

NÍVEIS DE CROMO-ÁCIDO NICOTÍNICO EM DIETAS DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO¹

GUSTAVO JULIO MELLO MONTEIRO DE LIMA² e ANTÔNIO LOURENÇO GUIDONI³

RESUMO - O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de níveis crescentes de cromo dietético, na forma de ácido nicotínico, sobre o desempenho e nas características de carcaça de suínos. Noventa e seis suínos (Landrace x Large White x Duroc), machos castrados e fêmeas, com peso médio inicial de 25,93±0,57 kg foram distribuídos ao acaso em baias de dois animais do mesmo sexo, segundo um esquema fatorial 6 x 2 (6 níveis de Cr e 2 sexos). Uma dieta basal (0 ppb Cr) foi suplementada com 100, 200, 300, 400 e 500 ppb de Cr, na forma de Cr-ácido nicotínico, incluído através do premix vitamínico. Os animais, aos 70 dias de experimento, foram pesados, abatidos, e as carcaças avaliadas utilizando-se a pistola Hennessy e o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças. Houve efeito significativo ($P<0,006$) de sexo em ganho de peso e consumo de ração diários, analisados isoladamente ou em conjunto, e em todas as características de carcaça, com exceção de profundidade de lombo e área de olho de lombo. Não houve efeito ($P>0,05$) do nível de Cr sobre qualquer dos parâmetros estudados, seja de desempenho ou de avaliação de carcaça por qualquer dos métodos utilizados. A adição de níveis de até 500 ppb de Cr, na forma de Cr-ácido nicotínico, não altera o desempenho e a qualidade de carcaça de suínos em crescimento e em terminação.

Termos para indexação: suinocultura, desempenho, qualidade de carcaça.

LEVELS OF CHROMIUM-NICOTINIC ACID IN DIETS FOR GROWING-FINISHING PIGS

ABSTRACT - Ninety-six barrows and gilts (Landrace x Large White x Duroc), with average initial weight of 25.93±0.57 kg, were used in order to evaluate the effects of Cr on performance and carcass characteristics, in a random block design, according to a 6 x 2 factorial arrangement (6 Cr levels x 2 sexes). A basal diet (0 ppb Cr) was supplemented with 100, 200, 300, 400 e 500 ppb Cr, as Cr-nicotinic acid, added to the vitamin premix. On the 70th day of the experimental period, all animals were weighted, slaughtered and had their carcass evaluated using Hennessy probe and the Brazilian Carcass Classification Method. There was a significant sex effect ($P<0.006$) on all the studied variables, except loin eye area and loin deepness. Cr level in diet did not show any effect of the performance or carcass variables ($P>0.05$). The addition of up to 500 ppb Cr in the diet, in the form of Cr-nicotinic acid, did not improve performance and carcass traits of growing-finishing pigs.

Index terms: swine, performance, carcass quality.

INTRODUÇÃO

A primeira constatação de que o cromo (Cr) é um nutriente essencial para os animais, pois mantém a tolerância à glucose, foi demonstrada em ratos por Schwarz & Mertz (1959), após terem sugerido que um composto, denominado fator de tolerância à

glucose, pudesse ser encontrado na levedura (Schwarz & Mertz, 1957).

A função primária do Cr é ajudar a manter a homeostase glicêmica pela regulação da ação do hormônio insulina. Quando em presença de Cr em forma fisiologicamente ativa, os níveis de insulina necessários ao metabolismo normal são menores. Esse mineral tem, portanto, ação potencializadora da insulina, atuando como cofator e melhorando sua eficiência, mas não se constituindo em substituto do hormônio, para promover a absorção de glucose pela célula. A deficiência experimental de Cr resulta no aparecimento dos seguintes sintomas: hiperglicemia

¹ Aceito para publicação em 12 de junho de 1998.

² Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA), Caixa Postal 21, CEP 89700-000 Concórdia, SC. E-mail: gustavo@cnpsa.embrapa.br

³ Eng. Agr., D.Sc., Embrapa-CNPISA.

durante o jejum, alteração na tolerância à glucose, níveis mais altos de insulina circulante, glicosúria, elevação do colesterol e triglicérides sanguíneos, decréscimo na capacidade de a insulina se ligar à célula e decréscimo no número de receptores da insulina (Anderson et al., 1991).

A insulina está envolvida tanto no metabolismo de glucose como de lipídeos, afetando o crescimento, a tolerância à glucose, a absorção de aminoácidos pelas células e síntese protéica. A insulina promove o anabolismo e inibe reações catabólicas no músculo, fígado e tecido adiposo. A insulina também estimula o transporte ativo de glucose e aminoácidos para as células do tecido muscular e aumenta a síntese protéica. A gluconeogênese é inibida pela ação da insulina, impedindo dessa forma que a glucose seja sintetizada a partir de glicerol e aminoácidos. Esse hormônio promove o aumento do transporte de glucose para as células hepáticas, promovendo o aumento da síntese de glicogênio e de ácidos graxos, os quais são depois transportados para incorporação no tecido adiposo (Mertz, 1993).

Steele et al. (1977) realizaram um dos primeiros estudos com Cr na alimentação de suínos. Eles verificaram, *in vitro*, que em amostras de tecido adiposo de suínos incubados com um fator de tolerância à glucose sintetizado a partir de Cr³⁺, ácido glutâmico, glicina, cisteína e duas moléculas de ácido nicotínico, não houve aumento na utilização de glucose em relação à oxidação ou lipogênese. Também não houve efeito da infusão do fator de tolerância à glucose sobre os níveis plasmáticos de glucose e insulina de animais submetidos à prova de desafio por glucose. Concluiu-se que o fator de tolerância à glucose é uma molécula biologicamente ativa em suínos e que a sua ação talvez dependesse do grau de deficiência de Cr nos animais.

A suplementação de Cr, utilizando-se fontes orgânicas e inorgânicas do mineral, foram estudadas em três experimentos realizados por Page et al. (1993). Nesses estudos, verificou-se que o Cr-picolinato melhorou significativamente a eficiência alimentar e reduziu a espessura de toucinho, além de aumentar a área de olho de lombo e a porcentagem de carne magra. Os autores indicaram que os níveis ótimos de suplementação na dieta seriam ao redor de 100 a 200 ppb de Cr. Esses estudos foram os primeiros a

mostrar que a suplementação de Cr na forma de picolinato promove alteração na composição das carcaças dos animais. Desde então, a pesquisa nessa área tem-se intensificado (Lindemann et al., 1995; Mooney & Cromwell, 1995), confirmando os resultados de Page et al. (1993). A forma de Cr mais estudada tem sido o picolinato de Cr, que se constitui em um composto orgânico formado por uma molécula de Cr³⁺ complexada com três moléculas de ácido picolínico.

Há evidências, por meio de ensaios *in vitro* e experimentos com animais, de que o Cr deve estar complexado com outros compostos, tais como o ácido nicotínico, para ter máxima ação (Mertz, 1993). O ácido nicotínico previne a destruição das células β do pâncreas pela inibição da enzima poli(ADP-ribose) sintetase, a depleção de NAD⁺ e a ação de radicais livres (Behme, 1995). Quando o Cr encontra-se associado ao ácido nicotínico há aumento da atividade da insulina, o que não ocorre quando esse mineral é fornecido aos animais na forma inorgânica, sugerindo que a niacina pode se constituir em um fator limitante para a absorção e atividade biológica de Cr inorgânico (Chang et al., 1995).

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de Cr dietético, na forma de ácido nicotínico sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento e em terminação.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi realizado na Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, em Concórdia, SC, no período de junho a agosto de 1994.

Noventa e seis suínos cruzados (Landrace x Large White x Duroc), machos castrados e fêmeas, com peso médio inicial de 25,93±0,57 kg, foram distribuídos ao acaso em baias de dois animais do mesmo sexo e alimentados com dietas suplementadas com 0, 100, 200, 300, 400 e 500 ppb de Cr na forma de Cr-ácido nicotínico. As dietas (Tabela 1) foram formuladas para atender ou exceder às exigências em nutrientes sugeridas pelo National Research Council (1988). O Cr-ácido nicotínico foi incluído através do premix vitamínico nas rações, que, por sua vez, foram fornecidas, assim como a água, à vontade aos animais.

As pesagens dos animais ocorreram ao 1^o, 21^o, 35^o, 56^o e 70^o dia do experimento. No 35^o dia foi realizada a troca de dietas de crescimento por dietas de terminação.

Aos 70 dias de experimento, os animais foram pesados e abatidos após um período de 8 horas de jejum. Foram utilizados dois métodos para avaliação das carcaças: um constituiu-se na tipificação pelo uso da pistola Hennessy, o qual vem sendo empregado pelos frigoríficos do Estado de Santa Catarina, e é realizado logo após o abate dos animais; o outro pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 1973), realizado após as carcaças permanecerem 24 horas em câmara fria.

O delineamento experimental foi o de tratamentos casualizados em quatro blocos, sendo o bloco definido pela distribuição das baias na instalação, com doze parcelas representando a combinação de dietas e sexos, segundo um esquema fatorial 6 x 2. A análise estatística dos dados foi feita pela análise univariada e multivariada utilizando o SAS (SAS Institute, 1993). O modelo matemático principal ($Y_{ijk} = \mu + b_i + s_j + n_k + s_j \times n_k + e_{ijk}$) incluiu como fatores bloco (b), sexo (s), nível de Cr (n), interação de sexo com nível (s x n) e erro experimental (e). Para o estudo do grau de eficiência da transformação de ração em ganho de peso dos animais, foi utilizada a combinação linear do

ganho de peso e consumo pela análise multivariada, complementada pela primeira função discriminante canônica, segundo Guidoni (1994). Optou-se pelo uso desse método, pois apresenta maior sensibilidade e poder de teste para discriminar os efeitos de tratamentos sobre o desempenho nutricional animal quando comparado à conversão e eficiência alimentares (Guidoni, 1994).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações entre sexo e níveis de Cr testadas quanto às variáveis de desempenho não foram significativas ($P > 0,05$), com exceção do ganho diário de peso e consumo diário de ração, dos 57 aos 70 dias de experimento ($P < 0,05$). Com relação ao ganho de peso, as fêmeas apresentaram médias nos diferentes níveis de Cr, que variaram de 952 a 981 g/dia, mas com média de 1.093 g/dia para os animais que receberam 100 ppb de Cr na dieta. Os machos, ao contrário, apresentaram menor média de ganho de peso

TABELA 1. Composição das dietas basais.

Ingrediente	Crescimento (%)	Terminação (%)
Milho	72,58	79,81
Farelo de soja	21,34	14,57
Óleo de soja	2,36	2,26
Calcário	1,08	1,12
Fosfato bicálcico	1,85	1,42
L-lisina	0,14	0,16
Sal	0,34	0,35
B.H.T.	0,01	0,01
Premix vitamínico e de Se ¹	0,10	0,10
Premix mineral ²	0,10	0,10
Colina 60%	0,06	0,06
Tylan-40	0,04	0,04
Total	100,00	100,00
Níveis calculados:		
Proteína bruta (%)	15,42	13,00
Lisina (%)	0,85	0,70
Metionina + cistina (%)	0,47	0,42
Triptofano (%)	0,20	0,16
Treonina (%)	0,54	0,45
Ca (%)	0,90	0,80
P disponível (%)	0,43	0,35
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.260	3.275

¹ Composição por kg de ração: 8000 UI de vitamina A; 1200 UI de vitamina D₃; 24 UI de vitamina E; 1,6 mg de vitamina K₃; 1,6 mg de vitamina B₁; 4 mg de vitamina B₂; 2,4 mg de vitamina B₆; 0,024 mg de vitamina B₁₂; 24 mg de niacina; 9,6 mg de ácido pantotênico; 0,06 mg de biotina; 0,64 mg de ácido fólico; 0,24 mg de Se.

² Composição por kg de ração: 24 mg de Mn; 24 mg de Cu; 60 mg de Fe; 60 mg de Zn; 0,6 mg de Co; 0,9 mg de I.

quando receberam 100 ppb de Cr na dieta (939 g/dia) comparado aos outros grupos de animais (1.063 a 1.146 g/dia). O consumo de ração no período de 56 a 70 dias de experimento apresentou resposta semelhante à verificada com o ganho de peso, cujo nível de 100 ppb de Cr promoveu consumo maior nas fêmeas, comparando-se às médias dos animais que receberam os outros níveis de Cr na dieta. Houve, também, interação significativa ($P < 0,02$) entre sexo e nível de Cr em espessura de toucinho na 1ª costela. No caso das fêmeas, observou-se um aumento seguido de decréscimo na espessura do toucinho com o incremento de Cr nas dietas, enquanto nos machos a resposta foi inversa.

Conforme pode ser observado nas Tabelas 2 e 3, houve efeito significativo de sexo sobre as variáveis ganho de peso e consumo de ração diários, analisa-

das isoladamente ou em conjunto, e sobre as características de carcaça, com exceção de profundidade de lombo e área de olho de lombo. Esses resultados demonstram a importância de se empregar parcelas com animais do mesmo sexo em estudos dessa natureza, possibilitando a análise dos fatores, isoladamente.

As médias obtidas das variáveis de desempenho e de avaliação de carcaça, com a pistola Hennessy e pelo método da Associação Brasileira de Criadores de Suínos (1973), em função dos níveis de Cr na dieta, são apresentadas nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Não houve efeito ($P > 0,05$) do nível de Cr sobre qualquer dos parâmetros estudados, seja de desempenho ou de avaliação de carcaça, por qualquer dos métodos utilizados.

TABELA 2. Médias de parâmetros de desempenho de fêmeas e machos, submetidos a dietas contendo níveis crescentes de Cr, nas fases de crescimento e terminação¹.

Variável	Fêmea	Macho	SE ⁴
Peso inicial (kg)	25,39	26,47	0,57
Peso final (kg) ²	90,27	97,40	1,17
Ganho de peso (g/dia) ²	927	1.013	12
Consumo de ração (g/dia) ²	2.440	2.704	35
Combinação linear do ganho e consumo (g/dia) ^{2,3}	571	701	29

¹ Médias obtidas para o período total de experimento.

² Médias diferem significativamente ($P < 0,0001$) pelo teste F.

³ Obtida através de análise multivariada, complementada pela primeira função discriminante canônica, segundo Guidoni (1994).

⁴ Maior erro padrão observado entre as médias.

TABELA 3. Médias das variáveis de carcaça de fêmeas e machos submetidos a dietas contendo níveis crescentes de Cr nas fases de crescimento e terminação¹.

Variável	Fêmea	Macho	SE ²	Valor de P ³
Método da pistola Hennessy:				
Espessura de toucinho (mm)	18,50	22,05	0,54	0,0001
Profundidade de lombo (mm)	50,54	51,77	0,80	0,29
Porcentagem de carne magra (%)	55,24	53,32	0,33	0,0002
Método ABCS (1973):				
Espessura de toucinho na 1ª costela (mm)	36,73	41,15	0,60	0,0001
Espessura de toucinho na última costela (mm)	22,40	25,83	0,60	0,0003
Espessura de toucinho na última lombar (mm)	22,04	24,72	0,64	0,006
Área de olho de lombo (cm ²)	3,24	3,20	0,06	0,56
Área de gordura (cm ²)	1,90	2,28	0,06	0,0001

¹ Médias obtidas para o período total de experimento.

² Maior erro padrão observado entre as médias.

³ Obtido pelo teste F, na análise de variância.

Page et al. (1993) realizaram alguns estudos com o uso de até 800 ppb de Cr na forma de picolinato sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em crescimento e terminação. Eles observaram aumentos na taxa de ganho de peso, área de olho de lombo e porcentagem de carne magra, ao mesmo tempo em que houve um decréscimo na espessura de toucinho quando os animais receberam 100 ou 200 ppb de Cr. Esses resultados foram confirmados, posteriormente, pelos estudos de Lindemann et al. (1995).

O presente estudo mostrou que o Cr na forma de ácido nicotínico não promoveu as alterações no de-

sempenho e na qualidade de carcaça de suínos verificadas na literatura, em estudos com o Cr-picolinato. Segundo Evans & Pouchnik (1993), complexos de Cr com ácidos picolínico e nicotínico diferem marcadamente quanto à composição química e atividade biológica: enquanto o Cr-picolinato acelerou o desenvolvimento de massa muscular em atletas, o Cr na forma de ácido nicotínico não promoveu alterações.

A ausência de efeito positivo do Cr-ácido nicotínico não era esperada, uma vez que complexos com ácido nicotínico deveriam ter maior ação que complexos com ácido picolínico. Essa afirmação se

TABELA 4. Médias de parâmetros de desempenho de animais submetidos a dietas contendo níveis crescentes de Cr, nas fases de crescimento e terminação¹.

Variável	Nível (ppb) de Cr na dieta						SE ³
	0	100	200	300	400	500	
Peso inicial (kg)	26,02	26,02	25,01	26,03	26,74	25,65	0,98
Peso final (kg)	94,89	94,93	91,64	93,24	95,17	93,13	2,03
Ganho de peso (g/dia)	984	984	950	960	978	964	21
Consumo de ração (g/dia)	2.610	2.626	2.494	2.566	2.592	2.544	60
Combinação linear do ganho e consumo (g/dia) ²	653	661	623	573	638	668	21

¹ Médias obtidas para o período total de experimento; médias na mesma linha não diferem significativamente (P>0,05).

² Obtida através de análise multivariada, complementada pela primeira função discriminante canônica, segundo Guidoni (1994).

³ Maior erro padrão observado entre as médias.

TABELA 5. Médias das variáveis de carcaça de animais submetidos a dietas contendo níveis crescentes de Cr, nas fases de crescimento e terminação¹.

Variável	Nível (ppb) de Cr na dieta						SE ²
	0	100	200	300	400	500	
Método da pistola Hennessy:							
Espessura de toucinho (mm)	20,50	21,35	19,18	20,98	19,53	20,13	0,93
Profundidade de lombo (mm)	50,50	52,10	50,93	49,28	53,53	50,60	1,39
Porcentagem de carne magra (%)	54,10	53,78	54,93	53,71	54,91	54,26	0,57
Método ABCS (1973):							
Espessura de toucinho na 1 ^a costela (mm)	39,81	39,25	38,56	39,06	38,31	38,63	1,03
Espessura de toucinho na última costela (mm)	23,88	24,75	24,13	23,75	25,13	23,06	0,10
Espessura de toucinho na última lombar (mm)	22,19	23,44	23,13	23,75	24,88	22,94	0,11
Área de olho de lombo (cm ²)	32,3	32,4	32,6	30,8	33,5	31,6	0,10
Área de gordura (cm ²)	21,0	21,7	20,3	21,7	20,7	20,1	0,10

¹ Médias obtidas para o período total de experimento; médias na mesma linha não diferem significativamente (P>0,05).

² Maior erro padrão observado entre as médias.

baseia no fato de o ácido nicotínico ter ação positiva direta sobre as células b do pâncreas (Behme, 1995) e há evidências de que essa molécula é necessária para a máxima ação do Cr no nível celular (Mertz, 1993). Entretanto, as condições experimentais parecem ter grande efeito sobre a ação do Cr. Por exemplo, Ward et al. (1997) verificaram interação significativa entre o efeito do uso de 0 ou 400 ppb de picolinato de cromo na dieta e a área por animal na baía sobre a espessura média de toucinho das carcaças dos animais. Por sua vez, Mooney & Cromwell (1995) não observaram diferenças significativas da adição de 0 ou 200 ppb de Cr, na forma de picolinato, sobre o desempenho e características de carcaça de suínos de genótipos com diferentes potenciais para a deposição de carne. As variações nos resultados dos diversos estudos realizados podem ser decorrentes de diferenças no estado nutricional dos animais, tanto em termos de Cr como de outros nutrientes.

A magnitude da resposta à suplementação de Cr parece ser função da dose e do tempo de suplementação (Lindemann et al., 1995). Da mesma forma, o grau de deficiência dos animais para tolerar a glucose poderá determinar a amplitude da resposta (Mertz, 1993).

Há possibilidade, também, de a ação do Cr-ácido nicotínico ter sido limitada pela alta porcentagem média de carne magra verificada nos animais (54,28%). Essa média pode ter sido, ainda, subestimada, já que no método de estimativa da qualidade de carcaça com a pistola Hennessy é recomendada a retirada da cabeça da carcaça, e aqui foram utilizadas carcaças inteiras para possibilitar também a avaliação pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 1973), que não observa a mesma recomendação.

CONCLUSÃO

A adição de níveis de até 500 ppb de Cr na forma de ácido nicotínico não altera o desempenho e a qualidade de carcaça de suínos em crescimento e em terminação.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R.A.; POLANSKY, M.M.; BRYDEN, N.A.; CANARY, J.J. Supplemental chromium effects on glucose, insulin, glucagon, and urinary chromium losses in subjects consuming controlled low-chromium diets. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.54, p.909-916, 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS (Estrela, RS). **Método brasileiro de classificação de carcaças**. Estrela, 1973. 17p. (Publicação técnica, 2).
- BEHME, M.T. Nicotinamide and diabetes prevention. **Nutrition Reviews**, v.53, p.137-139, 1995.
- CHANG, X.; MOWAT, D.N.; MALLARD, B.A. Supplemental chromium and niacin for stressed feeder calves. **Canadian Journal of Animal Science**, v.75, p.351-358, 1995.
- EVANS, G.W.; POUCHNIK. Composition and biological activity of chromium-pipidine carbonylate complexes. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v.49, p.177-187, 1993.
- GUIDONI, A.L. **Alternativas para comparar tratamentos envolvendo o desempenho nutricional animal**. Piracicaba: ESALQ, 1994. 105p. Tese de Doutorado.
- LINDEMANN, M.D.; WOOD, C.M.; HARPER, A.F.; KORNEGAY, E.T.; ANDERSON, R.A. Dietary chromium picolinate additions improve gain: feed and carcass characteristics in growing-finishing pigs and increase litter size in reproducing sows. **Journal of Animal Science**, v.73, p.457-465, 1995.
- MERTZ, W. Chromium in human nutrition: a review. **Journal of Nutrition**, v.123, p.626-633, 1993.
- MOONEY, K.W.; CROMWELL, G.L. Effects of dietary chromium picolinate supplementation on growth, carcass characteristics, and accretion rates of carcass tissues in growing-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3351-3357, 1995.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (Washington, DC). **Nutrient requirements of swine**. Washington, DC: National Academy Press, 1988. 93p.
- PAGE, T.G.; SOUTHERN, L.L.; WARD, T.L.; THOMPSON JUNIOR, D.L. Effect of chromium picolinate on growth and serum and carcass traits of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.71, p.656-662, 1993.

- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics. version 6,w 4.ed. Cary, NC, 1993. 1686p.
- SCHWARZ, K.; MERTZ, W. A glucose tolerance factor and its differentiation from factor 3. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.72, p.515-518, 1957.
- SCHWARZ, K.; MERTZ, W. Chromium (III) and glucose tolerance factor. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.85, p.292-295, 1959.
- STEELE, N.C.; ALTHEN, T.G.; FROBISH, L.T. Biological activity of glucose tolerance factor in swine. **Journal of Animal Science**, v.45, p.1341-1345, 1977.
- WARD, T.L.; SOUTHERN, L.L.; BIDNER, T.D. Interactive effects of dietary chromium tripicolinate and crude protein level in growing-finishing pigs provided inadequate and adequate pen space. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1001-1008, 1997.