

Qualidade da carne de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina na dieta

[Meat quality of gilts fed different ractopamine concentrations in diet]

P.H. Watanabe¹, M.C. Thomaz², L.A.F. Pascoal³, U.S. Ruiz², E. Daniel², A.B. Amorim⁴,
J. Cristani⁵, F.F. Castro²

¹Universidade Federal do Ceará - Fortaleza - CE

²Universidade Estadual Paulista - Jaboticabal, SP

³Universidade Federal da Paraíba - Campus III - PB

⁴Faculdade da Terra de Brasília - Brasília, DF

⁵Universidade Estadual de Santa Catarina - Campus de Lajes, SC

RESUMO

Analisaram-se as qualidades física, química e sensorial, bem como o perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas suínas alimentadas com dietas com concentrações crescentes de ractopamina. Foram utilizadas 468 fêmeas, com peso inicial de $84,77 \pm 7,20$ kg, alojadas em 36 baias e alimentadas com dietas contendo 0, 5, 10 ou 15mg de ractopamina/kg. Após o período de 28 dias, dois animais de cada baia, depois de passarem por 15 horas de jejum sólido, foram abatidos. Uma amostra do músculo *Longissimus* da meia carcaça direita foi colhida para se avaliar as características de qualidade da carne. Não houve efeito ($P > 0,05$) da adição de ractopamina às dietas sobre o pH, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, cor e oxidação lipídica da carne. Observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para perdas por cocção da carne, e não foi observada diferença ($P > 0,05$) na análise sensorial da carne. Também não foi observado efeito ($P > 0,05$) sobre a composição em ácidos graxos e sobre a relação entre ácidos graxos saturados:insaturados. A adição de até 15mg de ractopamina/kg de dieta não altera as características físicas, sensoriais e o perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas suínas abatidas com 110kg de peso.

Palavras-chave: carne suína, modificador de carcaça, qualidade de carne

ABSTRACT

A study was conducted to evaluate the physical, chemical and sensorial quality and fat acids profile of meat from gilts fed diets containing increasing concentration of ractopamine. A total of 468 gilts with initial weight of 84.77 ± 7.20 kg were allotted into 36 pens and fed diets containing 0, 5, 10 or 15mg of ractopamine/kg. After an experimental period of 28 days, two animals from each pen were chosen and slaughtered after 15 hours of fasting. A sample of the *Longissimus* muscle was collected to evaluate the quality of the pork meat. There was no effect ($P > 0.05$) of ractopamine inclusion in pH, water holding capacity, shear force, color and lipid oxidation. However, a quadratic trend was observed ($P < 0.05$) for cooking loss by increasing concentration of ractopamine in diets. For sensorial analysis of the *Longissimus* muscle, no differences were noted ($P > 0.05$). No effects were observed ($P > 0.05$) for fat acids profile and saturated and unsaturated fat acids ratio. In conclusion, the increase of up to 15mg of ractopamine/kg concentration in the diet does not change the physical and sensorial characteristics and the fat acids profile of meat from gilts slaughtered at 110kg of body weight.

Keywords: carcass modifier, meat quality, pork meat

Recebido em 8 de abril de 2011

Aceito em 23 de maio de 2012

E-mail: pedrowatanabe@ufc.br

Projeto financiado pela FAPESP

INTRODUÇÃO

A ractopamina é um agonista β adrenérgico que vem sendo utilizado em dietas para suínos, com o intuito de melhorar a qualidade das carcaças, por proporcionar maior deposição muscular, menor deposição de gordura e, conseqüentemente, aumentar a quantidade de carne magra (Mills, 2002). Os principais efeitos da ractopamina sobre o metabolismo estão relacionados ao tecido muscular esquelético e à gordura corporal dos animais, havendo pouca influência sobre o metabolismo glicídico (Ramos e Silveira, 2000).

De acordo com Moloney e Beermann (1996), a diminuição da proteólise apresenta-se como fator importante para o aumento da quantidade de carne magra nas carcaças de animais alimentados com dietas contendo ractopamina, sendo comprovada por meio do decréscimo da excreção de 3-metil-histidina, produto resultante do catabolismo proteico. Sainz *et al.* (1993) afirmaram também que a adição de ractopamina em dietas para suínos promoveu aumento na quantidade de carne na carcaça, devido à menor ação da calpaína sobre a proteólise do músculo.

Com relação ao tecido adiposo, observa-se a diminuição da gordura corporal, particularmente a subcutânea e a intermuscular, em decorrência do uso de ractopamina em dietas para suínos (Willians *et al.*, 1994; Carr *et al.*, 2005), principalmente em virtude do efeito antilipogênico deste agonista (Quirke *et al.*, 1988; Peters, 1990; Haese e Bünzen, 2005). Entretanto, em função destes mesmos efeitos metabólicos, a ractopamina também pode afetar as características qualitativas da carne, sendo um importante aspecto a ser considerado, tanto para a indústria quanto para o consumidor. Enquanto Carr *et al.* (2005) observaram redução na maciez da carne de suínos, alimentados com dietas contendo 10mg de ractopamina/kg de dieta, Weber *et al.* (2006) verificaram que a inclusão da mesma concentração do produto nas dietas para suínos não alterou os padrões de coloração, marmoreio e maciez da carne.

As divergências sobre o uso deste agonista β adrenérgico sobre a qualidade da carne suína demonstram um possível efeito desfavorável, principalmente sobre a maciez da carne, que pode ser acentuado pela maior adição do produto

(Ramos e Silveira, 2002), limitando, assim, sua inclusão em dietas para suínos.

Assim, objetivou-se avaliar os efeitos do uso de concentrações crescentes de ractopamina na dieta sobre as características físicas e sensoriais e sobre o perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas suínas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma granja comercial e teve duração de 28 dias. Foram utilizadas 468 fêmeas, com média de peso inicial de $84,77 \pm 7,20$ kg, alojadas em 36 baias (3,5x4m) de piso compacto, equipadas com bebedouros tipo concha e comedouros lineares, as quais abrigavam 13 fêmeas suínas cada. Os animais foram distribuídos entre os tratamentos em um delineamento em blocos ao acaso, para controlar as diferenças de peso entre os animais das diferentes baias.

As dietas foram formuladas para atender às exigências nutricionais e energética mínimas indicadas por Rostagno *et al.* (2005), considerando-se a concentração energética de 3230kcal EM/kg de dieta, 16,20% de PB e 1,10% de lisina digestível, para fêmeas de alto potencial genético, havendo a substituição progressiva do inerte pelo produto comercial, o qual continha 2% de ractopamina. O teor de 1,10% de lisina digestível foi estabelecido pela maior exigência deste aminoácido, quando há adição de ractopamina na dieta (Xiao *et al.*, 1999), sendo mantidas as proporções dos demais aminoácidos com base no conceito de proteína ideal (Rostagno *et al.*, 2005). Na Tab. 1 encontram-se as composições centesimal, química e energética da dieta-controle. As dietas experimentais foram: DC – dieta-controle, composta principalmente por milho e farelo de soja; DC5 – dieta-controle contendo 5mg de ractopamina/kg; DC10 – dieta-controle contendo 10mg de ractopamina/kg; DC15 – dieta-controle contendo 15mg de ractopamina/kg.

Ao início do experimento, os animais de cada baia foram pesados individualmente e identificados por meio de brinco numerados. Após a pesagem, as quatro dietas experimentais foram distribuídas de acordo com o peso médio dos animais de cada baia. Ao final do

Qualidade da carne...

experimento, dois animais de cada baia foram escolhidos na última pesagem antes do abate, considerando-se apenas aqueles que apresentavam o peso dentro do intervalo compreendido pela média±desvio-padrão do peso dos animais da baia, sendo, então, destinados ao abate, que ocorreu no dia seguinte

à última pesagem. Os animais foram submetidos a jejum sólido, previamente ao abate de 15 horas. Após o abate, as carcaças foram serradas longitudinalmente ao meio e pesadas, sendo levadas à câmara fria, em temperatura de refrigeração (4°C), permanecendo por 24 horas.

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética da dieta-controle

Ingrediente	%
Milho	77,59
Farelo de soja	18,48
Fosfato bicálcico	0,81
Calcário calcítico	0,52
Sal comum	0,31
L – Lisina.HCl (78,5%)	0,63
DL – Metionina (99%)	0,16
L – Treonina (98,5%)	0,26
L – Triptofano (98%)	0,05
Suplemento vitamínico ¹	0,15
Suplemento mineral ²	0,15
Inerte	0,89
Total	100,00
Composição química e energética ³	
Energia metabolizável, kcal/kg	3.230,00
Proteína bruta, %	16,20
Lisina digestível, %	1,10
Metionina+Cistina digestível, %	0,62
Treonina digestível, %	0,72
Triptofano digestível, %	0,19
Fósforo disponível, %	0,25
Cálcio, %	0,48

¹Suplemento vitamínico – quantidade por kg do produto: 2.500.000UI de vit. A; 500.000 UI vit. D3; 50mg de biotina; 50mg de colina; 10000mg de niacina; 3000mg de pantotenato de cálcio; 7mg de vit. B12; 1800mg de vit. B2; 7500mg de vit. E; 1000mg de vit. K3; ²Suplemento mineral – quantidade por kg do produto: 40.000mg de ferro; 35.000mg de cobre; 20.000mg de manganês; 40.000mg de zinco; 360mg de cobalto; 840mg de iodo; 120mg de selênio; ³Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por Rostagno *et al.* (2005).

Da meia carcaça direita de cada animal, foi colhida uma amostra de aproximadamente 20cm do músculo *Longissimus*, sendo retirada a camada de gordura adjacente ao músculo. Realizaram-se análises da capacidade de retenção de água, cor, pH, perdas por cocção, força de cisalhamento e oxidação lipídica da carne *in natura*, submetidas à refrigeração por período próximo de 24 horas.

Uma amostra do músculo *Longissimus* foi destinada à quantificação dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados. Foram realizadas extrações lipídicas por solubilização em clorofórmio-metanol (2:1), sendo determinado o conteúdo de lipídeos totais

(Bligh e Dyer, 1959), após secagem do extrato. Os extratos concentrados de lipídeos obtidos em rotoevaporador (60°C) foram processados, sendo realizada a esterificação dos ácidos graxos (Bagnolo e Rodriguez-Amaya, 2002). Os extratos esterificados foram usados para determinação do perfil de ácidos graxos, por meio de cromatografia gasosa.

Para a análise sensorial, amostras do músculo *Longissimus* foram levadas ao forno à temperatura de 170°C, até atingirem a temperatura interna de 75°C. Após estarem assadas, foram cortadas em cubos de aproximadamente 2cm³, embaladas individualmente em papel alumínio e transferidas

para béqueres codificados e mantidos em banho-maria à temperatura de 45-50°C. Para realização da análise, foram utilizados 30 provadores não treinados.

Utilizou-se, no teste descritivo, escala hedônica de nove pontos, considerando-se os atributos de sabor – sensação de gosto e odor liberados pela amostra durante a mastigação –, textura – percepção da força necessária para o cisalhamento da amostra ao morder – e aceitação geral – somatório de todas as percepções sensoriais, expressando a opinião dos julgadores sobre a qualidade da carne –, conforme descrito por Dutcosky (1996). Os nove pontos da escala consistiam em: 1 – desgostei muitíssimo; 2 – desgostei muito; 3 – desgostei regular; 4 – desgostei ligeiramente; 5 – indiferente; 6 – gostei ligeiramente; 7 – gostei regular; 8 – gostei muito e 9 – gostei muitíssimo.

Considerou-se como unidade experimental a média dos dois animais de cada baia, e os dados obtidos, após serem analisados quanto à distribuição dos erros – teste de Cramer Von-Mises a 5%, de acordo com Everitt (1998) –, foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o pacote PROC GLM do programa estatístico SAS, sendo realizadas regressões lineares múltiplas até o terceiro grau. Para os dados da análise sensorial, as notas obtidas para cada tratamento foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito ($P>0,05$) da adição de ractopamina nas dietas sobre o pH, a capacidade de retenção de água, a força de cisalhamento, a cor (L^* , a^* , b^*) e a oxidação lipídica da carne de fêmeas suínas (Tab. 2).

Tabela 2. Valores de pH, capacidade de retenção de água (CRA), força de cisalhamento (FC), perdas por cocção (PPC), cor (L^* , a^* e b^*) e oxidação lipídica do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina nas dietas

Qualidade da carne	Ractopamina, mg/kg				CV, %	Regressão	P
	0	5	10	15			
pH	5,59	5,71	5,62	5,75	3,33	-	0,1670
CRA, %	68,89	69,21	67,77	68,23	2,57	-	0,2253
FC, kgF/cm ²	1,46	1,32	1,62	1,50	20,53	-	0,3784
PPC, %	29,34	31,49	33,66	33,76	9,00	Quadrática	0,0187
Cor							
L^*	49,89	50,82	48,17	46,47	9,54	-	0,0899
a^*	7,87	7,34	8,03	6,96	16,60	-	0,3258
b^*	4,26	3,64	3,15	3,14	39,87	-	0,0939
Oxidação lipídica, mg/kg	0,045	0,045	0,045	0,034	23,52	-	0,2152

Observou-se efeito quadrático ($P=0,0187$) sobre as perdas por cocção da carne, com as crescentes concentrações de ractopamina adicionadas às dietas (Fig. 1), sendo o maior valor de perdas por cocção estimado para a concentração de 11,57mg de ractopamina/kg de dieta. Fernandes (1995) afirmou que a utilização de ractopamina em dietas para suínos provocou aumento na quantidade de água nas carcaças, refletindo-se, assim, em menor capacidade de retenção de água. Tal efeito pode ser considerado negativo para a indústria de processamento e também para os consumidores, visto que resulta em menor rendimento em função das perdas, além de interferir na maciez e no rendimento da carne (Rosa et al., 2008).

Apesar de não terem sido observadas alterações sobre os parâmetros de cor, Ferreira e Bastos (1994) afirmaram que a carne oriunda de animais alimentados com dietas contendo ractopamina apresenta-se mais escura, devido à estimulação *ante-mortem* da glicogenólise, levando à redução do glicogênio muscular e limitando a acidificação normal *post-mortem*. Almeida et al. (2010) também não observaram efeito da inclusão de ractopamina sobre os valores de L na carne de suínos, embora tenham encontrado menor teor de vermelho encontrado, sugerindo que a inclusão deste agonista nas dietas de suínos reduziu a quantidade de mioglobina oxigenada na carne, tornando-a com coloração menos vermelha.

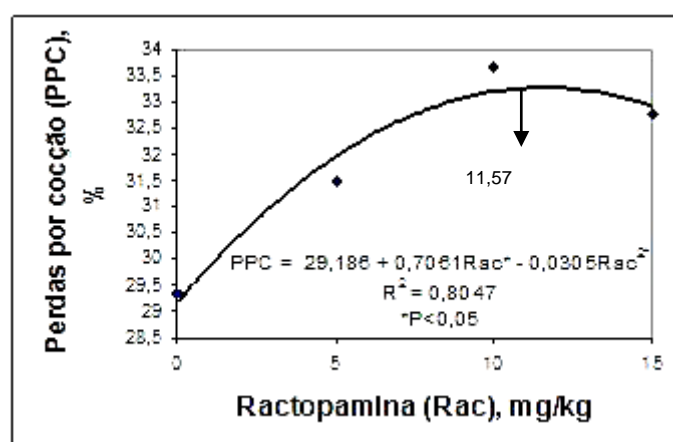


Figura 1. Perdas por cocção do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas, em função da concentração de ractopamina na dieta.

Em relação à análise sensorial das amostras do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina na dieta, não foi observada

diferença ($P > 0,05$) entre as amostras para os parâmetros de sabor, textura e aceitação geral (Tab. 3).

Tabela 3. Análise sensorial das amostras do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina nas dietas

	Ractopamina, mg/kg				CV, %	P
	0	5	10	15		
Sabor	7,29	7,46	7,16	7,58	14,83	>0,05
Textura	7,58	7,20	7,20	7,00	16,48	>0,05
Aceitação geral	7,17	7,21	7,17	7,54	15,21	>0,05

De acordo com Ramos e Silveira (2002), independentemente dos hábitos alimentares das diferentes populações, quando se trata de consumo de carne, os fatores de maior relevância para o consumidor são maciez e sabor, juntamente com suculência e odor. Associada a estes fatores, a aparência do produto também tem importância, embora não tenha sido avaliada no presente trabalho.

Em relação ao sabor, como a ractopamina tem efeito direto sobre a deposição de gordura subcutânea e intermuscular (Willians *et al.*, 1994; Carr *et al.*, 2005), sua utilização na alimentação de suínos pode trazer como consequência alguma alteração no sabor da carne. Entretanto, não foi observado tal resultado, possivelmente em razão da manutenção do perfil dos ácidos graxos. Da mesma forma, a textura avaliada pela análise sensorial não foi afetada pelo aumento das perdas por cocção da carne.

Embora Carr *et al.* (2005) tenham observado redução na maciez da carne de suínos alimentados com dietas contendo 10mg de ractopamina/kg, não foi verificada tal diferença para esta variável no presente estudo, o que concordou com os resultados encontrados por Weber *et al.* (2006).

Jones *et al.* (1985) relataram que o uso de agonistas β adrenérgicos nas dietas leva à produção de uma carne suína mais dura. Warris *et al.* (1991), ao compararem os resultados da análise sensorial com a avaliação mecânica da força de cisalhamento, em carne de suínos alimentados com dietas contendo agonistas β adrenérgicos, observaram aumento da força de cisalhamento, porém não detectado pela análise sensorial. De acordo com Moloney e Allen (1992), o efeito da adição de agonistas β adrenérgicos nas dietas sobre a maciez da carne não é semelhante para todas as espécies, sendo

menos evidente na carne de suínos do que nas de bovinos, ovinos e frangos.

ácidos graxos e a proporção de ácidos graxos saturados e insaturados das amostras do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas (Tab. 4).

Não foi observado efeito ($P>0,05$) da adição de ractopamina nas dietas sobre a composição em

Tabela 4. Teores de ácidos graxos das amostras do músculo *Longissimus* de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina nas dietas

Ácido graxo, %	Ractopamina, mg/kg				CV, %	Regressão	P
	0	5	10	15			
Cáprico (10:0)	0,09	0,10	0,08	0,09	17,28	-	0,3078
Láurico (12:0)	0,07	0,07	0,07	0,07	17,38	-	0,5337
Tridecanoico (13:0)	0,18	0,26	0,16	0,28	15,02	-	0,9192
Mirístico (14:0)	1,10	1,13	1,19	1,15	13,94	-	0,3815
Pentadecanoico (15:0)	0,13	0,11	0,10	0,11	46,64	-	0,4220
Palmitico (16:0)	25,16	24,33	25,03	24,49	5,16	-	0,5179
Palmitoleico (16:1)	2,29	2,50	2,37	2,25	15,08	-	0,6612
Pentadecanoico (17:0)	0,54	0,49	0,49	0,55	29,91	-	0,3557
Pentadecenoico (17:1)	0,35	0,45	0,38	0,44	27,37	-	0,4519
Esteárico (18:0)	12,02	11,13	11,96	12,06	10,87	-	0,3299
Oleico (18:1n9c)	38,42	41,23	41,10	40,55	10,34	-	0,2080
Linoleico (18:2n6c)	17,17	15,59	14,86	15,15	26,62	-	0,4276
γ -linolênico (18:3n6)	0,10	0,10	0,09	0,15	82,64	-	0,5505
α -linolênico (18:3n3)	0,54	0,52	0,49	0,50	15,66	-	0,4803
Eicosanoico (20:1n9)	0,45	0,49	0,53	0,52	33,21	-	0,5864
Eicosadienoico (20:2)	0,45	0,44	0,41	0,39	24,82	-	0,9962
Aracôdnico (20:4n6)	0,94	0,79	0,68	1,26	64,92	-	0,1289
Saturados	39,28	37,89	39,09	38,80	5,46	-	0,9387
Insaturados	60,72	62,11	60,91	61,20	3,46	-	0,8398
Monoinsaturados	41,52	44,67	44,38	43,76	10,11	-	0,3617
Poli-insaturados	19,20	17,44	16,53	17,44	27,04	-	0,4184
Insaturados/saturados	1,55	1,65	1,57	1,58	8,88	-	0,9509
Relação linoleico/linolênico	26,83	25,14	25,62	23,31	73,61	-	0,1935

Almeida *et al.* (2010) observaram que a adição de 5mg/kg de ractopamina reduziu o teor de amarelo na carne de suínos machos castrados e fêmeas, podendo ser um indicativo de mudanças na composição de ácidos graxos da gordura intramuscular com o uso deste aditivo. No entanto, os resultados apresentados neste trabalho assemelham-se aos obtidos por Weber *et al.* (2006), que, ao avaliarem a adição de 10mg de ractopamina/kg de dieta, para fêmeas suínas com alto potencial para acréscimo de tecido magro, notaram que este agonista reduziu a quantidade de lipídeo total contido no músculo, porém sem alterar o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular ou mesmo a avaliação visual da marmorização. Esses mesmos autores também afirmaram que a ractopamina não alterou o perfil de ácidos graxos da gordura da barriga de fêmeas suínas, apresentando valores

ideais preconizados pela indústria de processamento da carne.

Embora Ramos e Silveira (2002) tenham observado que a adição de agonistas β adrenérgicos em dietas para bovinos alterou o perfil de ácidos graxos, com aumento da relação entre os insaturados e os saturados em decorrência do aumento do ácido graxo linoleico, no presente trabalho não foi observado tal efeito para a carne suína. O aumento da relação entre ácidos graxos insaturados e saturados, mesmo podendo tornar a carne suína um alimento ainda mais saudável para o homem, pode torná-la uma matéria-prima ou produto menos vantajoso para a indústria de transformação, devido à maior susceptibilidade à oxidação dessa gordura contida na carne.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a adição de até 15mg de ractopamina/kg de dieta não altera as características físicas, sensoriais e o perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas suínas abatidas com 110kg de peso.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V.V.; BERENCHTEIN, B.; COSTA, L.B. *et al.* Ractopamina, cromometionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. *Rev. Bras. Zootec.*, v.39, p.1969-1977, 2010.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Bioch. Phys.*, v.37, p.911-917, 1959.
- BRAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol, lipídeos totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, v.22, p.98-104, 2002.
- CARR, S.N.; RINCKER, P.J.; KILLEFER, J. *et al.* Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, v.83, p.223-230, 2005.
- DUTCOSKY, S.D. *Análise sensorial de alimentos*. Curitiba: Champagnat, 1996. 123p.
- EVERITT, B.S. *The Cambridge dictionary of statistics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 360p.
- FERNANDES, T. Utilização de beta-agonistas como estimuladores do crescimento em animais destinados à produção de carne. In: IPPA - Instituto de Protecção da Produção Agro-Alimentar. *Utilização dos promotores de crescimento (beta-agonistas) em animais destinados à produção de carne*. Lisboa: IPPA, 1995. p.39-49.
- FERREIRA, M.; BASTOS, M.L. Os agonistas β_2 na produção de carne. *Rev. Port. Farm.*, v.165, p.91-96, 1994.
- HAESE, D.; BÜNZEN, S. Ractopamina. *Rev. Elet. Nutri.*, v.2, p.176-182, 2005. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/019V2N2P176_182_MAR2005.pdf>. Acessado em: 7 Abr. 2012.
- JONES, R.W.; EASTER, R.A.; McKEITH, F.K. *et al.* Effect of the β -adrenergic agonist cimaterol on the growth and carcass characteristics of finishing swine. *J. Anim. Sci.*, v.61, p.905-913, 1985.
- MILLS, S.E. Biological basis of the ractopamine response. *J. Anim. Sci.*, v.80, p.E28-E32, 2002.
- MOLONEY, A.P.; ALLEN, P. Repartitioning effects of β -adrenergic agonists in meat. In: KUIPER, H.A., HOOGENBOOM, L.A.P. *In vitro toxicological studies and real time analysis of residues in food*, 8. Wageningen: Wageningen Press, 1992. p.89-101.
- MOLONEY, A.P.; BEERMANN, D.H. Mechanisms by which β -adrenergic agonists alter growth and body composition in ruminants. In: ENNE, G.; KUIPER, H.A.; VALENTINI, A. *Residues of veterinary drugs and mycotoxins in animal products*. Wageningen: Wageningen Press, 1996. p.124-136.
- PETERS, A.R. Beta-agonists and pig production. *Pig News and Information*, v.11, p.519-525, 1990.
- QUIRKE, J.F.; ALLEN, P.; MOLONEY, A.P. *et al.* Effects of the beta-agonist cimaterol on blood metabolite and hormone concentrations, growth and carcass composition in finishing Friesian steers. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, v.60, p.128-136, 1988.
- RAMOS, F.; SILVEIRA, M.I.N. Agonistas adrenérgicos β_2 e produção animal. I – Mecanismo de acção. *Rev. Port. Cienc. Vet.*, v.95, p.99-110, 2000.
- RAMOS, F.; SILVEIRA, M.I.N. Agonistas adrenérgicos β_2 e produção animal. III – Efeitos zootécnicos e qualidade da carne. *Rev. Port. Cienc. Vet.*, v.97, p.51-62, 2002.
- ROSA, A.F.; GOMES, J.D.F.; MARTELLI, M.R. *et al.* Qualidade da carne de suínos de três linhagens genéticas comerciais em diferentes pesos de abate. *Cienc. Rural*, v.38, p.1394-1401, 2008.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2005. 141p.

SAINZ, R.D.; KIM, Y.S.; DUNSHEA, F.R. *et al.* Effects of ractopamine in pig muscles: histology, calpains and β -adrenergic receptors. *Aust. J. Agric. Res.*, v.44, p.1441-1448, 1993.

WARRIS, P.D.; NUTE, G.R.; ROLPH, T.P. *et al.* Eating quality of meat from pigs given the beta-adrenergic agonist salbutamol. *Meat Sci.*, v.30, p.75-80, 1991.

WEBER, T.E.; RICHERT, B.T.; BELURY, M.A. *et al.* Evaluation of the effects of dietary fat, conjugated linoleic acid, and ractopamine on growth performance, pork quality, and fatty acid profiles in genetically lean gilts. *J. Anim. Sci.*, v.84, p.720-732, 2006.

WILLIAMS, N.H.; CLINE, T.R.; SCHINCKEL, A.P. *et al.* The impact of ractopamine, energy intake and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. *J. Anim. Sci.*, v.72, p.3152-3162, 1994.

XIAO, R.J.; XU, Z.R.; CHEN, H.L. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.79, p.119-127, 1999.