

Foto: Osmar A. Dalla Costa



## Parâmetros fisiológicos do estresse e lesões de suínos suplementados com ractopamina em condições de produção comercial

Natália Bortoleto Athayde<sup>1</sup>  
Osmar Antônio Dalla Costa<sup>2</sup>  
Roberto de Oliveira Roça<sup>3</sup>  
Antonio Lourenço Guidoni<sup>4</sup>  
Edio Luiz Klein<sup>5</sup>  
Luis Carlos Ajala<sup>6</sup>  
Dirceu da Silva<sup>7</sup>

### Introdução

A ractopamina, um agonista  $\beta$ -adrenérgico utilizado com o repartidor de energia em dietas de suínos em terminação, tem sido amplamente estudado nos últimos anos em suínos e também em outras espécies, como ovinos e bovinos. A maioria dos trabalhos realizados na área de suínos se restringe à avaliação do desempenho, características de carcaça e qualidade de carne. No entanto, há poucas informações na literatura mostrando os efeitos deste aditivo sobre a susceptibilidade ao estresse dos suínos.

O estresse é o principal parâmetro utilizado para avaliar o bem-estar animal e é indicativo de que os

animais desenvolvem mecanismos de resposta quando sua homeostasia está ameaçada, necessitando de ajustes fisiológicos ou comportamentais para se adaptarem à situação adversa. Essa adaptação envolve respostas neuroendócrinas e comportamentais que visam manter o equilíbrio das funções vitais.

Há várias formas de se avaliar o estresse em suínos. Uma delas é por meio dos parâmetros fisiológicos do estresse. Outra é por meio da incidência de lesões de pele e carcaça. Assim, objetivou-se estudar o efeito da ractopamina sobre esses parâmetros e avaliar seu impacto sobre a susceptibilidade ao estresse desses animais.

<sup>1</sup> Zootecnista, M. Sc. em Produção Animal, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, SP, [nataliaathayde@yahoo.com.br](mailto:nataliaathayde@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Zootecnista, D.Sc. em Manejo Pré-abate e Bem-estar de Suínos, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, [osmar@cnpa.embrapa.br](mailto:osmar@cnpa.embrapa.br)

<sup>3</sup> Médico Veterinário, D. Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisador do CNPq e professor da Faculdade de Ciências Agrônomicas (UNESP), Botucatu, SP, [robertoroaca@fca.unesp.br](mailto:robertoroaca@fca.unesp.br)

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Estatística e Experimentação Agrônoma, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, [antlogui@cnpa.embrapa.br](mailto:antlogui@cnpa.embrapa.br)

<sup>5</sup> Assistente da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, [edio@cnpa.embrapa.br](mailto:edio@cnpa.embrapa.br)

<sup>6</sup> Técnico agrícola, assistente da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, [lajala@cnpa.embrapa.br](mailto:lajala@cnpa.embrapa.br)

<sup>7</sup> Assistente da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, [dsilva@cnpa.embrapa.br](mailto:dsilva@cnpa.embrapa.br)

## Materiais e métodos

O experimento foi realizado no período de inverno em uma propriedade localizada no município de Alto Bela Vista (SC) e desenvolvido de acordo com os princípios éticos na experimentação animal (protocolo nº 64/2008-CEEA). Foram utilizados 340 suínos em fase de terminação (machos castrados e fêmeas, com peso médio de 107,3kg), provenientes de cruzamentos industriais, distribuídos em 30 baias (10 a 12 animais/baia). Todos os suínos foram pesados e identificados com brincos na instalação do experimento calculando-se a média de peso dos animais de cada baia. A partir desses pesos, foram distribuídos os tratamentos permitindo que houvesse baias (blocos) com animais com média de pesos leve, médio e pesado em todos os tratamentos, totalizando 10 baias por tratamento. Foi considerada a baia como unidade experimental. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com arranjo fatorial 2 x 3 dos tratamentos, sendo duas condições sexuais (machos castrados e fêmeas) e três níveis de suplementação de ractopamina na ração (0, 5 e 10 ppm).

### Manejo pré-abate

Os animais foram pesados e submetidos ao jejum de aproximadamente quatro horas. Em seguida, foram transportados até um frigorífico localizado na cidade de Chapecó (SC). Ao chegarem ao frigorífico, os suínos permaneceram durante seis horas nas baias de descanso até serem conduzidos ao insensibilizador. O período total de jejum, desde a retirada da ração na granja até o abate, foi de 14 horas. Os animais permaneceram sem acesso à alimentação, porém tiveram livre acesso à água na granja e durante a permanência nas baias de espera do frigorífico. O abate ocorreu por eletrocussão automática. As carcaças dos suínos permaneceram em câmara fria em temperaturas variando entre 1°C a 4°C, durante 24 horas.

### Lesões de pele e carcaça

A incidência de lesões na pele foi avaliada em três locais (paleta, lombo e pernil) do lado esquerdo dos suínos, sendo registrada através de avaliação visual pela contagem do número de lesões. Esta avaliação foi realizada em três momentos: antes do embarque dos animais, após o desembarque e após o período de descanso nas baias do frigorífico.

Posteriormente, 24 horas após o abate, foi registrado o número de lesões na meia carcaça esquerda e então calculada a frequência de lesões de pele e carcaça. As lesões foram classificadas de acordo com a origem: manejo, densidade e briga, seguindo a metodologia descrita por ITP (1996).

### Parâmetros fisiológicos do estresse

A avaliação dos parâmetros fisiológicos do estresse foi realizada por meio da dosagem do hormônio cortisol e atividade das enzimas lactato-oxidase e creatina-quinase. O cortisol foi dosado a partir do plasma, em contador gama e por meio do método de radioimunoensaio. Amostras de plasma também foram utilizadas para a análise de lactato e de soro para as análises de creatina fosfoquinase. A atividade enzimática da lactato-oxidase e da creatina fosfoquinase (CPK) foram mensuradas por comprimento de onda de 546 nm e 340 nm, respectivamente, utilizando-se um espectrofotômetro.

Para as variáveis analisadas foi gerada uma média para cada baia, totalizando 30 unidades experimentais, distribuídas em cinco blocos, que envolveram fatorial duas condições sexuais x três níveis de ractopamina (0, 5 e 10 ppm) e receberam a aplicação da análise de variância. O critério para tomada de decisão adotado foi 5% de probabilidade. As comparações das médias foram realizadas através do teste t de Student, protegido pela significância do teste F, e foi utilizado o programa Statistical Analysis System (SAS, 2002) para cálculo das análises.

## Resultados

Os danos localizados na superfície da pele e detectados após o abate na carcaça podem prejudicar a classificação das carcaças e, conseqüentemente, o seu valor.

Não houve efeito da interação níveis de ractopamina x condição sexual para nenhum dos parâmetros fisiológicos do estresse ou para lesões de pele e carcaça avaliados.

A Tabela 1 mostra as médias e os coeficientes de variação do número total de lesões de pele e carcaça avaliadas na paleta, lombo e pernil dos suínos durante o período total de avaliação (embarque, desembarque, área de espera do frigorífico e 24 horas após o abate), em função da suplementação com diversos níveis de ractopamina.

Não houve interação entre níveis de ractopamina e condição sexual para as variáveis avaliadas, bem como não foi observada diferença no número total de lesões de pele e carcaça nos suínos que receberam ractopamina em relação ao grupo controle.

**Tabela 1.** Médias e coeficientes de variação do número total de lesões de pele e carcaça avaliadas na paleta, lombo e pernil dos suínos durante o período total de avaliação (embarque, desembarque, área de espera do frigorífico e 24 horas após o abate), em função da suplementação com diversos níveis de ractopamina na dieta

	Ractopamina (ppm)			Média	CV <sup>1</sup> (%)
	0	5	10		
<b>Lesões de pele</b>					
Paleta					
Fêmea	2,13	1,67	4,07	2,62 a	
Macho	2,80	3,93	3,00	3,24 a	
Média	2,47 A	2,80 A	3,53 A	2,93	67,39
Lombo					
Fêmea	0,63	0,40	2,60	1,21 a	
Macho	3,40	3,23	1,40	2,68 a	
Média	2,02 A	1,82 A	2,00 A	1,95	121,34
Pernil					
Fêmea	0,77	0,80	2,33	1,30 a	
Macho	3,13	2,17	1,13	2,14 a	
Média	1,95 A	1,48 A	1,73 A	1,72	137,30
<b>Lesões de carcaça</b>					
Paleta					
Fêmea	2,07	1,27	3,40	2,24 a	
Macho	2,13	2,60	2,67	2,47 a	
Média	2,10 A	1,93 A	3,03 A	2,35	100,42
Lombo					
Fêmea	4,27	4,03	5,67	4,66 a	
Macho	5,40	6,53	5,07	5,67 a	
Média	4,83 A	5,28 A	5,37 A	5,16	47,09
Pernil					
Fêmea	2,67	2,40	3,27	2,78 a	
Macho	3,47	4,27	2,73	3,49 a	
Média	3,07 A	3,33 A	3,00 A	3,13	55,63

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na vertical (condição sexual) e maiúsculas na horizontal (nível de ractopamina) diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste t de Student. <sup>1</sup>- CV = coeficiente de variação.

Os resultados encontrados para concentração de lactato, cortisol e creatina fosfoquinase (total e fração MB) estão descritos na Tabela 2.

**Tabela 2.** Médias, desvios-padrão e coeficientes de variação dos parâmetros fisiológicos do estresse de suínos machos castrados e fêmeas, em função da suplementação com diversos níveis de ractopamina na dieta

	Ractopamina (ppm)			Média	CV <sup>1</sup> (%)
	0	5	10		
<b>Lactato (mmol/L)</b>					
Fêmea	42,16 ± 3,64	40,95 ± 3,54	34,40 ± 2,47	39,17 ± 1,97 a	
Macho	38,48 ± 5,34	40,60 ± 2,96	45,16 ± 3,37	41,41 ± 2,28 a	
Média	40,32 ± 3,11 A	40,77 ± 2,18 A	39,78 ± 2,66 A	40,29	20,31
<b>Cortisol (µg/dL)</b>					
Fêmea	5,97 ± 0,78	9,51 ± 1,46	7,80 ± 0,76	7,76 ± 0,68 a	
Macho	6,73 ± 0,55	6,54 ± 0,59	7,52 ± 1,33	6,93 ± 0,49 a	
Média	6,35 ± 0,47 A	8,02 ± 0,89 A	7,66 ± 0,72 A	7,34	41,00
<b>Creatina fosfoquinase</b>					
CK-MB (U/L)					
Fêmea	2473,17 ± 130,77	3996,20 ± 641,23	4138,93 ± 948,10	3536,10 ± 408,65 a	
Macho	2208,97 ± 229,10	4724,97 ± 943,71	4881,93 ± 1044,47	3938,62 ± 548,50 a	
Média	2341,07 ± 131,92 B	4360,58 ± 551,39 A	4510,43 ± 676,40 A	3737,36	73,73
CK-Total (U/L)					
Fêmea	7196,82 ± 2222,09	12917,18 ± 1936,01	11062,10 ± 2479,99	10392,03 ± 1348,54 a	
Macho	4424,63 ± 974,84	11955,30 ± 3783,44	10352,37 ± 1373,54	8910,77 ± 1543,64 a	
Média	5810,73 ± 1233,66 B	12436,24 ± 2009,88 A	10707,23 ± 1341,64 A	9651,14	50,46

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na vertical (condição sexual) e maiúsculas na horizontal (tratamento) diferem (P<0,05) pelo teste t de Student.

<sup>1</sup>- CV = coeficiente de variação. as por letras minúsculas distintas na vertical (condição sexual) e maiúsculas na horizontal (tratamento) diferem (P<0,05) pelo teste t de Student. <sup>1</sup>- CV = coeficiente de variação.

## Lactato

Situações de estresse intenso podem levar à exaustão muscular. Neste caso, haverá degradação intensa do glicogênio muscular, formando grandes quantidades de ácido láctico, que será liberado na corrente sanguínea. No presente estudo, não houve efeito dos níveis de ractopamina ensaiados para esse parâmetro (média de 40,29 mmol/L, Tabela 2).

Porém, trabalhos têm mostrado aumento da concentração de lactato em função de situações estressantes, como suínos abatidos em condições de estresse, suínos que possuíam escores altos de lesões de pele e avaliação do manejo com bastão elétrico no manejo pré-abate.

## Cortisol

Os animais elevam os níveis plasmáticos de cortisol em resposta ao estresse psicológico sofrido, que prepara seu organismo com suprimento extra de energia, permitindo a “reação de luta ou fuga”.

Há vários trabalhos publicados que comprovam essa informação, mostrando que animais que foram submetidos a situações estressantes durante o manejo pré-abate, obtiveram aumento no cortisol circulante. Em situações de extremo estresse, os valores de

cortisol podem dobrar ou quadruplicar, suínos manejados com bastão elétrico apresentaram maiores valores. A concentração deste parâmetro aumentou durante o transporte e diminuiu durante a espera nas baias de descanso do frigorífico.

Porém, no presente estudo, foi avaliada a concentração de cortisol circulante após a insensibilização dos suínos, durante a sangria, e foi constatado que não houve efeito da ractopamina sobre esse parâmetro (média de 7,34 µg/dL, Tabela 2). Esse resultado concorda com o encontrado por outros autores, que avaliaram a concentração de cortisol de suínos em terminação que receberam ração suplementada com ractopamina, concluindo que a ractopamina interfere no comportamento dos suínos, causando maior susceptibilidade ao manejo e estresse no transporte.

## Creatina fosfoquinase

A enzima comumente utilizada para avaliação de lesões musculares é a creatina-fosfoquinase (CPK), que está envolvida no processo metabólico de obtenção de energia. Esta enzima possui quatro isoenzimas. A CK-MM está presente nos músculos esquelético e cardíaco, a CK-BB está presente no cérebro e a CK-MB é uma isoenzima encontrada principalmente no coração. A quarta isoenzima é a CK-Mt que é

uma enzima mitocondrial que responde por até 15% da atividade da CPK cardíaca.

No presente estudo foram mensuradas a CK-total e CK-MB. Constatou-se que não só houve aumento, como dobrou a concentração de CK-total e da isoenzima CK-MB nos animais alimentados com ração contendo ractopamina. Observa-se que houve grande variação no desvio padrão das amostras analisadas em função dos níveis de inclusão de ractopamina na dieta. Alguns autores também constataram aumento nos níveis de CPK para os suínos que receberam Salbutamol na ração.

A variação da atividade enzimática tecidual está normalmente associada ao aumento da síntese da enzima no tecido de origem, à diminuição do catabolismo ou à proliferação celular. Isso pode ocorrer por causas fisiológicas, patológicas ou terapêuticas. Segundo relatos, a elevação de CPK pode ocorrer por várias causas, entre elas a aplicação de injeção levando à irritação tecidual, crise convulsiva na qual o animal se debata e traumatize os músculos esqueléticos e possibilidade de indução enzimática por uso de drogas.

Foi realizado um trabalho determinando a atividade do músculo esquelético e as concentrações de enzimas após o exercício de suínos Landrace e constatou-se que houve um aumento das concentrações da CK-total e suas isoformas CK-MM e CK-BB imediatamente após o exercício, seguido de progressiva redução. Em outro estudo, foi verificado aumento de CPK em bovinos transportados por longos períodos, onde foi constatado que durante o transporte os animais são submetidos a um esforço físico para manter a postura no veículo em movimento, o que causa uma grande fadiga muscular e, em alguns casos, lesões. O esforço do parto também é um fator de aumento da CPK, assim como o exercício de cavalos de pentatlon.

A atividade da creatina fosfoquinase pode variar em função da condição sexual, massa muscular, atividade física e raça. Segundo alguns autores, há aumento da profundidade de músculo de suínos que receberam ractopamina na ração, sendo que esse aumento na profundidade de músculo é causado por meio da ligação dos  $\beta$ -receptores da ractopamina aos receptores da membrana (que causa o disparo de uma série de eventos bioquímicos) que levará ao

aumento no diâmetro das fibras musculares, mais especificamente das fibras brancas e intermediárias. Também é verificado aumento da concentração de CK em algumas doenças causadas pela ruptura de fibras musculares.

Considerando esses fatos, sugere-se que o aumento na concentração da enzima CPK nos suínos que receberam ractopamina no presente estudo pode ter ocorrido em função da ação isolada ou associada de dois fatores. O primeiro seria baseado no aumento do diâmetro das fibras musculares, causado pela ação dos agonistas  $\beta$ -adrenérgicos, pois para ocorrer o aumento do diâmetro das fibras são causadas microlesões, o que pode ter estimulado a liberação e a atividade da enzima CPK. O segundo fator seria a suposição de que os animais que receberam ractopamina possuem maior susceptibilidade ao estresse, pois de acordo com alguns autores, somente uma extrema susceptibilidade ao estresse causa aumento nos níveis de CPK em suínos. Com isso, os suínos que receberam ractopamina no presente estudo podem ter sofrido maior estresse e fadiga muscular durante o transporte, resultando no aumento da permeabilidade da membrana, liberação de CPK na circulação deste tecido muscular e conseqüente aumento da atividade plasmática desta enzima.

## Considerações finais e recomendações

Recomenda-se atenção quanto ao uso de ractopamina, pois apesar de não haver influência sobre o aumento da incidência de lesões ou da concentração plasmática de cortisol e lactato, há indícios de que os animais que consomem ração contendo este aditivo sofrem alterações fisiológicas.

## Referências

- ITP. 1996. Institut Technique du Porc. **Notation des hématomes sur couenne: porcs vivant ou carcasses.** Le Rheu, 45 p.
- SAS. 2002. System for Microsoft Windows. Cary, NC: USA, Inst. Inc.

**Comunicado Técnico, 487**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Suínos e Aves**

**Endereço:** BR 153, Km 110,  
Distrito de Tamanduá, Caixa Postal 21,  
89700-000, Concórdia, SC

**Fone:** 49 34410400

**Fax:** 49 34410497

**E-mail:** sac@cnpisa.embrapa.br

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**



1ª edição

Versão Eletrônica: (2011)

**Comitê de Publicações**

**Presidente:** *Gilberto S. Schmidt*

**Membros:** *Gerson N. Scheuermann, Jean C.P.V.B. Souza, Helenice Mazzuco, Nelson Morés e Rejane Schaefer*

**Suplente:** *Mônica C. Ledur*

**Revisores Técnicos**

*Gustavo J.M.M. de Lima e Nelson Morés*

**Expediente**

**Coordenação editorial:** *Tânia M.B. Celant*

**Editoração eletrônica:** *Vivian Fracasso*

**Revisão gramatical:** *Jean C.P.V.B. Souza*

**Revisão bibliográfica:** *Cláudia A. Arrieche*