



Semina: Ciências Agrárias

ISSN: 1676-546X

semina.agrarias@uel.br

Universidade Estadual de Londrina  
Brasil

Raele de Oliveira, Eduardo; da Silva, Caio Abércio; Bridi, Ana Maria; Fernandes Gavioli, David; Pardo Lozano, Arturo; Andreo, Nayara; Monteiro Silva, Roberta Abrami; de Oliveira, Jamile Maria; Santos Moreira, Valéria; Tarsitano, Marina Avena  
Efeitos produtivos, qualitativos e econômicos de diferentes programas nutricionais para suínos em crescimento e terminação

Semina: Ciências Agrárias, vol. 33, núm. 2, 2012, pp. 3323-3340

Universidade Estadual de Londrina

Londrina, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744118025>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Efeitos produtivos, qualitativos e econômicos de diferentes programas nutricionais para suínos em crescimento e terminação<sup>1</sup>

## Productive, economic and qualitative effects of different nutritional programs for growing and finishing pigs

Eduardo Raele de Oliveira<sup>2\*</sup>; Caio Abércio da Silva<sup>3</sup>; Ana Maria Bridi<sup>3</sup>;  
David Fernandes Gavioli<sup>4</sup>; Arturo Pardo Lozano<sup>2</sup>; Nayara Andreo<sup>2</sup>;  
Roberta Abrami Monteiro Silva<sup>2</sup>; Jamile Maria de Oliveira<sup>5</sup>;  
Valéria Santos Moreira<sup>5</sup>; Marina Avena Tarsitano<sup>2</sup>

### Resumo

O objetivo neste trabalho foi avaliar o melhor programa nutricional para suínos em engorda, entre cinco formulações comerciais a partir do uso de diferentes níveis de proteína total (alta, média e baixa), picolinato de cromo (Cr) e ractopamina (Rac) no final da terminação. Os tratamentos foram avaliados para desempenho, características de carcaça, aspectos econômicos e qualidade de carne. Foram utilizados 70 suínos de linhagem comercial Pen Ar Lan (35 machos castrados e 35 fêmeas) com peso médio inicial  $\pm$  desvio padrão de  $25,22 \pm 2,5$  kg e peso final de abate  $\pm$  desvio padrão de  $119,08 \pm 6,0$  kg. Para as fases iniciais de crescimento, foi observada diferença para a conversão alimentar com a ração com alta proteína apresentando melhor conversão alimentar em relação à ração com picolinato de cromo. Para a fase de terminação II, foi observada diferença no ganho diário de peso, com o programa com ractopamina apresentando melhores resultados apenas em relação ao programa com baixa proteína. Também houve diferença na deposição de músculo e gordura na carcaça em favor da ractopamina, quando comparada com a ração de baixa proteína. Observou-se diferença para a perda de água por gotejamento para ractopamina e baixa proteína em relação aos maiores níveis desse nutriente. A ractopamina também mostrou-se a mais eficiente economicamente. Para os aspectos estudados neste trabalho, entre os programas nutricionais testados, a ractopamina mostrou-se a mais eficiente.

**Palavras-chave:** Aminoácidos, carcaça, lisina, músculo

### Abstract

The objective of this work was evaluate the best nutritional program for growing pigs, between five comercial diets with different levels of protein (high, medium and low), chrome picolinate and ractopamine for finishing pigs. Performance, carcass, economy and meat quality were evaluated. Seventy pigs (Pen Ar Lan) were used (35 barrows and 35 gilts) with initial weight  $\pm$  standard deviation of  $25.22 \pm 2.5$  kg and were slaughtered with final weight plus standard deviation of  $119.08 \pm 6.0$  kg. Difference between high protein and low protein + chrrome was observed to feed conversion during

<sup>1</sup> Parte da dissertação de Mestrado em Ciência Animal, do primeiro autor, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, PR.

<sup>2</sup> Doutorando(s) do curso de Pós Graduação em Ciência Animal, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, PR. E-mail: duralee@yahoo.com.br; setaarturo@hotmail.com; ro\_abrami@hotmail.com; nayarandreo@hotmail.com; ma\_avena@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Profs. Drs. do Deptº de Zootecnia, UEL, Londrina, PR. E-mail: ambridi@uel.br; casilva@uel.br

<sup>4</sup> Mestre em Ciência Animal, UEL, Londrina, PR. E-mail: davidgavioli@hotmail.com

<sup>5</sup> Discente(s) da UEL, Londrina, PR. E-mail: jamile.zootecnista@hotmail.com; vah\_zoo@hotmail.com

\* Autor para correspondência

growth phases, with high protein showing better results. Difference was observed during finishing phase II to daily gain, showing better results for ractopamine over low protein. Muscle and fat deposition over carcass showed better results for ractopamine against low protein only. Lower levels of drip loss was observed for low protein and ractopamine treatments against higher levels of protein treatments. Ractopamine also showed the best cost when compared with all treatments and was the best nutritional program studied.

**Key words:** Amino acids, carcass, lysine, muscle, stress

## Introdução

Os programas nutricionais baseados na redução dos níveis de proteína dietética para suínos em fase de crescimento e terminação vêm sendo adotados progressivamente na suinocultura comercial. O procedimento, sustentado pelo conceito de proteína ideal, aprimora a relação dos principais aminoácidos limitantes para suínos destinados à engorda (lisina, metionina e treonina) com a energia alimentar, resultando em benefícios no ganho de peso e na conversão alimentar (OLIVEIRA et al., 2003; AROUCA et al., 2004).

A principal característica destas dietas de balanceamento aminoacídico ótimo é a redução dos teores de proteína bruta em até 4 a 5 pontos percentuais, e a melhoria da eficiência econômica, das características de carcaça e da redução no impacto ambiental (TRINDADE NETO et al., 2009).

Paralelamente, em vários países cuja legislação permite sua utilização, a ractopamina participa amplamente nas dietas de suínos em fase final de engorda como um aditivo repartidor de nutrientes, agindo na redução da lipogênese, na promoção do desenvolvimento muscular, com resultados importantes na minimização da deposição graxa e aumento da quantidade de carne magra, melhorando a conversão alimentar, o desempenho e as características de carcaça, determinando melhores índices de bonificação (ALMEIDA et al., 2010; AGOSTINI et al., 2011).

Não menos importante e livre de restrições legais, o cromo picolinato também aparece como um aditivo para ração de suínos em fase de crescimento e terminação, atuando no aumento da tolerância à

glicose por meio da potencialização da insulina, aumentando a absorção deste açúcar, melhorando as características de carcaça e a qualidade de carne (GOMES; ROGEDO; TIRAPEGUI, 2005).

A combinação destes conceitos nutricionais e recursos (ractopamina e cromo) na engorda de suínos *a priori* representa uma maior possibilidade de ganho zootécnico e de carcaça, no entanto, uma gama de fatores pode influenciar estes resultados. Este cenário também contrasta com as condutas que ainda preservam formulações com níveis proteicos mais elevados, com o objetivo de reduzir os riscos de uma dieta baseada no conceito de proteína ideal. Dietas formuladas sob o conceito de proteína ideal demandam um ajuste rigoroso das exigências específicas de uma determinada genética, pedem adequações à condição climática e devem se identificar com a condição sanitária dos animais (ROSTAGNO et al., 2011). Assim, se não correspondidas estas demandas, uma dieta com baixo nível proteico, baseada no conceito de proteína ideal, pode não atender as reais exigências dos animais, levando à queda de desempenho (BRUMANO; GATTAS, 2009).

Neste sentido, visa-se avaliar com este trabalho diferentes dietas formuladas sob três níveis proteicos e a participação da ractopamina e do cromo picolinato com foco na melhora das características de desempenho, carcaça, qualidade de carne e viabilidade econômica.

## Material e Métodos

A parte de desempenho foi realizada no setor de suinocultura da Fazenda Escola da Universidade

Estadual de Londrina, Paraná, nas instalações experimentais de crescimento e terminação experimentais. Foram utilizados 70 suínos de genética Pen Ar Lan, sendo 35 machos castrados e 35 fêmeas de mesma idade e peso médio inicial de  $25 \pm 2,5$ kg. Os 70 animais do experimento foram alojados em 25 baias, sendo dez baias formadas por três machos e dez formadas por três fêmeas, totalizando 20 baias e cinco baias formadas por um macho e uma fêmea. As baias eram de alvenaria e piso compacto com 3m<sup>2</sup>.

Os animais receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental, compreendendo 100, período em que atingiram a média final de  $119,08 \pm 6,0$ kg de peso vivo. A pesagem foi realizada no início do experimento e no final de cada fase correspondente às mudanças das necessidades nutricionais dos suínos, compreendendo as fases de crescimento 1 (dos 25 aos 40kg), crescimento 2 (40 a 60kg), terminação 1 (60 a 83kg) e terminação 2 (83kg ao abate).

O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, sendo 5 blocos de acordo com o peso inicial dos animais, com 5 repetições por tratamento, no qual cada baia correspondeu à unidade experimental estudada para as variáveis consumo diário de ração e conversão alimentar, enquanto cada animal correspondeu à unidade experimental do ganho de peso final no desempenho e a todas as demais características estudadas.

Os tratamentos compreenderam cinco formulações de ração distintas que objetivaram atender às exigências mínimas para suínos fêmeas de alto potencial genético com desempenho superior, com base em Rostagno et al. (2005) (fase de crescimento e terminação) e no NRC (1998) (fase final de terminação) devido ao peso final de abate pretendido por este experimento ser superior ao máximo proposto por Rostagno et al. (2005), subdividindo as necessidades nutricionais dos animais em quatro faixas de peso, entre 25 e 40 kg de peso vivo (Crescimento I), entre 40 e 60 kg de peso vivo (Crescimento II), entre 60 e 80 kg de peso

vivo (Terminação I) e entre 80 e 110 kg de peso vivo (Terminação II) (Tabelas 1 e 2).

O desempenho foi estudado em duas etapas, sendo a primeira composta pelas fases de crescimento e terminação I, sendo os tratamentos experimentais propostos:

Tratamento 1: **Alta Proteína**, formulada à base de milho e farelo de soja, com os níveis proteicos estando associados a estes ingredientes.

Tratamento 2: **Média Proteína**, formulada à base de milho, farelo de soja e L-Lisina sintética 98%, com os níveis proteicos estando associados a estes ingredientes.

Tratamento 3: **Baixa Proteína**, formulada à base de milho, farelo de soja e os aminoácidos sintéticos, L-Lisina HCl sintética 99%, DL-Metionina 99% e L-Treonina 98,5% com os níveis proteicos estando associados a estes ingredientes e sua inclusão relacionada às exigências dos animais para cada fase.

Tratamento 4: **Baixa Proteína + Picolinato de Cromo**, formulada com os ingredientes da baixa proteína mais o picolinato de cromo (Vitagri ®) a 400 ppb durante todo o período experimental.

A segunda etapa da fase de desempenho compreendeu a fase de terminação II, e, além dos quatro tratamentos propostos anteriormente, esta etapa incluiu a avaliação do tratamento 5. Este tratamento foi utilizado em animais previamente alimentados com ração similar à baixa proteína (Tratamento 3) durante as fases anteriores, e correspondeu à inclusão de 20ppm de ractopamina com suplementação adequada de aminoácidos essenciais, sobretudo lisina, elevando a proteína bruta deste tratamento para 17,34%, de acordo com os parâmetros comerciais de utilização do produto e com intuito de avaliar essa formulação comercial frente aos tratamentos propostos na etapa anterior. Desta forma, o desempenho da fase de terminação II passou a ser avaliado entre os quatro tratamentos previamente propostos e o tratamento 5, caracterizado pela utilização da **Ractopamina** a 20ppm (Paylean 2% ®).

**Tabela 1.** Composição percentual e calculada das rações experimentais.

Ingredientes	Crescimento I					Crescimento II					Terminação I					Terminação II				
	Alta	Média	Baixa	Rac	Cr	Alta	Média	Baixa	Rac	Cr	Alta	Média	Baixa	Rac	Cr	Alta	Média	Baixa	Rac	Cr
Milho	65,00	69,84	72,69	72,69	72,59	68,00	70,89	73,77	73,77	73,67	72,00	74,90	78,73	78,73	78,63	75,00	76,92	82,72	71,53	82,62
F. soja	31,00	26,00	23,00	23,00	23,00	28,00	25,00	22,00	22,00	22,00	24,00	21,00	17,00	17,00	17,00	22,00	20,00	14,00	24,00	14,00
Suínos 30*	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Óleo de soja	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00
L- lisina	0,00	0,16	0,26	0,26	0,26	0,00	0,11	0,22	0,22	0,22	0,00	0,10	0,26	0,26	0,26	0,00	0,08	0,27	0,31	0,27
DL- metionina	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,05	0,01
L- treonina	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
Picolinato de Cromo <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Paylean 2% <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00

<sup>1</sup> Composição do Suínos 30: «Composição»

Composição do Suínos 30 por kg de produto: ácido adílico (mín.), 10,00 mg; ácido nicotínico (mín.), 566,67 mg; ácido pantotênico (mín.), 433,33 mg; biotina (mín.), 6,67 mg; cálcio (máx.), 260,00/290,00 g; cobre (mín.), 3.321,33 mg; colina (mín.), 4.000,00 mg; ferro (mín.), 3.811,00 mg; fósforo (mín.), 80,00 g; iodo (mín.), 30,33 mg; manganês (mín.), 1.593,78 mg; selênio (mín.), 10,00 mg; vitamina A (mín.), 233.000,00 UI/Kg; vitamina B1 (mín.), 33,33 mg; vitamina B12 (mín.), 433,33 mcg; vitamina B2 (mín.), 150,00 mg; vitamina B6 (mín.), 30,00 mg; vitamina D3 (mín.), 46.000,00 UI/Kg; vitamina E (mín.), 666,67 UI; vitamina K3 (mín.), 33,33 mg; zinco (mín.), 2.843,00 mg; zinco, 41.667,00 mg.

<sup>2</sup> A mistura corresponde a pré-mistura entre picolinato de cromo e milho fornecendo 400ppb à formulação.<sup>3</sup> Paylean 2%® corresponde à adição de 10 ppm de ractopamina.

Fonte: Vitagri®.

**Tabela 2.** Níveis nutricionais das rações experimentais.

Ingredientes	Crescimento I					Crescimento II					Terminação I					Terminação II				
	Alta	Média	Baixa	Rac	Cr	Alta	Média	Baixa	Rac	Cr	Alta	Média	Baixa	Rac	Cr	Alta	Média	Baixa	Rac	Cr
<b>Nutrientes</b>																				
Proteína Bruta (%)	19,66	17,90	16,88	16,88	16,87	18,52	17,48	16,44	16,44	16,43	17,00	15,95	14,58	14,58	14,57	16,32	15,63	13,53	17,34	13,52
Extrato Etéreo (%)	3,96	4,04	4,08	4,08	4,08	4,01	4,06	4,10	4,10	4,10	4,08	4,12	4,18	4,18	4,18	3,15	3,18	3,27	4,06	3,26
Fibra Bruta (%)	3,01	2,79	2,66	2,66	2,68	2,88	2,75	2,62	2,62	2,64	2,73	2,60	2,42	2,42	2,44	2,66	2,57	2,31	2,72	2,33
Matéria Seca (%)	5,28	5,05	4,91	4,91	4,95	5,14	5,00	4,86	4,86	4,90	4,97	4,83	4,65	4,65	4,69	4,89	4,80	4,52	4,97	4,56
Calcio (%)	0,99	0,97	0,96	0,96	0,97	0,980	0,97	0,96	0,96	0,97	0,99	0,97	0,96	0,96	0,97	0,98	0,97	0,95	0,99	0,96
Fósforo (%)	0,56	0,55	0,54	0,54	0,54	0,554	0,55	0,54	0,54	0,54	0,48	0,47	0,46	0,46	0,46	0,48	0,47	0,45	0,48	0,45
Energia (Kcal)	3251	3260	3265	3265	3262	3256	3261	3267	3267	3264	3262	3267	3274	3274	3271	3216	3219	3229	3262	3226
Lisina (%)	1,05	1,04	1,05	1,05	1,05	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,87	0,87	0,89	0,89	0,89	0,82	0,83	0,83	1,11	0,83
Metionina (%)	0,34	0,31	0,33	0,33	0,33	0,32	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,27	0,27	0,27	0,30	0,29	0,25	0,36	0,25
Met + Cis (%)	0,70	0,65	0,65	0,65	0,65	0,67	0,64	0,62	0,62	0,62	0,63	0,60	0,56	0,56	0,56	0,62	0,59	0,53	0,69	0,53
Treonina (%)	0,83	0,75	0,73	0,73	0,72	0,79	0,74	0,69	0,69	0,69	0,72	0,67	0,62	0,62	0,62	0,69	0,66	0,58	0,77	0,57
Triptofano (%)	0,26	0,23	0,21	0,21	0,21	0,24	0,23	0,21	0,21	0,21	0,22	0,20	0,18	0,18	0,18	0,21	0,20	0,18	0,22	0,16
Lisina digestível (%)	0,93	0,94	0,95	0,95	0,95	0,86	0,88	0,89	0,89	0,89	0,77	0,78	0,81	0,81	0,81	0,72	0,74	0,75	1,01	0,75
Met digestível (%)	0,30	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,26	0,24	0,24	0,24	0,26	0,25	0,22	0,33	0,22
Met + Cis dig (%)	0,60	0,56	0,56	0,56	0,56	0,58	0,55	0,54	0,54	0,54	0,54	0,52	0,48	0,48	0,48	0,53	0,51	0,46	0,60	0,46
Treonina dig (%)	0,67	0,61	0,59	0,59	0,59	0,63	0,59	0,55	0,55	0,55	0,58	0,54	0,50	0,50	0,50	0,56	0,53	0,47	0,63	0,47
Triptofano dig (%)	0,22	0,19	0,18	0,18	0,18	0,20	0,19	0,17	0,17	0,17	0,18	0,17	0,15	0,15	0,15	0,17	0,16	0,13	0,18	0,13
Piccolinato de Cr (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	4x10 <sup>-4</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	4x10 <sup>-4</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	4x10 <sup>-4</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	4x10 <sup>-4</sup>

**Fonte:** Vitalgri ®.



Para avaliação do desempenho, foi realizada a pesagem dos animais e o cálculo do arraçamento destes por fase experimental. Os resultados foram expressos em média de peso final, ganho diário de peso, consumo diário de ração e conversão alimentar.

Para a avaliação do desempenho econômico das diferentes dietas, os preços dos ingredientes que foram utilizados na elaboração das rações experimentais foram coletados na região de Londrina. A viabilidade econômica dos tratamentos foi verificada segundo Bellaver et al. (1985) e o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo Médio (ICM) dos tratamentos foram desenvolvidos segundo Barbosa et al. (1992), segundo as formulações:

$IEE = MC/CT \times 100$ ;  $IC = CT/MC \times 100$ , em que: MC = menor custo médio observado em ração por quilograma de peso vivo ganho entre os tratamentos; CT = custo médio do tratamento considerado.

Em relação ao custo por quilo de peso vivo, foram verificados o total do custo de consumo de ração por animal em relação ao seu ganho de peso final levando em conta duas etapas, todas as fases experimentais e apenas a fase de terminação II. Os custos foram submetidos à análise de variância.

Os animais foram submetidos ao jejum alimentar doze horas antes do embarque às 06:00, de onde foram levados para o abate em um frigorífico comercial de Rolândia supervisionado pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF). Os animais foram insensibilizados via corrente elétrica, com um equipamento da marca Petrovina IS 2000 com dois eletrodos, utilizando-se voltagem de 350 volts e 1,3A por três segundos. Para a sangria, os animais foram suspensos por um dos membros posteriores e içados de cabeça para baixo. A incisão foi realizada sobre os grandes vasos do pescoço (principalmente a veia jugular), com a sangria sendo facilitada pela ação da gravidade. Os animais foram, em seguida, escaldados, depilados, eviscerados, suas carcaças foram divididas longitudinalmente ao meio, foi

mensurado o peso de carcaça quente e o pH inicial do músculo *Longissimus dorsi*, e, em seguida, as carcaças foram resfriadas à temperatura de  $2 \pm 1^\circ\text{C}$ , por 24 horas,

Após o resfriamento, foi mensurado o peso de carcaça resfriada e estas foram avaliadas individualmente, apenas a metade esquerda, para comprimento de carcaça (CC), espessura de toucinho (ET), profundidade do músculo *Longissimus dorsi* (PM), área de olho de lombo (AOL), peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça resfriada (PCR) e rendimento de carne na carcaça (RC) de acordo com as orientações propostas por Bridi e Silva (2009).

A espessura de toucinho e a profundidade do músculo *Longissimus dorsi* foram mensuradas na altura da última costela a 6cm da linha média do corte. A partir dos valores dessas medidas, estimou-se o rendimento e a quantidade de carne na carcaça (RCC e QCC). Para esses parâmetros foi utilizada a metodologia estabelecida por Guidoni (2000).

O Índice de Bonificação (IB), expresso em porcentagem, que corresponde a um fator de acréscimo ao valor unitário pago por kg de suíno abatido considerando a qualidade (porcentagem de carne) e o peso da carcaça, foi calculado segundo Fávero, Guidoni e Belaver (1997).

As medidas de pH inicial e final da carne foram medidas no músculo *Longissimus dorsi* (lombo) esquerdo. O primeiro foi mensurado com um potenciômetro na altura da última costela, aos 45 minutos após o abate (pH inicial) e após 24 horas de resfriamento (pH final) a aproximadamente  $2 \pm 1^\circ\text{C}$ . O segundo foi mensurado com o potenciômetro localizado aproximadamente no centro deste músculo. Após 24 horas de resfriamento, foi retirada de cada meia-carcaça esquerda uma amostra do músculo *Longissimus dorsi* de aproximadamente 25cm de espessura, identificando-se a porção cranial e caudal e encaminhando-as para o Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Londrina.

Cada amostra foi separada do tecido subcutâneo e gordura intermuscular adjacente e foram coletadas oito amostras de aproximadamente 2,5cm de comprimento.

Com exceção das amostras de cor, marmoreio e perda de água por gotejamento, as amostras foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos, vedados, devidamente registrados e armazenados em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$  até a realização das análises.

Para a análise de cor, as amostras foram analisadas 24 horas após o abate, utilizando o colorímetro portátil Minolta® CR10, com esfera de integração e ângulo de visão de  $8^{\circ}$  e foram expressos no sistema de cor CIELAB. Com esses valores, calculou-se o ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) pela equação  $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ , o índice de saturação ( $c^*$ ) a partir da equação  $c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$  e a luminosidade ( $L^*$ ). Estas mesmas amostras também foram avaliadas subjetivamente para marmoreio, utilizando-se padrões fotográficos (NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL, 1991).

A capacidade de retenção de água da carne foi avaliada utilizando-se duas metodologias: perda de água por gotejamento e perda de água na cocção. A perda de água por gotejamento foi avaliada segundo a técnica descrita por Boccard et al. (1981). A perda de água na cocção foi obtida pela diferença de peso da amostra descongelada e após o cozimento em forno pré-aquecido a  $170^{\circ}\text{C}$ , até alcançarem a temperatura interna de aproximadamente  $71^{\circ}\text{C}$ .

Para avaliar a maciez da carne, utilizou-se as amostras das análises de perda de água por cocção, sendo que após a cocção, as amostras permaneceram armazenadas por 24 horas a  $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Foram retiradas sub-amostras cilíndricas de 2,5cm de comprimento e 1cm de diâmetro, utilizando-se um amostrador de aço de forma cilíndrica. A força de cisalhamento foi tomada perpendicularmente à orientação das fibras musculares com a lâmina Warner-Bratzler adaptada no texturômetro Stable Mycro Systems TA-XT2i (BOUTON; HARRIS; SHORTHORSE, 1971). As

velocidades utilizadas foram de 5 mm/s no pré e pós-teste e de 2mm/s no teste.

Para a análise química da carne, foram mensuradas o teor de umidade e cinzas, a determinação de lipídios e de proteínas, segundo metodologias descritas pela AOAC (1984).

Para os parâmetros sanguíneos, foi colhido sangue de 50 animais no momento da sangria, sendo 10 para cada tratamento. Foram avaliados os níveis séricos de glicose (Método GOD-PAP (Teste enzimático), ácido láctico (Enzimático-UV utilizando Lactato Desidrogenase), colesterol CHOD-PAP (Teste fotométrico enzimático), triglicérides (Glicerol-3-Fosfato-Oxidase (Teste enzimático)) e cortisol (Quimioluminescência).

A temperatura ambiente foi mensurada por um termômetro de máxima e mínima durante todo o período experimental. Neste experimento, as fases de crescimento apresentaram médias de temperatura máxima/mínima de  $30,4^{\circ}\text{C}$  e  $28,1^{\circ}\text{C}$ / $24,85^{\circ}\text{C}$  e  $22,3^{\circ}\text{C}$  para as fases de Crescimento I e II, respectivamente. Para as fases de terminação, a temperatura máxima/mínima foram de  $31,4^{\circ}\text{C}$  e  $27,8^{\circ}\text{C}$ / $23,75^{\circ}\text{C}$  e  $20,7^{\circ}\text{C}$  para as fases de Terminação I e II respectivamente.

Todas as variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância ANOVA, utilizando-se o pacote estatístico MINITAB 1.6. Foi utilizado o seguinte modelo matemático:  $Y_{ij} = m + B_i + T_j + e_{ij}$  para o desempenho e aspecto econômico e  $Y_{ijk} = m + B_i + T_j + S_k + e_{ijk}$  para a qualidade de carne e parâmetros sanguíneos, em que:  $Y_{ij}$  = valor observado da variável estudada, relativo a cada unidade experimental, recebendo o tipo de ração j do bloco i e do sexo k; m = constante geral;  $B_i$  = efeito do i-ésimo bloco ( $i=1, 2, 3, 4$  e  $5$ ); e  $T_j$  = efeito do tratamento ( $j=1, 2, 3, 4, 5$ );  $S_k$  = efeito do sexo ( $k = 1$  e  $2$ ) e  $e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação. Para testar a diferença entre as médias, foi utilizado o teste de Tukey com 5% de significância.



## Resultados e Discussão

Para os resultados do desempenho da primeira etapa, observou-se diferença ( $P \leq 0,05$ ) para a fase de crescimento I + II, nas quais os animais submetidos ao tratamento com maior nível proteico apresentaram melhor conversão alimentar em relação ao tratamento com menor nível proteico associado ao picolinato de cromo (Tabela 3).

A conversão alimentar é uma relação entre o consumo de ração e o ganho de peso. Dessa forma, embora estes parâmetros não tenham apresentado diferença entre nenhum dos programas propostos, os valores de conversão alimentar foram melhores nos suínos que receberam rações com alta proteína (19,66 e 18,52% de proteína bruta para as fases de crescimento I e II respectivamente) em relação à ração com cromo e baixa proteína (16,88 e 16,44% de proteína bruta). Como não houve alteração no consumo e ganho de peso desses tratamentos entre si e em relação aos demais, as diferenças observadas para a conversão alimentar desses programas nutricionais podem estar relacionadas tão somente às relações entre os valores absolutos de consumo e ganho de peso destes dois tratamentos.

Para os demais parâmetros de desempenho zootécnico das fases de crescimento e terminação I não houve diferença entre os tratamentos. A semelhança observada entre os diferentes níveis proteicos é uma resposta comum quando se reduzem os teores de proteína bruta com suplementação de aminoácidos essenciais, sobretudo para ambientes que apresentam temperaturas elevadas como foi observado durante este experimento (FERREIRA et al., 2006; TRINDADE NETO et al., 2009). As temperaturas mínimas situaram-se 6°C acima da temperatura ótima para a categoria (23°C) e foram observadas durante 72,5% da fase de crescimento e 60% da fase de terminação, enquanto as temperaturas máximas estiveram acima deste limite durante todo o experimento.

Para a segunda etapa do desempenho zootécnico correspondente à terminação II, foram observadas

diferenças para o ganho diário de peso ( $P \leq 0,05$ ), sendo o programa com ractopamina superior ao programa com baixo nível de proteína. A ractopamina pode influenciar positivamente o ganho de peso, inclusive sob condições de estresse calórico (SANCHES et al., 2010). Isto porque essa substância melhora a utilização dos nutrientes alimentares, promovendo um maior anabolismo proteico (PALERMO-NETO, 2006). A principal diferença entre esse programa nutricional e os demais coube ao baixo nível proteico (13,53%), quase quatro pontos percentuais abaixo do nível proteico do programa com ractopamina (17,34%) e mais de dois pontos percentuais dos programas com maiores níveis proteicos (16,32% e 15,63%) e também ao menor nível aminoácido daquela ração.

O baixo nível proteico associado ao estresse calórico, caracterizado por mais de 65% do período experimental total apresentar temperaturas mínimas diárias superiores à temperatura ótima para suínos de engorda (23°C), podem ter sido os responsáveis pela redução do ganho de peso dos animais deste programa para 0,93kg/dia, abaixo da média de 0,98 kg/dia estabelecida para machos castrados e fêmeas da genética Pen Ar Lan utilizada, sendo o único tratamento que apresentou valores abaixo dos estabelecidos para a genética (PEN AR LAN, 2010). Reduzidos níveis proteicos podem impedir a deposição de tecido magro mesmo quando relacionado com a suplementação adequada de lisina, treonina e metionina, pois, a suplementação dos demais aminoácidos essenciais pode se tornar inadequada, tornando-os limitantes (FIGUEROA et al., 2002).

Para os parâmetros de carcaça (Tabela 4) foram observadas diferenças ( $P \leq 0,05$ ) para as variáveis QCC, QCRES, IB, AOL e PM. Observou-se médias superiores ( $P \leq 0,05$ ) de quantidade de carne na carcaça (QCC) e quantidade de carne na carcaça no resfriamento (QCRES) para o tratamento com ractopamina em relação ao tratamento com menor nível de proteína, culminando também em um

melhor índice de bonificação (IB). Além da inclusão da ractopamina, o tratamento 5 também apresentava maior nível proteico em relação ao tratamento com baixa proteína, entretanto, os outros tratamentos com maiores níveis proteicos não foram superiores a este para essas características. Amaral et al. (2008), verificando a viabilidade do uso de ractopamina em suínos machos castrados e fêmeas dos 94 aos 130kg de PV, constataram que, com inclusões de 5 ou 10ppm, há uma melhora substancial no IB da carcaça desses animais.

Para a profundidade de músculo (PM), houve melhor resultado para o grupo tratado com ração formulada com maior nível proteico e ração com ractopamina em relação aos grupos que receberam ração com baixo nível proteico e sua associação com o cromo picolinato. Os níveis proteicos dos tratamentos com melhores resultados para estas variáveis eram superiores aos tratamentos com baixo nível proteico e com cromo picolinato, indicando que a utilização de maiores níveis de proteína bruta pode ter sido preponderante no aumento da profundidade de músculo.

O cromo, diferente dos resultados positivos sobre a característica quantidade de carne magra na carcaça, não conseguiu produzir qualquer efeito sobre a profundidade de músculo, apresentando resultados similares à dieta formulada com menor nível proteico. A maioria dos trabalhos efetuados com cromo para suínos em crescimento e terminação não apontam diferenças nessa característica quando se utiliza qualquer forma de cromo quelatado (BOLEMAN et al., 1995; MOONEY; CROMWELL, 1995, 1999; ALMEIDA et al., 2010).

Para área de olho de lombo, observou-se diferença ( $P \leq 0,05$ ) a favor do tratamento com ractopamina e com ração com médio nível de proteína, comparada com os grupos tratados com ração de baixo nível proteico e sua associação com o cromo picolinato. Essa diferença tem relação com o fato de que menores teores de proteína bruta na dieta podem determinar redução na deposição proteica

muscular e aumento na deposição de gordura, com consequente piora dos parâmetros associados à carne magra na carcaça caso haja desequilíbrio no consumo de aminoácidos essenciais, sobretudo da lisina (BRUMANO; GATTAS, 2009). Armstrong et al. (2004) e Almeida et al. (2010) encontraram aumento dessa característica para dietas suplementadas com ractopamina em diversos níveis de inclusão, demonstrando que este efeito é típico quando se utiliza este beta adrenérgico. O cromo, por sua vez, não foi suficientemente capaz de apresentar resultados superiores à dieta com baixo nível proteico, que apresenta os mesmos níveis proteicos e aminoacídicos. Para a suplementação com 200ppb de picolinato de cromo, alguns trabalhos apontam aumento da área de olho de lombo (LINDEMANN et al., 1995; MOONEY; CROMWELL, 1997), entretanto, outros referem que esta característica não se altera com a inclusão deste mineral (BOLEMAN et al., 1995; MOONEY; CROMWELL, 1995, 1999).

A relação entre a carne magra e a gordura na carcaça geralmente está associada à lisina dietética, que é o aminoácido mais importante na formação do músculo, apresentando constância na proteína corporal e destinação metabólica preferencial para a deposição deste tecido (KESSLER, 1998). Neste experimento, os tratamentos, embora formulados com percentuais semelhantes de lisina total e digestível, apresentaram comportamento heterogêneo para essas características, com os maiores níveis proteicos determinando melhores resultados frente à ração formulada com menor teor deste nutriente. Segundo Brumano (2009), um desequilíbrio aminoacídico, seja em excesso ou deficiência, pode determinar redução do potencial genético para deposição muscular, culminando com um maior aporte lipídico na carcaça. Excedentes deste nutriente produzem esqueletos de carbono resultantes de desaminação que são utilizados como fontes energéticas ou armazenados sob forma de gordura. A falta de aminoácidos essenciais para o desenvolvimento muscular, mesmo com níveis

adequados de proteína bruta conduzem a relação carne-gordura da carcaça para a maior deposição lipídica frente ao crescimento muscular.

Neste sentido, a maior deposição de carne magra na carcaça e a menor deposição de gordura nos tratamentos com elevados níveis proteicos pode ser explicada levando-se em conta os benefícios relacionados ao alto teor de proteína bruta das dietas ou quando se suplementa uma ração com aminoácidos essenciais e se reduz o teor de proteína bruta. O excesso deste nutriente, superior ao preconizado pelo conceito de proteína ideal, pode reduzir a lipogênese hepática e aumentar o custo energético de produção e eliminação de ureia, direcionando a energia excedente para esta via de eliminação (BRUMANO; GATTAS, 2009). Esses resultados são suportados por experimentos de avaliação de carcaça de suínos alimentados com diferentes teores de proteína (KERR; McKEITH; EASTER, 1995; HANNAS, 1999).

Entretanto, o limite de inclusão de proteína total responde de forma quadrática para a relação carne-gordura, existindo um ponto máximo para este benefício. Saraiva et al. (2003) e Abreu et al. (2006) encontraram que o nível de 20% de proteína determinou os melhores resultados de carcaça na fase de crescimento (15 aos 30 kg). Para a fase de terminação, Vidal et al. (2010) indicaram que, preservadas as características genéticas, dietéticas e as condições ambientais, a redução de 17,95% para 13,45% de proteína bruta não influenciou o desempenho zootécnico do animal. Essa variação é encontrada em outras referências, que obtiveram desempenho de carcaça satisfatório para níveis de proteína de 17,8% (TRINDADE NETO et al., 2009), 16% (KERR; McKEITH; EASTER, 1995) e 14% (KIEFER; QUADROS, 2009).

**Tabela 3.** Médias e desvio-padrão observados do consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GPD), conversão alimentar (CA) e média de peso final (MPF) para os tratamentos estudados durante as diferentes fases experimentais.

Desempenho Zootécnico																
Tratamento	Crescimento I				Crescimento I e II				Crescimento I e II + Terminação I				Terminação II			
	GPD (kg)	CDR (kg)	CA	MPF (kg)	GPD (kg)	CDR (kg)	CA¹	MPF (kg)	GPD (kg)	CRD (kg)	CA	MPF (kg)	GPD¹ (kg)	CDR (kg)	CA	MPF (kg)
Alta Proteína	0,78	1,72	2,18	40,90	0,88	2,09	2,37a	60,31	0,91	2,39	2,64	85,88	1,02ab	3,23	3,11	121,1
Média Proteína	0,80	1,89	2,36	41,27	0,89	2,19	2,45ab	60,93	0,88	2,44	2,76	84,40	1,02ab	3,19	3,32	119,2
Baixa Proteína (BP)	0,74	1,77	2,37	40,09	0,86	2,18	2,52ab	59,90	0,88	2,46	2,79	84,30	0,93b	3,25	3,14	115,3
BP + Cromo	0,71	1,73	2,45	39,47	0,81	2,09	2,58b	57,73	0,85	2,38	2,78	82,59	1,07ab	3,45	3,36	119,0
Proteína + Ractopamina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,14a	3,13	2,89	120,8
Média Geral	0,75	1,77	2,35	40,62	0,86	2,14	2,49	59,66	0,88	2,41	2,75	83,88	1,05	3,25	3,16	119,2
P-valor	0,723	0,516	0,088	0,723	0,571	0,741	0,027	0,179	0,629	0,936	0,124	0,392	0,010¹	0,071	0,060	0,203
CV (%)	18,22	15,45	7,35	11,55	11,50	11,4	5,0	10,66	13,14	10,5	8,12	10,76	17,66	11,04	9,29	8,53

<sup>1</sup> Para letras diferentes, na mesma coluna, valores significativamente diferentes no teste de Tukey, com P ≤ 0,05.

Fonte: Elaboração dos autores.

**Tabela 4.** Médias e desvio-padrão observados para o peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça resfriada (PCR), quantidade de carne na carcaça (QCC), perda de carcaça no resfriamento (PCRES), rendimento de carne na carcaça no resfriamento (RCRES), quantidade de carne na carcaça no resfriamento (QCRES), índice de bonificação (IB), comprimento de carcaça (CC), espessura de toucinho (ET), profundidade de músculo (PM), área de olho de lombo (AOL), rendimento de carne (RC), de acordo com as dietas experimentais.

Tratamento	Parâmetros											
	PCQ (kg)	PCR (kg)	QCC (kg)	PCRES (%)	RCRES (%)	QCRES (%)	IB	CC (cm)	ET (mm)	PM (mm)	AOL (cm²)	RC (%)
Alta Proteína	93,72	91,65	50,52ab	2,19	47,94	51,01ab	110,38ab	99,26	20,17	69,66a	49,23ab	55,27
Média Proteína	90,35	87,72	49,94ab	2,31	49,74	50,44ab	111,73ab	97,08	17,55	68,60ab	50,64a	56,68
Baixa Proteína (BP)	89,46	87,45	47,58b	2,28	48,32	48,29b	108,79b	99,37	20,70	64,96b	46,42b	54,86
BP + Cromo	91,47	89,48	49,13ab	2,17	48,49	49,64ab	109,70ab	98,321	19,95	64,72b	45,28b	54,90
Proteína + Ractopamina	94,24	92,19	52,16a	2,18	49,79	52,60a	112,31a	97,25	17,45	69,79a	50,75a	56,85
<b>Média Geral</b>	92,85	90,83	50,64	2,17	48,86	49,60	110,58	98,26	19,16	67,55	48,46	55,71
<b>P valor</b>	0,487	0,464	0,054¹	0,167	0,446	0,040¹	0,041¹	0,335	0,297	0,028¹	0,032¹	0,274
<b>CV (%)</b>	9,26	9,65	8,08	10,81	6,49	7,41	2,99	3,84	25,1	8,3	11,59	2,17

<sup>1</sup>Para letras diferentes, na mesma coluna, valores significativamente diferentes no teste de Tukey, com  $P \leq 0,05$ .

**Fonte:** Elaboração dos autores.

A piora da deposição muscular na carcaça relativa à suplementação de aminoácidos associada a um menor aporte proteico, é referenciada por diversos autores (KERR; McKEITH; EASTER, 1995; DE LA LLATA, et al., 2002; OLIVEIRA; FIALHO; LIMA, 2006; TRINDADE NETO et al., 2009) sendo suportados por duas teorias. A primeira corrobora a ideia de que maiores teores de proteína favorecem a deposição de tecido magro pela demanda de energia para a eliminação da ureia excedente (LE BELLEGO et al., 2001). A segunda trata que reduzidos níveis proteicos impedem a deposição de tecido magro relacionada à suplementação adequada de lisina, treonina e metionina, mas inadequada dos demais aminoácidos essenciais, fazendo com que outros aminoácidos possam se tornar limitantes, reduzindo a deposição muscular, mas não influenciando a deposição de gordura (FIGUEROA et al., 2002).

Para o uso da ractopamina, estes resultados de carcaça confirmam os encontrados por Almeida et al. (2010) e Agostini et al. (2011) e apontam o papel repartidor de nutrientes dessa substância para a deposição de carne magra. Nesse sentido, a maior permeabilidade aos íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{K}^{+}$  que leva ao relaxamento muscular, a maior produção e captação de insulina e seu papel fundamental sobre o aporte proteico com consequente maior captação de aminoácidos para o interstício celular promove um incremento no anabolismo muscular, sobretudo das fibras tipo II (PALERMO-NETO, 2006), melhorando a profundidade de músculo, área de olho de lombo e quantidade de carne na carcaça (ADEOLA; BALL; YOUNG, 1992).

Para as características qualitativas de carne, foram observadas diferenças ( $P \leq 0,05$ ) somente para a perda de água por gotejamento (PAG), com menor perda para a dieta com baixo nível proteico e para a dieta com ractopamina em relação aos tratamentos com ração com média e alta proteína (Tabela 5). Os dados são semelhantes aos encontrados por Carr et al. (2005), que obtiveram reduções significativas da perda de água por gotejamento para os níveis de inclusão de 10 e 20ppm de ractopamina comparados

com a dieta controle (0ppm de ractopamina) e Almeida et al. (2010), que observaram um aumento na capacidade de retenção de água pelo uso da ractopamina. Esta característica de qualidade de carne é apreciável no produto, melhorando a aparência para o consumidor e a sua conservação (BONAGURIO et al., 2003).

A perda de água por gotejamento está relacionada com a classificação da carne. Além deste parâmetro são utilizados também pH inicial e final e a cor L\*. Segundo esses aspectos, a carne pode ser classificada em DFD (escura, firme e seca), PSE (pálida, seca e exsudativa), RFN (normal, vermelha e firme) e RSE (cor normal, porém exsudativa e mole) (WARNER; KAUFFMAN; GREASER, 1997). Apesar da ractopamina poder influenciar o pH final e a perda de água por gotejamento, diversos trabalhos apontam essa substância como não responsável por aumento na aparição de PSE e DFD, classificações indesejáveis da carne (BRIDI et al., 2008; AGOSTINI et al., 2011).

Neste experimento, a ractopamina influenciou a perda de água por gotejamento, mas não o pH inicial, final e a cor L\* (Tabela 5). Dessa forma, para este experimento, apenas dois animais (2,86%) apresentaram as características de carne

PSE segundo a metodologia descrita por Warner, Kauffman e Greaser (1997). Os animais pertenciam aos tratamentos com maiores teores de proteína.

Para os parâmetros sanguíneos também não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 6). Entretanto, levando em conta os valores médios e os altos índices de variação dessas variáveis, o valor absoluto de glicose indica uma possível ação já conhecida da ractopamina como mobilizadora da glicose no metabolismo muscular, reduzindo, assim, sua concentração sérica; e o aumento absoluto no cortisol sérico também é um efeito atribuído a ação deste beta-agonista (HOFFMAN; LEFKOWITZ, 1996). Apesar de também não haver diferença para a composição química do músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 6), o aumento no valor absoluto do percentual de extrato etéreo do tratamento com cromo indicam a ação deste micronutriente sobre o metabolismo de insulina, o que pode determinar maiores níveis séricos de triglicérides (AMOIKON et al., 1995).

Para o Custo Médio de Ração por kg de peso vivo produzido por tratamento (Tabela 7) verificou-se que não houve diferença ( $P \geq 0,05$ ) no custo de ração por kg de peso vivo. Em valores percentuais do Índice de Eficiência Econômica, o tratamento com a inclusão de ractopamina foi o mais econômico.



**Tabela 5.** Médias de pH inicial do lombo (pHL i) e do pernil (pHP i) e final do lombo (pHL f) e pernil (pHP f), cor (c\*), tonalidade (TON) e luminosidade (L\*) e perda de água por gotejamento (PAG), no congelamento (PAC), maciez e marmoreio por tratamentos.

Parâmetros											
Tratamento	pHL i	pHP i	pHL f	pHP f	c*	TON (h*)	L*	PAG (%)	PAC (%)	Maciez (Kgf)	Marmoreio
Alta	6,16	6,08	5,63	5,77	9,13	68,46	54,00	4,46b	14,83	3,67	1,89
Média	6,17	6,09	5,71	5,88	9,23	69,93	53,85	4,04b	14,81	3,58	2,19
Baixa (BP)	6,30	6,23	5,78	5,99	8,66	68,77	52,98	2,71a	15,16	3,59	2,28
BP + Cromo	6,32	6,11	5,63	5,81	8,74	70,09	52,66	3,50ab	15,24	3,34	2,00
Proteína + Rac	6,24	6,20	5,64	5,83	8,52	70,83	51,75	3,11a	14,23	3,59	1,61
Média Geral	6,24	6,14	5,68	5,86	8,86	69,62	53,05	3,56	14,85	3,55	1,99
P valor	0,701	0,550	0,200	0,324	0,503	0,828	0,631	0,006 <sup>1</sup>	0,939	0,717	0,063
CV (%)	5,53	3,48	4,3	5,1	17,81	8,78	7,85	39,9	22,14	17,9	34,53

<sup>1</sup>Para letras diferentes, valores significativamente diferentes no teste de Tukey, com P ≤ 0,05.

Fonte: Elaboração dos autores.

**Tabela 6.** Composição química, proteína bruta (PB), unidade (Um), cinzas (Cin), extrato etéreo (EE) e níveis séricos (em mg/dL) de glicose (Gli), lactato (Lac), colesterol (Col), triglicérides (TGL) e cortisol com as dietas experimentais.

Tratamentos	Parâmetros									
	PB (%)	Um (%)	Cin (%)	EE (%)	Gli	Lac	Col	TGL	Cortisol	
Alta Proteína	22,0	72,4	4,01	1,27	95,7	101,1	90,4	73,2	11,5	
Média Proteína	22,8	72,0	4,07	1,52	97,9	102,3	92,7	77,1	13,7	
Baixa Proteína (B)	22,3	72,1	3,90	1,71	91,9	91,8	93	64,7	12,6	
B + Cromo	21,4	71,8	3,80	1,76	98,2	93,7	92	74,8	13,6	
Proteína + Rac	22,1	72,5	3,85	1,22	76,9	101	93,4	74,0	15,3	
<b>Média Geral</b>	22,12	72,16	3,93	1,50	92,12	97,98	92,30	72,7	13,3	
<b>P valor</b>	0,272	0,482	0,325	0,289	0,163	0,901	0,983	0,900	0,754	
<b>CV (%)</b>	8,55	3,44	8,53	44,18	23,02	28,09	12,38	38,33	49,15	

Fonte: Elaboração dos autores.

**Tabela 7.** Custo de ração (R\$/kg peso vivo ao abate), Índice de Eficiência Econômica (IEE) (em %) e Índice de Custo Médio (ICM) (%).

Parâmetros				
Tratamento	Custo de Ração (R\$/kg PV)	Custo de Ração na Terminação II (R\$/kg PV)	Índice de Eficiência Econômica	Índice de Custo Médio
Alta Proteína	1,38	1,56	96,59	103,53
Média Proteína	1,37	1,43	97,48	102,58
Baixa Proteína (BP)	1,34	1,43	99,17	100,84
BP + Cromo	1,34	1,44	99,56	100,44
Proteína + Ractopamina	1,33	1,45	100	100
<b>Média Geral</b>	1,35	1,46	-	-
<b>P valor</b>	0,791	0,470	-	-
<b>CV (%)</b>	5,29	17,16	-	-

Fonte: Elaboração dos autores.

## Conclusões

O desempenho durante a primeira etapa do desempenho foi semelhante entre os quatro tratamentos propostos, indicando que a redução do nível proteico não afetou o desempenho zootécnico dos animais. Já o melhor programa proposto dentre os cinco utilizados para a fase de terminação II, envolvendo os parâmetros de carcaça, eficiência econômica e impacto ambiental, foi a inclusão de ractopamina na última fase da terminação.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro concedido pela bolsa de mestrado.

À empresa Vitagri, por todo o apoio financeiro e parceria.

## Referências

ABREU, M. L. T.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; OLIVEIRA, A. L. S.; HAESE, D.; PEREIRA, A. A. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 15 aos 30 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 1039-1046, 2006.

ADEOLA, O.; BALL, R. O.; YOUNG, L. G. Porcine skeletal muscle myofibrillar protein synthesis is stimulated by ractopamine. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 122, n. 3, p. 488-495, 1992.

AGOSTINI, P. S.; SILVA, C. A.; BRIDI, A. M.; ABRAMI, R. A. M.; PACHECO, G. D.; LOZANO, A. P. YWAZAKI, M. S.; DALTO, D. B.; GAVIOLI, D. F.; OLIVEIRA, E. R.; BONAFÉ, E. G.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Efeito da ractopamina na performance e na fisiologia do suíno. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v. 60, n. 231, p. 659-670, 2011.

ALMEIDA, V. V.; BERENCHTEIN, B.; COSTA, L. B.; TSE, M. L. P.; BRAZ, D. B.; VALDOMIRO, S. M. Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 39, n. 9, p. 1969-1977, 2010.

AMARAL, N. O.; SILVA, C. T. C.; ZANGERONIMO, M. G.; CERQUEIRA, L. G. S. Viabilidade econômico da suplementação de ractopamina em rações formuladas para suínos machos castrados ou fêmeas, dos 94 aos 130 kg. In: PORKEPO & IV FÓRUM INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 4., 2008, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: Animal World, 2008. p. 126-128.

AMOIKON, E. K.; FERNANDEZ, L. L.; SOUTHERN, J. L.; THOMPSON, J. R.; WARD, T. L.; OLCOTT, B. M. Effects of chromium tripicolinate on growth, glucose tolerance, insulin sensitivity, plasma metabolites, and growth hormone in pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 73, n. 4, p. 1123-1130, 1995.

- ARMSTRONG, T. A.; IVERS, D. J.; WAGNER, J. R.; ANDERSON, D. B.; WELDON, W. C.; BERG, E. P. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics and meat quality of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 82, n. 11, p. 3245-3253, 2004.
- AROUCA, C. L. C.; FONTES, D. O.; FERREIRA, W. M.; SILVA, M. A.; PEREIRA, F. A. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, de 95 a 122kg, selecionados para deposição de carne magra. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 56, n. 6, p. 773-781, 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. *Official methods of analysis*. 14. ed. Washington, DC, 1984.
- BARBOSA, H. P.; FIALHO, E. T.; FERREIRA, A. S.; LIMA, G. J. M. M.; GOMES, M. F. M. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 21, n. 5, p. 827-837, 1992.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; PROTAS, J. F. S.; GOMES, P. C. S. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 8, p. 969-974, 1985.
- BOCCARD, R.; BUCHTER, L.; CASSELS, E.; COSENTINO, E.; DRANSFIELD, E.; HOOD, D.; JOSEPH, R.; MAC DOUGALL, D.; RHODES, D.; SCHON, I.; TINBERGEN, B. J.; TOURAILEE, C. Proceedings for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 8, n. 3, p. 385-397, 1981.
- BOLEMAN, S. L.; BOLEMAN, S. J.; BIDNER, T. D.; SOUTHERN, L. L.; WARD, T. L.; PONTIF, J. E.; PIKE, M. M. Effect of chromium picolinate on growth, body composition, and tissue accretion in pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 73, n. 7, p. 2033-2042, 1995.
- BONAGURIO, S.; PÉREZ, J. R. O.; GARCIA, I. F. F.; BRESSAN, M. C.; LEMOS, A. L. S. C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1981-1991, 2003.
- BOUTON, P. E.; HARRIS, P. V.; SHORTHORSE, W. R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 36, n. 3, p. 435-439, 1971.
- BRIDI, A. M.; OLIVEIRA, A. R.; FONSECA, N. A.; COUTINHO, L. L.; HOSHI, E. H.; BOROSKY, J. C.; SILVA, C. A. Efeito da ractopamina e do gênero no desempenho e na carcaça de suínos de diferentes genótipos halotano. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 29, n. 3, p. 713-722, 2008.
- BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. *Avaliação da carcaça e da carne suína*. 2. ed. Londrina: Ph Editora, 2009. 120 p.
- BRUMANO, G. Níveis de lisina e de metionina-cistina e proteína bruta para melhor qualidade de ovo e de carcaça de suínos. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 6, n. 3, p. 898-917, 2009.
- BRUMANO, G.; GATTAS, G. Fatores que influenciam na exigência de lisina para suínos. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 6, n. 3, p. 918-940, 2009.
- CARR, S. N.; RINCKER, P. J.; KILLEFER, J.; BAKER, D. H.; ELLIS, M.; MCKEITH, F. K. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 83, n. 1, p. 223-230, 2005.
- DE LA LLATA, M.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L. Effects of increasing L-lysine HCl in corn- or sorghum-soybean mealbased diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 80, n. 9, p. 2420-2432, 2002.
- FÁVERO, J. A.; GUIDONI, A. L.; BELAVER, C. Predição do índice de valorização de carcaças suínas em função do peso e do percentual de carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNO, 8., 1997, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: EMBRAPA – CNPSA, 1997. p. 405-406.
- FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ARAUJO, C. V.; SILVA, F. C. O.; VAZ, R. G. M. V.; RESENDE, W. O. Redução da proteína bruta da ração e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 1056-1062, 2006.
- FIGUEROA, J. L.; LEWIS, A. J.; MILLER, P. S.; FISCHER, R. L.; GÓMEZ, R. S.; DIEDRICHSSEN, R. M. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low-crude protein, amino acid-supplemented diets. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 80, n. 11, p. 2911-2919, 2002.
- GOMES, M. R.; ROGEDO, M. M.; TIRAPEGUI, J. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. *Revista Brasileira de Medicina e Esporte*, São Paulo, v. 11, n. 5, p. 262-266, 2005.

- GUIDONI, A. L. Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE A QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2000, Concórdia. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA-CNPNSA, 2000. p. 221-234.
- HANNAS, M. I. Aspecto fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: SILVA, I. J. O. (Ed.). 1999. *Ambiência e qualidade na produção de suínos*. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 247.
- HOFFMAN, B. B.; LEFKOWITZ, R. J. Catecholamines, sympathomimetic drugs, and adrenergic receptor antagonists. In: MOLINOFF, P. B.; RUDDON, R. W. (Ed.). *The pharmacological basis of therapeutics*. 9<sup>th</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 1996. p. 199-248.
- KERR, B. J.; McKEITH, F. K.; EASTER, R. A. Effect of performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 73, n. 2, p. 433-440, 1995.
- KESSLER, A. M. Exigências nutricionais para máximo rendimento de carne em suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA – CNPNSA, 1998. p. 18-25.
- KIEFER, C.; QUADROS, A. Planos nutricionais, com diferentes níveis protéicos, para suínos nas fases inicial e crescimento/terminação. *Agrarian*, América do Norte, v. 2, n. 3, p. 123-134, 2009.
- LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 79, n. 5, p. 1259-1271, 2001.
- 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*, Champaign, v. 73, n. 2, p. 457-465, fev. 1995.
- 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*, Champaign, v. 73, n. 11, p. 3351-3357, 1995.
- \_\_\_\_\_. Efficacy of chromium picolinate and chromium chloride as potential carcass modifiers in swine. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 77, n. 10, p. 2661-2671, 1997.
- MOONEY, K. W.; CROMWELL, G. L. Efficacy of chromium picolinate on performance and tissue accretion in pigs with different lean gain potential. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 77, n. 5, p. 1188-1198, fev. 1999.
- NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL. *Procedures to evaluate market*. 3. ed. Des Moines, Iowa, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient requirements of swine*. 10. ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1998.
- OLIVEIRA, A. L. S.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; FERREIRA, A. S.; GENEROSO, A. R. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 110 aos 125 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 150-155, 2003.
- OLIVEIRA, V.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F. Desempenho e composição corporal de suínos alimentados com dietas com baixos teores de proteína bruta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1775-1780, 2006.
- PALERMO-NETO, J. Agonistas de receptores  $\alpha$  2-Adrenérgicos e produção animal. In: SPINOSA, H. S.; GORNIAC, S. L.; BERNARDI, M. M. *Farmacologia aplicada à medicina veterinária*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 545-557.
- PEN AR LAN. *Manual de cevados pen ar lan*. 2010. Disponível em: <<http://www.penarlan.com.br/download/manual%20cevados.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2012.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 2005. 153 p.
- \_\_\_\_\_. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.
- SANCHES, J. F.; KIEFER, C.; MOURA, M. S.; SILVA, E. A.; SANTOS, A. P. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 403-408, 2010.
- SARAIVA, E. P.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, A. S.; FERREIRA, R. A.; REZENDE, W. O.; ORLANDO, U. A. D.; VAZ, R. G. M. V. Níveis de proteína bruta em rações para suínos machos castrados em fase inicial de crescimento, mantidos em ambiente de baixa temperatura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 32, p. 1690-1696, 2003. Suplemento 1.

TRINDADE NETO, M. A.; BERTO, D. A.; ALBUQUERQUE, R.; MIGUEL, W. C.; SCHAMMASS, E. A. Níveis de proteína em dietas de suínos em fase de crescimento e terminação. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, São Paulo, v. 46, n. 6, p. 474-483, 2009.

VIDAL, T. Z. B.; FONTES, D. O.; SILVA, F. C. O.; VASCONCELLOS, C. H. F.; SILVA, M. A.; KILL, J. L.; SOUZA, L. P. O. Efeito da redução da proteína bruta e

da suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados, dos 70 aos 100kg. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 62, n. 4, p. 914-920, 2010.

WARNER, R. D.; KAUFFMAN, R. G.; GREASER, M. L. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. *Meat Science*, Amsterdam, v. 45, n. 3, p. 339-352, 1997.