

EFEITOS DO FORNECIMENTO DE AGONISTAS β -ADRENÉRGICOS NO DESEMPENHO PRODUTIVO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS CONFINADOS

Carolina Floret da Costa^{1*}; André Luis Coneglian Brichi²; Ismael de Castro Pereira³; Marco Aurélio Factori⁴; Cyntia Ludovico Martins⁵; Mário De Beni Arrigoni⁶

SAP 10232 Data envio: 23/06/2014 Data do aceite: 26/09/2014
Scientia Agraria Paranaensis – SAP; ISSN: 1983-1471
Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 4, out./dez., p. 247-251, 2015

RESUMO - Para aumentar a eficiência da produção de carne bovina, alguns países utilizam agonistas β -adrenérgicos, promotores de crescimento não-hormonais, na terminação de bovinos de corte. Tais substâncias são semelhantes química e farmacologicamente às catecolaminas naturais (dopamina, noreprinefrina e eprinefrina) e promovem um aumento na velocidade de deposição de tecido muscular, com consequente diminuição na deposição do tecido adiposo. Os β -adrenérgicos mais utilizados na bovinocultura de corte são cloridrato de ractopamina e cloridrato de zilpaterol. Estes produtos devem ser utilizados apenas na alimentação de bovinos confinados, durante o período final de terminação. Segundo estudos, são diversos os efeitos da administração de β -adrenérgicos para bovinos. Os principais são aumento na produção de massa muscular, com consequente elevação no peso final da carcaça, ganho em peso e conversão alimentar. Também foram observados maior rendimento de carcaça, maior área de olho de lombo e maior diâmetro das fibras musculares da carne. Em alguns estudos, obteve-se menor deposição de gordura subcutânea e visceral e menores escores de marmoreio na carne.

Palavras-chave: beta-agonistas, confinamento.

Effects of supply of β -adrenergic agonists on growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle

ABSTRACT - To enhance the efficiency of production of beef, some countries use β -adrenergics, promoters of non-hormonal growth, on final phase of beef cattle. These substances are chemically and pharmacologically similar to the natural catecholamines (dopamine, norepinephrine and epinephrine) and promote an increase of the deposition rate of muscle tissue, with consequent decrease in the deposition of adipose tissue. The β -adrenergic most used in beef cattle are ractopamine hydrochloride and zilpaterol hydrochloride. These products should only be used in confined cattle during the finishing period. According to studies, there are various effects of administration of β -adrenergic for beef cattle. The main effects are increased muscle mass, with consequent increase of the carcass weight, weight gain and feed conversion. Greater carcass yield, larger loin eye area and larger diameter of the muscle fibers of the meat were also observed. In some studies, we obtained lower deposition of subcutaneous and visceral fat and lower marbling score in beef.

Key words: β -agonists, feedlot.

¹Zootecnista, Mestranda em Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, Rua Dr. José Barbosa de Barros 1780, Fazenda Lageado, CEP 18.610-307, Botucatu, SP. Email: carolfloret@hotmail.com. *Autora para correspondência

²Zootecnista, Mestrando em Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, Rua Dr. José Barbosa de Barros 1780, Fazenda Lageado, CEP 18.610-307, Botucatu, SP. Email: andreccb@hotmail.com

³Zootecnista, Mestrando em Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, Rua Dr. José Barbosa de Barros 1780, Fazenda Lageado, CEP 18.610-307, Botucatu, SP. Email: pereira@zootecnista.com.br

⁴Zootecnista, Pós-doutorando em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, Rua Dr. José Barbosa de Barros 1780, Fazenda Lageado, CEP 18.610-307, Botucatu, SP. Email: mafactori@yahoo.com.br

⁵Médica Veterinária, Pós-doutora em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, Rua Dr. José Barbosa de Barros 1780, Fazenda Lageado, CEP 18.610-307, Botucatu, SP. Email: cludovico@fmvz.unesp.br

⁶Zootecnista, Doutor em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, Rua Dr. José Barbosa de Barros 1780, Fazenda Lageado, CEP 18.610-307, Botucatu, SP. Email: arrigoni@fmvz.unesp.br

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior país exportador de carne bovina no mundo. Em 2013, o volume exportado foi de 1,499 milhões de toneladas de carne (ABIEC, 2014). A alta taxa de exportação da carne brasileira pode ser considerada como resultado de intensas transformações que ocorreram nos últimos anos, principalmente em relação ao sistema de produção. Houve um aumento no número de animais confinados, o que proporcionou maior produtividade e lucratividade ao pecuarista. Para acompanhar o constante aumento nas exportações de carne brasileira e garantir oferta constante do produto, é necessário intensificar o sistema de produção, buscando tecnologias que permitam produzir mais carne em menos tempo.

Nos Estados Unidos, uma das tecnologias implantadas na pecuária é o uso de agonistas β -adrenérgicos, ou β -agonistas, estrategicamente fornecidos a animais castrados e implantados com anabolizantes. Esta tecnologia é recente no Brasil, portanto não há resultados do fornecimento de β -agonistas a animais zebuínos, nas condições de produção de bovinos confinados do país.

Os β -agonistas são moléculas que se ligam a receptores presentes na maioria das células dos mamíferos, promovendo aumento do desenvolvimento da massa muscular por meio da hipertrofia das fibras musculares e redução da deposição de gordura, que acontece devido ao aumento na síntese de proteínas e inibição da degradação das mesmas.

Nos países onde não há restrição a estas substâncias, os resultados obtidos são positivos: melhoria no ganho em peso, conversão alimentar e deposição de carne magra.

O objetivo desta revisão é estudar e discutir os efeitos do fornecimento de agonistas β -adrenérgicos a bovinos confinados no desempenho produtivo, características de carcaça e qualidade da carne.

Liberação, uso e mecanismos de ação de β -agonistas

Muitos estudos foram realizados nos últimos anos, em busca de substâncias que pudessem promover um incremento na produção de carne em sistemas intensivos de terminação de bovinos de corte. Da mesma forma, o uso de fármacos na produção animal tem crescido consideravelmente, sobretudo devido à crescente intensificação da atividade pecuária. Os β -agonistas são exemplo destes fármacos promotores de crescimento, que direcionam o ganho em peso à deposição de músculo e, portanto, permitem produzir mais em menos área e tempo.

Agonista é uma substância sintética que, ao ligar-se a um receptor orgânico, imita a atividade de um mediador endógeno, e normalmente tem ação mais potente que o mediador natural (GONZALES et al., 1993). Os β -agonistas sintéticos são substâncias semelhantes química e farmacologicamente à catecolaminas, dopamina, norepinefrina e epinefrina naturais, (VASCONCELOS et al., 2008), e foram utilizados inicialmente no tratamento de doenças broncoconstritoras.

O uso de tais aditivos é permitido há algum tempo em países como México e África do Sul, foi liberado nos Estados Unidos (VASCONCELOS et al., 2008) e recentemente no Brasil, para suplementação de bovinos. Em junho de 2012, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) permitiu o uso dos β -agonistas no Brasil, mas esta decisão foi revista em novembro do mesmo ano, quando ficou proibida a comercialização de tais produtos. Antes destes eventos, os β -agonistas eram utilizados apenas na suinocultura.

Nos países em que o uso é permitido, as principais substâncias β -agonistas utilizadas são o cloridrato de ractopamina e cloridrato de zilpaterol. Ambos os produtos aumentam a deposição de proteína na carcaça de bovinos, ou seja, permitem maior produção de carne por animal (SCRAMLIN et al., 2010).

Os β -agonistas devem ser fornecidos aos bovinos apenas no período final de confinamento. Segundo Vasconcelos et al. (2008), o β -agonista zilpaterol deve ser administrado nos animais nos últimos 20 a 40 dias de confinamento. A substância ractopamina, segundo estudos de Walker et al. (2010), deve ser fornecida de 28 a 40 dias antes do abate dos animais. Esta recomendação se deve ao fato de que, no final do período de confinamento, o animal deposita mais tecido adiposo em relação à fase inicial.

Os receptores adrenérgicos são receptores de membrana, e são divididos em dois tipos: α e β . A subdivisão β , cujo funcionamento é de interesse desta revisão, é baseada na distribuição tissular. Os receptores β_1 encontram-se predominantemente nos tecidos cardíaco e sistema nervoso central, enquanto os receptores β_2 predominam nos tecidos não neuronais. Os compostos agonistas β -adrenérgicos tem especificidade para receptores β_2 (GONZALES et al., 1993). Todas as substâncias pesquisadas e introduzidas na terapêutica são semelhantes à adrenalina e noradrenalina, mas com certa especificidade para os receptores β_2 , que relaxam a musculatura lisa dos brônquios, útero e suprimento vascular dos músculos esqueléticos, mas com ação estimulante pouco acentuada no coração. Após estudos em ratos, constatou-se que tais substâncias, quando utilizadas em pequenas quantidades, proporcionavam um aumento na proporção de proteína e reduziam a gordura corporal dos animais tratados (GONZALES et al., 1993).

A atuação dos agonistas β -adrenérgicos se dá pela modificação dos sinais metabólicos dentro de células musculares e adiposas, por meio de ligações com seus respectivos receptores presentes na membrana celular. A partir desta ligação, uma resposta fisiológica é gerada, mudando então a partição de energia vinda do alimento, o que causa um aumento no aporte de energia em direção ao tecido muscular, em detrimento ao tecido adiposo. Portanto, a síntese muscular é mais rápida e a de gordura mais lenta, pois é preciso apenas metade da energia para depositar a mesma quantidade de tecido muscular, se comparado com tecido adiposo. O resultado destas alterações fisiológicas é um animal de carne mais magra e que utiliza a ração fornecida de forma mais eficiente (MERSMANN, 1998).

O mecanismo de deposição muscular ocorre fisiologicamente nos tecidos mesmo sem a utilização dos agonistas exógenos, porque o próprio organismo produz tais substâncias (norepinefrina e epinefrina) (MERSMANN, 1998). Entretanto, quando os β -Agonistas são fornecidos aos animais, as células se mantêm ativas por mais tempo, de modo a manter constante o metabolismo.

A ação dos compostos adrenérgicos são mediadas pelo 3'5' - monofosfato de adenosina (AMPc), que, resumidamente, é produzido pela unidade catalítica do sistema da adenilciclase. Os receptores do tipo β_1 e β_2 estimulam o sistema da adenilciclase, aumentando a produção de AMPc (WEINER apud GONZALES et al., 1993). O AMPc, por sua vez, promove respostas celulares como: estimulação de lipólise, inativação de enzimas lipogênicas, glicogenólise, relaxamento da musculatura lisa e aumento da contração cardíaca.

O aumento da deposição protéica no tecido muscular é resultado de dois processos antagônicos: síntese e degradação da proteína da miofibrila. Portanto, um aumento da massa muscular envolve tanto o aumento da síntese, ou a diminuição da degradação, ou os dois processos. Da mesma forma, a ação dos β -agonistas sobre a deposição de gordura se dá devido ao aumento da taxa de lipólise, diminuição na taxa de lipogênese ou diminuição na eficiência de utilização de energia (GONZALES et al., 1993).

Efeitos do uso de β -agonistas no desempenho animal

Segundo estudos, o uso de agonistas β -adrenérgicos pode melhorar o desempenho de bovinos suplementados. Independente de raça ou tipo biológico do animal, parâmetros de desempenho, como ganho médio diário, conversão alimentar e peso de carcaça quente podem ser melhores em animais suplementados com β -agonistas, em relação a animais não suplementados.

A resposta ao uso de substâncias β -agonistas foi estudada em diferentes tipos biológicos de bovinos. Entre os tipos biológicos Zebu, Europeu e Continental, em experimento comparativo realizado por Gruber et al. (2007), os novilhos mestiços Zebuínos produziram carcaças mais leves e tiveram menor ingestão de massa seca. Os novilhos continentais obtiveram melhor desempenho, produzindo carcaças mais pesadas e com maiores áreas de olho de lombo, em relação aos animais de tipo biológico Zebuínos e Britânico.

Comparando as duas substâncias β -agonistas mais utilizadas, Avendaño-Reyes et al. (2006) concluíram que animais suplementados com ractopamina e zilpaterol tiveram o ganho médio diário 24 e 26% maiores, em relação a animais não suplementados. Além disso, a conversão alimentar dos animais suplementados foi maior em relação ao grupo controle, assim como o peso de carcaça quente e rendimento de carcaça.

Em estudo de Vasconcelos et al. (2008), comparando o fornecimento de zilpaterol a bovinos confinados em diferentes períodos (40, 30, 20 e 0 dias antes do abate), foi observado que, independente do tempo de fornecimento, os animais suplementados tiveram maior

peso de carcaça quente e maior rendimento de carcaça, além apresentarem menor quantidade de gordura na 12ª costela, em relação ao grupo controle. O aumento no peso de carcaça quente, somado à diminuição de gordura, comprova a mudança na forma como os nutrientes foram repartidos e direcionados à deposição de carne magra (proteína).

Com o fornecimento de β -agonistas, torna-se possível, segundo Walker et al. (2006), melhorar a eficiência com que os bovinos utilizam a proteína da dieta, sem aumentá-la. Em suínos, o uso de ractopamina promoveu um aumento na deposição de tecido magro, sem que houvesse alterações na proteína dietética para obter a resposta esperada ao produto. Em experimento, concluiu-se que, independente da fonte protéica da ração, a inclusão de ractopamina na dieta aumentou o peso vivo final e peso de carcaça de bovinos, além de melhorar o ganho médio diário e eficiência do ganho.

É importante salientar que o uso de substâncias β -agonistas melhora o desempenho de bovinos, desde que sejam adotadas dietas capazes de suportar um aumento da taxa de crescimento tissular, particularmente níveis de proteína, aminoácidos e energia (GONZALES et al., 1993).

Efeitos do uso de β -Agonistas nas características e qualidade da carne

O fornecimento de agonistas β -adrenérgicos a bovinos de corte influencia as características e qualidade da carcaça. Vários parâmetros podem ser influenciados, como área de olho de lombo, rendimento de carcaça, sabor, maciez, suculência, cor, entre outros.

Como já foi citado anteriormente, a inclusão de substâncias β -agonistas direcionam os nutrientes absorvidos para a deposição protéica. Sendo assim, acredita-se que haja uma mudança no padrão de crescimento do tecido muscular esquelético. Em estudo de Kellermeier et al. (2009), houve um aumento significativo no diâmetro da fibra muscular de animais suplementados com zilpaterol, em comparação ao grupo controle. Tais resultados evidenciam as alterações no diâmetro da fibra muscular como uma importante ação biológica dos agonistas β -adrenérgicos.

Da mesma forma que os β -agonistas podem alterar a deposição proteica na carcaça, pode ocorrer uma mudança no acúmulo de gordura. Vasconcelos et al. (2008), ao comparar o fornecimento de zilpaterol a bovinos confinados em diferentes períodos (40, 30, 20 e 0 dias antes do abate), observou que, independente do tempo de fornecimento, houve menos deposição de gordura subcutânea na 12ª costela e menos gordura visceral para os animais suplementados, em relação ao grupo 0. Também foi observado que os animais que não receberam zilpaterol tiveram maiores escores de marmoreio na carne.

Em experimento de Baxa et al. (2010), os animais que receberam zilpaterol tiveram menor espessura de gordura na 12ª costela e grau de marmoreio, em relação ao grupo controle. Ao comparar diferentes tipos biológicos de bovinos, Gruber et al. (2007) concluíram que, em relação à deposição de gordura na carcaça, os animais

suplementados tiveram menores escores médios de marmoreio.

Ao avaliar os efeitos da inclusão de zilpaterol à dieta de novilhos e novilhas, Leheska et al. (2009) coletou a semi-carcaça direita dos animais avaliados e dissecou, para análise da composição de carcaça. Em ambas as categorias avaliadas, houve maior proporção de tecido muscular em relação aos ossos nos animais suplementados com cloridrato de zilpaterol, em relação ao grupo controle, enquanto a proporção entre tecido muscular e adiposo não foi afetada.

A adição de agonistas β -adrenérgicos à dieta de bovinos de corte pode elevar os valores de força de cisalhamento da carne (BROOKS et al., 2009; GRUBER et al., 2008; KELLERMEIER et al., 2009; WOERNER et al., 2011). Avaliando as respostas de diferentes tipos biológicos de bovinos à suplementação com β -agonistas, Gruber et al. (2008) obtiveram maiores valores de força de cisalhamento para animais suplementados, em relação ao grupo controle. Dados semelhantes foram obtidos por Leheska et al. (2009), ao comparar o desempenho de novilhas e novilhos suplementados com zilpaterol.

O tamanho da área de olho de lombo também é influenciado pela suplementação com β -agonistas (GRUBER et al., 2007; BECKETT et al., 2009). Em estudo de Avendaño-Reyes et al. (2006), para comparar o desempenho de animais suplementados com zilpaterol e ractopamina, foram encontrados maiores valores de área de olho de lombo para animais que receberam zilpaterol, em relação aos animais suplementados com ractopamina e o grupo controle.

CONCLUSÕES

A intensificação dos sistemas de produção de carne é extremamente importante no contexto mundial atual, em que se busca maior eficiência produtiva, menores custos e baixo impacto ambiental. O uso de agonistas β -adrenérgicos é uma maneira eficiente de produzir mais carne, utilizando os mesmos recursos. Há um grande número de pesquisas sobre o efeito destas substâncias no desempenho e qualidade de carne de bovinos de raças taurinas, principalmente animais castrados e implantados com anabolizantes. Entretanto, há pouca pesquisa com o uso deste aditivo em bovinos Nelore, raça mais utilizada no país, e nas condições de produção brasileiras, com prevalência de animais não castrados e sem uso de anabolizantes.

Faz-se necessário o estudo e pesquisa a respeito da influência do fornecimento de β -agonistas a animais zebuínos, no desempenho animal e características da carcaça para avaliar a viabilidade deste suplemento, assim como os efeitos na qualidade e maciez da carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Exportações Brasileiras de Carne Bovina**. ABIEC. 2014. Online. Disponível em <http://www.abiec.com.br/download/Relatorio%20exportacao%202013_jan_dez.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2014.

- AVENDAÑO-REYES, L.; TORRES-RODRÍGUES, V.; MERAZ-MURILLO, F. J.; PÉREZ-LINARES, C.; FIGUEROA-SAAVEDRA, F.; ROBINSON, P. H. Effects of two β -adrenergic agonists on finishing performance, carcass characteristics, and meat quality of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 12, p. 3259-3265, dez. 2006. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/84/12/3259.short>>. Acesso em: 15 jan. 2013.
- BAXA, T. J.; HUTCHESON, J. P.; MILLER, M. F.; BROOKS, J. C.; NICHOLS, W. T.; STREETER, M. N.; YATES, D. A.; JOHNSON, B. J. Additive effects of a steroidal implant and zilpaterol hydrochloride on feedlot performance, carcass characteristics, and skeletal muscle messenger ribonucleic acid abundance in finishing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 1, p. 330-337, jan. 2010. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/88/1/330#BIBL>>. Acesso em: 06 jan. 2013.
- BECKETT, J. L.; DELMORE, R. J.; DUFF, G. C.; YATES, D. A.; ALLEN, D. M.; LAWRENCE, T. E.; ELAM, N. Effects of zilpaterol hydrochloride on growth rates, feed conversion, and carcass traits in calf-fed Holstein steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 12, p. 4092-4100, dez. 2009. Disponível em: <<http://www.animal-science.org/content/87/12/4092.short>>. Acesso em: 15 abr. 2014.
- BROOKS, J. C.; CLAUS, H. C.; DIKEMAN, M. E.; SHOOK, J.; HILTON, G. G.; LAWRENCE, T. E.; MEHAFFEY, J. M.; JOHNSON, B. J.; ALLEN, D. M.; STREETER, M. N.; NICHOLS, W. T.; HUTCHESON, J. P.; TATES, D. A.; MILLER, M. F. Effects of zilpaterol hydrochloride feeding duration and postmortem aging on Warner-Bratzler shear force of three muscles from beef steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 11, p. 3764-3769, nov. 2009. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/87/11/3764#BIBL>>. Acesso em: 06 jan. 2013.
- GONZALES, E.; BERTO, D. A.; MACARI, M. Utilização de agonistas β adrenérgicos como repartidores de nutrientes em produção animal. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 2, 1993. Disponível em: <www.revista.sbz.org.br/artigo/index.php?artigo=557>. Acesso em: 06 jan. 2013.
- GONZALES, J. M.; JOHNSON, S. E.; THRIFT, T. A.; SAVELL, J. D.; OUELLETTE, S. E.; JOHNSON, D. D. Effect of ractopamine-hydrochloride on the fiber type distribution and shelf-life of six muscles of steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 5, p. 1764-1771, mai. 2009. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/87/5/1764#BIBL>>. Acesso em: 29 jan. 2013.
- GRUBER, S. L.; TATUM, J. D.; ENGLE, T. E.; MITCHELL, M. A.; LAUDERT, S. B.; SCHROEDER, A. L.; PLATTER, W. J. Effects of ractopamine supplementation on growth performance and carcass characteristics of feedlot steers differing in biological type. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n.7, p. 1809-1815, jul. 2007. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/85/7/1809#BIBL>>. Acesso em: 19 jan. 2013.
- GRUBER, S. L.; TATUM, J. D.; ENGLE, T. E.; PRUSA, K. J.; LAUDERT, S. B.; SCHROEDER, A. L.; PLATTER, W. J. Effects of ractopamine supplementation and postmortem aging on longissimus muscle palatability of beef steers differing in biological type. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 1, p. 205-210, jan. 2007. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/86/1/205#BIBL>>. Acesso em: 6 jan. 2013.
- KELLERMEIER, J. D.; TITTO, A. W.; BROOKS, J. C.; GALYEAN, M. L.; YATES, D. A.; HUTCHESON, J. P.; NICHOLS, W. T.; STREETER, M. N.; JOHNSON, B. J.; MILLER, M. F. Effects of zilpaterol hydrochloride with or without an estrogen-trenbolone acetateterminal implant on carcass traits, retail cutout, tenderness, and muscle fiber diameter in finishing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 11, p. 3702-3711, nov. 2009. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/87/11/3702#BIBL>>. Acesso em: 6 jan. 2013.
- LEHESKA, J. M.; MONTGOMERY, J. L.; KREHBIEL, C. R.; YATES, D. A.; HUTCHESON, J. P.; NICHOLS, W. T.; STREETER, M.; BLANTON Jr, J. R.; MILLER, M. F. Dietary zilpaterol

- hydrochloride. Carcass composition and meat palatability of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 4, p. 1384-1393, abr. 2008. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/87/4/1384#BIBL>>. Acesso em: 06 jan. 2013.
- MERSMANN, H. J. Overview of the effects of beta-adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 160-172, jan. 1998. Disponível em: <<http://www.animal-science.org/content/76/1/160.short>>. Acesso em: 17 jan. 2013.
- SCRAMLIN, S. M.; PLATTER, W. J.; GOMEZ, R. A.; CHOAT, W. T.; McKEITH, F. K.; KILLEFER, J. Comparative effects of ractopamine hydrochloride and zilpaterol hydrochloride on growth performance, carcass traits, and longissimus tenderness of finishing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 5, p.1823-1829, mai. 2010. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/88/5/1823#BIBL>>. Acesso em: 14 jan. 2013.
- VASCONCELOS, J. T.; RATHMANN, R. J.; REUTER, R. R.; LEIBOVICH, J.; McMENIMAN, J. P.; HALES, K. E.; COVEY, T. L.; MILLER, M. F.; NICHOLS, W. T.; GALYEAN, M. L. Effects of duration of zilpaterol hydrochloride feeding and days on the finishing diet on feedlot cattle performance and carcass traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 8, p. 2005-2015, ago. 2008. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/86/8/2005#BIBL>>. Acesso em: 14 jan. 2013.
- WALKER, D. K.; TITGEMEYER, E. C.; DROUILLARD, J. S.; LOE, E. R.; DEPENBUSCH, B. E.; WEBB, A. S. Effects of ractopamine and protein source on growth performance and carcass characteristics of feedlot heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n.10, p. 2795-2800, out. 2006. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/84/10/2795#BIBL>>. Acesso em: 17 jan. 2013.
- WALKER, D. K.; TITGEMEYER, E. C.; BAXA, T. J.; CHUNG, K. Y.; JOHNSON, D. E.; LAUDERT, S. B.; JOHNSON, B. J. Effects of ractopamine and sex on serum metabolites and skeletal muscle gene expression in finishing steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n.4, p. 1349-1357, abr. 2010. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/88/4/1349#BIBL>>. Acesso em: 13 jan. 2013.
- WOERNER, D. R.; TATUM, J. D.; ENGLE, T. E.; BELK, K. E.; COUCH, D. W. Effects of sequential implanting and ractopamine hydrochloride supplementation on carcass characteristics and longissimus muscle tenderness of calf-fed steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 1, p. 201-209, jan. 2009. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/89/1/201#BIBL>>. Acesso em: 06 jan. 2013.