adequado de instrumento para uso on-line.

- Medidas de referência para, p. ex., potencial glicolítico e proteína eram feitas em amostras retiradas do músculo semimembranosus, enquanto que o espectro NIR era obtido na região lombar do músculo Longissimus dorsi. Isto significa que não se poderia esperar boas correlações entre o método do espectro e os valores medidos no laboratório.

Assim, decidiu-se conduzir um novo experimento no qual as carcaças fossem medidas on-line e at-line. A medição at-line foi incluída pois tornaria possível obter espectros sob condições controladas. As medidas referenciais seriam feitas em amostras retiradas da mesma região da carcaça onde fossem obtidos os espectros NIR.

Neste artigo, estão apresentados os resultados deste segundo experimento.

2 Material e Métodos

2.1 Instrumentação

Os espectros foram obtidos usando dois espectrômetros NIR-Systems 6500 da empresa Foss NIR-Systems. Um dos espectrômetros era equipado com uma sonda de inserção de fibra óptica (veja Figura 1) para medições dentro dos músculos intactos na linha de abate. Uma lente de safira na extremidade da sonda enfocando a luz das fibras proveniente do monocromator sobre a amostra imediatamente abaixo das fibras que leva a luz refletida de volta para o sistema detector não aparece na Figura 1. O outro instrumento era equipado com um módulo de transporte de reflectância com um recipiente retangular em meia taça de amostra para medições at-line.

A Figura 2 apresenta uma visão do sistema de amostragem usado no instrumento at-line. A amostra de carne é cortada em fatias e colocadas entre duas lâminas de vidro. A luz do monocromator é refletida a partir da superfície da amostra e os detectores são dispostos em ângulo de 45^oem relação à superfície da cubeta. Então, a cubeta é movimentada na direção vertical. Desta forma, o espectro obtido é uma média da área englobada pelo retângulo pontilhado dentro da cubeta.

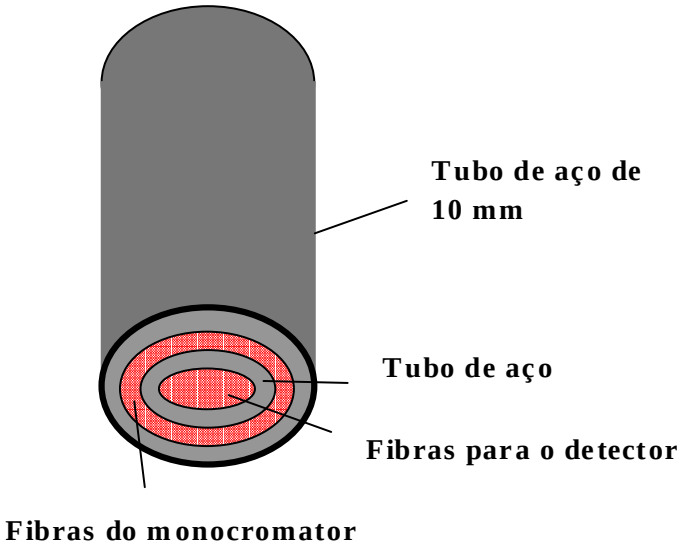


Figura 1 — A sonda de fibra óptica Foss

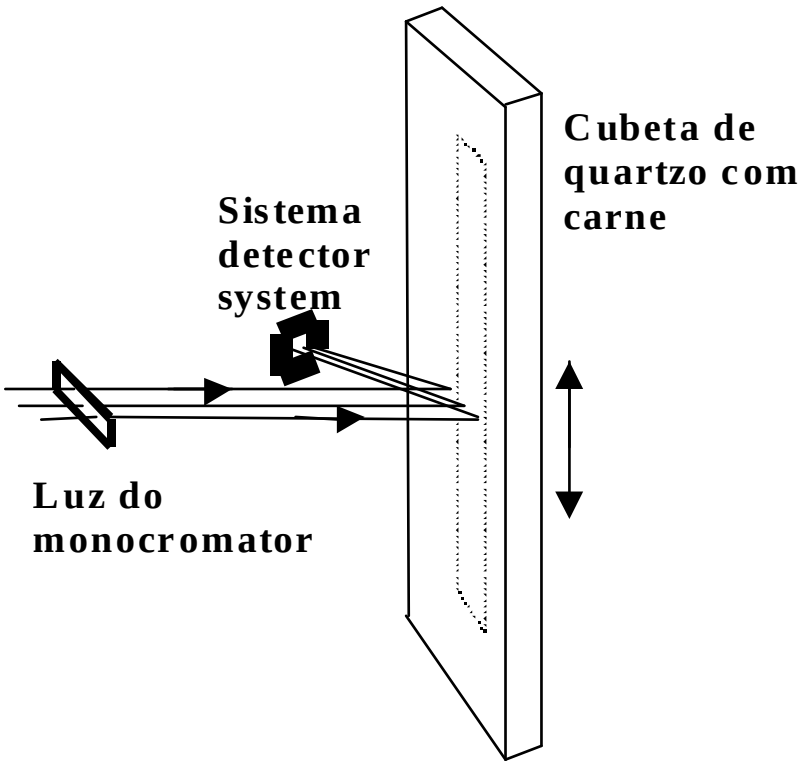


Figura 2 — Visão esquemática do sistema de amostragem usado no instrumento at-line

2.2 Obtenção de dados NIR

As medições foram realizadas em 150 aproximadamente 30 minutos post mortem. Carcaças com pH menor que 6,0 no músculo LD não foram usadas.

Com uma faca, foi feito um corte da região lombar do músculo LD. A sonda de fibra óptica foi colocada neste corte de forma que o espectro fosse medido perpendicular às fibras musculares. Desta forma, foram obtidos três espectros de cada carcaça durante um período de 3 minutos. A sonda não foi reposicionada entre cada uma destas três medições.

Depois que cada carcaça foi medida com a sonda de fibra óptica, o músculo LD foi retirado da carcaça e levado imediatamente para o laboratório, onde foi retirada uma amostra para escaneamento no instrumento NIR at-line. As amostras foram colocadas em um recipiente de amostra de forma que a carne fosse iluminada pela luz do monocromator, paralela à direção da fibra.

Para todas as carcaças, o tempo transcorrido entre a medida pela sonda e a medida at-line não foi maior que 3 minutos. Neste ponto, a temperatura foi medida novamente.

2.3 Análise de referência

Uma pequena amostra de carde de cada músculo LD recém cortado foi rapidamente congelada usando nitrogênio líquido. O potencial glicolítico (glicogênio, lactato, glicose e glicose-6-fosfato) destas amostras foi analisado.

O restante de cada lombo foi embalado a vácuo e mantido resfriado em água a aproximadamente +12^{o}C. Estas amostras foram usadas para análise laboratorial de água, proteína e perda por gotejamento.

A perda por gotejamento foi medida usando o método EZ (Rasmussen *et al*., 1996).

As carcaças que foram medidas com instrumentos NIR foram armazenadas de um dia para o outro na sala de resfriamento (+4^{o}C), e 24 horas depois foram medidos o pH_{24} e os níveis de reflexão da sonda de fibra óptica (FOP) (comprimento único de onda) no lado intacto do músculo LD.

3 Espectro e valores de referência

3.1 Espectro

No momento da análise de dados, os conjuntos de dados do espectro consistiram de:

- 148 espectros obtidos com o instrumento at-line. Faltaram os espectros das carcaças 66 e 134 porque as amostras não foram escaneadas. A amplitude de comprimentos de onda nestes espectros e de 400 nm a 2500 nm.

- Três espectros de cada uma das 150 carcaças. Estes espectros foram obtidos na linha de abate usando a sonda de fibra óptica. A amplitude de comprimentos de onda nestes espectros foi de 400 nm a 2400 nm. Os espectros das carcaças 13 e 99 foram descartados porque obviamente a sonda foi inserida na gordura

subcutânea nestas duas medições. Os espectros de várias outras carcaças tiveram altos picos de absorção de gordura a 1722 nm e 1212 nm indicando um alto teor de gordura no ponto de medição.

3.2 Valores de referência

Todas as 150 carcaças foram analisadas pelo laboratório. As estatísticas relevantes para os valores referência estão apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 — Valores laboratoriais para portadores e não-portadores.

Característica	Portadores RN^- (N=106)		Não-portadores RN^- (N=44)	
	média	DP	Média	DP
Peso ao abate (kg)	84.7	5.1	86.5	5.8
% de carne magra	57.7	2.6	57.5	2.5
Temperatura ao NIR (^{o}C)	39.5	0.6	39.6	0.6
PH (30 min)	6.60	0.18	6.57	0.15
PH_{24}	5.38	0.07	5.57	0.22
PH_{48}	5.32	0.04	5.44	0.13
FOP_{24}	33.8	6.1	29.4	7.3
Perda p/ gotejamento %	4.35	1.37	3.19	1.45
G-6-P* (mmol/kg)	2.79	1.85	1.71	1.40
Glicose (mmol/kg)	1.67	0.73	1.79	0.70
Lactato (mmol/kg)	36.9	9.19	37.3	12.0
Glicogênio (mmol/kg)	111.4	18.5	46.5	13.7
Potencial Glicolítico	268.5	40.3	137.3	26.7
Água %	75.61	0.61	74.87	0.58
Proteína %	21.60	0.66	23.20	0.65

* Glicose-6-fosfato

A temperatura na tabela acima é a temperatura medida 30 min post mortem.

Os níveis de glicogênio, glicose e glicose-6-fosfato foram determinados de acordo com os métodos descritos por Dalrymple *et al*., 1973. O lactato foi determinado usando um kit comercial (Boehringer Mannheim, Alemanha) e o potencial glicolítico (PG) foi calculado segundo:

$$GP = 2 * ([glycogen] + [glycose] + [glucose - 6 - phosphate]) + [lactate]$$

Nas amostras retiradas de 150 carcaças, foi visto que o glicogênio é o principal componente no cálculo do PG e uma correlação de R=0,983 foi observada entre os dois.

3.3 Validando os dados de referência

Para validar os dados de referência, foram usados os seguintes procedimentos:

1. Os valores de referência (especialmente: proteína, água, perda por gotejamento, glicogênio e PG) foram plotados uns contra os outros. Fazendo-se isso, nos convencemos que há uma alta correlação entre estes parâmetros. Nestes plots, alguns exemplos se destacam, p. ex., a amostra 50 é extrema no sentido de que vários valores são muito altos ou muito baixos. Outros exemplo é a amostra 137, que fica sozinha e longe dos quadrados mínimos de melhor aptidão linear em, p. ex., o plot da proteína contra PG. A lista inteira de outliers detectada desta forma um tanto grosseira é: amostras 8, 38, 50, 133 e 137.

2. Foi realizada uma análise de componente principal (PCA) para as 5 variáveis: proteína, água, perda por gotejamento, glicogênio e PG. Antes da PCA, os dados foram ajustados para mesma variância para dar a cada variável a mesma importância.

O resultado desta abordagem mais automatizada é que as amostras 5, 11, 38, 39, 50, 133 e 137 foram reconhecidas como outliers pelo software Unscrambler (Unscrambler 6.2, CAMO, Trondheim, Noruega e Martens e Naes 1989). Isto significa que devíamos ter cuidado com estas amostras na análise seguinte.

3.4 Validando os espectros at-line

Os dados dos espectros podem conter erros, assim como os dados de referência. Por inspeção visual, os espectros das seguintes carcaças foram descartados:

- Carcaça 66: um espectro nunca foi obtido.
- Carcaça 134: o espectrômetro não funcionou bem no momento obtenção (o espectro é zero em uma grande amplitude).

Usando a PCA sobre os espectros restantes, os seguintes foram prontamente reconhecidos como outliers sérios observando os plots de valores eigen: espectros n. 20, 67 e 144 foram outliers sérios e os espectros das amostras 46, 79, 21, 6 e 73 foram outliers moderados.

3.5 Validando os espectros obtidos com o uso da fibra óptica

Por inspeção visual, 5 espectros foram imediatamente reconhecidos como outliers:

- Os espectros das amostras 13 e 99 foram típicos de espectros de amostras com alto teor de gordura.
- Os espectros das amostras 8, 9 e 93 tiveram valores de absorbância incomumente baixos (perto ou abaixo de zero), indicando que o espectro de referência usado para calcular as absorbâncias não foi feito corretamente.
- Estes 5 outliers foram tão sérios que foram retirados do conjunto de dados antes de qualquer outra análise.

Uma análise de componente principal das 145 amostras restantes classificou as seguintes amostras como atípicas: 11, 12, 14, 15, 20, 30 e 104. No entanto, estes espectros foram deixados no conjunto de dados durante a análise de regressão.

Para a análise de regressão seguinte, os espectros foram truncados a 1820 nm pois provocavam muito ruído em comprimentos de onda mais longos. Isto se deve ao fato de que o vidro que é usado para as fibras tem propriedades de transmissão ruins a comprimentos de onda acima de 1900 nm. Isto, junto com as fortes bandas de absorção de água e baixo backscatter (retrodispersão) na região de comprimento de onda longo, faz com que um sinal muito baixo chegue ao detector. Portanto, a região de comprimento de onda disponível é entre 400 e 1820 nm.

4 Pré-tratamento dos dados e análise de regressão

4.1 Dados at-line

Os melhores resultados obtidos ao tentar predizer as diversas características de qualidade estavam no espectro depois de terem sido pré-tratados usando uma transformação box-car (com uma largura geométrica de 5 pontos de dados=10 nm) seguida de uma segunda transformação derivativa (novamente com uma largura geométrica de 5 pontos de dados) (Martens e Naes, 1989).

Na primeira análise dos dados at-line, todos os espectros (exceto os das amostras 66 e 134) foram mantidos para a análise de regressão. O desenvolvimento do modelo foi então realizado nas seguintes etapas, repetidas 3–4 vezes até não nenhuma melhora poder ser detectada:

- Regressão PLS usando validação cruzada (20 segmentos)
- Verificação de outliers óbvios e sua remoção
- Regressão PLS usando validação cruzada e validação jack knife (canivete) (software Unscrambler versão 7.5, Noruega) sobre as variáveis do espectro (comprimentos de onda) para verificar sua significância
- Remoção de comprimentos de onda insignificantes do modelo de regressão.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da validação das regressões PLS.

A Figura 3 mostra o resultado da validação cruzadas da predição de proteína usando os espectros at-line.

O RMSEP é a raiz quadrada do erro médio de predição (validação cruzada) definida como:

$$RMSEP = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (y_i^{\text{pred}} - y_i^{\text{lab}})}{N}}$$

onde y_i^{pred} é o valor predito dos espectros da amostra I, y_i^{lab} é o valor de referência do laboratório correspondente.

Com a introdução do método de validação jack knife (canivete) (para a remoção de variáveis x insignificantes) no software Unscrambler, os resultados obtidos são, de

Tabela 2 — Medições at-line no compartimento retangular da amostra, resultados da predição

	Característica de referência				
	Água	Proteína	Glicogênio	GP μmol/g	Perda Gotej.
Valor Médio	75.39 %	22.07 %	113.6 μmol/g	272.4 μmol/g	3.91%
DP	0.69 %	0.985%	41.5 μmol/g	84.7 μmol/g	1.31%
outliers (ID)	137	111, 4	133, 77, 58	58, 59, 77, 101, 133, 149	50, 12, 137
N	147	145	145	145	143
R	0.823	0.887	0.806	0.885	0.651
RMSEP	0.397%	0.436%	24.73 μmol/g	39.4 μmol/g	1.00%
n. fatores PLS	7	6	6	10	5

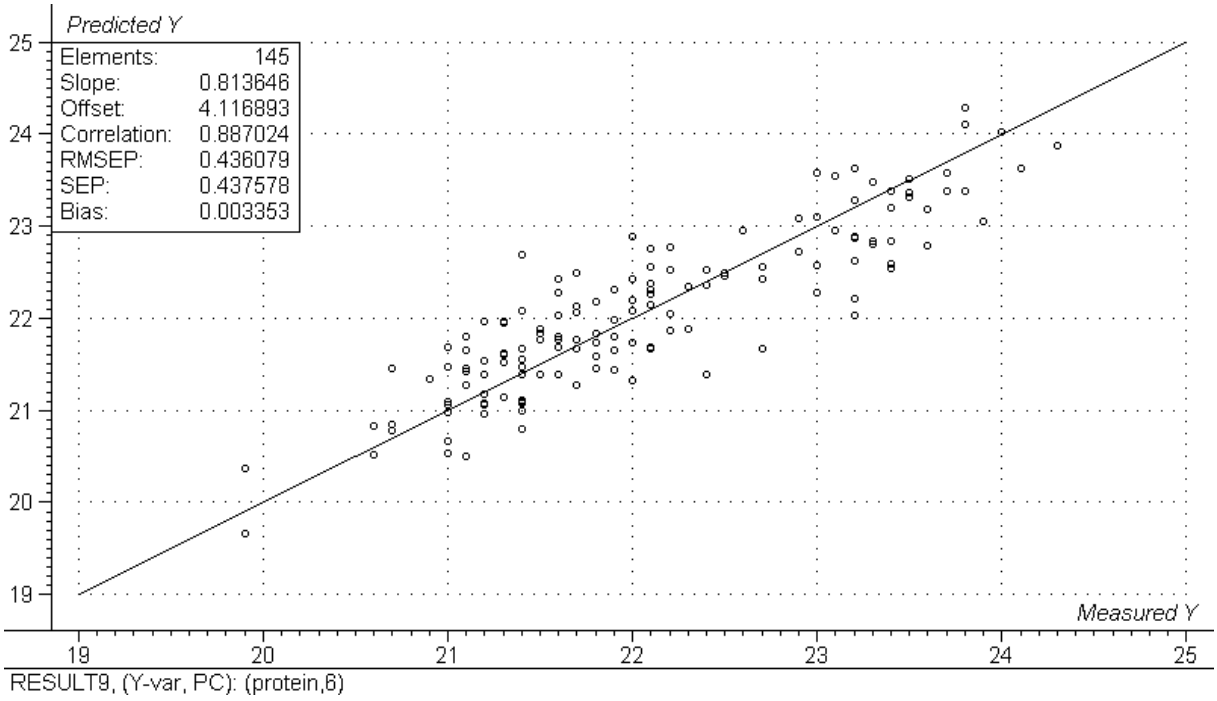


Figura 3 — Instrumento at-line para a predição do teor de proteína

certa forma, dependentes da ordem em que os outliers são retirados - retirar uma amostra da calibração vai naturalmente afetar a significância das diferentes variáveis x.

Portanto, os resultados obtidos, p. ex., na determinação do potencial glicolítico varia de uma RMSEP entre 39 e 45 .

A Figura 4 mostra um dos resultados que podem ser obtidos com o instrumento at-line para a predição do potencial glicolítico.

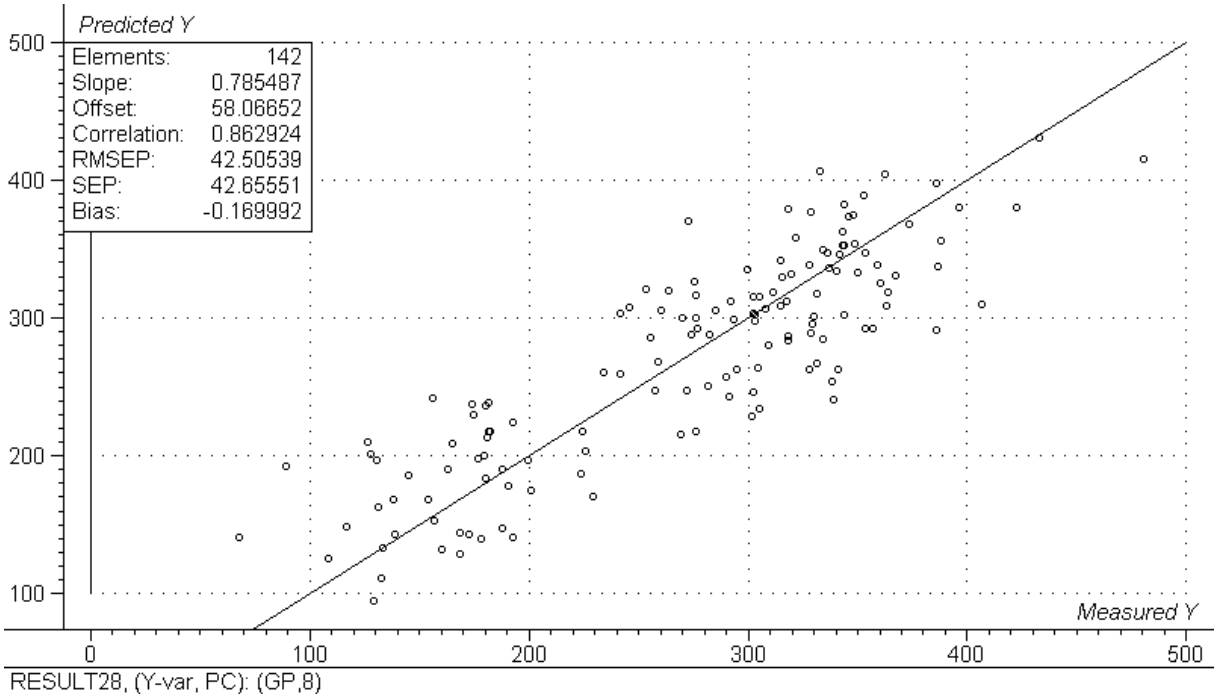


Figura 4 — Instrumento at-line para a predição do potencial glicolítico.

4.2 Discriminação entre portadores e não-portadores do fenótipo RN$^-$

A classificação de carcaças de acordo se são ou não portadoras do gene RN textsuperscript - pode ser feita de duas formas:

1. Usar o modelo para predizer o PG e depois inserir um limiar a PG=215 (Fernandez *et al*., 1992). Com base no espectro obtido com o instrumento at-line, 7 de 43 carcaças (16%) classificadas pelo laboratório como não-portadoras, e 4 de 99 carcaças (4%) classificadas como portadoras pelo laboratório foram mal classificadas. Assim, foi observada uma classificação errônea de 11*100/42=8%.

2. Criar diretamente um modelo PSL sobre uma variável construída 0-1 para não-portador e portador, respectivamente. Neste caso, as predições baseadas nos espectros do instrumento at-line causou erros correspondentes a 4 não-portadores de 40 (9%) e 5 portadores de 99 (5%) de carcaças mal classificadas. O erro total de classificação foi de 9*100/142=6%.

4.3 Dados da sonda de fibra óptica

Antes da análise de regressão, os espectros foram ajustados usando a técnica de transformação box-car, com uma largura geométrica de 5 pontos de dados. Depois disso, os espectros foram diferenciados usando uma largura geométrica de 5 pontos de dados (10 nm).

Este pré-processamento é quase idêntico ao usado para os espectros at-line, mas aqui o segundo derivativo não deu bons resultados devido à pior razão sinal:ruído nos espectros.

O resultado da regressão PLS destes dados estão apresentados na seguinte tabela:

Tabela 3 — Resultados baseados nos espectros obtidos com a sonda de fibra óptica

	R	RMSEP	Inclinação	Outliers
GP	0.70	61.68 μmol/g	0.528	15, 59, 73
Glicogênio	0.69	30.69 μmol/g	0.524	15, 59, 73
Proteína	0.61	0.788%	0.442	15, 133

Os resultados da Tabela 3 foram obtidos usando de 7–9 fatores nos modelos PLS.

Como no caso do instrumento at-line, a discriminação entre fenótipos pode ser feita de duas formas:

1. Usar o valor predito de PG para distinguir os fenótipos inserindo um limiar a 210 μmol/g. Carcaças com PG predito acima de 210 μmol/g seriam classificadas como portadoras de RN. O resto seria designado como não-portador.

2. Fazer um modelo de predição baseado diretamente em nosso conhecimento prévio de a que fenótipo cada carcaça pertence, designando assim um valor 0 ou 1 para cada carcaça dependendo do fenótipo e então criando um modelo que possa predizer esta variável 0–1.

Usando o primeiro método, obtivemos um erro geral de classificação de 15,5% para as medições da sonda. Para os portadores de RN^-, apenas 3 de 99 (3%) foram mal classificados, enquanto que 19 de 43 (44%) dos não-portadores foram mal classificados.

Com o segundo método, obtivemos classificações erradas em 8 dos 42 não-portadores (19%) e 7 de 101 portadores de RN textsuperscript - (7%). Aqui, o erro geral de classificação foi de 10,5%.

5 Comprimentos de onda importantes

Os espectros at-line são definitivamente mais confiáveis quando se determina que comprimentos de onda são os mais importantes. Na Figura 5, são mostrados os coeficientes de regressão para um dos modelos obtidos para a predição do PG. Neste modelo, apenas os comprimentos de onda abaixo de 110 nm foram permitidos (região

do detector de silicone). O poder de predição deste modelo (R=0,86, 7 fatores PLS) é quase do mesmo nível do melhor modelo que poderia ser feito como toda a região de comprimento de onda (veja Tabela 2). Foi visto que as constantes de regressão são muito altas, mas isto se deve principalmente aos valores do PG, que têm predição de serem altos, e à dupla diferenciação dos espectros, deixando números muito pequenos na matriz X. A razão porque é vantajoso nos restringirmos a trabalhar apenas com a região do detector de silicone (400-1100 nm) é que os detectores semi-condutores de silicone são baratos, têm um tempo de resposta rápido e são muito sensíveis. Isto, junto com o fato de que a fonte de luz (halogênio tungstênio) usada para a espectroscopia visual e de vermelho próximo tem o seu pico de emissão ao redor de 900 nm, dá uma razão sinal:ruído muito boa nos espectros.

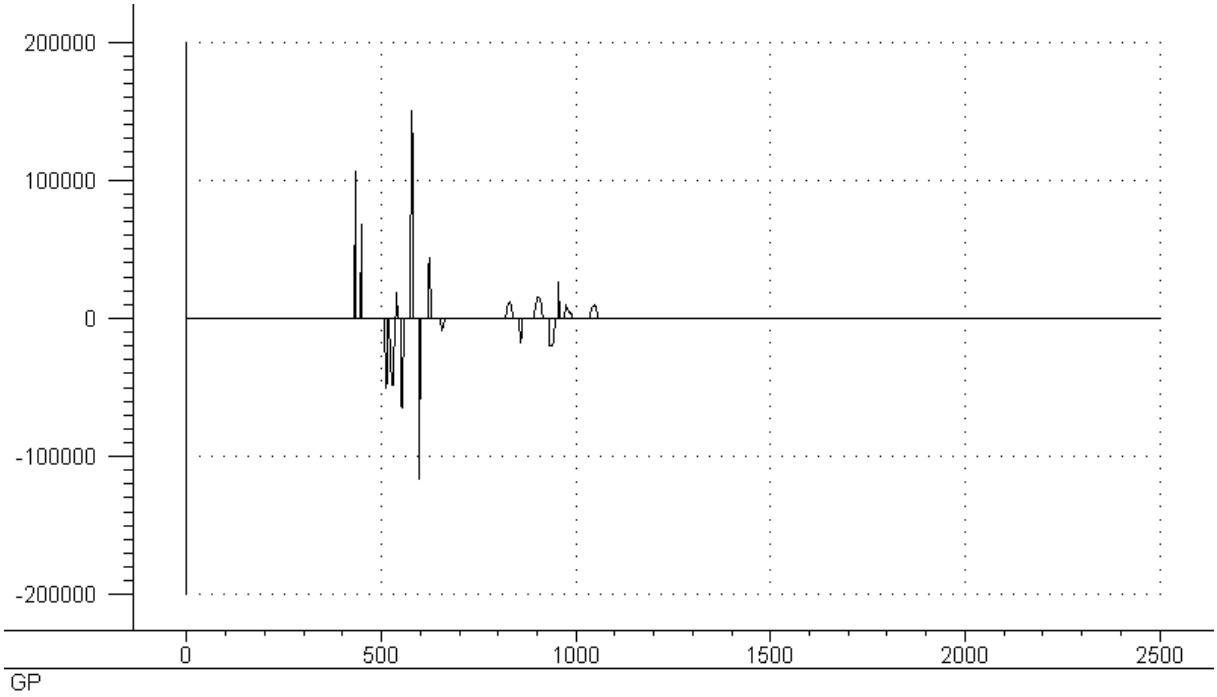


Figura 5 — Comprimentos de onda importantes na região do detector de silicone

6 Sonda de fibra óptica versus medição at-line!

Os resultados deste experimento tornam evidente que as medições at-line têm maior precisão que o conjunto da fibra óptica. As diferenças entre espectros originários de portadores e não-portadores do gene RN^- são muito pequenas. Portanto, modelos PLS baseados em medições de fibra óptica, com uma pior razão sinal:ruído, usam mais fatores que modelos baseados em medições feitas por instrumentos at-line com uma boa razão sinal:ruído. A técnica at-line pode dar uma estimativa muito boa do PG mesmo com modelos que usam apenas 4 fatores de PLS, enquanto que modelos baseados em espectros de fibra óptica são muito mais complicados, resultante em constantes de regressão maiores.

As razões deste aumento na complexidade do modelo ao usar a fibra óptica são as seguintes:

- A dificuldade de posicionar a sonda sobre a placa de reflectância branca antes de obter um espectro de referência resulta inevitavelmente em pequenas diferenças entre os espectros de referência (mesmo que sejam obtidos imediatamente um depois do outro.
- Quando o feixe de fibra óptica é deslocado durante as medições, as características de transmissão das fibras mudam um pouco. Isto significa que o espectro de referência nunca é totalmente válido.

Estes problemas causam leves variações diárias nos espectros que devem ser levadas em conta pelo modelo. Ao suar, p. ex., PLS como ferramenta de modelagem, isto sempre vai resultar na necessidade de mais fatores no modelo de predição que, por sua vez, será muito exigente em termos de estabilidade do instrumento.

Além destas questões, há mais duas razões óbvias para o pior desempenho da sonda de fibra óptica em comparação ao instrumento at-line.

- A área de amostragem da sonda de fibra óptica é aproximadamente 20 vezes menor da área amostrada pelo instrumento at-line. Isto significa que os espectros at-line são muito mais representativos de todo o músculo LD do que os espectros obtidos pela sonda de fibra óptica.
- A razão sinal:ruído nos espectros do instrumento at-line é muito melhor do que a dos espectros obtidos pela fibra óptica. Isto se deve principalmente à maior quantidade de luz enfocada na amostra e uma grande área de detector no instrumento at-line.

7 Conclusão

Este experimento confirmou que o NIR pode ser usado para diferenciar suínos portadores de não-portadores de RN^- na linha de abate. O instrumento NIR at-line usado neste trabalho classificou erroneamente ao redor de 6% de todas as carcaças, enquanto que o instrumento NIR funcionando on-line usando fibra óptica errou em 10% das classificações.

Também foi demonstrado que o glicogênio (e portanto também o PG) pode ser medido com esta técnica. Os resultados deste experimento tornam evidente que as medições at-line são muito mais precisar e fornecem modelos mais robustos do que a fibra óptica. O modelo de predição para medir o potencial glicolítico com o instrumento at-line pode ser baseado unicamente na amplitude de comprimento de onda entre 400 nm e 1100 nm.

8 Referências Bibliográficas

ANDERSON M., OLSEN E.V., & FROESTRUP A–B. 1997. “Relationship between raw material quality and production yield of cooked hams manufactured without the use of phosphates.” *Proceedings of the 43rd ICOMST. D1–1*, Auckland, New Zealand.

DALRYMPLE, R.H., & HAMM, R. 1973. "A method for the extraction of glycogen and metabolites from a single muscle sample." *Journal of Food Technology*, **8**, 439–444.

EBER, M., & MUELLER, W.–D. 1999. "Studies on the suitability of Hampshire-type meat for processing cooked ham." *Fleischwirtschaft International*, **1**, 19-22.

ENFÄLT, A-C., LUNDSTRÖM, K., HANSSON, I., JOHANSEN, S., & NYSTRÖM, P-E. 1997. "Comparison of non-carriers and heterozygous carriers of the RN- allele for carcass composition, muscle distribution and technological meat quality in Hampshire-sired pigs." *Livestock Production Science*, **47**(3), 221–229.

FERNANDEZ, X., TORNBERG, E., NAVEAU, J., TALMANT, A., & MONIN, G. 1992. "Bimodal distribution of the muscle glycolytic potential in French and Swedish populations of Hampshire crossbred pigs." *Journal of the Science of Food Agriculture*, **59**, 307–311.

FJELKNER-MODIG, S., & PERSSON, J. 1986. "Carcass properties as related to sensory properties of pork." *Journal of Animal Science*, **63**, 102–113.

GARIÉPY, C., GODBOUT, D., FERNANDEZ, X., TALMANT, A., & HOUDE, A. 1999. "The effect of RN gene on yields and quality of extended cooked cured hams." *Meat Science*, **52**, 57–64.

JENSEN, P., CRAIG, H. B., & ROBINSON, O. W. 1967. "Phenotypic and genetic associations among carcass traits of swine." *Journal of Animal Science*, **26**, 1252–1260.

LE ROY, P., NAVEAU, J., ELSEN, J. M., & SELLIER, P. 1990. "Evidence for a new major gene influencing meat quality in pigs." *Genetical Research*, Cambridge, **55**, 33–40.

LUNDSTRÖM, K., ANDERSSON, A., & HANSSON, I. 1996. "Effect of the RN gene on technological and sensory meat quality in crossbred pigs with Hampshire as terminal sire." *Meat Science*, **42**, 145–153.

LUNDSTRÖM, K., & ENFÄLT, A.-C. 1997. "Rapid prediction of RN phenotype in pigs by means of meat juice." *Meat Science*, **45**(1), 127–131.

LUNDSTRÖM, K, ENFÄLT A-C., TORNBERG E., & AGERHEM H. 1998. "Sensory and technological meat quality in carriers and non-carriers of the RN-allele in Hampshire crosses and in purebred Yorkshire pigs." *Meat Science*, **48**.

MARTENS H. and NAES T. 1989. AMultivariate Calibration.@ John Wiley & Sons, Chichester UK pp. 345–350

MONIN, G., & SELLIER, P. 1985. "Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: the case of the Hampshire breed." *Meat Science*, **13**, 49–63.

NAVEAU, J. 1986. "Contribution a l'etude du Déterminisme Génétique de la avalite de viorde Porcine. Héritabilité du Rendement Technologique Nopde." *Journées de la Recherche Porcine en France*, **18**, 265–276.

RASMUSSEN A. J. and ANDERSSON M. 1996. A New method for determination of drip loss in pork muscles.@ *Proc. 42nd International Congress of Meat Science and Technol.*, Lillehammer, Norway, pp. 286–287.

WILLIAMS P., & NORRIS K. 1987. *"Near-infrared technology in the agricultural and food industries." American Association of Cereal Chemists.*

ABATE DE SUÍNOS MACHOS INTEIROS – VISÃO BRASILEIRA

Jerônimo Antônio Fávero

Embrapa Suínos e Aves
Caixa Postal, 21, CEP 89.700–000 – Concórdia (SC) — Brasil.

1 Introdução

As discussões sobre o abate de suínos machos inteiros no Brasil tiveram início por volta de 1970, quando as Estações de Teste de Progênie, localizadas em Concórdia — SC e Santa Rosa — RS, iniciaram suas atividades. Também chamadas de Estações de Avaliação, tinham como objetivo avaliar o mérito genético dos pais com base na performance e carcaça dos filhos machos inteiros, os quais eram abatidos com um peso próximo dos 90 Kg. Por solicitação da Associação Brasileira de Criadores de Suínos, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAA) através do então DIPOA, hoje SIF (Serviço de Inspeção Federal), autorizou, em caráter especial, o abate de suínos machos inteiros oriundos das referidas Estações de Avaliação, com a emissão da Circular nº135/BR de 16.06.1972. A partir de 1981, o abate de machos inteiros foi estendido para organismos de pesquisa e para empresas proprietárias de frigoríficos que desenvolviam programas próprios de melhoramento genético de suínos. Em 1985 a Associação Catarinense de Criadores de Suínos, preocupada em viabilizar um Programa Estadual de Melhoramento Genético, solicitou ao MAA que liberasse o abate de machos inteiros para as Granjas Elite por ela controladas, obtendo a devida autorização com a edição da Circular/DICAR Nº047/88 de 04.05.1988, com validade para todo o território nacional. Dessa forma, a permissão atual de abate de machos inteiros é restrita às granjas que desenvolvem programas de melhoramento genético credenciadas pelas Associações de Criadores. Além disso, todas as carcaças devem passar por testes de degustação com amostras de carne cozida, assada ou frita, causando transtornos na linha de abate e dúvidas no resultado final por serem provas vagarosas, subjetivas e pouco específicas. Atualmente o abate generalizado de suínos machos inteiros é proibido pela legislação brasileira, conforme consta no artigo 121 do RIISPOA, Decreto 30.691 de 29.03.1952, alterado pelo Decreto 1255 de 25.06.1962.

Ao longo da última década, a suinocultura brasileira têm apresentado crescentes índices de produtividade, especialmente após a implantação definitiva da tipificação de carcaças no sul do Brasil, em 1996, uma reivindicação dos produtores que levou mais de duas décadas para ser atendida. Essa evolução tecnológica, que pode ser muito bem caracterizada na área genética, colocou nosso país em igualdade de condições com as nações mais representativas da suinocultura mundial. Os dados da Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS) coletados nas Estações de Teste de Reprodutores Suínos (ETRS), caracterizam muito bem essa evolução tecnológica (Tabela 1).

Tabela 1 — Evolução dos testes em ETRS no Brasil*

Ano	Ganho de Peso Diário (g)	Conversão Alimentar (1:)	Espessura de Toucinho (mm)	Dias para 90 Kg.
1991	957	2,56	17,4	143
1992	988	2,58	16,9	140
1993	983	2,62	16,5	142
1994	987	2,54	16,8	137
1995	1009	2,53	15,4	138
1996	1039	2,44	15,0	136
1997	1026	2,60	14,1	136
1998	1100	2,26	12,2	126
1999	1028	2,45	11,8	134

* Fonte: ABCS (Evolução...1999)

Com base nos dados da Tabela 1, obtidos com a testagem de machos inteiros, pode-se concluir que é possível produzir suínos de 100 Kg de peso vivo com idade próxima de 140 dias.

A exemplo de vários países da Europa, além da Austrália e Nova Zelândia, os produtores e as agroindústrias têm demonstrado interesse em implantar no Brasil o abate de machos inteiros, como forma de diminuir os custos de produção e produzir carcaças com maior valor industrial.

2 Desempenho

A superioridade dos machos inteiros em relação aos castrados tem sido consistente na maioria absoluta dos trabalhos científicos encontrados na literatura. Na Tabela 2 são apresentados resultados obtidos por diversos autores, citados numa revisão de literatura feita por Xue, J.L. *et.al*. (1997), que caracterizam o melhor desempenho dos machos inteiros.

Observando-se os dados de conversão alimentar apresentados na Tabela 2, verifica-se que os machos inteiros utilizam mais eficientemente o alimento, independente da faixa de peso considerada, que variou de um peso inicial de 10 a 38 Kg até um peso de abate de 89 a 140 Kg. No que se refere ao ganho de peso diário os dados não são consistentes, podendo-se concluir que para essa característica em particular não haveria, como regra geral, vantagem para os machos inteiros.

3 Carcaça

Na mesma revisão de literatura feita por Xue, J.L. *et al* (1997), encontramos um número significativo de referências comprovando as vantagens dos machos inteiros sobre os castrados em relação as características de carcaça (Tabela 3).

Tabela 2 — Ganho de Peso Diário e Conversão Alimentar de machos inteiros (MI) e Castrados (C), segundo revisão de literatura de Xue, J.L. *et. al*. (1997).

Ganho de Peso Diário (g)		Conversão Alimentar (1:)		Peso Inicial	Peso Final*	Referência
MI	C	MI	C	(kg)	(kg)	
654	604	3.03	3.45	19	89	Blair e English, 1965
730	680	3.20	3.70	23	89	Wong *et al*., 1968
720	730	3.01	3.40	10	90	Newell e Bowland, 1972
780	790	2.84	3.03	22	90	Pay e Davies, 1973
940	958	2.63	2.77	27	99	Siers, 1975
894	826	3.07	3.42	27	100	Siers, 1975
619	582	3.47	3.76	33	85	Siers, 1975
920	601	2.44	3.03	27	87	Wood e Riley, 1982
748	439	2.64	3.25	27	89	Wood e Riley, 1982
940	950	3.01	3.41	32	93	Fortin *et al*., 1983
751	838	2.60	2.75	22	91	Castell *et al*., 1985
799	804	2.72	3.02	20	89	Castell e Strain, 1985
660	668	2.65	3.06	15	89	Castell e Strain, 1985
658	674	2.80	3.27	15	89	Castell e Strain, 1985
814	811	2.96	3.10	20	89	Castell e Strain, 1985
782	796	-	-	4 sem	105	Knudson *et al*., 1985
770	730	2.81	3.10	-	110, 120, 130 e 140	Nicholls e Price, 1986
859	906	2.43	2.55	38	90	Friend *et al*., 1989
-	-	3.45	3.54	24	105	Judge *et al*., 1990
941	975	2.46	2.74	25	95	Squires *et. al*., 1993
731	799	2.48	2.62	18	100	Xue *et. al*., 1995

* Média de machos inteiros e castrados

Tabela 3 — Características de carcaça de machos inteiros (MI) e Castrados (C), segundo revisão de literatura de Xue, J.L. *et. al.* (1997).

Rendimento (%)		Comprimento carcaça (cm)		Espessura Toucinho (mm)		Área olho Lombo (cm^2)		Peso Abate	Referência
MI	C	MI	C	MI	C	MI	C	(kg) *	
74.2	74.6	80.6	80.0	24.9	30.7	24.8	21.7	89	Blair & English, 1965
-	-	78.3	77.8	31.0	35.3	26.4	24.8	89	Wong *et al*., 1968
75.9	79.6	78.1	77.0	-	-	27.0	25.8	90	Vewell & Bowland, 1972
72.6	71.9	-	-	35.6	44.7	35.1	32.5	90	Pay & Davies, 1973
-	-	78.7	77.7	29.7	33.1	32.7	28.4	99	Siers, 1975
-	-	75.9	75.4	31.0	35.6	33.5	28.8	100	Siers, 1975
75.2	76.7	80.9	77.6	27.1	38.9	34.0	27.1	89	Cliplef & Strain, 1981
76.5	78.1	80.0	80.0	14.0	16.5	-	-	87	Wood & Riley, 1982
77.2	77.1	81.3	79.5	11.8	14.4	-	-	86	Wood & Riley, 1982
76.3	77.0	80.3	80.1	12.2	16.1	-	-	89	Ellis *et al*., 1983
81.9	83.0	-	-	32.0	32.0	-	-	93	Fortin *et al*., 1983
74.0	75.2	-	-	19.6	23.1	30.3	30.8	90	Castell *et al*., 1985
74.1	74.9	-	-	19.6	24.2	30.2	30.8	91	Castell *et al*., 1985
77.1	77.2	78.0	74.6	19.6	26.2	34.8	28.2	89	Castell & Strain, 1985
74.9	75.4	80.2	77.0	23.6	29.9	29.2	28.2	89	Castell & Strain, 1985
78.4	79.2	77.9	77.0	26.6	28.1	38.2	31.9	89	Castell & Strain, 1985
77.2	78.8	81.8	77.1	19.9	28.4	33.1	32.2	89	Castell & Strain, 1985
74.1	74.7	85.2	82.8	19.5	28.4	31.8	31.7	105	Knudson *et al*., 1985

* Média de machos inteiros e castrados

Os resultados apresentados na Tabela 3 deixam clara a superioridade dos machos inteiros sobre os castrados em relação ao comprimento da carcaça, espessura de toucinho e área de olho de lombo. Quanto ao rendimento de carcaça os castrados são superiores, como era de se esperar, em razão da presença dos testículos na carcaça dos machos inteiros.

É importante observar que tanto o desempenho como as características de carcaça são grandemente influenciadas pela nutrição e pelo manejo da alimentação, razão pela qual os valores das diferenças observadas nos trabalhos apresentados não são constantes.

4 Vantagens econômicas

As principais diferenças observadas entre machos inteiros e castrados nas características de desempenho e de carcaça estão resumidas na Tabela 4, que apresenta três revisões com médias de trabalhos científicos que incluem diferentes genótipos, pesos de abate e regimes alimentares.

Tabela 4 — Diferenças entre machos inteiros e castrados

Características	Lange, C.F.M. & Squires, J. (1995)	Faucitano, L. (1996)	Adaptado de Xue, J.L. (1997)
		Percentagem	
Consumo	- 12	-	-
Ganho de Peso Diário	0	+ 3,9	- 0,7
Taxa de deposição de Proteína	+ 25	-	-
Conversão Alimentar	- 12	- 4,6	- 8,1
Rendimento de Carcaça	**- 1,5**	-	**- 1,2**
Comprimento de Carcaça	-	+ 1,6	+ 2,6
Espessura de Toucinho	-	- 14,9	- 18,2
Área de Olho de Lombo	-	-	+ 9,7
Produção de Carne Magra	+ 6,5	+ 4,6	+ 12,1
Índice de Bonificação	+ 4 *	-	-
Perdas p/ Mortalidade	**+ 0,3**	-	-

* Pontos

Para efeito de valorização econômica das diferenças entre machos inteiros e castrados foram selecionadas as quatro características mais representativas, sendo uma de desempenho, duas de carcaça e uma relacionada principalmente com o manejo pré abate.

Na Tabela 5 são apresentados dados médios de conversão alimentar e de carcaça de castrados e os calculados para machos inteiros com base nas diferenças médias observadas na Tabela 4 para cada uma das características.

Para a valorização de cada parâmetro descrito na Tabela 5, foram considerados os seguintes preços: ração - R$ 0,25/Kg; suíno vivo - R$ 1,10/Kg e carcaça - R$1,507/Kg

Tabela 5 — Vantagens econômicas na produção de machos inteiros.

Parâmetros	Macho Inteiro	Castrado	Diferença (%)	Vantagem Econômica (R$)
Conversão Alimentar (1:)	2,60	2,83	- 8,0	+ 4,60
Rendimento Carcaça (%)	73,4	74,5	**- 1,5**	(*)
Carne Magra (%)	56,2	52,0	+ 8,0	+ 3,81
Mortalidade (índice)	99,7	100	**+ 0,3**	**- 0,36**
Vantagem econômica por animal abatido				**R$8,05**

* Incluído no cálculo da produção de carne.

(rendimento médio 73,0%). Para efeito da conversão alimentar considerou-se um aumento de peso de 80 Kg, sendo os animais abatidos com 100 Kg de peso vivo. O índice de bonificação para os machos inteiros foi de 1,09 e para os castrados 1,04.

A vantagem econômica obtida na Tabela 4 representa para o produtor um ganho extra por animal abatido equivalente a 6,89%. Nas condições Canadenses, Lange & Squires (1995) apuraram, em 1994, que a venda de um macho inteiro em relação a um castrado representava um lucro de CAN $5,60 para um animal de 105 Kg e CAN $8,60 para um animal de 115 Kg. Tomando por base o abate de suínos sob inspeção federal em 1999 e considerando as diferenças entre machos inteiros e castrados em conversão alimentar e produção de carne, apresentadas na Tabela 5, a pratica de não castração representaria para o país uma economia anual próxima de 40 milhões de dólares.

5 Limitações

As razões que tem limitado a produção e abate de machos inteiros diz respeito a possibilidade do tecido gorduroso desses animais apresentar um odor desagradável, devido a presença de altos níveis de androstenona e de escatol. A literatura mostra que os teores de androstenona na gordura de machos inteiros variam de 0.0 a 5,0 ppm, dependendo, principalmente, do peso, maturidade sexual ou idade e genótipo (Bonneau *et.al*. (1992); Claus *et.al.* (1994); Arantes et.al. (1995); Anderson *et.al*. (1997) e Bonneau *et.al.* (1997)). Já os teores de escatol, de acordo com trabalhos realizados ao longo dos últimos anos, variam de 0,0 a 0,8 ppm (Bonneau (1993); Xue *et. al.* (1995); Xue *et.al.* (1996) e Bonneau *et.al*. (1997). Como os limites de rejeição para o escatol em gordura variam de 0,20 a 0,25 ppm e o limite máximo para androstenona é de 0,5 ppm (Bonneau *et.al.* (1992); Xue *et. al*. (1995); Xue *et.al*. (1996; Annor-Frempong *et.al.* (1997); Annor-Frempong *et.al.* (1997a) e Oliveira et.al. (1999), concluí-se que, para garantir absoluta ausência de odor nas carcaças de machos inteiros, haveria necessidade de dispor de um mecanismo que determinasse os níveis desses compostos na linha de abate ou, alternativamente, características passíveis de serem medidas e que apresentassem uma alta correlação com os mesmos. As questões relativas ao manejo de machos inteiros durante o período de criação e principalmente no pré abate, não parecem constituir-se em fatores limitantes para a adoção da prática de não castração.

6 Alternativa

Estudos já realizados mostram, no entanto, que enquanto não se dispõe de um meio ou método prático de identificar as carcaças com odor de macho, a limitação da idade e do peso de abate dos animais (Nold *et.al*., 1997) e a identificação das carcaças dos machos inteiros no frigorífico, objetivando acompanhar o destino e o aproveitamento das mesmas, seriam regras mais do que suficientes para permitir o abate de machos inteiros e garantir segurança aos consumidores. Diestre *et.al.* (1990), Babol & Squires (1995) e Nold *et.al*. (1997) deixam claro em seus trabalhos que o processamento da carne de machos inteiros jovens, com adição de temperos e mistura com outras carnes, mascara os problemas relacionados com o cheiro de macho, principalmente no fabrico de produtos consumidos frios. Na situação brasileira em que aproximadamente 70% da carne suína é industrializada, haveria espaço para o aproveitamento integral dessa carne.

7 Perspectivas futuras

Interessados nas vantagens econômicas propiciadas pelo abate de suínos machos inteiros, acima caracterizadas, somadas as questões relacionadas com economia de mão-de-obra, diminuição da poluição e mais recentemente a ênfase que vem sendo dada ao bem estar animal, representantes das indústrias e dos produtores encaminharam ao MAA em Agosto de 1999, documento intitulado “Proposta de Atualização da Legislação Sobre Abate de Suínos Machos Inteiros”, reivindicando a liberação do abate desses animais.

A parte final do documento, que expressa o desejo das indústrias e dos produtores, apresenta o seguinte texto:

“Diante dos fatos e dados previamente apresentados e tomando como referência a atual Legislação da União Européia, que permite o abate de suínos machos inteiros com peso de carcaça quente com cabeça de até 80 Kg (equivalente a 100 Kg de peso vivo), exigindo o teste compulsório de odor sexual somente para as carcaças acima de 80 Kg (Regulamentação 64/433/EEC, 1993), os produtores e abatedouros-frigoríficos representados pelos signatários desta, solicitam a atualização da Legislação Brasileira em vigor, baseada nas sugestões a seguir mencionadas, para que a castração do suíno produzido para o abate se torne facultativa aos produtores e processadores, não havendo mais a obrigatoriedade da castração como determinada pela legislação Federal em vigor.

1. *Os suínos machos inteiros enviados para o abate somente podem ser oriundos de granjas credenciadas pelos abatedouros-frigoríficos;*

2. *Os abatedouros-frigoríficos deverão comunicar obrigatoriamente ao Serviço de Inspeção Federal (SIF) o nome das granjas credenciadas para a produção de machos inteiros.*

3. *O limite de peso de carcaça quente permitido será de 73 Kg sem cabeça (equivalente a um peso vivo de aproximadamente 100 Kg), com idade máxima de 160 dias.* ***Até este limite de peso e idade, todas as carcaças ficam***

dispensadas de qualquer tipo de prova para odor sexual. *Independente de peso ou idade, todas as carcaças de machos inteiros serão identificadas com carimbo segundo padrão a ser estabelecido pelo SIF.*

4. *O abate dos machos inteiros deverá ser feito separadamente das fêmeas e castrados, respeitando-se o tempo mínimo de descanso nas instalações de recepção e alojamento pré-abate.*

5. *As carcaças com peso quente superior a 73 Kg (sem cabeça) deverão ser obrigatoriamente avaliadas para a presença ou não do odor sexual.*

6. *As carcaças acima de 73 Kg de peso quente que apresentarem odor sexual, terão seu aproveitamento/destino determinado pelo SIF".*

Até o presente momento não houve manifestação do MAA sobre a solicitação acima referida. O entendimento dos segmentos envolvidos na produção e industrialização de suínos é de que o abate de machos inteiros pode ser monitorado pela indústria, de forma a garantir que nenhum produto chegue ao mercado consumidor com sua qualidade comprometida. Portanto, não se trata de problema de saúde pública, como pode deixar transparecer a preocupação do MAA em relação ao assunto, mas sim uma questão de controle de qualidade da indústria.

8 Referências Bibliográficas

ANDERSON, K.; SCHAUB, A.; ANDERSON, K.; LUNDSTRÖM, K.; THOMKE, S.; HANSSON, I. The effects of feeding system, lysine level and gilt contact on performance, skatole levels and economy of entire male pigs. *Livestock Production Science*. **v.51**, pp. 131–140, 1997.

ANNOR-FREMPONG, I. E.; NUTE, G. R.; WHITTINGTON, F. W.; WOOD, J. D. The problem of taint in pork: 1. Detection thresholds and odour profiles of androstenone and skatole in a model system. *Meat Science.* v. **46**, pp. 45–55, 1997.

ANNOR-FREMPONG, I. E.; NUTE, G. R.; WHITTINGTON, F. W.; WOOD, J. D. The problem of taint in pork: 3. Odour profile of pork fat and the interrelationships between androstenone, skatole and indole concentrations. *Meat Science*. v. **47**, pp. 63–76, 1997a.

ARANTES, V. M.; NUNES, J. R. V.; ROÇA, R. O. Influência da raça e da idade sobre o peso da carcaça, desenvolvimento sexual e avaliação sensorial da gordura de varrões. Anais da 1ª Conferência Internacional sobre Ciência e Tecnologia de Produção e Industrialização de Suínos, Campinas SP, p. 143, 1995.

BABOL, J. & SQUIRES, E. J. Quality of meat from entire male pigs. *Food Research International*. V. **28**, n. 3, p. 201–212, 1995.

BONNEAU, M.; LE DENMAT, M.; VAUDELET, J. C.; NUNES, J. R. V.; MORTENSEN, A. B.; MORTENSEN, H. P. Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: I. Sensory attributes of fat and pork meat. *Livestock Production Science.* v.**32**, pp. 63–80, 1992.

BONNEAU, M. (Editor) Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs. Proceedings of a meeting of the European Association of Animal Production (EAAP) working group “Production and utilization of meat from entire male pigs”. INRA, França, 1993.

BONNEAU, M.; LUNDSTRÖM, K.; MALMFORMS, B. (Editores) Boar taint in entire male pigs. Proceedings of a meeting of the European Association of Animal Production (EAAP) working group “Production and utilization of meat from entire male pigs”. Wageningen Pers, Holanda, 1997.

CLAUS, R.; WEILER, U.; HERZOG, A. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar – A review with experimental data. *Meat Science*. v. **38**, pp. 289–305, 1994.

DIESTRE, A.; OLIVER, M.A.; GISPERT, M.; ARPA, I.; ARNAN, J. Consumer responses to fresh meat and meat products from barrows and boars with different levels of boar taint. *Anim.Prod*. v.**50**, n.3, p. 519–530, 1990.

EVOLUÇÃO dos testes em ETRS no país. Relatório do Registro Genealógico e Provas Zootécnicas, p.43, 1999.

FAUCITANO, L. Production and utilisation of meat from entire male pigs. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS – SUINOTEC,2., 1996, Campinas, SP. Anais. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL, 1996. p. 11–20.

LANGE, C.F.M. & SQUIRES J. Entire males vs castrates for pork production - Financial benefits to the producer. In: ONTARIO SWINE RESEARCH REVIEW, 1995, Guelph, Ontario, 1995. p.41–44.

NOLD, R. A.; ROMANS, J. R.; COSTELLO, W. J.; HENSON, J. A.; LIBAL, G. W. Sensory characteristics and carcass traits of boars, barrows and gilts fed high on adequate protein diets and slaughtered at 100 or 110 kilograms. *J. Anim. Sci.* V.**75**, n. 10, p. 2641–2651, 1997.

OLIVEIRA, J. J. V.; SILVEIRA, E. T. F., VIANA, A. G. Determinação de escatol e androstenona em toucinho costo-lombar e glândula salivar submaxilar de suínos. *Revista Brasileira de Análise de Alimentos*. v.**5**, pp. 12–20, 1999.

XUE, J. L.; DIAL, G. D.; SCHUITEMAN, J.; KRAMER, A.; FISCHER, C.; MARSH, W. E.; MORRISON, R. B.; SQUIRES, E. J. Evaluation of growth, carcass, and compound concentrations related to boar taint in boars and barrows. *Swine Health and Production*. v. **4**, pp. 155–160, 1995.

XUE, J. L.; DIAL, G. D.; MORRISON, R. B. Comparison of the accuracies of chemical and sensory tests for detecting taint in pork. *Livestock Production Science.* v.**46**, pp. 203–211, 1996.

XUE, J.L.; DIAL, G.D.; PETTIGREW, J.E. Performance, carcass and meat quality advantages of boars over barrows: A literature review. *Swine Health Prod.*, 1997, **1**: 21–28.

MELHORIA DE PROCESSOS PARA A TIPIFICAÇÃO E VALORIZAÇÃO DE CARCAÇAS SUÍNAS NO BRASIL

Antônio Lourenço Guidoni

Embrapa Suínos e Aves
Caixa Postal, 21, CEP 89.700–000 — Concórdia (SC) — Brasil.

1 Introdução

As evidências indicam, em todos os ramos da atividade humana, que sobreviverão apenas as empresas, independentes de seus tamanhos e volumes de negócios, que conseguirem implantar e manter padrões de qualidade que atendam especificações homologadas por organizações de normas internacionais, comprometidas com a sociedade, como é o caso das ISO'S[1] e suas semelhantes

Nas cadeias agroindústriais as dificuldades a contornar tendem a aumentar ainda mais, porque as contingências da globalização desencadearam questões que levaram-nas ao comprometimento com todo o complexo "homem–atmosfera–solo–água–planta–animal–homem" e suas inter-relações. O interessante dessas idéias é que elas deverão se sustentar por longos períodos, pois oferecem conforto e qualidade de vida para as pessoas e de fato é isso que a humanidade busca. Ademais, quem não caminhar nessa direção perderá mercado e auto-alijar-se-á do processo. DEMING (1982), sugere que praticar o trinômio condicionado "Qualidade → Quantidade → Lucratividade", é o menor caminho a percorrer para ingressar no time dos bem-sucedidos. Obstáculos que surgirem não poderão ser problemas para qualquer cadeia organizada.

A suinocultura industrial vem melhorando continuamente a qualidade de seus produtos, apesar de sua convivência com o teor de gordura nas carcaças, relutância que está diminuindo mas sem previsões para a estabilidade, devido a variabilidade intrínseca dos fenômenos biológicos que continuará existindo. A estratégia industrial, além de oferecer produtos naturais, tem sido a criação de cortes especiais, alimentos semipreparados, lançamento de produtos industrializados, etc. Entretanto outras alternativas ainda poderão ser oferecidas, como: lançar um mesmo produto, natural ou industrializado, com diferentes especificações de carne ou gordura, com opções de qualidade variada para o consumidor e com isso agregar maiores lucros à atividade. Uma vantagem dessa diversificação é que ela poderá ser implementada sem grandes aumentos nos custos do sistema industrial tradicional já implantado, desde que ele contenha um processo adequado de tipificação de carcaças. Com isso é possível, no momento da tipificação, predizer a quantidade e/ou porcentagem de carne e gordura da carcaça inteira resfriada e de suas partes, como: copa, paleta e subdivisões, barriga e subdivisões (bacon e fragmentos), costela, dorso e subdivisões (carrê, e fragmentos), filé, pernil e subdivisões (parma, fragmentos, etc); enfim tantas divisões quantos forem os cortes de interesse do frigorífico, isso vai depender de sua linha de

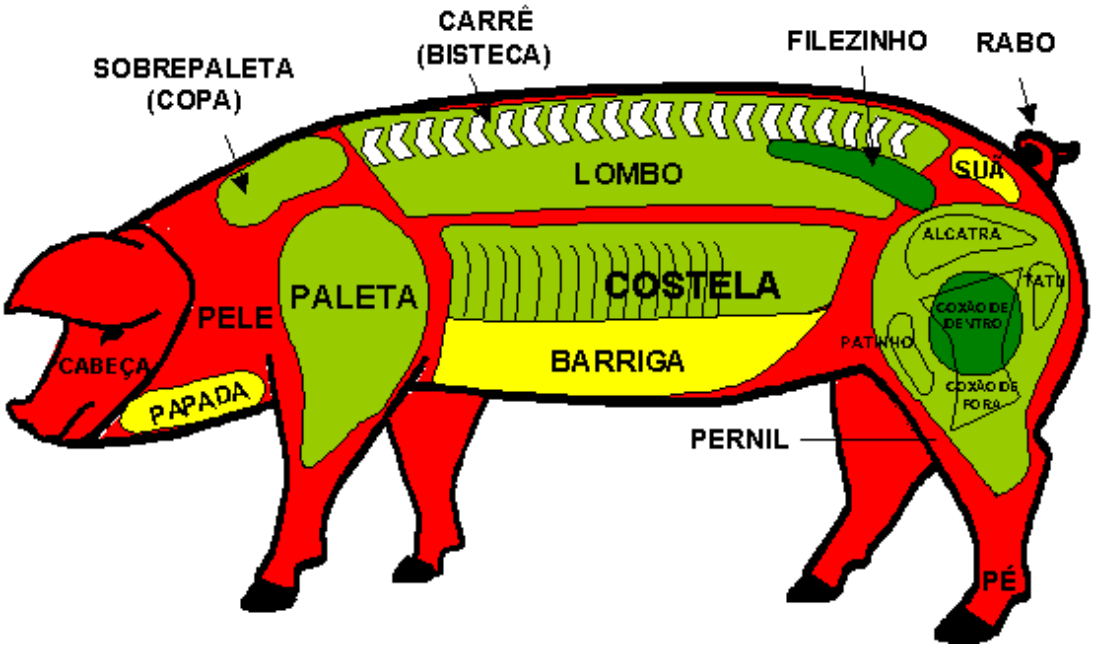


Figura 1 — Divisão de carcaça de suínos com possibilidades de especificação antecipada na linha de abate do peso e % de carne ou gordura da carcaça inteira e de suas partes.

produtos. A Figura 1 ilustra o que é possível antecipar na linha de abate, para facilitar o destino industrial.

Apesar da tipificação eletrônica de carcaças de suínos no Brasil ter sido adaptada de outros países (IRGANG, 1996), ela é uma realidade apenas nos frigoríficos de médio e grande porte, mas usada principalmente para a compra do suíno vivo (GUIDONI, 1999). Entretanto ao se usar a tipificação eletrônica apenas como meio de bonificar carcaças, significa ignorar todo o potencial de uma tecnologia acessível, que não foi criada apenas para essa finalidade. Com uma dissecação de carcaças realizada a priori pode-se selecionar carcaças quentes, ainda na linha de abate, e oferecer destino diversificado de modo que um mesmo produto possa ser lançado ao mercado com diferentes especificações, modificando dessa forma a estratégia de marketing, onde a linha "light", "presunto light de suínos", "copa light de suínos", "bacon light de suínos", etc.), passa a figurar como mais uma das opções de comercialização, independente da linhagem que provém a carcaça. Em se tratando de especificações[2], haverá necessidade de oferecer garantias, que atendam as leis em defesa do consumidor. Uma vez que todo esse processo se baseia em predições é necessário planejar uma dissecação de carcaças que possa satisfazer tal reinvidicação. Dessa forma, a tipificação pode ser usada com duas finalidades:

- Para auxiliar na comercialização de suínos entre produtores e frigoríficos que praticam a bonificação;

[1]ISO — International Organization for Standardization ou Organização internacional de normalização
[2]No Brasil o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) é o órgão oficial fiscalizador.

- Para garantir ao consumidor especificações diferenciadas de cortes e produtos de suínos.

2 Tipificação como mecanismo auxiliar de comercialização entre produtores e frigoríficos

No Brasil, Receita =(Preço)[(Pcarq ÷ Rendcarq) * (Bonificação)], equação (1), é a fórmula usada para o pagamento de carcaças tipificadas, em que: Receita é o valor que o produtor recebe por cada carcaça quente tipificada no momento do abate; Preço é o preço unitário do kg de suíno vivo que oscila de acordo com a conjuntura do mercado; Pcarq é o peso da carcaça quente no momento do abate; Rendcarq é um valor fixado, para representar o rendimento da carcaça quente no momento do abate, que seria obtido através da relação entre Pcarq e o peso do suíno vivo no momento do abate (Pvivo), isto é (Rendcarq = Pcarq ÷ Pvivo); Bonificação é um fator de ponderação maior que zero que diferencia cada carcaça quente individualmente pelo critério de qualidade estabelecido, dado pela % de carne na carcaça resfriada. Se a Bonificação for menor que 1, maior que 1 ou igual a 1 então a carcaça quente sofre, respectivamente, penalização, premiação, ou não é penalizada e nem premiada. Na equação 1, fixando-se a bonificação=1 tem-se a compra de carcaça quente sem bonificação.

Assim, a equação atual de pagamento de carcaças tipificadas requer que o peso do suíno vivo e o correspondente índice de bonificação sejam conhecidos.

2.1 Peso do suíno vivo: necessidade de uma equação para estimá-lo

O termo Rendcarq = Pcarq ÷ Pvivo, usado na equação 1 com valor fixado dentro de cada agroindústria compradora de suínos, indica que o sistema de pagamento de carcaças tipificadas introduzido no Brasil não eliminou a necessidade da pesagem do suíno vivo e portanto o processo atual de pagamento na verdade compra a carcaça quente expressa em equivalente ao suíno vivo, oferecendo uma bonificação adicional pela qualidade da carcaça. A diferença reside no fato que este é um processo tendencioso em relação ao sistema tradicional que compra o suíno vivo. Tendencioso porque existe um desvio entre o verdadeiro rendimento de carcaça de cada animal e o valor fixado. Além disso, o fato de cada empresa compradora usar um valor fixado diferenciado para Rendcarq, possibilita transformar tal flexibilidade numa distorção do sistema de comercialização do suíno vivo bonificado.

Embora, pareça lógico, que no futuro a remuneração ao produtor poderá ser baseada apenas no peso da carcaça quente tipificada, essa premissa além de ir em desencontro aos interesses dos produtores, se for implantada, precisa ser checada se não irá ferir princípios de biossegurança e bioética (FONTES, 1999; GARRAFA, 1999). É importante antecipar esta questão porque dentro do segmento agroindustrial brasileiro tem havido manifestações de algumas correntes que o pagamento deveria ser feito sobre a carcaça quente (carcaça eviscerada, sem: cabeça, pés dianteiros, papada, rabo e gordura perineral), sob a alegação que o restante é aproveitado,

mas principalmente como subproduto[3]. Por outro lado, carcaça quente tipificada já é alimento, porque sofreu todo um processamento no sistema de abate enquanto que o suíno vivo não o é, e é isso que o produtor vende. É claro que questionamento dessa natureza tem tudo a ver com temas como biossegurança e bioética. A bonificação é apenas um componente indexador da equação de pagamento que cuida do quesito qualidade da carcaça, expresso pela % de carne na carcaça resfriada. De qualquer forma, ficou demostrado que até então o pagamento com a prática da bonificação será imparcial somente se o peso do suíno vivo for conhecido. Isso requer a pesagem individualizada de cada suíno vivo no momento do abate. Uma forma de contornar este problema, (GUIDONI, 2000), consiste em fazer um experimento devidamente planejado para estimar uma equação preditora do peso do suíno vivo no momento do abate em função do peso da carcaça quente, evitando-se dessa forma a pesagem individualizada do animal vivo antes de entrar na linha de abate, que seria um transtorno, além de evitar a possibilidade de eventuais problemas adicionais que poderão interferir na qualidade da carcaça processada (WARRIS, 2000), uma vez que a pesagem do suíno vivo individualizado faria parte do grupo de eventos durante as 24 horas antes do abate mais importantes de todo o ciclo de produção do suíno, responsável pela qualidade da carne (PELOSO, 2000).

2.2 Índice de bonificação

A bonificação de carcaças no Brasil tem sido usada como estratégia comercial para incentivar a produção de carcaças com mais carne e menos gordura, mas como negócio é mais uma das transações entre produtores e frigoríficos, que obedecem as leis tradicionais de mercado. Por isso, as empresas brasileiras compradoras de suínos têm praticado índices médios de bonificação variáveis, estima-se uma oscilação média entre 1 a 10%. Entretanto , ao que tudo indica (GUIDONI, 1999), parece haver concordância entre todos os frigoríficos que o índice de bonificação até o momento seja gerado em função do peso da carcaça quente (Pcarq) e da % de carne estimada na carcaça resfriada (Pcmf). A tabela 1 é um exemplo de bonificação de carcaças quente gerado em função de Pcarq e Pcmf.

A maioria das empresas brasileiras que praticam a bonificação, adotam modelos semelhantes aos da tabela 1. Um dos inconvenientes das tabelas é que elas proporcionam descontinuidades artificiais a um fenômeno que é estritamente contínuo. A equação, $Bonificao = 23{,}6 + 0{,}286 * Pcarq + Pcmf$, equação 2, pode ser usada para reproduzir a tabela 1 sem qualquer descontinuidade e indica que Pcmf tem maior importância que Pcarq para gerar o índice. A equação 2 é um modelo linear com taxas de acréscimos marginais constantes, entretanto pode-se recorrer aos modelos não lineares com taxas de acréscimos marginais variáveis. Os modelos, $IndiceD = 210 - 145 * (0{,}99192^{(Pcarq*Pcmf)})$, equação 3, $IndiceC = -137 + 208 * (1{,}0037545^{(Pcarq*Pcmf)})$, equação 4, são exemplos de modelos não- lineares com taxas de acréscimos decrescentes e crescentes, respectivamente. O modelo não-linear com taxa de acréscimo crescente deveria ser usado de forma generalizada para bonificação de carcaças, pelas vantagens que apresenta, conforme mostrado em GUIDONI (2000b). Um ponto que pode ser questionado em relação aos modelos 2, 3 e 4, principalmente

[3]Opiniões de representantes anônimos de agroindústrias em reuniões realizadas sobre o assunto.

Tabela 1 — Índice de bonificação empírico gerado em função do peso da carcaça quente (Pcarq) e porcentagem de carne estimada na carcaça resfriada (pcmf).

Pcmf	Faixas de Peso da Carcaça Quente (Kg)													
(%)	[40-45)	[45-50)	[50-55)	[55-60)	[60-65)	[65-70)	[70-75)	[75-80)	[80-85)	[85-90)	[90-95)	[95-100)	[100-105)	[105-)
(-35]	71	73	74	76	77	79	80	1	83	84	86	87	89	90
(35-36]	72	74	75	77	78	80	81	82	84	85	87	88	90	91
(36-37]	73	75	76	78	79	81	82	83	85	86	88	89	91	92
(37-38]	74	76	77	79	80	82	83	84	86	87	89	90	92	93
(38-39]	75	77	78	80	81	83	84	85	87	88	90	91	93	94
(39-40]	76	78	79	81	82	84	85	86	88	89	91	92	94	95
(40-41]	77	79	80	82	83	85	86	87	89	90	92	93	95	96
(41-42]	78	80	81	83	84	86	87	88	90	91	93	94	96	97
(42-43]	79	81	82	84	85	87	88	89	91	92	94	95	97	98
(43-44]	80	82	83	85	86	88	89	90	92	93	95	96	98	99
(44-45]	81	83	84	86	87	89	90	91	93	94	96	97	99	100
(45-46]	82	84	85	87	88	90	91	92	94	95	97	98	100	101
(46-47]	83	85	86	88	89	91	92	93	95	96	98	99	101	102
(47-48]	84	86	87	89	90	92	93	94	96	97	99	100	102	103
(48-49]	85	87	88	90	91	93	94	95	97	98	100	101	103	104
(49-50]	86	88	89	91	92	94	95	96	98	99	101	102	104	105
(50-51]	87	89	90	92	93	95	96	97	99	100	102	103	105	106
(51-52]	88	90	91	93	94	96	97	98	100	101	103	104	106	107
(52-53]	89	91	92	94	95	97	98	99	101	102	104	105	107	108
(53-54]	90	92	93	95	96	98	99	100	102	103	105	106	108	109
(54-55]	91	93	94	96	97	99	100	101	103	104	106	107	109	110
(55-56]	92	94	95	97	98	100	101	102	104	105	107	108	110	111
(56-57]	93	95	96	98	99	101	102	103	105	106	108	109	111	112
(57-58]	94	96	97	99	100	102	103	104	106	107	109	110	112	113
(58-59]	95	97	98	100	101	103	104	105	107	108	110	111	113	114
(59-60]	96	98	99	101	102	104	105	106	108	109	111	112	114	115
(60-61]	97	99	100	102	103	105	106	107	109	110	112	113	115	116
(61-62]	98	100	101	103	104	106	107	108	110	111	113	114	116	117
(62-63]	99	101	102	104	105	107	108	109	111	112	114	115	117	118
(63-64]	100	102	103	105	106	108	109	110	112	113	115	116	118	119
(64-...]	101	103	104	106	107	109	110	111	113	114	116	117	119	120

os 2 últimos, é que o produto Pcarq*Pcmf equivale a quantidade de carne na carcaça morna. Isso parece ser uma grande incoerência introduzida no processo de bonificação de carcaças de suínos. Contudo a própria incoerência pode ser admitida como um critério usado para bonificar carcaças. Em se tratando de um negócio entre comprador e vendedor, qualquer que seja o acordo firmado entre as partes tem validade jurídica, ocorre que não é nessa linha de pensamento a intenção da discussão.

Apesar das agroindústrias brasileiras calcularem a bonificação de carcaças em função do peso da carcaça quente e % de carne na carcaça resfriada, o fato de se poder estimar equações de predição da % de carne na carcaça quente ou resfriada, pode-se então gerar equações empíricas de bonificação em função do peso e % de carne da carcaça quente ou resfriada. Em qualquer circunstância qualquer processo de bonificação deve passar por uma validação antes de sua implantação. A experiência tem mostrado que a simples geração de equações ou tabelas de bonificação não é suficiente, uma vez que o índice médio de bonificação além de depender de pressupostos técnicos e econômicos de cada empresa depende principalmente da concentração de animais em cada faixa de peso e % de carne.

Um avanço que poderá ser desancadeado no futuro em decorrência da estimação na linha de abate do peso e % de carne ou gordura das partes da carcaça é que carcaças de mesmo peso e % de carne na carcaça inteira com mesmo índice de bonificação poderão passar a ter bonificação diferenciada, pelo fato que a distribuição da % de carne nas partes não é a mesma e assim carcaças com maior concentração de carne nas partes especiais terão melhor bonificação.

3 Tipificação para garantir especificação na carcaça inteira e suas partes

Um dos pontos importantes na montagem do processo de tipificação é o planejamento da dissecação de carcaças. A MEAT AND LIVESTOCK COMMISSION (1995) oferece um lista de sugestões interessante a ser seguida. O planejamento deve começar pela escolha do aparelho para quantificar as medidas preditoras de carne e gordura, tamanho e representatividade da amostra, conceituação de carcaça e cortes da mesma, conceituação de carne e gordura, definição das posições de avaliação dos preditores na carcaça, escolha de balanças adequadas, treinamento dos operadores para garantir um mesmo padrão de qualidade em todas as etapas do trabalho de dissecação e na rotina da tipificação a ser usada no dia a dia, etc. Ao que tudo indica as dissecações realizadas no Brasil até o momento tem se preocupado basicamente em predizer teor de carne na carcaça para obter o índice de bonificação e realizar a compra de suínos vivos para o abate.

Como a dissecação da meia carcaça esquerda deve permitir ,também, predizer carne e gordura nas partes da carcaça é necessário avaliar carne, gordura, ossos e pele de cada parte planejada.

Para realizar os cálculos, da quantidade ou % de carne resfriada na carcaça inteira é necessário fazer correções para erros de divisão da carcaça (GUIDONI, 2000). Após essas correções parte-se para os ajustes de curvas preditoras de carne e gordura na carcaça inteira resfriada e suas partes.

3.1 Correção de erros na divisão das carcaças dissecadas

Na amostra de carcaças usada para a dissecação, apesar da dissecação ser realizada na meia carcaça esquerda resfriada a predição da % de carne deve ser feita para a carcaça inteira, porque é com base nessa porcentagem que é gerado o índice de bonificação para toda a carcaça. Se a divisão de carcaças for ao meio então a divisão entre a quantidade de carne e peso da meia carcaça esquerda representa sem erro a porcentagem de carne na carcaça inteira resfriada. Caso contrário algum ajuste é necessário. Propõe-se ajustar a quantidade de carne na meia carcaça direita não dissecada por: $Qcarfdir = Qcarfesq + b * (Pcarfesq - Pcarfdir)$, equação 5, onde: Qcarfdir é a quantidade de carne ajustada na meia carcaça direita resfriada; Qcarfesq é a quantidade de carne observada na meia carcaça esquerda resfriada;Pcarfesq e Pcarfdir representam, respectivamente, os pesos das meias carcaças esquerda e direita resfriadas; b é o coeficiente de regressão linear obtido ao ajustar, sem o intercepto, Pcarfdir em função de pcarfesq. Conhecida a quantidade de carne na meia carcaça direita pode-se então obter a quantidade de carne na carcaça inteira resfriada, isto $Qcarf = Qcarfesq + Qcarfdir$, equação 6.

A Tabela 2 mostra que diferença acentuada entre a meia carcaça esquerda e direita causa um viés importante na predição da % de carne resfriada na carcaça inteira. Ademais, se o peso da meia carcaça esquerda for sistematicamente menor que o peso da meia carcaça direita a % de carne verdadeira na carcaça inteira é subestimada e favorece aos compradores de carcaça. Se o peso da meia carcaça esquerda for sistematicamente maior que o peso da meia carcaça direita a % de carne na carcaça inteira é superestimada e favorece aos produtores. A imparcialidade ocorre se não houver diferença entre as partes divididas. Dessa forma a tabela 2 sugere que apenas a Dissecação C não estaria cometeria erro e portanto o ajuste é sempre providencial, porque este tipo de erro é transportado integralmente para a linha de abate e independe de erros operacionais na linha de abate. É óbvio que a dissecação da carcaça inteira eliminaria integralmente este tipo de erro, no entanto a dissecação C da tabela 2 sugere que diferenças máximas em torno $\pm$ 1 kg entre as duas partes da carcaça é um erro tolerável.

3.2 Carne na carcaça quente ajustada por carne na carcaça resfriada

O consumidores compram, carne resfriada ou produtos oriundos de carcaça que já sofreu resfriamento. Os produtores vendem aos frigoríficos carcaça quente, aliás vendem mesmo é o suíno vivo. Portanto, pode haver interesse no momento do abate, além do peso da carcaça quente que é fornecido estimar a correspondente quantidade ou % de carne nessa mesma carcaça quente ou até mesmo estimar o peso e as correspondentes quantidade e % de carne na carcaça inteira resfriada. Como a dissecação é para obter a quantidade de carne na carcaça resfriada pode-se estimar a quantidade de carne na carcaça quente por: $Qcarq = Qcarf + (Pcarq - Pcarf) * k$, equação 7, onde: Qcarq é a quantidade de carne estimada na carcaça inteira quente; Qcarf é a quantidade de carne estimada da carcaça resfriada obtida pela equação 6; Pcarq e Pcarf correspondem aos pesos observados das carcaças quente e resfriada, respectivamente; K $\leq$ 1 é uma fator de correção, e indica que da perda de peso

Tabela 2 — Importância relativa do ajuste da meia carcaça não dissecada pela meia carcaça dissecada.

Dissecação A: $\frac{1}{2}$Carcaça esq. < $\frac{1}{2}$ Carcaça dir. Qcarfdir=Qcafesq-1,045*(Pcarfesq-Pcarfdir)			
Variável	**Média**	**Mínimo**	**Máximo**
Peso meia carcaça esquerda resfriada (Pcarfesq, (kg)	31,6	11,9	51,3
Peso meia carcaça direita resfriada (Pcarfdir, kg)	33,1	11,9	54,7
Diferença (esq-dir)	-1,5	-4,5	4,4
% de carne ajustada Ideal 100*(Qcarfdir+qcarfesq)/Pcarf	54,8	37,1	71,2
% de carne calculada 100*(Qcarfesq)/Pcarfesq	54,1	36,6	71,2
Diferença (calculada-Ideal) (%)	-0,7 %	-	-
Relação (Calculada/Ideal) (%)	98,7 %	-	-
Dissecação B: $\frac{1}{2}$ Carcaça esq. > $\frac{1}{2}$ Carcaça dir. Qcarfdir=Qcafesq-0,983*(Pcarfesq-Pcarfdir)			
Variável	**Média**	**Mínimo**	**Máximo**
Peso meia carcaça esquerda resfriada (Pcarfesq, (kg)	39,9	20,8	66,3
Peso meia carcaça direita resfriada (Pcarfdir, kg)	38,5	19,1	64,1
Diferença (esq-dir)	1,4	-1,9	7,9
% de carne ajustada Ideal 100*(Qcarfdir+qcarfesq)/Pcarf	53,8	44,7	63,3
% de carne calculada 100*(Qcarfesq)/Pcarfesq	54,3	45,3	62,7
Diferença (calculada-Ideal) (%)	0,5 %	-	-
Relação (Calculada/Ideal) (%)	100,9 %	-	-
Dissecação C: = $\frac{1}{2}$Carcaça esq. = $\frac{1}{2}$ Carcaça dir. Qcarfdir=Qcafesq-0,997*(Pcarfesq-Pcarfdir)			
Variável	**Média**	**Mínimo**	**Máximo**
Peso meia carcaça esquerda resfriada (Pcarfesq, (kg)	35,5	24,2	47,4
Peso meia carcaça direita resfriada (Pcarfdir, kg)	35,4	24,1	46,9
Diferença (esq-dir)	0,1	-0,6	0,8
% de carne ajustada Ideal 100*(Qcarfdir+qcarfesq)/Pcarf	55,3	46,2	65,2
% de carne calculada 100*(Qcarfesq)/Pcarfesq	55,3	46,2	65,2
Diferença (calculada-Ideal) (%)	0,0	-	-
Relação (Calculada/Ideal) (%)	100	-	-

ocorrida ao resfriar a carcaça, k % corresponde a perda na carne e os (1–k) % restante corresponde a perda na gordura, orifícios de ossos, além de outros líquidos que a carcaça quente possui naturalmente. O valor de K pode ser obtido experimentalmente, e varia de linhagem para linhagem. Na falta de dados pode-se usar K=0,80. Se k=1 então toda a perda de peso da carcaça corresponde a perda de peso da carne. Para predizer Pcarf na linha de abate pode-se com base na amostra de carcaças dissecadas estimar uma equação de regressão linear entre Pcarf e Pcarq, isto é $Pcarf = a + b * Pcarq$, equação 8, em que a e b são estimados com a amostra de carcaças dissecadas. Sequencialmente, pode-se também estimar as % de carne na carcaça quente e resfriada, respectivamente, tais que: $Pcmf = 100 * (Qcarf \div Pcarf)$, equação 9, e $Pcmq = 100 * (Qcarq \div Pcarq)$, equação 10; em que Pcmf e Pcmq correspondem as % de carne nas carcaças quente e resfriada, respectivamente. Pode-se estimar uma equação para predizer Pcmq diretamente em função de Pcmf, isto é: $Pcmq = a + b * Pcmf$, equação 11.

A Tabela 3, ilustra o que foi exposto, e mostra que as fórmulas empíricas apresentadas poderão ser validadas experimentalmente, desde que se faça um experimento para essa finalidade. Observe que com esses dados pode-se postular gerar o índice de bonificação em função do peso e % de carne na carcaça quente ou resfriada ou mesmo em funcão da quantidade de carne na carcaça quente ou resfriada, evitando-se ter que aceitar a susposta quantidade de carne morna =Pcarq*Pcmf.

Tabela 3 — Resumo sobre Peso, quantidade e % de carne em carcaças quentes e resfriadas, calculados, preditos ou ajustados com base numa amostra de carcaças dissecadas.

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Peso da carcaça Quente (Pcarq, kg)	78,04	18,91	43,20	131,20
Peso da carcaça Resfriada (Pcarf kg) *	77,24	18,72	42,75	130,39
Relação(Pcarq/Pcarf), %	101,03	0,90	100,08	106,52
Quantidade de Carne Quente (Qcarq, kg)	42,09	9,31	25,34	65,80
Quantidade de carne Resfriada (Qcarf, kg)	41,45	9,14	25,23	65,15
Relação(Qcarq/Qcarf), %	101,54	1,32	100,10	109,59
% de carne Resfrida (Pcmf , %)	54,13	4,22	44,55	66,88
% de carne Quente (Pcmq, %) **	54,69	4,19	44,70	67,02
Relação(Pcmq/Pcmff), %	101,09	0,41	100,02	102,88

* Pcarf = 0,029 + 0,989357*pcarq; R^2 = 99,82%; DPR= 0,8 Kg ; CV=1,1%.
** Pcmq = 0,725 + 0,9891464*pcmf; R^2 = 99,732%; DPR= 0,22 %;CV=0,4.
R^2 , DPR e CV: coef.de determinação, desvio pad. do resíduo e coef. de variação, respectivamente.

3.3 Eficiência da predição quantidade versus porcentagem de carne na carcaça

Tradicionalmente os trabalhos realizados para estimar equações de predição de carne na carcaça têm ajustados equações para predizer diretamente a % de carne na carcaça resfriada, Pcmf = Qcarf÷Pcarf, que é uma variável secundária resultante do

quociente de duas variáveis altamente correlacionadas e que sabidamente seguem a distribuição normal de probabilidade. Enquanto, pode-se afirmar com certeza que Pcmf pode seguir qualquer distribuição, menos a distribuição normal. Como a teoria clássica de regressão foi criada originalmente para estimar equações de predição de variáveis com distribuição normal ou pelo menos aproximadamente normal é mais eficiente o ajuste de equações de predição para quantidade de carne. A predição da porcentagem deve ser obtida em duas etapas, primeiro predizer a quantidade de carne e posteriormente calcular a porcentagem dividindo-se a quantidade de carne predita pelo correspondente peso da carcaça resfriada. Embora, o que foi dito é na verdade um teorema devidamente demostrado há mais de um século, a seguir é apresentado uma comprovação com base numa amostra de carcaças dissecadas. As equações estimadas com as respectivas estatísticas indicadoras de qualidade de ajuste são dadas por:

$Qcarf$ = 7,38−0,487Esp+0,059Mus+0,525$Pcarq$; DPR = 1,305Kg; CV = 3,33%; R^2 = 97,01%.

$PCMF$ = 65,92 − 0,685Esp + 0,094Mus − 0,026$Pcarq$; DPR = 1,5%; CV = 2,69%R^2 = 92,34%.

Onde:

Esp e Mus são medidas obtidas com a pistola eletrônica da espessura de toucinho e profundidade de músculo avaliados a 6 cm da linha dorsal mediana entre a última e penúltima vértebra lombar.

Verifica-se que o R^2 obtido para Qcarf é de 97% e para Pcmf é de 92,3%. A tabela 4 mostra que o erro médio absoluto na predição direta é de 2,3% enquanto na estimação indireta é de apenas 1,5%, comprovando a eficiência, apesar que o DRP = 1,5% para predizer Pcmf diretamante está bem abaixo dos 2,5% tolerado pela comunidade européia (IRGANG, 1996). Observe que esse é um tipo de erro que pode ser evitado a custo zero.

Tabela 4 — Erro cometido para predizer Qcarf e Pcmf direta e indiretamente, numa dissecação.

Variável	Resíduo	Erro relativo	Erro absoluto
	Média (min,max)	(média,min,max)	(média,min,max)
Qcarf	0 (-2,62 Kg; 3,14 Kg)	-0,05 (-8,3; 10,9) %	2,7 (0,3; 10,9) %
Pcmf (predição direta)	0 (-2,66 Kg; 2,84 Kg)	-0,06 (-4,9; 5,7) %	2,3 (0,1; 5,7)
Pcmf(predição indireta)	0 (-2,61 Kg; 3,32 Kg)	-0,05 (-5,9; 5,1)	1,5 (0,1; 5,1)

Resíduo=(observado-predito); Erro relativo= 100*resíduo÷observado; Erro absoluto= ABS(Erro relativo)

3.4 Equações de predição do peso, quantidade de carne e gordura nas partes da carcaça resfriada

IRGANG (1996) mostra que além dos preditores avaliados na carcaça quente com a pistola eletrônica, o peso da carcaça quente (Pcarq) é um importante preditor da quantidade ou % de carne na carcaça resfriada, razão pela qual as equações ajustadas em 3.3 incluíram Pcarq. Ademais, GUIDONI (1999) ao estudar quatro amostras de diferentes composições raciais de carcaças dissecadas concluiu que é

melhor fazer a estimação em dois estágios, isto é estimar primeiramente equações para predizer a % de carne na carcaça resfriada (Pcmf) pelo método indireto e posteriormente estimar uma equação para predizer o peso e quantidade de carne da parte em função de Pcarq e Pcmf. O mesmo raciocínio se aplica para predizer gordura, se for de interesse. Com base numa das amostras de carcaças dissecadas, referenciadas anteriormente, foram estimados as seguintes equações, para predizer o peso, a quantidade de carne e gordura do pernil resfriado.

$Peso/Pernil = -2{,}25+0{,}1538*Pcarq+0{,}0447*Pcm; media = 11{,}5KgDPR = 353g; CV =$ 3,1%; R^2 = 96,9%.

$QCarne/Pernil = -7{,}53 + 0{,}0909 * Pcarq + 0{,}1396 * Pcmf; media = 6{,}8kg; DPR =$ $261g; CV$ = 3,9%; R^2 = 95,8%.

$QGordura/Pernil = -3{,}02 + 0{,}0428 * Pcarq + 0{,}0999 * Pgord; media = 3{,}2kg; DPR =$ $195g; CV$ = 6,1%; R^2 = 96,1%.

A Tabela 5 mostra os erros cometidos pelos modelos estimados para predizer o peso, quatidade de carne e gordura do pernil resfriada. Uma simulação realizada para predição do peso, quantidade de carne e gordura do pernil resfriado é apresentada na Tabela 6.

Verifica-se que todos os parâmetros estimados das três equações são significativamente diferentes de zero e os modelos apresentam boa qualidade de ajuste. Os R^2 são superiores a 95%. Pela tabela 5, os erros médios absolutos são menores que 5%. Entretanto para predição individual isso pode não ser suficiente. Verifica-se que para predizer o peso do pernil inteiro chega-se a cometer um erro oscila de -5,8 a 7,1%. Para a quantidade Carne a oscilação é de -11,0 a 8,9% e para gordura é ainda maior, oscilando de -13,3 a 14,5%.

Não há dúvida que a informação produzida sobre o pernil, conforme mostra a tabela 6, é útil na linha de abate para dar destino industrial às carcaças, evitando-se pelo menos os erros grosseiros que a olho nu seriam cometidos. Entretanto para garantir especificação, esses modelos podem não ser adequados. Por isso, se o objetivo da agroindústria é lançar produtos ao mercado com determinada especificação, antes de pensar em planejar uma dissecação é importante conhecer o que determina a legislação.

Tabela 5 — Erro cometido para predizer o Peso, quantidade de carne e gordura do pernil resfriado.

Variável	Resíduo	Erro relativo	Erro absoluto
	Média (min, max)	Média (min, max)	Média (min, max)
Peso do Pernil (kg)	0 (-709g; 671g)	0,1 (-5,8; 7,1) %	2,5 (0,1; 7,1) %
Carne do Pernil (kg)	0 (-569g; 738g)	-0,1 (-11,0; 8,9) %	3,2 (0,0; 11,0)
Gordura do Pernil (kg)	0 (-357g; 561g)	-0,1 (-13,3; 14,5) %	4,9 (0,2; 14,5)

3.5 Aspectos relacionados com a representatividade da amostra de carcaças dissecadas

A lei universal de Fisher diz que *"Não se pode extrair dos dados mais do que eles podem oferecer, isto é: estimativas geradas a partir de amostras inadequadas*

Tabela 6 — Simulação para predizer o peso, quantidade de carne e gordura do pernil resfriado.

Pcarf	% Carne	%	Pernil Inteiro		Carne do Pernil		Gordura do Pernil	
Kg	Resf.	Gordura	Peso, Kg	%	Quant. Kg	%	Quant. Kg	%
50	55,0	28,0	7,9	31,6	4,7	59,3	1,9	24,3
60	55,0	28,0	9,4	31,5	5,6	59,3	2,3	24,8
70	55,0	28,0	11,0	31,4	6,5	59,3	2,8	25,3
80	55,0	28,0	12,5	31,3	7,4	59,2	3,2	25,6
90	55,0	28,0	14,1	31,2	8,3	59,2	3,6	25,8
100	55,0	28,0	15,6	31,1	9,2	59,2	4,1	26,0
110	55,0	28,0	17,1	31,0	10,1	59,2	4,5	26,2

também serão inadequadas". Esses dizeres são muito importantes para serem seguidos por aquelas empresas que pretendem continuar na atividade pensando em aplicar os princípios básicos da qualidade. Antes de qualquer discussão é desejável entender que uma amostra só é representativa se ela concordar com a população que a contém em pelo menos 95% das ocorrências. No entanto, GUIDONI (1999) ao realizar estudos sobre tipificação de carcaças referente a quatro empresas, verificou que a amostra dissecada de maior concordância com a população foi de 85%. Isso significa que independente de qualquer outra questão que possa ser desencadeada o erro de partida já é de 15%. As vezes é melhor usar 30 carcaças escolhidas convenientemente do que escolher 120 inadivertidamente. Admita-se que os preditores a serem usados numa determinada empresa para fazer predições da carcaça sejam o peso da carcaça quente (Pcarq), espessura de toucinho (Esp) e Profundidade de músculo (Mus). Nesse caso, se existir dados armazenados ao longo do tempo, na empresa, contendo informações dessas três características a primeira providência é fazer um estudo da população determinando-se inicialmente os valores mínimo, médio e máximo de cada característica. Uma amostra de 54 carcaças resultante de uma combinação fatorial Sexo(Macho, Fêmea) X Pcarq(mínimo, médio, máximo) X Esp(mínimo, médio, máximo) X Mus(mínimo, médio, máximo) já pode ser considerada uma amostra adequada para estimar equações de predição, inclusive pode estimar uma equação para cada sexo. Pois, uma das impropriedades dos modelos de regressão clássicos se verifica quando eles são usados para extrapolação. Nessa amostra de tamanho 54 isso já não ocorre. É claro que precisa ser determinado a distribuição dos animais para Pcarq, Esp e Mus conjuntamente e conhecer a concentração de animais nas classes combinadas e realizar uma amostragem proporcional, para garantir que o modelo preditor seja de máxima precisão, isto é cometa o mínimo de erro possível.

4 Considerações Finais

É possível com uma única dissecação, amostrar animais para serem dissecados com finalidade de bonificar carcaças para pagamento aos produtores, para dar destino

industrial e para garantir especificação de cortes e produtos para o consumidor. Aconselha-se adotar os seguintes os seguintes passos.

- Definir as especificações pretendidas;
- Conhecer a Legislação e certificar-se sobre as margem de erro tolerada;
- Treinar os operadores até atingir padrões preestabelecidos na linha de abate e dissecação de carcaças;
- Definir conceito de Cortes de Interesse;
- Definir Preditores e onde medi-los na carcaça;
- Conceituar carcaça, carne e gordura;
- Definir e Sistematizar precisão e calibração de todos os aparelhos usados na dissecação e tipificação do dia a dia;
- Definir Plano Adequado de amostragem para dissecação;
- Planejar experimentos necessários e executá-los para garantir a calibração entre a carcaça adquirida e o produto na prateleira para o consumidor final;
- Implantar o sistema após rigorosa validação de todos os processos envolvidos.

5 Referências Bibliográficas

DEMING, W.E. Quality, productivity and competitive Position. Massachusetts: Institute of Technology, 1982. 373p.

FONTES, E.M.G. Desenvolvimento, Estágio no Brasil e Requisitos para uma Política Nacional de Biossegurança. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIODIVERSIDADE E TRANSGÊNCOS, 1999, Brasília, DF. Anais. Brasília: SENADO FEDERAL, 1999. P 21–30.

GARRAFA, V. Ciência, Poder e Ética. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIODIVERSIDADE E TRANSGÊNCOS, 1999, Brasília, DF. Anais. Brasília: SENADO FEDERAL, 1999. P 09–20.

GUIDONI, A.L. Embrapa Suínos e Aves: Relatórios de prestação de serviço às agroindústrias (Sadia, Predigão, Aurora e Batávia) sobre estudo de sistemas de tipificação e valorização de carcaças de suínos. Concórdia:Embrapa Suínos e Aves, 1999. (Relatórios Confidenciais) não publicado.

GUIDONI, A.L. Otimização do processo de tipificação e valorização de carcaças de suínos atrelado a um sistema agroindustrial de qualidade. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. (Seminário interno) não publicado.

GUIDONI, A.L. Aspectos Metodológicos da Valorização de Carcaças de Suínos No Brasil. In: WORKSHOP MANEJO E PRÉ–ABATE NA QUALIDADE DA CARNE E DA CARCAÇA SUÍNA. 2000,Campinas, SP. Anais. Centro de Tecnologia de Carnes –Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, SP, 2000.

IRGANG, R. Avaliação e tipificação de carcaças de suínos no Brasil. In: Conferência Internacional sobre Ciência e Tecnologia de Produção e Industrialização de Suínos. SUINOTEC II, 1996, Campinas, SP. Anais, Campinas– SP: ITAL, 1996, p 67–85. MEAT AND LIVESTOCK COMMISSION (MLC). Pig Yearbook, Inglaterra, 1995. 149 p.

PELOSO, J.V. Transporte de Suínos para o Abate: Uma Visão Técnica e Empresarial. In: WORKSHOP MANEJO E PRÉ-ABATE NA QUALIDADE DA CARNE E DA CARCAÇA SUÍNA. 2000,Campinas, SP. Anais. Centro de Tecnologia de Carnes –Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, SP, 2000.

WARRISS, P.D. Optimising the Preslauhter Handling of Pigs Lairage. In: WORKSHOP MANEJO E PRÉ–ABATE NA QUALIDADE DA CARNE E DA CARCAÇA SUÍNA. 2000,Campinas, SP. Anais. Centro de Tecnologia de Carnes –Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, SP, 2000.

PRODUÇÃO ANIMAL E QUALIDADE DE VIDA EM SOCIEDADES EM TRANSIÇÃO

Claudio Bellaver

Embrapa Suínos e Aves
Caixa Postal, 21, CEP 89.700–000 – Concórdia (SC) — Brasil.

1 Introdução

[1]Em países em desenvolvimento, a produção animal está sendo submetida a uma grande pressão para satisfazer a demanda de proteína animal necessária à população e também para ter um excesso de produção para comercializar com a maioria dos países desenvolvidos. Segundo a CGIAR (1996), a produção animal de leite, ovos e carne é o setor agrícola mais importante ($123 bilhões, 1987/1989) depois da produção de grãos ($147 bilhões) em países em desenvolvimento. O crescente apetite das populações urbanas por produtos animais como carne, leite e ovos nos países em desenvolvimento e nas sociedades em transição freqüentemente causa danos ambientais e ruptura da produção agrícola familiar tradicional. Esta situação requer novas políticas para melhorar a produção animal em termos de segurança alimentar, bem–estar animal e proteção ambiental. Há necessidade do desenvolvimento e da adaptação de novas tecnologias para criar animais em um ambiente sustentável, com menor risco de doenças transmitidas pelo alimento, com melhor qualidade e com preços justos. Os países em desenvolvimento devem observar detalhadamente quais são os pontos conflitantes na cadeia da produção animal que ocorrem nos países desenvolvidos e aproveitar estas informações para corrigir seus próprios sistemas de produção animal. Isto levará à produção de produtos seguros e trará maiores possibilidades de comércio internacional.

2 Sociedades em transição

Os países chamados Sociedades em Transição (ST) estão relacionados às economias em transição que ocorrem em seus países. Os países com economia em transição derivam de antigos países socialistas cuja economia era centralizada. Esta transformação também está ocorrendo em países em desenvolvimento como resultado das mudanças de objetivo de seus governos. Empresas estatais estão sendo privatizadas na tentativa de dar ao Estado o seu real papel, que é melhorar a condição social da sua população. Países como México, Brasil, Coréia do Sul, Taiwan, Singapura e Hong Kong, entre outros, formam os países recém industrializados. Uma característica destes países é que podem produzir mais de 25% do PIB e exportar mais de 50% como produtos manufaturados (Vesentini, 1996). A cota

[1]Artigo adaptado e atualizado do Proceedings of Special Symposium & Plenary Sessions of the 8th World Conference on Animal Production. June 1998. Seoul National Universituy. Seul, Coréia do Sul.

brasileira de exportações é menor que 1% no mercado internacional e, em 1998, as exportações chegaram a quase US$51 bilhões. No entanto, a meta é chegar a 100 bilhões em 2002, o que significa um aumento de 18,3% ao ano, segundo o programa *Avança Brasil* sustentado pelo governo. A agricultura foi responsável por 20% do PIB na década de 70 e cresceu para os atuais 30% do PIB. Portanto, a agricultura é uma das principais áreas em que o Brasil pode competir com vantagens no mercado mundial devido ao seu baixo custo de produção. Por outro lado, devido à especialização na agricultura, a taxa de desemprego também está aumentando e podem ser encontrados menos agricultores no país. Isto é especialmente importante na suinocultura, segundo dados da ACCS (1998) apresentados na Tabela 1. No entanto, um país em transição sustenta a idéia de que o país pode mover-se em direção a um platô de progresso, atingindo o status de "desenvolvido" ou regredir para uma condição de sociedade instável.

3 A globalização e as relações com a produção animal

A produção e o mercado de carnes e de leite nos países em desenvolvimento estão mudando muito rapidamente. As empresas transnacionais (ETN) estão adquirindo controle sobre as empresas locais e se espera que uma grande quantidade de empresas locais que trabalham com produtos animais seja administradas por ETN nos próximos anos. Isto é bastante evidente na América Latina e caracteriza o fenômeno da globalização. São necessárias melhorias na produtividade animal para satisfazer o aumento substancial na demanda por produtos animais, especialmente em regiões em desenvolvimento. No entanto, estes aumentos não podem ser feitos às custas dos recursos naturais. Estratégias globais para a produção animal devem levar em conta o impacto ambiental e o crescimento da produtividade para sustentar o desenvolvimento econômico, e não devem ser incompatíveis com o gerenciamento dos recursos naturais. O comércio entre as nações deve levar em consideração as diferenças nas vantagens comparativas e competitivas, que nem sempre são as mesmas. Subsídios, controle de preços, barreiras comerciais, impostos e outros fatores nos países desenvolvidos podem neutralizar as vantagens comparativas do baixo custo da produção animal dos países em desenvolvimento (CGIAR, 1996). Da nossa perspectiva, o limite da globalização está relacionado com o risco ambiental e a crescente lacuna entre os países ricos e pobres.

Na agricultura, parece que a globalização do comércio é uma política que tem a vantagem de ser a solução padrão para diminuir a pobreza na área rural (Timmer, 1995). O Acordo do Uruguai, iniciado em 1986 e terminado em 1994 (Vanzetti, 1996) foi a última e mais bem-sucedida tentativa de promover a liberação do comércio. Sua grande característica foi incluir a agricultura nas regras gerais do GATT/WTO. A América Latina realizou reformas unilaterais mais profundas do que as exigidas pelo acordo. Entretanto, em outros continentes, ainda há a necessidade de profundas reformas em termos de liberação do comércio. A expectativa de uma rodada bem-sucedida de negociações em Seattle em 2000 falhou devido a controvérsias em questões de meio ambiente e mão de obra, que não eram objetivos do encontro. Em um mundo onde a espoliação do meio ambiente é cada vez mais evidente, é um erro não levar estes aspectos em consideração. Parece que a estagnação do

crescimento de alimentos e bebidas nas nações desenvolvidas forçou as empresas a buscarem novos mercados. A Ásia e a América Latina são muito atraentes porque o potencial de demanda é alto. Os países nas regiões em desenvolvimento estão buscando desenvolver suas economias com base na proteção dos blocos econômicos. Na Tabela 2, estão citados os quatro principais blocos econômicos. O Mercosul é o menor bloco, mas há um enorme interesse dos outros devido ao razoável poder de compra desta região.

A maioria das espécies domésticas, principalmente aves, tiveram taxas de crescimento excepcionais nas últimas quatro décadas. Outras funções não-alimentares, apesar do declínio em importância, são essenciais para milhões de pequenos proprietários em países em desenvolvimento. A potência animal e a reciclagem de nutrientes através do esterco compensam a falta de acesso a tecnologias modernas, como tratores e fertilizantes, e ajudam a manter a viabilidade e a sustentabilidade ambiental da produção. Entretanto, em diversos lugares em que a produção animal está sendo intensificada, o equilíbrio entre a produção racional e o ambiente está sendo confrontado com o valor econômico de implementar uma prática sustentável e a preocupação ambiental, levando freqüentemente à degradação ambiental. A Tabela 3 mostra que as economias desenvolvidas tiveram crescimento positivo de 99/90, principalmente a carne de frango. Por outro lado, todos os produtos listados cresceram em taxas percentuais mais altas nos países em desenvolvimento. Carne de frango, ovos e carne suína tiveram altas taxas de crescimento. Isto indica que os países desenvolvidos estabilizaram sua produção, ao contrário do que está acontecendo nos países em desenvolvimento.

4 Qualidade de vida

Segundo o Relatório de Saúde Mundial da OMS (1996), em meados de 1995, a população mundial era de aproximadamente 5,7 bilhões de pessoas. Estima-se que chegue a 7,9 bilhões no ano 2020 e a 9,8 bilhões no ano 2050. Uma visão mais detalhada do crescimento populacional por grupo de países, apresentado na Tabela 4, mostra que a população rural está diminuindo nos países desenvolvidos e que sua população urbana cresce em menores taxas que a população urbana de países em desenvolvimento. A mecanização que foi atingida há décadas atrás nos países desenvolvidos está sendo agora implementada em regiões em desenvolvimento. Isto leva à migração das áreas rurais para as áreas urbanas. As taxas de crescimento das áreas urbana e rural nos países em desenvolvimento são muito mais altas que nos países desenvolvidos. Por causa desta migração, a qualidade de vida é afetada.

A qualidade de vida pode ser definida por pontos de vista diversos. Atividades socioeconômicas, saúde e lazer são variáveis importantes que devem ser consideradas. Utilizando dados da Organização Mundial de Saúde e construindo a matriz apresentada na Tabela 5, pode se comparar alguns países com os EUA e o Japão como padrões de qualidade de vida baseados em valores socioeconômicos e de saúde. Um índice calculado de desenvolvimento humano (ONU, 2000) permite a classificação de todos os países do mundo. Os países em desenvolvimento estão em uma posição intermediária entre todas as nações pelo IDH calculado.

5 O papel dos animais de produção no mundo global

Segundo Steinfeld *et al*. (1997), a produção animal, principalmente devido a pressões para crescimento econômico, tornou-se um importante fator de degradação ambiental. Grandes áreas foram degradadas por pastoreio excessivo e desmatamento seguido de pecuária, como está ocorrendo na região amazônica (Fujisaka *et al*., 1996). A biodiversidade é afetada tanto pela produção animal extensiva quanto intensiva. A pecuária afeta a disponibilidade de água em regiões de baixa precipitação de chuvas. O solo e a água são poluídos por dejetos da produção animal e do processamento onde há alta densidade animal. Os animais de produção são uma importante fonte de emissão de gases, contribuindo para o aquecimento global, cujo aumento está estimado em 1,8ºC nos próximos 35 anos em todo o mundo (Houghton *et al*., 1995, citado por Steinfeld, 1997). Como os animais produzem CO_2 a partir de energia renovável e não de energia fóssil, este CO_2 não é considerado danoso ao ambiente (Tamminga e Verstegen, 1992). Por isso, a produção animal é vista de forma mais crítica em algumas regiões e, portanto, a percepção do público é de certa forma obscurecida pelo conflito entre o real papel dos animais no crescimento econômico e produção de alimentos e a degradação ambiental.

A maioria das granjas em países em desenvolvimento estão aumentando de escala. Diversos pequenos proprietários estão vendendo suas terras e mudando-se para áreas urbanas, sendo substituídos por grandes operações que utilizam tecnologias modernas. Está crescendo o número de empresas de produção animal. Estas empresas modernas frequentemente buscam apenas lucro. A meta dos empresários e dos administradores é buscar retorno máximo dos investimentos. Todas estas pressões sobre o ambiente são resultado de um processo de mudança em que o papel dos animais está mudando devido ao aumento e a mudanças na demanda de commodities animais e a um papel diferente do ambiente. Em essência, o conflito entre a pecuária e o ambiente é uma discussão entre as necessidades e os valores humanos.

6 Algumas considerações sobre a produção animal moderna

Segundo Williams (1995), as atitudes do consumidor em relação à agricultura tiveram mudanças marcantes na última década. Para o consumidor, o produtor, antes considerado como guardião da zona rural e fornecedor de alimento, hoje é visto com suspeita. Esta suspeita pode ser medida pelas manchetes que dizem respeito diretamente à agricultura, como: gorduras saturadas e doenças cardíacas, BSE, doenças transmitidas por alimentos, abuso de promotores de crescimento, bem–estar animal e meio ambiente. Alguns destes pontos também são citados por Branscheid (1993) e estão citados abaixo.

6.1 Aditivos alimentares

São ingredientes ou combinação de ingredientes adicionados à ração básica ou parte da ração para satisfazer uma necessidade não-nutricional com melhora da eficiência da ração ou do desempenho animal. Segundo Cheeke (1993), o uso de aditivos alimentares para a alimentação é controvertido. Críticos das técnicas da moderna produção agrícola alegam com frequência que os aditivos são perigosos para a saúde humana, podem não ser humanitários para os animais por forçá-los a atingir níveis não-naturais de produção e são um sintoma de uma dependência indesejável de químicos. Por outro lado, um relatório de uma comissão européia sobre aditivos alimentares, citado por Lawrence (1992), mostra aspectos muito interessantes dos promotores de crescimento em relação ao meio ambiente. Além de promover ganho e melhor eficiência alimentar, alguns promotores de crescimento (Cromwell, 1999) reduzem a poluição. Menos água (42 l) e ração (14 Kg) são utilizados e menos dejetos (43 l) são produzidos por suínos em crescimento recebendo promotores de crescimento. Como conseqüência, são excretados menos N e P. Além disso, os ionóforos são aditivos que podem reduzir a produção de metano por bovinos, um gás apontado como o segundo responsável pelo efeito estufa. Relata-se com frequência que os aditivos prejudicam a saúde humana, mas antes de qualquer restrição ao uso de aditivos, todos os seus aspectos devem ser cientificamente interpretados, e ter-se sempre em mente que o custo de produção aumenta sem o seu uso. Isto nos leva a considerar a necessidade de rotular produtos segundo a sua origem e deixar a decisão para os consumidores. Este rótulo não deve ser enganoso, penalizando qualquer contribuição técnica e segura existente em tecnologias de ponta. O rótulo deve ser informativo, sem tendências motivadas por aspectos comerciais, muitas vezes encontrados no comércio internacional.

6.2 Resistência a antibióticos

A resistência de doenças a antibióticos aumentou dramaticamente na última década, com um impacto mortal no controle de doenças como tuberculose, malária, cólera, desinteria e pneumonia (OMS, 1996). Os antibióticos usados na produção animal não podem ser apontados como a única causa de resistência porque também há o uso inadequado na medicina humana e ambos aspectos devem ser discutidos em conjunto.

6.3 Doenças transmitidas via alimento

Estas doenças têm grande impacto em todo o mundo. Estimativas nos EUA vão de 6,5 a 80 milhões de casos por ano. As bactérias que mais causam doença via alimento no mundo são: Salmonellae, Campylobacter, *E. coli* e Listeria. Os vírus transmitidos via alimento incluem o da hepatite A, que é comum em todo o mundo (OMS, 1996). Usar ferramentas eficazes como radiação como método de processamento para controlar doenças transmitidas pelo alimento e/ou ferramentas HACCP podem reduzir a atual preocupação com a segurança alimentar.

6.4 Doenças de animais

A raiva é a doença mais grave transmitida de animais para o homem, causando ao redor de 60.000 mortes por ano. A brucelose humana, adquirida de animais de produção, é relatada em 86 países (OMS, 1996).

6.5 Nitratos e nitritos

Ao redor de 70% das carcaças nos EUA são utilizadas em produtos curados, de valor agregado. O medo em relação ao uso de nitritos era claro nas décadas de 60 e 70 por causa da sugestão da sua conversão em nitrosamina, um potente carcinógeno. A carne curada atual deve conter aproximadamente 10 ppm de nitrito residual com ascorbatos na carne curada, o que protege contra reações de nitrosação. De qualquer forma, é importante ter um programa governamental de monitoramento para controlar os níveis de nitrato nos produtos curados.

6.6 Aflatoxina e fumonisina

Estas toxinas são produzidas por fungos em cereais, e também são carcinógenos potentes presentes nas rações animais em muitos países. Existem tecnologias para diminuir a contaminação por fungos e para lidar com esta questão.

6.7 Biotecnologia

Resultados de duas pesquisas feitas por Hoban (1997), refletindo a visão de 6000 entrevistados, concluem que os consumidores aceitarão alimentos biotecnológicos. No entanto, é importante educar a mídia, os profissionais de saúde e os formadores de opinião. A indústria biotecnológica, os organismos de pesquisa e o governo podem transmitir grande confiança se demonstrarem comportamento ético e comunicação aberta. A biotecnologia agrícola deve ser colocada em um contexto de que será usada para desenvolver novos produtos alimentares e melhorar os existentes dentro de um preço justo. Por outro lado, Wenk (1997) mencionou que os consumidores esperam que seu alimento e as rações animais não sejam transgênicos.

6.8 Bem–estar animal

Para atender a exigência humana de alimentos, os animais de produção foram submetidos a grandes mudanças nos sistemas de produção. Em geral, o objetivo de muitos sistemas de produção animal é diminuir o custo de produção mantendo altos padrões de produtividade. A preocupação com a diminuição do bem–estar animal foi mencionada por McIrnerney e Carruthers (1991) ao relacionar modernos sistemas de produção com diminuição do custo do produção. São especialmente importantes para melhorar o bem–estar animal os dispositivos de contenção (correntes, gaiolas), clima do galpão (temperatura – umidade – gases), tipo de piso (ripado, sólido), densidade animal e manejo alimentar. Alguns destes fatores estão relacionados a brigas e canibalismo em suínos e em aves. Um melhor bem–estar não termina no final da

fase de terminação para nenhuma espécie. Durante o embarque, desembarque e espera no abatedouro também é importante considerar a diminuição de PSS e outros estresses. Borell (1996) revisou a situação atual na UE quanto ao bem–estar de suínos e apresentou recomendações para proteção mínima dos suínos e diretrizes para ações legislativas e de pesquisa em favor do bem–estar dos suínos. Se no passado era difícil fazer uma abordagem científica para medir o bem–estar, hoje, segundo Broom (1996), existe uma ampla gama de medidas que podem ser usadas em estudos de bem–estar de suínos. A melhoria do bem–estar animal resultaria no sentimento de maior satisfação pelo ser humano e ainda haveria um maior benefício econômico em termos de preços mais altos para características desejáveis dos produtos. A pressão por tais produtos pode aumentar devido à maior informação, conscientização e mudança de percepção do público. Por outro lado, em alguns casos parece que a restrição de métodos para beneficiar animais significaria aumentar o custo dos produtos animais. É claro que há um equilíbrio desejável entre bem–estar e custo de produção.

6.9 Saúde e segurança da mão de obra

As tecnologias modernas, a mecanização e o manejo adequado nos animais no sistema de produção estão se tornando cada vez mais profissionalizados. Os trabalhadores devem ter um ambiente agradável ao cuidar dos animais. Foi verificado por Gustafsson (1997) que os trabalhadores em sistemas confinados estão sujeitos a uma série de riscos à saúde. Entre os riscos, estão os relacionados com a ergonomia, poeira, gases, ruído, químicos (lavagem), temperatura, umidade e iluminação. O autor relatou um programa bem–sucedido financiado pelo governo para prevenir riscos à saúde, baseado em exames de saúde a cada dois anos, orientação técnica com visita à granja por uma equipe de especialistas a cada dois anos e consultas sobre saúde e segurança a qualquer momento.

6.10 Ambiente saudável

A influência da produção animal moderna sobre o meio ambiente criou uma nova e importante questão, que é a preservação ambiental. À medida que o confinamento de animais cresce em comparação à criação a campo, os problemas com a segurança ambiental se tornam mais evidentes. Um grande número de animais em um espaço limitado de terra implica em mais problemas ambientais. As instalações modernas devem levar em consideração não apenas o animal, mas seus dejetos e o impacto destes sobre a natureza. É possível fazer um controle dos dejetos, mas são necessários recursos econômicos para ser colocado em prática. Com os preços atuais dos animais de produção, dos produtos primários no mercado mundial e a falta de ajuda governamental, é difícil para o produtor administrar o custo: benefício de melhorar o meio–ambiente. Nos países desenvolvidos, há uma preocupação crescente com os dejetos e o odor em sistemas de produção animal. É importante provar para a mídia e para a população em geral que a água de superfície e subterrânea podem ser protegidas com a tecnologia adequada. Um sistema de lagoas, aeradores mecânicos, separadores de fase líquida e sólida, plantas filtrantes, produção de energia, alimentação de outras espécies ou fertilizante tratado/distribuído

corretamente podem contribuir para diminuir a poluição do meio ambiente. É possível diminuir o odor dos sistemas de produção animal através da higiene e do armazenamento adequados Além disso, alguns produtos comerciais (extrato de Yucca ou bactérias) são indicados para reduzir o odor. A redução nutricional da ração reduz a excreção de nutrientes. Vai chegar o tempo em que outra restrição para a formulação de rações será níveis mínimos de nutrientes na excreta. Tamminga e Verstegen (1992) postularam isso dizendo que as emissões gasosas podem ser consideravelmente reduzidas através de melhor manejo alimentar, melhores formas de armazenamento e formas adequadas da aplicação de esterco como fertilizante. Pode se esperar uma redução de N (Tamminga e Verstegen, 1992) quando é usada a restrição alimentar de alimentação em fases ou a proporção adequada de aminoácidos em termos de proteína ideal. O P (Voermans *et al*., 1994) pode ser reduzido pelo uso de melhor manejo alimentar, escolha de ingredientes, suprir segundo as exigências e aumento da digestibilidade principalmente pelo uso de enzimas que contribuem para diminuir o P excretado.

Mesmo com o alto custo da aplicação de tecnologias para melhorar a qualidade do meio-ambiente, os produtores devem mostrar uma imagem positiva do sistema de produção animal e exigir coletivamente ajuda econômica para o setor. Este aspecto não é de única responsabilidade do produtor, mas também do setor industrial e do governo.

7 Conclusões

- A maioria dos produtos primários nas economias desenvolvidas teve crescimento negativo na última década. Por outro lado, nos países em desenvolvimento, houve um aumento significativo dos produtos animais motivado pela necessidade de atingir altos níveis de exportação que consequentemente vão ajudar as economias locais.

- A qualidade de vida medida pelo índice de desenvolvimento humano das Nações Unidas, considerando todos os países, é intermediária nas sociedades em transição.

- O equilíbrio da produção racional e do meio ambiente está sendo confrontado com o valor econômico de implementar uma prática sustentável e preocupada com o meio ambiente. A pesquisa de novas tecnologias deve considerar aspectos alimentares, de bem–estar animal e de proteção ao meio ambiente. A maior produtividade animal para sustentar desenvolvimento econômico e manejo sustentável de recursos é uma meta possível.

- Questões controversas como BST, BSE, aditivos nas rações, doenças transmitidas via alimento, direitos dos animais e meio ambiente devem ser bem explicadas para a população e para a mídia. O público deve conhecer os resultados científicos e políticas internacionais devem ser adotadas com base em princípios científicos e técnicos.

- Os países em desenvolvimento devem observar com cuidado quais são os pontos conflitantes da cadeia da produção animal que ocorrem nos países

desenvolvidos e tirar vantagem destas informações para corrigir seus próprios sistemas de produção animal.

8 Referências Bibliográficas

ACCS – Associação Catarinense de Criadores de Suínos., 1998. *Programa de sustentabilidade da suinocultura familiar em processo de exclusão*. Concórdia, SC, 13 pp.

BORELL, E. von. 1996. Current situation on welfare legislation and research within the European Union. *Pig News and Information*. **17**(4): 105N–107N.

BRANSCHEID, W. 1993. Consumer expectations on the quality of foods of animal origin. Hamburg. In: *VDLUFA–Kongress vom 20–25 Sept. 1993. Qualitat und Hygiene von Lebensmittelln in Production und Verarbeitung*: 23–32.

BROOM, D. M. 1996. A review of animal welfare measurement in pigs. *Pig News and Information.* **17**(4): 109N–114N.

CASSENS, R. G. SAFETY of CURED PRODUCTS. *Pork Facts. Safety Quality. 2000*. *http://www.nppc.org/facts/cured.html*

CGIAR.1996. Twenty-five years of food and agriculture improvement in Developing Countries. Part IV. Livestock Research. *The Economic Role of Livestock.* 18pp.

CHEEKE, P. R. 1993. Impacts of livestock production on society, diet / health and the environment. *Interstate Publishers, Danville* Ill USA. 241 p.

CONSELHO EDITORIAL. 1997. Saiba como os teóricos interpretam o processo. In: Globalização Entenda o que esta acontecendo no mundo. *Folha de São Paulo Nov.2nd 1997*: 2–12.

CROMWELL, G. Antibiotic for food producing animals in an American perpective. In: *Simpósio sobre as Implicações Sócio-econômicas do Uso de Aditivos na Produção Animal. Piracicaba.* Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. P.1**29–142**. 1999.

FAO. 2000. Statistics Data Base. Agriculture Data. Food and Agriculture Organization of the United Nations.*http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture*

FUJISAKA, S.; W. BELL; N. THOMAS; L. HURTADO and E. CRAWFORD. 1996. Slash-and-burn agriculture, conversion to pasture and deforestation in two Brazilian Amazon colonies. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* **59**(1–2): 115–130.

GUSTAFSSON, B. 1997. The heath and safety of workers in a confined animal system. *Livestock Production Sciencei*. **49**(2): 191–202.

HOBAN, T. J. 1997. Consumers will accept biotechnology-derived foods. *Feed-stuffs*. **69**(40): 8

JOHNSON, R. 1997. Broad, clean, permanent fast-track authority a must. *Feed-stuffs*. **69**(43): 8

LAWRENCE, K. 1992. Report on the EC commission on the use of growth promoters and other additives in animal feeds – Some Personal Observations. In: Recent Advances in Animal Nutrition 1992. Butterworth-Heinemann Ltd. Garnsworthy, P.C.; Haresign, W. Cole, D. J. A. Eds. 223p.

McINERNEY, J. P. and S. P. CARRUTHERS. 1991. Assessing the benefits of farm animal welfare. F*arm animals: it pays to be humane*. CAS. University of Reading. 1991, no. **22**: 15–31.

STEINFELD H.; C. de HAAN and H. BLACKBURN 1997. Livestock and the environment: Issues and Options. Publ. WRENmedia, Fressingfield, Eye, SuffolkUK, for the European Commission.Directorate General for Development, *Development Policy, Sustainable Development and Natural Resources*. 56 pp.

TAMMINGA, S. and M.W.A. VERSTEGEN. 1992. Implications of nutrition of animals on environmental pollution. In: Recent Advances in Animal Nutrition 1992. Butterworth-Heinemann Ltd. Garnsworthy, P.C.; Haresign, W. Cole, D. J. A. Eds. 223p.

TIMMER C. P. 1995. Getting agriculture moving: do markets provide the right signals. *Food Policy*. **20**(5): 455–472.

UNO 2000. Human Development Report 1999. Human Development Index (HDI). *http://www.undp.org/hdro/HDI.html*

VANZETTI, D. 1996. The next Round: game theory and public choice perspectives. *Food Policy.* **21**(4–5): 461–477.

VESENTINI, J. W. 1996. *Sociedade e Espaço.* Geografia geral e do Brasil. São Paulo. Editora Atica. 351 p.

VOERMANS, J. A. M.; N. VERDOES and L. A. den HARTOG. 1994. Environmental impact of pig farming. In: *Pig News and Information* **15**(2): 51N–54N.

WENK, C. 1997. Natural foods: A ten billion dollar industry and growing. What can we learn from the human food sector ? In: *Biotechnology in the Feed Industry. Proc. of Alltech Thirteenth Annual Symposium.* Ed. Lyons, T. P. and K. A. Jacques. p. 33–44.

WHO. 1996. The world health report 1996. Figthing disease. **Fostering development**. Geneva. SW. 12pp.

WHO. 1997. WHO Statistical Information System. Health for all global indicators.

WILLIAMS, P. E. V. 1995. Animal production and European pollution problems. *Animal Feed Science and Technology*. **53**: 135–144.

WORLD BANK. 1997. World Development Indicators In: Globalizaçao. *Folha de São Paulo. Nov. 2nd 97*: p. 8.

Tabela 1 — Visão geral da evolução da suinocultura em SC — Brasil*

Item	1985	1996	% de mudança 96/85
Granja	177.895	130.819	-26,5
n. produtores	54.176	24.382	-55,0
Rebanho (1.000)	3.185	4.536	42,4
Produção total	3.324	7.822	135,3

* ACCS (1998) – relatório

Tabela 2 — Principais blocos econômicos*

Bloco	PIB (US$ bilhões)	Renda per capita (US$)
UE	8,380	21,833
NAFTA	7,771	16,560
MERCOSUL	995	4,633
APEC	15,490	12,375

* Folha de São Paulo (1997) apud World Bank (1997).

Tabela 3 — Produção de produtos primários em milhões de toneladas.*

Ano	1990	1990	1999	1999	1999/1990	1999/1990
Classe	Desenvolvidos	Em desenvolvimento	Desenvolvidos	Em desenvolvimento	% mudança nos desenvolvidos	% mudança nos em desenvolvimento
Carne bovina e vitela	34,8	17,9	30,5	25,4	-12,4	41,9
Carne suína	38,4	31,3	37,9	50,6	-1,3	61,7
Carne de peru	3,5	0,17	4,5	0,22	28,6	29,4
Carne de frango	25,7	15,2	31,1	32,1	21,0	111,2
Queijo (todos)	13,1	1,8	13,2	2,2	0,8	22,2
Leite fresco	377,4	106,4	336,3	144,3	-10,9	35,6
Ovos	18,9	16,4	18,3	35,4	-3,2	115,9
Total de carne	104,5	74,1	104,3	121,6	-0,2	64,1
Total de leite	382,7	160,9	341,6	220,9	-10,7	37,3
Total de ovos	19	18,7	18,2	30,7	-4,2	64,2

* FAO (2000)

Tabela 4 — População urbana e rural de 1961–1999 em milhões de habitantes.*

Grupos	**Anos**								
	1961	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1999
Mundo	3086	3342	3702	4081	4447	4847	5282	5688	5977
Rural	2020	2153	2345	2540	2693	2851	3004	3111	3166
Urbana	1066	1189	1357	1541	1754	1996	2278	2577	2811
População nos Países desenvolvidos									
Total	982	1030	1079	1128	1171	1213	1257	1289	1302
Rural	383	377	364	357	355	356	356	350	342
Urbana	599	653	714	771	816	857	900	938	960
População nos países em desenvolvimento									
Total	2104	2312	2623	2953	3276	3635	4026	4398	4675
Rural	1636	1776	1981	2183	2338	2495	2648	2760	2824
Urbana	467	536	642	770	938	1140	1378	1638	1851
% de crescimento anual nos países desenvolvidos									
Rural		-2	-3	-2	-1	0	0	-2	-2
Urbana		9	9	8	6	5	5	4	2
% de crescimento anual nos países em desenvolvimento									
Rural		9	12	10	7	7	6	4	2
Urbana		15	20	20	22	22	21	19	13

* FAO 2000

Tabela 5 — Desenvolvimento socioeconômico e de saúde em alguns países segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) [1]

Item	Brasil	China	Índia	Japão	Coréia	Polônia	Rússia	Africa do Sul	EUA
PIB per capita (US$)[2]	2930	490	300	31490	7660	2260	2340	2980	24740
Taxa de crescimento anual do PIB (%)[2]	0.3	8.2	3	3.4	8.2	0.4	-1	-0.2	1.7
Taxa de nascimentos bruta (/1000 hab.) [2]	24.6	18.5	29.1	10.1	16.4	13.2	10.9	31.2	15.9
Taxa de mortalidade bruta (/1000 hab.) [2]	7.5	7.2	10	7.6	6.3	10.5	12.4	8.9	8.8
Gasto nacional total com saúde como % do PIB [2]	4.2	3.5	6	6.5	6.6	5.1	3	5.6	12.7
Gasto governamental total com saúde como % do PIB [2]	2.8	2.1	1.3	4.8	2.7	4.1	2	3.2	5.6
Taxa de mortalidade infantil, % [2]	5.8	4.5	8.2	0.4	1.1	1.5	2.1	5.3	0.9
Probabilidade de morrer antes dos 5 anos de idade[2]	0.067	0.042	0.095	0.006	0.012	0.019	0.029	0.068	0.009
Índice de desenvolvimento humano (HDI [3])	0.783	0.626	0.446	0.940	0.890	0.834	0.792	0.716	0.942
Ranking segundo o HDI [4]	79	98	132	4	30	44	71	101	3

[1] Adaptado de:
[2] OMS – sistema de informações estatísticas (1997)
[3] Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) leva em consideração longevidade, educação e padrão de vida (paridade do poder de compra)
[4] UNO (2000)

A PRIMEIRA CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE A QUALIDADE DA CARNE SUÍNA - ALGUNS COMENTÁRIOS FINAIS

Renato Irgang

Universidade Federal de Santa Catarina
Rod. Admar Gonzaga, 1346 - Itacorubi, Florianópolis, SC. 88034-001- Brasil
e-mail: rirgang@cca.ufsc.br

1 Introdução

A primeira Conferência Internacional Virtual sobre a Qualidade da Carne Suína incluiu no temário assuntos relacionados ao bem estar e manejo pré e pós-abate dos animais, a processos de classificação de carcaças e produtos suínos, ao uso de machos inteiros na produção de carne, e a perspectivas globais de expansão e consumo de produtos suínos. O maior número de palestras versou sobre o bem estar e o manejo dos suínos no pré e no pós-abate, e seus efeitos na qualidade da carne.

A participação de número significativo de conferencistas internacionais altamente qualificados é digna de mérito, assim como o é a participação de conferencistas brasileiros, responsáveis por quase 50 % das palestras apresentadas no evento. Estão de parabéns os organizadores e coordenadores da conferência, aos quais somos gratos, e a Embrapa Suínos e Aves, por ter utilizado a Internet como meio de comunicação, permitindo a participação de quase 1.000 pessoas de diversas partes do mundo, interessadas em qualidade da carne suína.

2 Condições brasileiras para produção e consumo de carne de suínos

O fato do Brasil ter o terceiro maior rebanho de suínos no mundo, acrescentado da abundância de terras agricultáveis e de clima favorável, tanto para a produção de grãos usados na alimentação como para a produção dos animais, credencia o país a ser um grande produtor de carne suína.

Apesar disso, o consumo de produtos suínos por habitante e o volume das exportações têm sido baixos, se comparados com as condições de outros países. Preconceitos, mitos e baixo poder aquisitivo da população têm limitado o consumo interno, e problemas sanitários, principalmente em outras espécies animais, têm sido barreiras impostas por outros países para importação dos produtos suínos brasileiros.

A organização da primeira Conferência Internacional Virtual sobre a Qualidade da Carne Suína por uma instituição brasileira, demonstra, no entanto, a preocupação do país com a produção de carne de qualidade, tanto para consumo "in natura" como para processamento industrial. Indica também que o setor está interessado em continuar abastecendo o mercado interno com produtos de suínos bem manejados,

cujo consumo não apresenta riscos à saúde humana, além de proporcionar qualidade nutricional, sabor e palatabilidade que atendem as necessidades e o gosto dos consumidores. Além disso, sinaliza para o mercado externo que o país tem interesse em atender a demanda internacional com produtos suínos de alta qualidade, comparável a de outros países com tradição na produção de carne de suínos.

Os comentários a seguir enfatizam a suinocultura brasileira, pelos benefícios que pode obter do conteúdo informativo e científico da conferência, sem querer com isso menosprezar as vantagens que outros países podem obter da mesma.

3 Sistemas de produção, manejo e qualidade da carne suína

Nos últimos 50 anos a suinocultura brasileira passou do sistema misto, semi-extensivo de produção, para o sistema intensivo, totalmente confinado de produção. Com essa mudança, criadores, indústria e técnicos objetivaram melhorar a eficiência da produção. Para isso, investimentos maciços foram feitos em instalações, em técnicas de produção intensiva, em mudanças nos genótipos e em melhorias na qualidade nutricional das rações.

O reflexo imediato dessas mudanças foi a produção, na década de 1960, de suínos "tipo carne", ou seja, de animais de abate que atingiam 100 kg de peso vivo aos seis meses de idade. Nas décadas de 1980 e 1990, a indústria suinícola brasileira passou a ser pressionada pelos consumidores a fornecer-lhes produtos suínos com mais carne e menos gordura. Como resposta, ganhos de até 10 pontos percentuais no rendimento de carne na carcaça têm sido observados em alguns casos nesse período de 20 anos, graças à implantação de sistemas de tipificação e de bonificação de carcaças. A demanda pela produção de produtos suínos com mais carne e menos gordura exigiu mudanças adicionais dos genótipos e do manejo alimentar.

Com a melhoria do rendimento de carne, a agro-indústria de suínos passou a se preocupar também com a qualidade de carne, e objetiva, atualmente, obter maior quantidade de carne de qualidade por animal abatido.

Para garantir a produção de carne de boa qualidade, investimentos importantes foram feitos ou estão em processo de viabilização em diversas agro-indústrias de suínos. Modificações no manejo dos animais ainda na granja, com implementação do jejum antes do carregamento para o abate, no manejo e na forma de transporte dos animais, especialmente na estrutura das carrocerias dos caminhões transportadores, nas instalações dos abatedouros, para abrigar menor número de animais e evitar a mistura de animais de origens diferentes na mesma baia de espera, para proporcionar melhor conforto aos animais e para reduzir o tempo de espera no abatedouro, e nos equipamentos de manuseio dos animais para melhorar o processo de insensibilização, reduzir o estresse e melhorar a higiene nos processos de pré e de pós-abate, têm sido algumas das melhorias verificadas nos últimos 10 anos em diversos abatedouros de suínos no Brasil. Se considerarmos que há 30 anos todos os abatedouros de suínos recebiam animais nas sextas-feiras à tarde, os mantinham misturados com animais de outras origens na mesma baia, em jejum de alimento sólido até o abate na segunda-feira próxima, e que hoje esta prática está abolida de suas atividades, podemos concluir que melhorias importantes têm sido praticadas para proporcionar

maior conforto para os animais, e para melhorar a qualidade da carne e dos produtos suínos.

Certamente todas as agro-indústrias brasileiras de suínos ainda não alcançaram níveis de manejo desejáveis, ao ponto de evitarem a obtenção de carne suína de qualidade inferior. Diversos abatedouros carecem de investimentos no processo de pré e pós-abate de suínos, enquanto que outros precisam melhorar a higiene e a qualidade dos processos, desde as granja até o beneficiamento e industrialização de carcaças e de cortes, para garantir a qualidade sanitária e tecnológica dos produtos.

Ressalta-se aqui novamente a importância desta conferência, pela contribuição que as informações compartilhadas poderão trazer para a melhoria do manejo e dos processos que permitem garantir qualidade aos produtos suínos.

Se fossemos apontar fatores que limitam a obtenção de carne de qualidade nos abatedouros de suínos, certamente em alguns deles seriam necessários apenas ajustes finos, enquanto que em outros, mudanças maiores e mais amplas teriam que ser feitas, para a obtenção de carne suína de qualidade.

Um processo que, de modo geral, precisa de melhorias urgentes, é o do carregamento dos animais na granja e seu transporte até o abatedouro. É possível que este seja o fator responsável pela maior parte dos problemas de qualidade de carne observados nas indústrias. Pode-se afirmar que, com algumas exceções, estrutura adequada de carrocerias, manejo correto do carregamento dos animais, área mínima de carroceria para cada 100 kg de animais transportados, ventilação disponível para os animais no transporte, e momento do dia para o transporte, sejam os fatores que mais deixam ainda a desejar. O treinamento das pessoas envolvidas no processo de carregamento, transporte e descarregamento de suínos vivos exige ações imediatas, para evitar que todo o investimento na produção e aproveitamento industrial resulte na produção de carne de baixa qualidade. Um programa de bonificação para o transporte bem feito dos animais, poderá se pagar facilmente pela redução das perdas de animais e das condenações das carcaças, e pela melhoria da qualidade da carne.

Uma mudança simples nos abatedouros, que exige investimentos irrisórios e que pode trazer melhorias significativas da qualidade da carne, consiste da troca dos bastões de choque e de instrumentos usados para bater nos animais, no trajeto do descarregamento até a baia de espera, e desta até a área de insensibilização, por tábuas de manejo simples, baratas e de uso mais seguro. Outra modificação que se faz necessária na maioria dos abatedouros é a redução do nível de ruído oriundo de instrumentos e instalações fabricados de metal, na área de insensibilização. Melhorias nestes dois processos resultarão em maior conforto e segurança para os operadores e para os suínos, e em melhoria imediata da qualidade da carne suína.

4 Bem-estar animal e produção de suínos com carne de boa qualidade

Alguns aspectos de manejo mencionados no item anterior estão relacionados ao bem-estar e conforto no carregamento, transporte e manejo pré-abate dos animais, no trajeto da granja de produção ao abatedouro.

Modificações nas granjas de origem dos animais de abate, tais como aumento da área por animal produzido, para proporcionar maior conforto e bem estar dos

animais, certamente produzirão efeitos favoráveis na qualidade da carne. Esses benefícios podem, porém, ser perdidos no caminho até o abatedouro, se o manejo nesta fase for mal conduzido. Além disso, modificações como essa podem não resultar necessariamente no aumento da produção. O setor de produção de suínos para o abate, como se sabe, não tem apresentado retorno que lhe permita investir maciçamente em reformas e remodelações das instalações, e não tem a sua disposição subsídios que permitam financiar tais mudanças. A conseqüência natural destas modificações seria o aumento dos custos de produção, dificultando ainda mais o acesso dos consumidores aos produtos suínos, cujos preços já não são acessíveis para a maior parte da população.

É importante lembrar que na Europa, onde existe legislação vigente para o manejo dos animais, as mudanças exigidas para a criação ainda estão em andamento, havendo prazos relativamente longos para a sua implantação. Além disso, a situação econômica e social dos produtores e consumidores europeus é muito mais favorável do que a dos criadores e consumidores brasileiros. Parece-nos que no Brasil, mudanças que eventualmente se fizerem necessárias nas instalações e no manejo da criação, para proporcionar melhor bem estar para os animais, deverão ser "financiadas" pelos benefícios que terão que ser obtidos do melhor desempenho produtivo dos animais criados em condições mais confortáveis.

5 A próxima conferência virtual sobre qualidade da carne suína

Uma razão para se continuar a trocar conhecimentos internacionalmente na próxima conferência virtual, é a recuperação do nível mundial de consumo de carne suína, que tem diminuído nos últimos anos devido ao aumento no consumo de carne de outras espécies, principalmente frangos de corte.

Para isso, outras áreas do conhecimento poderão ser abordadas, incluindo-se o potencial genético dos suínos para produzir carne de qualidade, aspectos de alimentação e nutrição que favoreçam a expressão dos genes responsáveis pela produção de carne de qualidade, e a relação entre a eficiência dos suínos na produção de carne e os impactos ambientais resultantes desta produção.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Suínos e Aves
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Caixa Postal 21, 89.700-000, Concórdia, SC
Telefone (49) 4428555, Fax (49) 4428559
http://www.cnpsa.embrapa.br
sac@cnpsa.embrapa.br

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
E DO ABASTECIMENTO

GOVERNO FEDERAL
Trabalhando em todo o Brasil