



Effects of ractopamine inclusion on pig performance and carcass yield

Efeitos da inclusão de ractopamina sobre o desempenho e rendimento de carcaça de suínos

CARVALHO, Yanne Cibelle Vieira de ⁽¹⁾; LIMA, Adiel Vieira de ⁽²⁾; DUTRA JÚNIOR, Wilson Moreira ⁽³⁾; HOLANDA, Marco Aurélio Carneiro de ⁽⁴⁾; HOLANDA, Mônica Calixto Ribeiro de ⁽⁵⁾; CORDEIRO, Maria Agda da Silva ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ 0000-0003-2373-7390; Serviço Nacional de Aprendizagem Rural da Paraíba. Tavares, Paraíba (PB), Brasil. yannevc@gmail.com.

⁽²⁾ 0000-0002-2796-1675; Universidade Federal da Paraíba. Areia, Paraíba (PB), Brasil. adiel1205@hotmail.com.

⁽³⁾ 0000-0002-5624-5942; Universidade Federal Rural de Pernambuco. Serra Talhada, Pernambuco (PE), Brasil. wilson.dutrajr@ufrpe.br.

⁽⁴⁾ 0000-0002-9150-4487; Universidade Federal Rural de Pernambuco. Serra Talhada, Pernambuco (PE), Brasil. marco.holanda@ufrpe.br.

⁽⁵⁾ 0000-0003-2197-4886; Universidade Federal Rural de Pernambuco. Serra Talhada, Pernambuco (PE), Brasil. monica.holanda@ufrpe.br.

⁽⁶⁾ 0009-0007-5062-0020; Granja Samuel. Passagem Franca, Maranhão (MA), Brasil. agdacordeiro.zoo@gmail.com.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

The use of additives in swine production, such as ractopamine, has become increasingly relevant due to the demand for lean meat. Ractopamine is a β -adrenergic agonist that modifies animal metabolism, directing nutrients towards muscle growth and reducing carcass fat. The objective of this review is to evaluate the impact of ractopamine use on productive performance and carcass characteristics of pigs, as well as to discuss the implications of its use in the swine industry in different regulatory contexts. A survey was conducted by gathering information on the effects of ractopamine on performance and carcass quality of pigs from articles indexed in scientific databases such as Scielo, Google Scholar, and the Capes Journal Portal. Studies show that ractopamine improved the performance of finishing pigs, increasing weight gain and feed conversion without affecting feed intake. Additionally, it specifically influences carcass characteristics, increasing the amount of lean meat and reducing backfat thickness. Regarding pork cuts, ractopamine has been associated with an increase in the yield of premium cuts, such as ham and shoulder, adding value to the products. Although its use is allowed in some countries, such as the United States and Brazil, its use is prohibited in others due to concerns about human health and animal welfare.

RESUMO

A utilização de aditivos na produção de suínos, como a ractopamina, tem sido cada vez mais relevante devido à demanda por carne magra. A ractopamina é um agonista β -adrenérgico que modifica o metabolismo animal, direcionando nutrientes para o crescimento muscular e reduzindo a gordura na carcaça. O objetivo desta revisão é avaliar o impacto do uso de ractopamina no desempenho produtivo e nas características de carcaça dos suínos, bem como discutir as implicações de sua utilização na indústria suinícola em diferentes contextos regulatórios. Foi realizada uma pesquisa mediante o levantamento de informações sobre ação da ractopamina no desempenho e qualidade de carcaça de suínos em artigos de bancos de dados científicos indexados nas bases do Scielo, Google acadêmico e no Portal de Periódicos da Capes. Os estudos mostram que a ractopamina melhorou o desempenho dos suínos na fase de terminação, aumentando o ganho de peso e a conversão alimentar, sem afetar o consumo de ração. Além disso, ela influencia especificamente as características de carcaça, aumentando a quantidade de carne magra e reduzindo a espessura de toucinho. Em relação aos cortes de carne suína, a ractopamina tem sido associada a um aumento no rendimento de cortes nobres, como pernil e paleta, agregando valor aos produtos. Embora seu uso seja permitido em alguns países, como Estados Unidos e Brasil, sua utilização é proibida em outros, devido a preocupações com a saúde humana e bem-estar animal.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 23/03/2024

Aprovado: 20/05/2025

Publicação: 28/06/2025



Keywords:

additions, β -agonist, meat production, nutriente dispenser

Palavras-Chave:

aditivos, β -agonista, produção de carne, repartidor de nutriente

Introdução

A preocupação da população com a saúde, especialmente em relação à alimentação, está em ascensão. Cada vez mais, as pessoas consideram a gordura como um nutriente dispensável ou, no mínimo, a ser evitado, devido aos custos associados à sua produção. Consequentemente, os produtores buscam otimizar suas operações, visando aumentar a produção de carne magra em menor tempo e com maior qualidade. A demanda dos consumidores por carne magra tem desvalorizado a gordura suína, levando os produtores a procurarem formas de melhorar a qualidade das carcaças, reduzindo a gordura e aumentando a quantidade de carne.

Os produtores não veem a deposição de gordura na carcaça como vantajosa devido ao alto custo e à falta de conformidade com os padrões de tipificação de carcaça, que buscam animais com menor cobertura de gordura na carne. Diante dessa tendência de mercado, suinocultores e indústrias estão buscando métodos que reduzam a gordura e aumentem a quantidade de carne na carcaça dos suínos, visando aprimorar a qualidade do produto final.

Recentemente, têm surgido novas opções nutricionais, com ênfase nos aditivos que alteram o metabolismo animal. Essas mudanças são impulsionadas pelas demandas dos consumidores modernos por cortes de carne mais nobres, refletindo alterações nas preferências e hábitos alimentares. Como resultado, novas tecnologias na área de nutrição estão sendo adotadas, destacando-se o uso de aditivos que modificam o metabolismo animal.

Para atender às preferências dos consumidores por cortes nobres e magros, têm surgido novas opções nutricionais, incluindo aditivos que modificam o metabolismo animal. Entre esses aditivos, os agonistas beta-adrenérgicos, como a ractopamina, têm sido destacados por sua capacidade de aumentar a massa muscular esquelética através da hipertrofia celular, ao mesmo tempo em que reduzem significativamente os níveis de gordura nas carcaças (Schinckel et al., 2001; Zagury et al., 2002; Pereira, 2006; Silva et al., 2013).

Esta revisão de literatura tem como objetivo discutir a utilização da ractopamina na produção de suínos, seu papel no metabolismo animal e apresentar resultados experimentais obtidos com o uso desse aditivo em dietas suínas.

A ractopamina

A Ractopamina é um agonista β -adrenérgico com estrutura similar aos hormônios conhecidos como catecolaminas (noradrenalina e adrenalina). Ela é utilizada na produção animal como aditivo melhorador de desempenho (Moody et al., 2000; Agostini et al., 2008; Silva et al., 2013; Leal et al., 2015). A Ractopamina atua como modificador metabólico no animal, modificando o catabolismo de nutrientes, destinando o metabolismo para promover o

crescimento de tecido muscular e reduzir a quantidade de gordura na carcaça de suínos em fase de terminação (Palermo, 2002). Seu efeito é remodelador no metabolismo animal, aumentando o crescimento e deposição de tecido magro e reduzindo o teor de gordura na carcaça (Bridi et al., 2006).

Desde 1999, o Food and Drug Administration (FDA) aprovou o cloridrato de ractopamina como aditivo na alimentação de suínos. Este composto é amplamente reconhecido como um promotor de crescimento para suínos, aumentando a eficiência alimentar e a taxa de ganho de peso (Bark et al., 1992). Além de seu uso em suínos, a ractopamina também demonstrou efeitos positivos no crescimento de bovinos (Eisemann et al., 1988).

A comercialização de carne com resíduos de ractopamina é bastante controversa, especialmente na União Europeia e na União Euroasiática, onde a presença dessa substância é totalmente proibida. Nesses locais, o limite máximo permitido para detecção é de 0,1 µg/kg, e qualquer quantidade detectada, mesmo abaixo desse valor, deve ser reportada como positiva (EC, 1996; Niño et al., 2015).

As diferenças nos limites regulamentares entre os países frequentemente resultam em conflitos comerciais entre importadores e exportadores. Países que permitem o uso da ractopamina argumentam que há evidências científicas suficientes indicando que os resíduos da substância nos alimentos são seguros dentro dos Limites Máximos de Resíduos estabelecidos (Coelho, 2016). A avaliação do JECFA (2004) e o uso em mais de 25 países sem efeitos nocivos como base para buscar um consenso internacional sobre os limites estabelecidos pelo Codex Alimentarius (2012), visando evitar o enfraquecimento das opiniões científicas baseadas em normas internacionais (Ferreira et al., 2011; Coelho, 2016).

Mecanismos de ação e efeitos da ractopamina sobre os metabolismos proteicos e lipídicos

A ractopamina é caracterizada como um melhorador de desempenho classificado como um modificador de metabolismo animal, agonista beta-adrenérgico da classe das fenetanolaminas, que é análogo estrutural da adrenalina e noradrenalina (catecolaminas); isto é, age modificando o metabolismo animal, especialmente na célula adiposa, sendo responsável pela redução da síntese e deposição de gordura subcutânea, ou seja, direciona os nutrientes para funções produtivas do animal, desejáveis para o criador e o consumidor (Cantarelli et al., 2009).

Embora a ractopamina tenha sido aprovada para uso na alimentação de suínos em países como os Estados Unidos e o Brasil em 1999 (FDA, 2006), esta tem sido estudada desde meados dos anos 1980 (FDA, 1995).

Habitualmente, a ractopamina é adicionada às rações de suínos em terminação, dias antes do abate, quando a capacidade de retenção de proteína passa a ser reduzida. Assim, torna-se mais notório os efeitos dos agonistas beta-adrenérgicos (Williams, 1989; Moloney & Allen, 1992; Moloney & Beermman, 1996).

No mecanismo de ação dos agonistas beta-adrenérgicos como repartidores de nutriente, ao contribuir no anabolismo proteico e dificultar a deposição de lipídeos, a fixação dos repartidores de nutrientes sobre uma proteína de ligação Gs (forma ativa) modifica a fluidez da membrana, o que determina a estimulação da ação catalítica da enzima adenilciclase (Ac), situada na face interna da membrana plasmática, e que forma o mensageiro secundário adenosina monofosfato cíclico (AMPc), através do trifosfato de adenosina (ATP). A fosforilação de enzimas é conduzida pela proteína quinase, que é ativada pelo AMPc. Quando as enzimas passam pelo processo de fosforilação, elas podem estimular a triacil-glicerol-lipase a conduzir à degradação dos triglicerídeos no adipócito (Ramos & Silveira, 1997) promovendo, assim, respostas como: estimulação da lipólise, aumento da neoglicogênese, aumento da insulina, glucagon, relaxamento da musculatura lisa e aumento da contração cardíaca (Moody et al., 2000)

De acordo com Liu e Mills (1988) a ractopamina, ao inibir a ligação da insulina no receptor adrenérgico dos adipócitos, reduz a síntese e deposição de gordura no tecido subcutâneo e intermuscular de suínos. Em contrapartida, esse efeito é causado apenas com a redução de seu tamanho e sem diminuir o número de adipócitos (Palermo, 2002).

A síntese proteica nas células musculares é potencializada pela ractopamina quando se liga aos receptores β presentes na membrana plasmática destas células e aumenta a retenção de aminoácidos (Adeola et al., 1992). A diminuição da proteólise apresenta-se como fator importante para o aumento da qualidade de carne magra e nas carcaças de animais alimentados com dietas contendo ractopamina, é comprovada por meio do decréscimo da excreção de 3-metil-histidina, produto resultante do metabolismo proteico (Moloney & Beermann, 1996).

O IGF-I (Insulin-like Growth Factor-I), fator semelhante à insulina, estimula a síntese de proteína miofibrilar pelas células musculares e pode servir como medidor da ação hipertrófica da ractopamina sobre o músculo esquelético (Roe et al., 1989). A retenção de nitrogênio nos músculos esqueléticos se eleva em função do aumento na taxa de deposição proteica (Miyada, 1996). As fibras musculares brancas e intermediárias sofrem um aumento em seu diâmetro em função dos eventos citados, ocorrendo um consequente aumento na deposição de músculo (Aalhus et al., 1992).

A redução na lipogênese em suínos é ocasionada pela ação desse agonista beta-adrenérgico, que ocorre devido à hipo-insulinemia. A ractopamina pode inibir a ação da

insulina no receptor adrenérgico dos adipócitos, e assim antagonizar a ação deste hormônio, o que diminui a síntese e a deposição de gordura nos suínos (Haese & Bunzen, 2005).

Efeitos da ractopamina sobre o desempenho dos suínos

A ractopamina vem sendo utilizada na produção animal, reconhecida como melhorador de desempenho. Quando oferecida na fase de terminação, acima dos 90 kg, têm se mostrado capaz de promover um aumento no ganho de peso diário e do percentual de carne, melhorando a conversão alimentar e, conseqüentemente, a qualidade da carcaça suína.

Leal et al. (2015) observaram decréscimo de 25,50% na conversão alimentar ($P < 0,05$) de suínos alimentados com dieta suplementada com ractopamina a 15 ppm, e embora tenha ocorrido maior ganho de peso, não houve aumento no consumo de ração quando comparada à dieta controle. Da mesma forma, Silva et al. (2013) sugerem que a ractopamina tem efeito positivo em suínos sobre os parâmetros de conversão alimentar e ganho de peso diário.

Quando as dietas são isocalóricas, espera-se que os animais apresentem um nível de consumo semelhante entre estas, uma vez que o consumo de ração médio diário depende do nível energético (Leal et al., 2015). Desta forma, a ractopamina não influencia o consumo de ração, agindo apenas sobre o metabolismo do animal a partir do aumento de síntese proteica em detrimento da lipogênese, refletindo-se no melhor desempenho animal (Silva et al., 2013).

Agostini et al. (2008) acreditam que o uso dos β -adrenérgicos, como é o caso da ractopamina, que é classificada como um aditivo, agindo na modificação do metabolismo é um recurso que muitos produtores têm reconhecido para alcançar melhores características zootécnicas.

Efeitos da ractopamina sobre as características de carcaça

Os suínos são animais que melhor respondem ao uso da ractopamina como repartidor de energia. Tal fato pode ser explicado pela maior quantidade de receptores β -adrenérgicos nos seus tecidos adiposo e muscular, bem como a afinidade destes pelo aditivo (Mersmann, 1998).

A qualidade da carne é definida através de características objetivas que abrangem a parte física, nutricional e higiênica e a subjetiva, que englobam os aspectos sensoriais, apresentação e forma. Fatores que irão interferir nos resultados de qualidade da carne são temperatura, velocidade de resfriamento do tecido muscular pós-abate e serão avaliados através de parâmetros físico-químicos, métodos sensoriais (Costa et al., 2002), além de características qualitativas, como área de olho de lombo, espessura de toucinho, profundidade de músculo e porcentagem de carne magra.

De acordo com Silva et al. (2013), não há evidências do efeito da ractopamina sobre a qualidade da carne de suínos machos castrados e fêmeas. Sob esta visão, Bridi et al. (2006) não observaram alterações nos parâmetros de qualidade de carne, ao avaliarem efeito do genótipo halotano, da ractopamina (inclusão de 10 ppm) e do sexo (suínos machos castrados e fêmeas).

Leal et al. (2015) não observaram efeito da ractopamina sobre o rendimento de carcaça de suínos machos castrados e fêmeas. Em contraste, Silva et al. (2013) notaram os melhores resultados dos parâmetros de área de olho de lombo (AOL) e profundidade de músculo (PM) nestas mesmas categorias animais sobre o efeito da ractopamina.

Zagury et al. (2002) observaram que a adição de 5 ppm de ractopamina nas rações de suínos proporcionou maior peso de carcaça, maior porcentagem de carne magra, menor espessura de toucinho medida na 10^a costela, maior profundidade de lombo e, consequentemente, maior rendimento de carcaça de suínos em terminação, quando comparado ao grupo controle.

Na literatura consultada, os resultados de desempenho são divergentes quanto ao melhor período de fornecimento de ractopamina, que variam em 14 dias (See et al., 2004); 21 dias (Marinho et al., 2007), 28 dias (Mimbs et al., 2005; Carr et al., 2005) e 35 dias (Oliveira et al., 2013; Silva et al., 2011).

Em relação às características de carcaça dos suínos, os melhores resultados encontrados foram de 28 dias (Almeida et al., 2010; Main et al., 2009) e 35 dias (Oliveira et al., 2013; Kutzler et al., 2011). No entanto, Main et al. (2009) reportaram com base em diversos estudos que as características de carcaça dos suínos são mais afetadas pela dose de ractopamina do que pelo período de fornecimento do aditivo.

Pereira (2006) utilizou suplementação de 5 ppm de ractopamina na dieta de leitoas em terminação e obteve melhora nas características de carcaça. Houve redução da espessura de toucinho no ponto P2 aos 21 dias de tratamento e aumento na profundidade do lombo, bem como de rendimento em carne magra na carcaça ao final de 28 dias de tratamento.

Efeitos da ractopamina sobre os cortes de carne suína

A melhoria na qualidade da carcaça dos animais tem sido associada ao aumento da produtividade. Essa melhora também está ligada ao maior valor agregado aos produtos, aumentando, dessa forma, a lucratividade do setor como um todo.

Nesse sentido, uma das principais formas de agregar valor às carcaças suínas é explorar os cortes passíveis de serem obtidos. Os cortes nobres para o mercado de carne suína fresca são beneficiados com a adição da ractopamina na fase de terminação, que reduz a quantidade

de gordura (Rutz & Xavier, 1998), e aumenta a quantidade de carne magra na carcaça de suínos (Stoller et al., 2003).

Cantarelli (2007) observou que não houve diferença significativa da adição de 5ppm de ractopamina nas rações de suínos sobre o peso do pernil, paleta e carré. Carr et al. (2005) e Amaral et al. (2009) observaram nos animais um aumento no rendimento de pernil e no peso do pernil.

Martins et al. (2015), utilizando o nível de 7,5 ppm de ractopamina, não observaram efeito positivo sobre os rendimentos dos cortes de pernil, paleta, sobrepaleta e carré, porém, com uma diminuição da espessura de toucinho.

Considerações finais

A ractopamina atua como modificador metabólico, direcionando o metabolismo animal para promover o crescimento de tecido muscular e reduzir a gordura na carcaça. Seus efeitos incluem a estimulação da lipólise, aumento da síntese proteica nas células musculares e redução da lipogênese nos suínos.

Estudos mostram que a ractopamina melhora o desempenho dos suínos, promovendo aumento no ganho de peso diário, melhoria na conversão alimentar e aumento do percentual de carne na carcaça. Além disso, ela influencia positivamente as características de carcaça, como aumento da área de olho de lombo, profundidade de músculo e porcentagem de carne magra.

Apesar dos benefícios observados, a ractopamina é proibida em diversos países devido a preocupações com a saúde humana e animal. No entanto, em países como os Estados Unidos e o Brasil, seu uso é permitido e amplamente utilizado na produção de suínos.

Portanto, a ractopamina tem sido uma ferramenta importante na produção animal, proporcionando melhorias no desempenho e nas características de carcaça dos suínos. No entanto, é importante considerar os aspectos relacionados à saúde e ao bem-estar animal ao utilizar esse aditivo.

REFERÊNCIAS

- Aalhus, J. L., Schaefer, A. L., Murray, A. C., & Jones, S. D. M. (1992). The effect of ractopamine on myofiber distribution and morphology and their relation to meat quality in swine. *Meat Science*, 31, 397-409. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(92\)90023-W](https://doi.org/10.1016/0309-1740(92)90023-W).

- Adeola, O., Ball, R. O., & Young, L. G. (1992). Porcine skeletal muscle myofibrillar protein synthesis is stimulated by ractopamine. *Journal of Nutrition*, 122, 488-495. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/122.3.488>.
- Agostini, P. S., Pacheco, G. D., Silva, C. A., Ywazaki, M. S., Lozano, A. P., Vinokurovas, S. L., Dalto, D. B., Tarsitano, M. A., Silva, R. A. M., & Bridi, A. M. (2008). Níveis de ractopamina para suínos: Efeitos no desempenho e características de carcaça associado ao diâmetro das fibras musculares. In *Anais do PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura*, Curitiba, PR.
- Almeida, E. C. D., Fialho, E. T., Rodrigues, P. B., Zangeronimo, M. G., Lima, J. A. F., & Fontes, D. O. (2010). Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(9), 1961-1968. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000900014>.
- Amaral, N. O., Fialho, E. T., Cantarelli, V. S., Zangeronimo, M. G., Rodrigues, P. B., & Girão, L. V. C. (2009). Ractopamine hydrochloride in formulated rations for barrows or gilts from 94 to 130 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(8), 1494- 1501. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000800013>.
- Bark, L. J., Stahly, T. S., Cromwell, G. L., & Miyat, J. (1992). Influence of genetic capacity for lean tissue growth on rate and efficiency of tissue accretion in pigs fed ractopamine. *Journal of Animal Science*, 70(11), 3391-3400. DOI: <https://doi.org/10.2527/1992.70113391x>.
- Bridi, A. M., Oliveira, A. R., Fonseca, N. A. N., Shimokomaki, M., Coutinho, L. L., & Silva, C. A. (2006). Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(5), 2027-2033. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000700021>.
- Cantarelli, V. S. (2007). *Ractopamina em rações para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil.
- Cantarelli, V. S., Fialho, E. T., Almeida, E. C., Zangeronimo, M. G., Amaral, N. O., & Lima, J. A. F. (2009). Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentos à vontade ou restrita. *Ciência Rural*, 39(3), 844-851. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000300032>.
- Carr, S. N., Rincker, P. J., Killefer, J., Baker, D. H., Ellis, M., & Mckeith, F. K. (2005). Effects of 21iferente cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in latefinishing pigs. *Journal of Animal Science*, 83, 223-230. DOI: <https://doi.org/10.2527/2005.831223x>.
- CODEX ALIMENTARIUS. Guidelines on performance criteria and validation of methods for detection, identification and quantification of specific DNA sequences and specific proteins in foods. Codex Alimentarius Comission. CAC/GL 71-2010 2010.
- Coelho, O. A. M. (2016). *Ractopamina em carne suína: validação de método por ensaio de imunoadsorção enzimática e estudo de ocorrência* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- Costa, L. N., Lo Fiego, D. P., Dall'olio, D., Davoli, R., & Russo, V. (2002). Combined effects os pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of diferente

- halothane gentype. *Meat Science*, 61, 41-47. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00160-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00160-7).
- EC. Council Directive 96/23/EC of 29 April 1996 on measures to monitor certain substances and residues thereof in live animals and animal products and repealing Directives 85/358/EEC and 86/469/EEC and Decisions 89/187/EEC and 91/664/EEC. Official Journal of the European Union, v. 125, p. 10-32, 1996. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:31996L0023&from=EN> >. Acesso em: 20 jul. 2024.
- Eisemann, J. H., Huntington, G. B., & Ferrell, C. L. (1988). Effects on dietary clenbuterol on metabolism of the hindquarters in steers. *Journal of Animal Science*, 66, 342-353. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1988.662342x>.
- Ferreira, M. S. S., Sousa, R. V., Silva, V. O., Zangerônimo, M. G., & Amaral, N. O. (2011). Cloridrato de ractopamina em dietas para suínos em terminação. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 33(1), 25-32. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianims.v33i1.9281>.
- Food and Drug Administration-FDA. (1995). Freedom of Information Summary. Disponível em: <<http://www.fda.gov/downloads/animalveterinary/developmentapprovalprocess/environmentalassessments/ucm072246.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2024.
- Food and Drug Administration-FDA. (2006). Freedom of Information Summary. Disponível em: <<http://www.fda.gov/downloads/AnimalVeterinary/Products/.../ucm115647.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2024.
- Haese, D., & Bunzen, D. (2005). Ractopamina. *Revista Eletrônica Nutritime*, 2(2), 176-18.
- JECFA. Ractopamine (Addendum) (JECFA 53, 2004). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives 2004.
- Kutzler, L. W., Holmer, S. F., Boler, D. D., Carr, S. N., Ritter, M. J., Parques, C. W., Mckeith, F. K., & Killefer, J. (2011). Comparison of varying doses and durations of ractopamine hydrochloride on late-finishing pig carcass characteristics and meat quality. *Journal of animal science*, 89(7), 2176-2188. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3601>.
- Leal, R. S., Mattos, B. O., Cantarelli, V. S., Carvalho, G. C., Pimenta, M. E. S. G., & Pimenta, C. J. (2015). Desempenho e rendimento de carcaça de suínos na fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 16(3), 582-59. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000300010>.
- Liu, C.Y., & Mills, S. E. (1988). Decreased insulin binding to porcine adipocytes in vitro by betaadrenergic agonists. *Journal of Animal Science*, 68, 1603-1608. DOI: <https://doi.org/10.2527/1990.6861603x>.
- Main, R. G., Dritz, S. S., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Nelssen, J. L., & DeRouchey, J. M. (2009). Effects of ractopamine HCl dose and treatment period on pig performance in a commercial finishing facility. *Journal of Swine Health and Production*, 17(3), 134-139. DOI: <http://dx.doi.org/10.4148/2378-5977.7064>.
- Marinho, P. C., Fontes, D. O., Silva, F. C. O., Silva, M. A., Pereira, F. A., & Arouca, C. L. C. (2007). Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as

- características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1791-1798. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000800012>.
- Martins, D. S., Soares, M. A., & Steffens, J. (2015). Qualidade da carcaça e rendimento de cortes suínos com o uso de ractopamina. *Ciência Rural*, 45(8), 1503-1508. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140625>.
- Mersmann, H. J. (1998). Overview of the effects of β -adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. *Journal Animal Science*, 76, 160-172. DOI: <https://doi.org/10.2527/1998.761160x>.
- Mimbs, K. J., Pringle, T. D., Azain, M. J., Meers, S. A., & Armstrong, T. A. (2005). Effects of ractopamine on performance and composition of pigs phenotypically sorted into fat and lean groups. *Journal of Animal Science*, 83, 1361-1369. DOI: <https://doi.org/10.2527/2005.8361361x>.
- Miyada, V. S. (1996). Fatores que influenciam as exigências nutricionais dos suínos. In *Anais do Simpósio Internacional sobre Exigências de Aves e Suínos*, Viçosa, MG.
- Moloney, A. P., & Allen, P. (1992). (Re) partitioning effects of β -adrenergic agonists in meat. In Kuiper, H. A., & Hoogenboom, L. A. P. (Eds). *In Vitro Toxicological Studies and Real Time Analysis of Residues in Food* (pp. 89-101). Thessaloniki, Wageningen.
- Moloney, A. P., & Beermann, D. H. (1996). Mechanisms by which β -adrenergic agonists alter growth and body composition in ruminants. In G. Enne, H. A. Kuiper, A. Valentini (Eds). *Residues of veterinary drugs and mycotoxins in animal products* (pp. 124-136). Wageningen, Wageningen Pers.
- Moody, D. E., Hancor, D. L., & Anderson, D. B. (2000). Phenethanolamine repartitioning agents. In J. P. F. D'Mello (Ed), *Farm animal metabolism and nutrition* (p. 66-95). United Kingdom, CABI Publishing.
- Niño, A. M. M. et al. The challenges of ractopamine use in meat production for export to European Union and Russia. *Food Control*, p. 1-4, 2015. ISSN 0956-7135. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713515302371>>. Acesso em: 20 jul. 2024.
- Oliveira, B. F., Kiefer, C., Santos, T. M. B., Garcia, E. R. M., Marçal, D. A., Abreu, R. C., & Rodrigues, G. P. (2013). Length of ractopamine supplementation in diets for finishing barrows. *Ciência Rural*, 43(2), 355-360. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000200027>.
- Palermo, J., Neto. (2002). Agonistas de receptores β 2-Adrenérgicos e Produção animal. In H. S. Spinosa, S. L. Gorniak, & M. M. Bernardi (Eds). *Farmacologia aplicada à medicina veterinária* (pp. 545-557). Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan.
- Pereira, F. A. (2006). *Efeitos da ractopamina, dos níveis de lisina digestível e dos métodos de formulação da dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil.
- Ramos, F., & Silveira, M. I. N. (1997). Agonistas β 2-adrenérgicos como promotores do crescimento animal. *Revista de Farmácia e Bioquímica*, 33, 13-21.

- Roe, J. A., Harber, J. M. M., & Buttery, P. J. (1989). Protein metabolism in ovine muscle cultures derived from satellite cells: effects of selected peptide hormones and growth factors. *Journal of Endocrinology*, 122, 565.
- Rutz, F., & Xavier, E. G. (1998). Agentes repartidores de energia para aves e suínos. In *Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Botucatu, SP.
- Schinckel, A. P., Richert, B. T., Herr, C. T., Einstein, M. E., & Kendall, D. C. (2001). Efeito da ractopamina sobre o crescimento, a composição da carcaça e a qualidade dos suínos. In *Anais da Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína*, Concórdia, SC.
- See, M. T., Armstrong, T. A., & Weldon, W. C. (2004). Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 82, 2474-2480. DOI: <https://doi.org/10.2527/2004.8282474x>.
- Silva, E. A., Kiefer, C., Moura, M. S., Bünzen, S., Santos, A. P., Silva, C. M., & Nantes, C. L. (2011). Duration of ractopamine supplementation in diets for finishing gilts maintained under high temperature environment. *Ciência Rural*, 41(2), 337-342. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000001>.
- Silva, R. A. M., Pacheco, G. D., Agostini, P. S., Vinokurovas, S. L., Oliveira, E. R., Gaviolo, D. F., Lozano, A. P., Bridi, A. M., & Silva, C. A. (2013). Desempenho, qualidade de carcaça e carne de suínos alimentados com dietas contendo antioxidantes e ractopamina. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(6), 3971-3982. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl2p3971>.
- Stoller, G. M., Zerby, H. N., Moeller, S. J., Baas, T. J., Johnson, C., & Watkins, L. E. (2003). The effect of feeding ractopamine (Paylean) on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. *Journal of Animal Science*, 81(6), 1508-1516. DOI: <https://doi.org/10.2527/2003.8161508x>.
- Williams, P. E. V. (1989). Brève revue et nouvelles données sur les effets du traitement des animaux d'élevage par des Bêta-agonistes. *Bulletin-GTV*, 3, 33-42.
- Zagury, F. T. R. (2002). *Efeito da ractopamina na ração sobre o crescimento, composição da carcaça e qualidade de carne de suínos* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.