

Foto: Jairo Backes



A farinha de carne e ossos com resíduos de ractopamina pode ser utilizada com segurança na alimentação de suínos?

Vivian Feddern¹
Carolina Naves Aroeira²
Vanessa Gressler³
Osmar Antônio Dalla Costa⁴
Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima⁵

Introdução

A ractopamina (RAC) é um aditivo adicionado à ração com o objetivo de modificar o metabolismo animal, alterando a partição de energia, promovendo o desenvolvimento de tecido muscular (proteína) e reduzindo a gordura corporal (WATKINS; JONES; MOWREY, 1990; MARINHO *et al.*, 2007). Ela é autorizada comercialmente na forma de cloridrato de RAC (MAPA, 2015), em concentrações que variam de 5 a 20 ppm, exclusivamente em dietas para suínos em fase de terminação, nos 28 dias que antecedem o abate.

Diferentes tecnologias são responsáveis por viabilizar mundialmente a produção de suínos. Porém, em 2009, uma pesquisa de opinião com especialistas americanos sobre as maiores descobertas para a nu-

trição de suínos no último século apontou a RAC como a 13ª tecnologia de maior impacto da cadeia suínica (CROMWELL, 2009).

O uso da RAC é controverso. Nos últimos anos, alguns países como Japão, China, Taiwan, Rússia, União Europeia e Chile proibiram a utilização de RAC em seus animais. Por outro lado, Estados Unidos, Austrália, Canadá, México e Brasil permitem seu uso de forma controlada (VALESE *et al.*, 2016). Não há relatos na literatura sobre as consequências do emprego de farinha de carne e ossos (FCO) produzida a partir de subprodutos de animais alimentados com RAC. Portanto, o objetivo desta publicação é apresentar informações que permitam esclarecer o risco de se utilizar FCO com resíduos de RAC na alimentação de suínos.

¹Engenheira de Alimentos, doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

²Médica Veterinária, doutoranda em Ciência Animal e Pastagens, USP/Esalq, Piracicaba, SP

³Química Industrial, doutora em Toxicologia, analista da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

⁴Zootecnista, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

⁵Engenheiro Agrônomo, doutor em Nutrição Animal, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Farinhas de carne e ossos (FCO)

A FCO (Figura 1) é o principal subproduto de abate-douro utilizado na nutrição animal, sendo uma excelente fonte de aminoácidos, com teores de proteína bruta que variam, geralmente, entre 35 e 60%, além de ser fonte de minerais, em especial o cálcio e fósforo (FEDDERN; LAUX; DE LIMA, 2013). Do ponto de vista econômico, a utilização da FCO em substituição a outra fonte proteica como o farelo de soja, o qual é uma commodity e tem sofrido oscilações de preço, propiciará redução no custo de produção, uma vez que cerca de 70-80% do custo total da produção de suínos advém da ração animal (SINDIRAÇÕES, 2016).



Foto: Ronaldo L. Sanches/Mapa

Figura 1. Farinha de carne e ossos suína.

Para a elaboração de uma FCO de qualidade, é necessário o controle preciso da temperatura, pressão e do tempo de processamento. O cozimento é a operação principal e crucial do processamento, porém apenas possíveis resíduos biológicos são esterilizados (MAPA, 2008). Contudo, a legislação não contempla a qualidade das farinhas com relação a resíduos de produtos de uso veterinário, como a RAC. É possível que o processamento térmico não promova a decomposição total da RAC, pois seu ponto de fusão é de 165-167°C e o ponto de ebulição é de 520°C à pressão atmosférica (CHEMNET, 2017). Porém, não se pode descartar a possibilidade de decomposição quando utilizadas pressões superiores a 1 atm e a provável degradação natural por processos biológicos, seja no armazenamento ou transporte da matéria-prima. Estudos preliminares na Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia-SC (dados não publicados), mostram que a RAC, em solução aquosa, degrada-se

em 60-70% após autoclavagem a pressão de 1,5 kg/cm² (1,452 atm) a 127°C durante 2h (condições limites de trabalho observando a faixa máxima de segurança). Os resultados obtidos indicam a possível permanência de resíduos de RAC mesmo sob altas temperaturas e pressões.

Pesquisas da Embrapa Suínos e Aves (LAUX; GRESSLER; FEDDERN, 2013; FEDDERN *et al.*, 2014a, 2014b; LAUX *et al.*, 2014; GRESSLER *et al.*, 2016) demonstraram a presença de resíduos de RAC em FCO e levaram à proposta de melhorias nos métodos de extração e detecção. Em geral, somente as rações produzidas com a molécula e os produtos cárneos de consumo humano têm sido investigados (VALESE *et al.*, 2016) e não os subprodutos como a FCO. Os resultados (Figura 2) mostraram grande variabilidade na concentração de resíduos de RAC nas FCO coletadas aleatoriamente de agroindústrias do sul do Brasil, sendo a média \pm erro padrão = 36,81 \pm 0,82 μ g/kg.

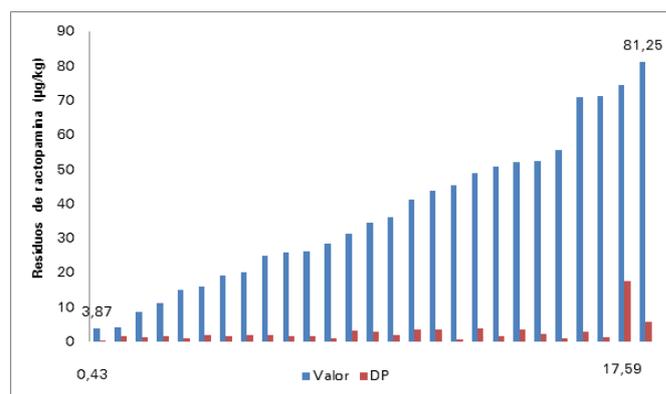


Figura 2. Resultado do monitoramento de farinhas de carne e ossos quanto aos resíduos de RAC em 27 amostras.

Com base nestes resultados, foi constatada a necessidade de investigação *in vivo* de tecidos comestíveis como fígados, rins e pulmões com a finalidade de verificar se as quantidades encontradas de RAC na FCO são passíveis de deixar traços nestes tecidos. O Brasil, por ser um grande exportador de carne suína para diferentes mercados, segue um controle rigoroso da qualidade de seus produtos, além da comprovação da segurança quanto a possíveis resíduos de RAC.

Limites máximos permitidos de resíduos de ractopamina

A ocorrência de resíduos de produtos de uso veterinário e os seus possíveis efeitos adversos na saúde humana indicam a necessidade do controle sobre os mesmos, como uma medida importante para assegurar a proteção dos consumidores (BEUCHER *et al.*, 2015). Com isso, tecnologias de última geração estão sendo aplicadas para detectar concentrações extremamente baixas (CHU *et al.*, 2017).

A China é o maior produtor de carne suína do mundo com 53,3 milhões de toneladas, porém, é o terceiro maior importador (845 mil toneladas), principalmente do Brasil, sendo bastante exigente e criteriosa quanto à segurança da carne (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2016). Estudos chineses (QIANG *et al.*, 2007; DONG *et al.*, 2011) demonstraram resíduos de RAC em concentrações elevadas nos tecidos de suínos na seguinte ordem decrescente: pulmão > rim > fígado > lombo. Como podem ser consumidos ou exportados, é imprescindível o conhecimento sobre o risco de deposição de resíduos de RAC nesses tecidos.

No Brasil, um dos cortes suínos mais consumidos é o lombo, que geralmente tem apresentado concentrações menores do que 10 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) de RAC, mesmo em animais que foram tratados com 20 mg/kg na ração, concentração máxima esta também seguida por outros países (DONG *et al.*, 2011). Em estudos realizados na Embrapa Suínos e Aves, foram observados níveis abaixo do limite de quantificação (0,5 ppb) no lombo de animais que foram tratados com até 21% de FCO contendo 53,5 ppb de RAC (FEDERN *et al.*, 2016).

A maioria dos trabalhos encontrados na literatura relata que no lombo e na gordura animal é pouco provável que ocorram resíduos de RAC, pois a molécula possui baixa lipofilicidade, sendo eliminada predominantemente na urina (cerca de 88%), possuindo um tempo de meia-vida de 30 min a 2h no organismo, logo após sua ingestão.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) é o órgão responsável pela regulamentação e fiscalização de produtos destinados à alimentação animal no Brasil. Anualmente, o Mapa coleta amostras cárneas de estabelecimentos com inspeção

federal. Quanto aos resíduos de RAC, apenas a carne suína é monitorada, indicando a preocupação com a segurança dos alimentos do consumidor nacional.

Enquanto na ração os limites de RAC permitidos são da ordem de ppm (5-20 ppm), nos tecidos os níveis máximos são expressos em ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$), conforme a Tabela 1. Internacionalmente, a Comissão do *Codex Alimentarius* estabeleceu os limites máximos de resíduos (JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES, 2014), sendo facultativo a cada país seguir ou não estes limites.

Tabela 1. Limite máximo de resíduo (LMR) para RAC em suínos e bovinos.

Matriz	LMR ($\mu\text{g}/\text{kg}$) ¹	LMR ($\mu\text{g}/\text{kg}$) ²
Músculo	10	10
Gordura	10	-
Fígado	40	-
Rim	90	-
Urina	90	-

¹ JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (2014).

² MAPA (2017).

No entanto, alguns países asiáticos e a União Europeia possuem tolerância zero quanto a incidência de resíduos de RAC na carne suína. Estes países também se preocupam com o consumo de órgãos como o pulmão, que tem sido apontado como um tecido com alta concentração de resíduos de RAC (até 600 ppb), conforme relatado por Dong *et al.* (2011), e que não está contemplado no Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC) do Brasil. Segundo Antignac *et al.*, (2002) o pulmão é um tecido que possui altas concentrações de receptores β -agonistas, o que contribui para a maior deposição de RAC devido à interação molécula/receptor.

Período de retirada

Atualmente, o Mapa não considera necessário um período de retirada para RAC da ração suína antes do abate. No entanto, foi demonstrado que após 11 dias de período de retirada, alguns tecidos de suínos (fígado, rins, pulmões, coração e estômago) apresentaram resíduos de RAC, com exceção do músculo (DONG *et al.*, 2011). Foi estimado em cinco dias o período de retirada da RAC para obtenção de concentrações abaixo do limite de detecção para fígado, rim e músculo. Estes autores salientaram a inexistência de legislação que regulamente os limites máximos

de resíduos para pulmão e estômago, e sugerem mais estudos científicos para estimar o período de retirada para estes tecidos.

Divergências sobre o uso da ractopamina entre países

Países como Rússia, Cazaquistão e Bielorrússia (União Aduaneira da Eurásia) exigem que haja produção segregada de suínos sem adição de RAC à ração para a importação dos produtos cárneos. Caso não se respeite essa exigência, as exportações para esses países serão suspensas (NIÑO *et al.*, 2017).

Na União Europeia (UE), é necessário garantir que os animais não sejam tratados com RAC em nenhuma fase de sua produção. Uma vez detectada a molécula, poderá haver *recall*, destruição do produto ou a retirada do país da lista de exportadores (NIÑO *et al.*, 2017).

A União Aduaneira da Eurásia e a UE estabeleceram níveis de ação de 0,1 e 1 ppb de resíduos de RAC, respectivamente, acima dos quais não aceitam os produtos de quaisquer países exportadores. Portanto, é necessário investimento em tecnologias de alta precisão e sensibilidade analítica capazes de detectar e assim atender os níveis exigidos para evitar a perda de mercados estratégicos.

Experimento

Para estudar os efeitos da alimentação de suínos com FCO contendo resíduos de RAC, foi realizado um estudo na Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia, SC. Foi utilizada uma partida de FCO produzida em uma planta comercial, amostrada e analisada quanto ao teor de RAC antes do seu uso (53,5 ppb). Esta FCO foi adicionada em níveis crescentes em uma dieta à base de milho e farelo de soja, substituindo o percentual de farelo de soja. Foram estudados quatro níveis de inclusão da FCO: 0 (Controle), 7, 14 e 21%.

A formulação das dietas atendeu às exigências nutricionais para as quatro diferentes fases de vida dos suínos: crescimento 1, crescimento 2, terminação 1 e terminação 2. O experimento foi realizado durante 112 dias, entre os meses de agosto e novembro de 2015, utilizando-se 40 leitões (dos 22 kg aos 115 kg

de peso vivo) de mesma linha genética com idade média inicial de 63 dias. Os animais foram alojados em quatro baias de dez leitões cada (1,15 m²/animal). As baias foram construídas em piso compacto, com bebedouro do tipo chupeta e comedouro que permitia o fornecimento de ração quatro vezes ao dia, com o cuidado de não haver sobras. A água foi fornecida à vontade e as condições ambientais favoreceram o bem-estar dos animais. A temperatura ambiente não foi monitorada. A urina foi coletada mensalmente às 6h da manhã, totalizando cinco coletas, sendo realizado um *pool* de amostras de cada baia. O material foi encaminhado para análise de resíduos de RAC a fim de se observar o perfil de excreção deste resíduo pelos animais ao longo do período experimental.

Ao final de 56 dias de experimento, metade dos animais (n = 20) foi abatida, sendo a outra metade (n = 20) abatida no final do experimento, aos 112 dias. Na linha de abate foram coletadas amostras de lombos, fígados, pulmões e rins de cada animal, devidamente identificadas e mantidas sob congelamento (-20°C) para a avaliação de resíduos de RAC por cromatografia líquida acoplada a um detector de espectrometria de massas no Laboratório de Análises Físico-Químicas da Embrapa Suínos e Aves.

Resultados

As concentrações de RAC encontradas nas urinas das leitões estão demonstradas na Tabela 2. Do total de RAC ingerido pelos animais, 88% é excretado via urina, principal via de eliminação deste aditivo (DALIDOWICZ; BABBITT, 1986; UNGEMACH, 2004). Quanto às amostras de lombo, pulmão, rins e fígado, todos os resultados encontrados foram inferiores ao limite de quantificação de 0,5 ppb (dados não mostrados), independente da quantidade de FCO utilizada na ração.

Na prática, geralmente são adicionados até cerca de 20% de FCO na ração, para viabilizar economicamente a produção suína. Entretanto, inexistente legislação que estabeleça os níveis máximos de FCO na ração, tampouco limites máximos de resíduos nesta matéria-prima.

Tabela 2. Resíduos de RAC ($\mu\text{g/L}$) em urina de leitoas alimentadas com concentrações crescentes de FCO na ração.

Data coleta	Tratamento			
	0% FCO	7% FCO	14% FCO	21% FCO
06/08/2015	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
01/09/2015	< LQ	0,75 \pm 0,05	0,83 \pm 0,04	1,35 \pm 0,08
28/09/2015	< LQ	< LQ	0,54 \pm 0,11	0,58 \pm 0,06
21/10/2015	< LQ	< LQ	< LQ	0,62 \pm 0,08
24/11/2015	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ

Valores são médias \pm DP de três repetições.

LQ = limite de quantificação = 0,5 $\mu\text{g/L}$.

FCO = farinha de carne e ossos, adicionada à dieta de leitoas.

Foi detectado no máximo 1,35 ppb de RAC na urina no tratamento com maior nível de inclusão de FCO (21%), concentração esta considerada baixa comparada com a literatura (QIANG *et al.*, 2007; THOMPSON *et al.*, 2008). Niño *et al.* (2017) afirmaram que se concentrações menores que 1 ppb são detectadas na urina, a probabilidade é de que no lombo deste animal não seja quantificado resíduos de RAC. Resaltando que em nosso estudo a RAC foi veiculada exclusivamente via FCO durante toda fase de crescimento e terminação dos suínos (desde a nona semana até o dia do abate) e não via adição do produto comercial à ração, pelos 28 dias que antecedem o abate, possibilitando que houvesse maior tempo de deposição de resíduos do que em outros trabalhos relatados na literatura (QIANG *et al.*, 2007).

No presente trabalho, a FCO foi proveniente da produção de suínos que receberam o nível máximo de 20 ppm de RAC, conforme preconizado pela legislação brasileira. Níveis maiores não são utilizados por não propiciarem efeito aditivo. A FCO escolhida para este experimento com 53,5 ppb de residual de RAC foi baseado na média dos valores das FCO comercializadas. Ainda, a concentração mais alta estudada (21% de FCO na ração) foi forçada para simular condições praticadas no campo. Embora o *screening* de 27 amostras de farinhas coletadas em diferentes indústrias (Figura 2) tenha demonstrado ampla variação de 3 a 81 ppb de RAC (GRESSLER *et al.*, 2016), comumente concentrações em torno de 50 ppb são encontradas, comprovando a segurança da utilização de FCO na alimentação animal.

Qiang e colaboradores (2007) trataram animais por 28 dias com ração contendo 18 ppm de RAC e os resultados citaram a detecção de resíduos na urina em até 9 dias após a retirada da RAC da ração em níveis de até 650 $\mu\text{g/L}$. Já Thompson e colaboradores (2008) observaram concentrações de RAC na urina

de até 1131,6 $\mu\text{g/L}$ após alimentar os animais com 18 ppm de RAC por sete dias.

Nas amostras avaliadas, todos os tratamentos apresentaram resultados inferiores a 0,5 ppb, que é o limite de quantificação do nosso método. Portanto, todos os tecidos cárneos avaliados podem ser considerados seguros para o consumo.

Quanto às amostras de pulmão, embora este tecido não seja contemplado pelos órgãos legisladores (JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES, 2014; MAPA, 2017), as concentrações de RAC se mantiveram abaixo do limite de quantificação (< 0,5 ppb).

Conclusão

A partir dos resultados, foi observado que a inclusão de FCO contendo 53,5 ppb de RAC nas dietas de leitoas desde os 22 aos 115 kg não acarretou a deposição de resíduo de RAC em lombos, pulmões, fígados e rins. Portanto, a FCO advinda de animais que receberam RAC e utilizada até a inclusão de 21% na dieta pode ser considerada segura nesse aspecto para a alimentação de suínos. Na determinação de RAC na urina, todos os valores observados foram inferiores a 1,35 ppb, sendo os valores ainda menores nos órgãos e tecidos (< 0,5 ppb).

Conclui-se que a FCO é segura para utilização na alimentação de suínos quanto aos resíduos de RAC para aqueles mercados que permitem concentrações traços, sem acarretar em perigo para a saúde humana. A utilização deste subproduto de alto valor nutricional pode se tornar uma alternativa econômica para a produção de suínos. No entanto, para mercados que não aceitam o uso de RAC, essas farinhas não deveriam ser adicionadas à dieta.

Referências

- ANTIGNAC, J.-P.; MARCHAND, P.; LE BIZEC, B.; ANDRE, F. Identification of ractopamine residues in tissue and urine samples at ultra-trace level using liquid chromatography – positive electrospray tandem mass spectrometry. *Journal of chromatography B*, v. 774, n. 1, p. 59–66, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual**. São Paulo: ABPA, 2016. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2017.
- BEUCHER, L.; DERVILLY-PINEL, G.; PRÉVOST, S.; MONTEAU, F.; LE BIZEC, B. Determination of a large set of β -adrenergic agonists in animal matrices based on ion mobility and mass separations. *Analytical Chemistry*, v. 87, n. 18, p. 9234–9242, 2015.
- CHEMNET. **CAS N° 97825-25-7 Ractopamine**. 2017. Disponível em: <<http://www.chemnet.com/cas/>>. Acesso em: 20 fev. 2017.
- CHU, L.; ZHENG, S.; QU, B.; GENG, S.; KANG, X. Detection of β -agonists in pork tissue with novel electrospun nanofibers-based solid-phase extraction followed ultra-high performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, v. 227, p. 315–321, 2017.
- CROMWELL, G. L. ASAS Centennial Paper: Landmark discoveries in swine nutrition in the past century. *Journal of Animal Science*, v. 87, n. 2, p. 778–792, 2009.
- DALIDOWICZ, J. E.; BABBITT, M. S. **Characterization of 14C-residues in tissues and excreta from swine fed 14C-ractopamine HCl**. Unpublished report on study No. ABC-0355 158 RACTOPAMINE Agricultural Biochemistry, Lilly Research Laboratories, Division of Eli Lilly and Company. Greenfield, IN, USA, 1986.
- DONG, Y.; XIA, X.; WANG, X.; DING, S.; LI, X.; ZHANG, S.; JIANG, H.; LIU, J.; LI, J.; FENG, Z.; YE, N.; ZHOU, M.; SHEN, J. Validation of an ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for determination of ractopamine: Application to residue depletion study in swine. *Food Chemistry*, v. 127, n. 1, p. 327–332, 2011.
- FEDDERN, V.; GRESSLER, V.; GROTH, L. H. M.; COSTA, O. A. D.; DE LIMA, G. J. M. M. Depleção de resíduos de ractopamina através da urina e concentração no lombo de suínos alimentados com farinha de carne e ossos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ALIMENTOS DA CIGR, 20, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCTA, 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctar-seventos/xxvcbcta/anais/>>.
- FEDDERN, V.; LAUX, A. R.; DALLA COSTA, O. A.; DE LIMA, G. J. M. M.; GRESSLER, V. Development of a QuEChERS methodology for ractopamine analysis in meat and bone meal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 24., 2014, Aracaju; CONGRESSO DO INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE FRUTOS TROPICAIS, 4., 2014, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBCTA/UFS, 2014a.
- FEDDERN, V.; LAUX, A. R.; DE LIMA, G. J. M. M. Variabilidade da composição de farinha de carne e ossos suína de diferentes procedências. In: VIII Simpósio de Alimentos para Região Sul (SIAL), 2013, Passo Fundo, RS. VIII Simpósio de Alimentos para Região Sul (SIAL), Passo Fundo/RS. **Anais...** Passo Fundo/RS: UPF, 2013.
- FEDDERN, V.; LAUX, A. R.; DE LIMA, G. J. M. M.; DALLA COSTA, O. A.; GRESSLER, V. Determination of ractopamine in meat and bone meal through SPE-LC-MS/MS and estimation of its residues in swine tissues. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 24., 2014, Aracaju; CONGRESSO DO INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE FRUTOS TROPICAIS, 4., 2014, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBCTA/UFS, 2014b.

GRESSLER, V.; FRANZEN, A. R. L.; DE LIMA, G. J. M. M.; TAVERNARI, F. C.; DALLA COSTA, O. A.; FEDDERN, V. Development of a readily applied method to quantify ractopamine residue in meat and bone meal by QuEChERS-LC-MS/MS. **Journal of Chromatography B**, v. 1015-1016, p. 192–200, 2016.

JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES. **Residue evaluation of certain veterinary drugs**. 78th meeting. Geneva: FAO/WHO, 2014.

LAUX, A. R.; FEDDERN, V.; NICOLOSO, R. S.; DE LIMA, G. J. M. M.; DALLA COSTA, O. A.; GRESSLER, V. Depletion of ractopamine residues during and after swine slaughtering. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 24, Aracajú. **Anais...** Aracajú: SBCTA/UFS, 2014.

LAUX, A. R.; GRESSLER, V.; FEDDERN, V. Padronização de método para extração de ractopamina de farinhas de carne e ossos. In: VIII Simpósio de Alimentos para Região Sul (SIAL), 2013, Passo Fundo, RS. VIII Simpósio de Alimentos para Região Sul (SIAL), Passo Fundo/RS. **Anais...** Passo Fundo/RS: UPF, 2013.

MAPA. **Instrução Normativa no 34, de 28 de maio de 2008. Aprova o regulamento técnico da inspeção higiênico-sanitária e tecnológica do processamento de resíduos de animais**, 2008. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=14380>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

MAPA. **Tabela de aditivos antimicrobianos, anticocidiantes e agonistas com uso autorizado na alimentação animal**. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/arquivos-de-insumos-pecuarios/ADITIVOSAUTORIZADOSCOMOMDeANTICOCIDIANOS201525abrilPortalMAPA.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

MAPA. **Instrução Normativa no 09, de 21 de fevereiro de 2017. Publica o plano de amostragem e limites de referência para o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal - PNCRC de 2017 para as cadeias de carnes bovina, suína, caprina, ovina, equina, coelho, aves, avestruz, de leite, pescado, mel e ovos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animais/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/documentos-da-pncrc/pncrc-2017.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

MARINHO, P. C.; FONTES, D. D. O.; SILVA, F. C. de O.; ALMEIDA E SILVA, M. de; PEREIRA, F. A.; AROUCA, L. C. C. Effect of ractopamine and the methods of diet formulation on the performance and carcass characteristics of finishing barrows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1061–1068, 2007.

NIÑO, A. M. M.; GRANJA, R. H. M. M.; WANSCHER, A. C. B. A.; SALERNO, A. G. The challenges of ractopamine use in meat production for export to European Union and Russia. **Food Control**, v. 72, p. 289–292, 2017.

QIANG, Z.; SHENTU, F.; WANG, B.; WANG, J.; CHANG, J.; SHEN, J. Residue depletion of ractopamine and its metabolites in swine tissues, urine, and serum. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 11, p. 4319–4326, 2007.

SINDIRAÇÕES. **Carne de boi, porco e frango vai subir pelo menos 10% nos próximos meses**. Disponível em: <<http://sindiracoes.org.br/carne-de-boi-porco-e-frango-vai-subir-pelo-menos-10-nos-proximos-meses/>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

THOMPSON, C. S.; HAUGHEY, S. A.; TRAYNOR, I. M.; FODEY, T. L.; ELLIOTT, C. T.; ANTIGNAC, J.-P.; LE BIZEC, B. L.; CROOKS, S. R. H. Effective monitoring for ractopamine residues in samples of animal origin by SPR biosensor and mass spectrometry. **Analytical Chimica Acta**, v. 608, n. 2, p. 217–225, 2008.

UNGEMACH, F. R. **Ractopamine (addendum)**. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v53je08.htm>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

VALESE, A. C.; OLIVEIRA, G. A. P.; KLEEMANN, C. R.; MOLOGNONI, L.; DAGUER, H. A. QuEChERS/LC-MS method for the analysis of ractopamine in pork. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 47, p. 38-44, 2016.

WATKINS, L. E.; JONES, D. J.; MOWREY, D. H. The effect of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance of finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 11, p. 3588-3595, 1990.

Comunicado Técnico, 543

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Endereço: BR 153, Km 110,
Distrito de Tamanduá, Caixa Postal 321,
89.715-899, Concórdia, SC
Fone: 49 3441 0400
Fax: 49 3441 0497
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



1ª edição

Versão Eletrônica: (2017)

Comitê de Publicações

Presidente: *Marcelo Miele*

Membros: *Airton Kunz, Ana Paula A. Bastos, Gilberto S. Schmidt, Gustavo J.M.M. de Lima e Monalisa L. Pereira*
Suplente: *Alexandre Matthiensen e Sabrina C. Duarte*

Revisores Técnicos

Teresinha M. Bertol e Vicky L. Kawski

Expediente

Coordenação editorial: *Tânia M.B. Celant*

Editoração eletrônica: *Vivian Fracasso*

Normalização bibliográfica: *Cláudia A. Arrieche*

Revisão gramatical: *Lucas S. Cardoso*