

Níveis de fósforo digestível para suínos machos castrados dos 30 aos 50 kg

Nieto, V.M.O.S.¹; Kiefer, C.^{2@}; Nascimento, K.M.R.S.²; Gonçalves, L.M.P.³; Bonin, M.N.⁴ Marçal, D.A.¹; Abreu, R.C.¹ e Rodrigues, G.P.¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS. Campo Grande. MS. Brasil.

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/FAMEZ. Campo Grande. MS. Brasil.

³Bolsista PNPd – CAPES. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande. MS. Brasil.

⁴Bolsista CNPq. EMBRAPA. Campo Grande. MS. Brasil.

RESUMO

Realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar níveis de fósforo digestível em dietas para suínos machos castrados, com alto potencial para deposição de carne magra, dos 30 aos 50 kg. Foram utilizados 80 suínos, com peso inicial de $31,97 \pm 2,5$ kg, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com cinco níveis de fósforo digestível (0,219; 0,257; 0,294; 0,332 e 0,370 %), oito repetições e dois animais por unidade experimental. Os níveis de fósforo não influenciaram ($p > 0,05$) o consumo de ração, ganho de peso e a conversão alimentar. O consumo diário de fósforo digestível aumentou linearmente ($p < 0,01$) de acordo com o aumento do nível de fósforo na dieta. Os níveis de fósforo digestível não influenciaram ($p > 0,05$) a profundidade de músculo, área de olho de lombo, espessura de toucinho, percentual e quantidade de carne magra na carcaça. Constatou-se aumento linear ($p < 0,01$) do custo de alimentação com o aumento do nível de fósforo na dieta. Conclui-se que o nível de 0,219 %, que corresponde ao consumo diário de 3,58 g de fósforo digestível, atende as exigências de suínos machos castrados dos 30 aos 50 kg.

Levels of digestible phosphorus for barrows from 30 to 50 kg

SUMMARY

This study was carried out with the objective to evaluate levels of digestible phosphorus in the diets of barrows with high potential for lean meat deposition from 30 to 50 kg. Eighty barrows with an initial weight of 31.97 ± 2.5 kg were used, distributed in a completely randomized blocks design, with five levels of digestible phosphorus (0.219; 0.257; 0.294; 0.332 and 0.370 %), eight replicates and two animals per experimental unit. Phosphorus levels did not influence ($p > 0.05$) feed intake, weight gain and the feed conversion ratio. Daily digestible phosphorus intake increased linearly ($p < 0.01$) as levels of phosphorus in the diet increased. Phosphorus levels did not influence ($p > 0.05$) muscle depth, loin eye area, backfat thickness and the percentage and quantity of lean meat in the carcass. A linear increase was observed ($p < 0.01$) in feeding cost as the levels of digestible phosphorus in the diet increased. It was concluded that the level of 0.219 %, which corresponds to an intake of 3.58 g of digestible phosphorus, meets the requirements of barrows from 30 to 50 kg.

PALAVRAS-CHAVE ADICIONAIS

Alimentação.
Carcaça.
Custo.
Exigência.
Minerais.
Nutrição.

ADDITIONAL KEYWORDS

Food.
Carcass.
Cost.
Requirement.
Minerals.
Nutrition.

INFORMACIÓN

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 27.07.2015
Aceptado/Accepted: 25.07.2016
On-line: 15.01.2017
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
charles.kiefer@ufms.br

INTRODUÇÃO

O fósforo está diretamente envolvido no metabolismo, responsável pela formação da matriz óssea, juntamente com o cálcio e outros minerais. Aproximadamente 80 % do fósforo encontram-se nos ossos e dentes, principalmente na forma de hidroxapatita, com relação em peso de 1:2 com o cálcio. Além disso, estão presentes nos tecidos moles, no metabolismo

de energia sob a forma de ATP, ADP e AMP, síntese de carboidratos, lipídeos e proteínas, manutenção do equilíbrio ácido básico, formação de fosfolípidios das membranas celulares e constituinte dos ácidos nucleicos (Lehninger *et al.*, 2002; Alexander *et al.*, 2008). Como o fósforo está envolvido em diversas funções metabólicas é de vital importância proporcionar níveis nutricionais adequados desse mineral aos animais.

Todavia, as exigências nutricionais podem variar conforme o genótipo, sexo, idade, temperatura, sanidade, densidade de criação, dentre outros fatores (NRC, 1998). Além disso, as exigências de fósforo são distintas entre o melhor desempenho e a máxima minerali-

zação óssea, sendo que as exigências nutricionais para a obtenção da mineralização são superiores àquelas preconizadas para o desempenho ótimo. Desse modo, suínos com alto potencial genético para deposição de proteína na carcaça podem apresentar suas exigências de fósforo aumentadas, em função das variações nas proporções entre as quantidades de tecido mole em relação ao tecido esquelético depositados (Crenshaw *et al.*, 2001).

Tabela I. Nutritional and centesimal composition of the experimental diets for barrows from 30 to 50 kg (Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 30 aos 50 kg).

Ingredientes	Níveis de fósforo digestível, %				
	0,219	0,257	0,294	0,332	0,370
Milho	73,51	73,51	73,51	73,51	73,51
Farelo de soja	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55
Inerte (Caulim)	1,500	1,140	0,780	0,420	0,050
Óleo de soja	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870
Fosfato bicálcico	0,656	0,926	1,196	1,466	1,736
Calcário calcítico	0,524	0,612	0,705	0,797	0,890
Suplemento vitamínico/mineral ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406
L-Lisina HCl	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340
DL-Metionina	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094
L-Treonina	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093
L-Triptofano	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
Bacitracina de zinco	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Composição nutricional calculada					
Proteína bruta, %	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Energia metabolizável, Kcal/kg	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Lisina digestível, %	0,943	0,943	0,943	0,943	0,943
Met+Cist digestível, %	0,556	0,556	0,556	0,556	0,556
Treonina digestível, %	0,613	0,613	0,613	0,613	0,613
Triptofano digestível, %	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Valina digestível, %	0,658	0,658	0,658	0,658	0,658
Isoleucina digestível, %	0,579	0,579	0,579	0,579	0,579
Sódio, %	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Cálcio, %	0,432	0,533	0,635	0,736	0,838
Fósforo total, %	0,407	0,457	0,507	0,557	0,608
Fósforo digestível, %	0,219	0,257	0,294	0,332	0,370

¹Conteúdo por quilograma de ração: ácido pantotênico, 9,2mg; niacina, 18,0mg; ácido fólico, 0,5mg; cobre, 15,0mg; ferro, 0,10g; zinco, 0,13g; iodo, 1,0mg; selênio, 0,3mg; manganês, 0,05g; vitamina A, 5.000UI; vitamina D3, 1.000UI; vitamina E, 25,0UI; vitamina K3, 3,0mg; vitamina B1, 1,5mg; vitamina B2, 4,0mg; vitamina B6, 1,5mg; vitamina B12, 18,0mg e B.H.T (Hidróxido de Tolueno Butilado) e excipiente q.s.p., 1000g.

Com o passar dos anos, tem se se verificado mudanças nas recomendações diárias de fósforo para os suínos. No passado, o nível de fósforo recomendado para suínos, dos 20 aos 50 kg, foi de 0,230 % de fósforo disponível (NRC, 1998) e de 0,360 % de fósforo total (Rostagno *et al.*, 2000). Cinco anos após a tabela brasileira de exigências nutricionais para aves e suínos foi revisada, e a recomendação passou a ser de 0,332 % de fósforo disponível para suínos dos 30 aos 50 kg (Rostagno *et al.*, 2005). Após nova atualização, a recomendação passou a ser de 0,314 e 0,304 % de fósforo disponível e digestível, respectivamente, para mesma categoria (Rostagno *et al.*, 2011), enquanto que as literaturas internacionais recomendam 0,330 % de fósforo digestível para suínos dos 20 aos 40 kg (NSNG, 2010) e 0,260 % de fósforo digestível para suínos dos 25 aos 50 kg de acordo com o NRC (2012).

Associado a importância biológica do fósforo, está o custo da suplementação que o mineral representa na dieta, podendo alcançar de 50 a 75% do custo total da mistura mineral. Diante dos fatores econômicos e a necessidade de constantes reavaliações relacionadas às recomendações de fósforo para suínos, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar níveis de fósforo digestível em dietas para suínos machos castrados dos 30 aos 50 kg.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 80 suínos híbridos comerciais (Duroc/Pietran x Large Withe/Landrace) com peso inicial de $31,97 \pm 2,20$ kg foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco níveis de fósforo digestível (0,219; 0,257; 0,294; 0,332 e 0,370 %), oito repetições e dois animais por unidade experimental. A unidade experimental foi representada pela baía para as avaliações de desempenho. Para as avaliações de carcaça o animal foi considerado a unidade experimental, e para a formação dos blocos foi levado em consideração o peso inicial dos animais.

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, contendo 40 baias dimensionadas em 1,15 m de largura x 2,86 m de comprimento, dispondo de uma área total de 1,65 m para cada animal. Todas as baias eram dotadas de lâmina d'água, comedouros semiautomáticos e bebedouros tipo chupeta. As temperaturas de bulbo seco, bulbo úmido, globo negro e a umidade relativa do ar (%) foram mensuradas diariamente as 08 e às 16 hs, em nove pontos à altura do dorso dos animais, por meio de termômetro digital portátil. O ITGU foi calculado pela equação proposta por Buffington *et al.* (1981).

As dietas experimentais (**tabela I**) foram elaboradas à base de milho e farelo de soja, suplementadas

com minerais e vitaminas, para atender às exigências nutricionais dos suínos de acordo com Rostagno *et al.* (2011), exceto para os níveis de fósforo digestível e de cálcio. A relação cálcio: fósforo foi mantida constante.

Os diferentes níveis de fósforo e cálcio das dietas experimentais foram obtidos a partir da inclusão de fosfato bicálcico e calcário calcítico em substituição ao caulim. As relações entre a lisina e os demais aminoácidos essenciais foram mantidas constantes seguindo o padrão de proteína ideal recomendado por Rostagno *et al.* (2011).

A pesagem dos animais ocorreu no início e no final do experimento, para o cálculo do ganho de peso e conversão alimentar. O consumo de fósforo digestível foi determinado utilizando-se os valores de consumo de ração (nível de fósforo, % x consumo de ração diário)/100.

Por ocasião da pesagem final, foram realizadas as medições da área de olho de lombo (cm²), espessura de toucinho (mm) e profundidade de músculo (mm) por meio de ultrassonografia *in vivo*. O aparelho de ultrassom utilizado foi o ALOKA 500V, com sonda acústica de 12cm e frequência de 3,5Mhz. Utilizou-se um acoplador de silicone, que acompanha o arqueamento das costelas permitindo perfeito acoplamento do transdutor com o corpo do animal e óleo de soja para evitar a presença de ar entre a sonda e a pele. Para a realização da ultrassonografia, a sonda foi posicionada entre a 12^a e 13^a costelas. Todas as imagens foram armazenadas em computador e posteriormente analisadas.

Um grupo adicional de quatro leitões pertencentes à mesma população inicial, pesando de 31,94±3,82 kg foi abatido seguindo-se as normas de manejo e procedimento de abate vigentes no Brasil, segundo a legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para determinação da composição inicial da carcaça.

O percentual de carne magra na carcaça foi determinado conforme a equação: Carne magra (%) = 65,92 - [(0,685 x espessura de toucinho, mm) + (0,094 x pro-

fundidade do músculo, mm) - (0,026 x peso da carcaça resfriada, kg)], conforme Guidoni (2000). A quantidade de carne magra (kg) = ((peso de carcaça quente x carne magra, %)/100). A deposição de carne magra diária (g) = (carne magra final, kg - carne magra inicial, kg)/período experimental.

Para análise do custo do fósforo digestível consumido e o custo do fósforo digestível por ganho de peso considerou-se o valor em dólar (US\$) praticado no mercado para a quantidade de fósforo contido no fosfato bicálcico que foi extrapolado para o custo da quantidade de fósforo contido no milho e farelo de soja. Considerou-se o preço do fosfato bicálcico praticado no varejo em Mato Grosso do Sul (US\$ 0,76 kg).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, considerando-se o peso inicial dos animais como covariável. Também foram realizadas análises de regressão linear e quadrática, conforme o melhor ajuste obtido para cada variável. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS, versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das temperaturas mínimas e máximas, umidade relativa e ITGU observadas no período experimental foram de 16,51±4,87 °C e 28,75±5,54 °C; 65,95±22,16 % e 72,72±6,5 respectivamente. De acordo com a literatura, a faixa de temperatura ambiente que caracteriza conforto térmico para suínos em crescimento, a partir dos 30 kg está entre 18 a 21 °C (Le Dividich *et al.*, 1998) e ITGU médio de 69,1 (Tavares *et al.*, 2000). A partir das variáveis registradas durante o período experimental, e pelos desvios das temperaturas médias mínimas pode-se inferir que os animais foram submetidos a períodos esporádicos de estresse térmico. Conforme considerações de Nienaber *et al.* (1989) as flutuações diárias entre o frio e o calor podem reduzir o desempenho dos animais.

Não houve efeito ($p>0,05$) dos níveis de fósforo digestível no consumo de ração diário (tabela II). De

Tabela II. Performance of barrows from 30 to 50 kg fed diets containing different levels of digestible phosphorus (Desempenho de suínos machos castrados dos 30 aos 50 kg alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível).

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					CV, %	Valor P
	0,219	0,257	0,294	0,332	0,370		
PI, kg	32,17	31,93	31,88	31,89	31,98	-	-
PF, kg	48,21	47,50	47,66	47,93	48,61	6,06	0,951
CRD, kg	1,64	1,61	1,53	1,60	1,58	8,72	0,981
CPDD, g*	3,58	4,15	4,51	5,30	5,83	9,12	<0,001
GPD, g	764	741	751	764	792	13,66	0,881
CA	2,15	2,19	2,08	2,12	2,01	11,89	0,893
CPDC, US\$*	0,020	0,023	0,026	0,030	0,033	9,30	<0,001
CPDGP, US\$*	0,026	0,031	0,035	0,040	0,042	18,04	<0,001

PI= Peso inicial; PF = Peso final; CRD = Consumo de ração diário; CPDD = Consumo de fósforo digestível diário; GPD = Ganho de peso diário; CA= Conversão alimentar; CPDC= Custo de fósforo digestível consumido diário; CPDGP = Custo de fósforo digestível por ganho de peso; CV = Coeficiente de variação.

* Efeito linear ($p<0,01$).

acordo com Underwood (1981) e Shrivastav (2002) o fósforo participa do controle do apetite e na eficiência alimentar e que, a deficiência deste mineral na dieta pode levar a queda no consumo, em função da redução da síntese e liberação dos hormônios do crescimento e da tireoide, principalmente o triiodotironina. No entanto, somente ocorrerá redução efetiva da ingestão no caso de extrema deficiência (Reinhart e Mahan, 1986). Esse fato não foi observado no presente estudo, uma vez que todos os níveis estudados apresentaram a mesma faixa de consumo voluntário.

Os resultados obtidos estão coerentes com os achados de pesquisadores como, Hastad *et al.* (2004), Saraiva *et al.* (2009) e Rodrigues *et al.* (2011) que ao avaliarem níveis de fósforo para suínos entre 20 a 60 kg também não observaram efeito no consumo voluntário. Entretanto, Ekpe (2002) e Bünzen *et al.* (2012) avaliaram níveis de fósforo para suínos entre 20 aos 60 kg e constataram que o consumo de ração diário variou de forma quadrática até os níveis máximos estimados em 0,350 % de fósforo disponível e 0,320 % de fósforo digestível, respectivamente.

Por outro lado, o consumo de fósforo digestível diário aumentou linearmente ($p < 0,01$) em função do aumento do nível de fósforo na dieta, de acordo com a equação $\hat{Y} = 0,2515 + 15,015x$, $r^2 = 0,67$. Como não houve efeito significativo na ingestão de alimento diário, pode-se inferir que o aumento no consumo de fósforo digestível constatado ocorreu em função do aumento da concentração do mesmo na dieta. Os pesquisadores, Saraiva *et al.* (2009) e Bünzen *et al.* (2012) também observaram aumento no consumo de fósforo, porém acompanhados do aumento do consumo de ração.

Os níveis de fósforo digestível não influenciaram ($p > 0,05$) o peso final, o ganho de peso diário e a conversão alimentar dos suínos. Efeito positivo para o ganho de peso diário de suínos em crescimento, consumindo dietas com diferentes níveis de fósforo foi observado pelos pesquisadores como Arouca *et al.* (2009) e Bünzen *et al.* (2012), que encontraram melhores respostas nos níveis de 0,420 % disponível e 0,310 % digestível para essa variável, respectivamente. Apesar de trabalhos na literatura como os de Stahly *et al.* (2000); Braña *et al.* (2006) e Saraiva *et al.* (2009) apontarem melhora ($p < 0,05$) na conversão alimentar com a utilização de

fósforo, esta pode ter sido alcançada pela possível mudança na composição do ganho de peso dos suínos e, conseqüentemente, com o aumento da proporção de deposição de proteína na carcaça.

Conforme resultados observados na literatura, exigências discrepantes de fósforo em relação ao presente estudo, para maximizar o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg foram indicados por Ekpe *et al.* (2002) que recomendam o nível 0,320 % correspondente ao consumo de 6,17 g⁻¹ de fósforo digestível para machos castrados. Por sua vez, Arouca *et al.* (2009) preconizam o nível de 0,390 % correspondente ao consumo diário de 9,11 g de fósforo disponível para a mesma faixa de peso. Também Saraiva *et al.* (2009) estabeleceram para fêmeas o nível de 0,349 % para ganho de peso e 0,354 % para conversão alimentar, correspondendo ao consumo diário de 7,45 g e 7,36 g de fósforo disponível. Em trabalhos posteriores Saraiva *et al.* (2011) verificaram que para o atendimento das exigências de fósforo disponível para suínos da mesma categoria e peso foi o nível de 0,372 % e consumo de 8,20 g⁻¹. Por sua vez, Bünzen *et al.* (2012) recomendaram o nível de 0,310 % e consumo de 5,87 g⁻¹ de fósforo digestível para machos castrados e fêmeas.

As exigências de fósforo digestível para atendimento das características de desempenho dos animais avaliados no presente estudo foram atendidas pelo nível de 0,219 % corresponde ao consumo de 3,58 g⁻¹. Todavia, os trabalhos acima mencionados sugerem níveis mais elevados para atendimento das exigências de animais nesta faixa de peso. Além destes, as recomendações estabelecidas, nas tabelas brasileiras de exigências nutricionais para aves e suínos publicadas por Rostagno *et al.* (2011) seguiram a mesma tendência, preconizando o nível de 0,304 % que corresponde ao consumo de 5,96 g⁻¹ de fósforo digestível para machos castrados, dos 30 aos 50 kg. Do mesmo modo, as tabelas de NSNG (2010) sugeriram o nível de 0,330 % e consumo de 5,00 g⁻¹, dos 20 aos 40 kg, e ainda o nível de 0,270 % e consumo de 5,20 g⁻¹, dos 40 a 60 kg. As tabelas do NRC (2012) sugerem valores de recomendação mais próximos aos achados do presente estudo, sendo o nível de 0,260 % e ingestão diária de 3,90 g para suínos dos 25 aos 50 kg.

Tabela III. Carcass quantitative traits of barrows from 30 to 50 kg, fed on diets containing different levels of digestible phosphorus (Características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados, dos 30 aos 50 kg, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível).

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					CV, %	Valor P
	0,219	0,257	0,294	0,332	0,370		
ET, mm	4,96	4,61	4,63	4,93	4,79	29,47	0,936
PM, mm	32,59	33,13	31,72	31,95	32,98	9,17	0,633
AOL, cm ²	18,68	18,76	18,54	18,01	18,53	13,78	0,937
CM, %	64,65	64,95	64,80	64,61	64,79	1,55	0,980
QCM, kg	23,28	23,19	23,16	23,33	23,58	7,11	0,963
DCM, g	347,00	345,00	342,00	348,00	357,00	19,64	0,985

ET = Espessura de toucinho; PMU = Profundidade de músculo; AOL = Área de olho de lombo; CM = Percentual de carne magra; QCM = Quantidade de carne magra; DCM = Deposição de carne magra diária; CV = Coeficiente de variação.

As variações observadas neste e em outros trabalhos publicados para as respostas de desempenho, para a eficiência de aproveitamento dos alimentos e a capacidade de deposição de tecido muscular, podem ser justificadas pelas diferentes condições de criação. Nesse mesmo sentido, infere-se ainda que as diferenças quanto às exigências nutricionais de fósforo entre os estudos podem estar relacionadas ao potencial genético dos animais para deposição de tecido muscular (Wiseman e Mahan, 2010) uma vez que o músculo possui a segunda maior reserva de fósforo (Marinho *et al.*, 2007), do status sanitário (Le Floch *et al.*, 2007, Trevisi *et al.*, 2009) e do ambiente térmico em que foram conduzidos (Le Bellego *et al.*, 2002).

Os níveis de fósforo digestível avaliados influenciaram linearmente ($p < 0,01$) o custo de alimentação, conforme a equação $\hat{Y} = 0,0005 + 0,0906x$, $r^2 = 0,81$ e o custo de fósforo digestível por ganho de peso, de acordo com a equação $\hat{Y} = 0,0034 + 0,1065x$, $r^2 = 0,65$. O tratamento da dieta basal contendo menor nível de fósforo digestível foi o mais eficiente economicamente, proporcionando redução do custo da suplementação de fósforo inorgânico em 24 %, sem prejudicar o desempenho dos animais, quando comparado ao nível intermediário. Essas reduções no custo de alimentação proporcionam importante economia, principalmente, quando considerada a produção industrial de suínos.

Os níveis de fósforo digestível na dieta não afetaram ($p > 0,05$) a espessura de toucinho, profundidade de músculo, área de olho de lombo, porcentagem de carne magra, quantidade de carne magra diária e a deposição de carne magra diária na carcaça (tabela III).

São escassos os trabalhos da literatura que relatam o efeito do fósforo sobre as características de carcaça de suínos dos 30 aos 50 kg, avaliados por ultrassonografia ou por meio de medições diretas na carcaça. No entanto, os resultados obtidos para a espessura de toucinho seguem a tendência demonstrada na literatura por trabalhos como os de O'Quinn *et al.* (1997), Traylor *et al.* (2005), Arouca *et al.* (2010) e Arouca *et al.* (2012) com animais mais pesados. Esses autores avaliaram animais na faixa dos 45 aos 110 kg e também não constataram efeito dos níveis de fósforo sobre a espessura de toucinho.

Níveis de fósforo inferiores aos exigidos pelos animais poderia levar a uma menor capacidade de deposição de massa muscular e aumento da proporção de gordura depositada na carcaça (Stahly, 2007), e tal condição pode prejudicar a qualidade da carcaça suína, todavia, essa situação não foi observada no nesse trabalho para o menor nível avaliado (0,219%).

As características qualitativas de carcaça de suínos dos 25 aos 118 kg consumindo dietas com o nível máximo de 0,290 % de fósforo disponível foram avaliadas no trabalho de O'Quinn *et al.* (1997). Assim como no presente estudo, esses pesquisadores relataram que os níveis de fósforo não promoveram efeito significativo sobre a área de olho de lombo, porcentagem de carne magra e deposição de carne magra diária dos animais.

O nível de fósforo digestível 0,219 % estimado para atendimento das exigências nutricionais para desem-

penho segue o mesmo padrão observado para as características qualitativas de carcaça. Portanto, a exigência de fósforo digestível para atendimento dessas características foi inferior ao nível preconizado pelas tabelas da NSNG (2010), Rostagno *et al.* (2011) e da NRC (2012) para a mesma categoria de animais. O resultado demonstra que, o nível mais baixo de fósforo digestível avaliado no presente estudo (0,219 %) pode ser utilizado na formulação das dietas de suínos dos 30 aos 50 kg sem prejudicar a produtividade, e sobre tudo, com possibilidade de redução do custo de alimentação.

CONCLUSÃO

O nível de 0,219 % de fósforo digestível, correspondente ao consumo de 3,58 g de fósforo digestível diário, atende as exigências nutricionais de fósforo para suínos machos castrados, dos 30 aos 50 kg.

BIBLIOGRAFIA

- Alexander, L.S.; Qu, A.; Cutler S.A.; Mahajan, A.; Lonergan, S.M.; Rothschild, M.F.; Weber, T.E.; Kerr, B.J. and Stahl, C.H. 2008. Response to dietary phosphorus deficiency is affected by genetic background in growing pigs. *J Anim Sci*, 86: 2585-2595.
- Arouca, C.L.C.; Fontes, D.O.; Silva, F.C.O.; Ferreira, W.M.; Silva, M.A.; Vidal, T.Z.B.; Corrêa, G.S.S. e Paula, E. 2009. Exigência de fósforo disponível para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra, dos 30 aos 60 kg. *Arq Bras Med Vet Zoa*, 61: 1094-1103.
- Arouca, C.L.C.; Fontes, D.O.; Silva, F.C.O.; Almeida e Silva, M.; Almeida, F.R.C.L.; Corrêa, G.S.S.; Paula, E. e Haese, D. 2010. Níveis de fósforo disponível para suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg. *Rev Bras Zootecn*, 39: 2646-2655.
- Arouca, C.L.C.; Silva, F.C.O.; Fontes, D.O.; Donzele, J.L.; Oliveira, R.F.M.; Haese, D.; Kill, J.L. and Paula, E. 2012. Available phosphorus levels for 95 to 120 kg barrows genetically selected for lean gain. *Rev Bras Zootecn*, 41: 1433-1441.
- Braña, D.V.; Ellis, M.; Castañeda, E.O.; Sands, J.S. and Baker, D.H. 2006. Effect of a novel phytase on growth performance, bone ash, and mineral digestibility in nursery and grower-finisher pigs. *J Anim Sci*, 84: 1839-1849.
- Buffington, D.E.; Collazo-Arocho, A.; Canton, G.H.; Pitt, D.; Thatcher, W.W. and Collier, R.J. 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *T ASAE*, 24: 711-714.
- Bünzen, S.; Rostagno, H.S.; Kiefer, C.; Teixeira, A.O. e Ribeiro Junior, V. 2012. Níveis de fósforo digestível para suínos em fase de crescimento. *Rev Bras Zootecn*, 41: 320-325.
- Crenshaw, T.D. 2000. Calcium, phosphorus, vitamin D, and vitamin K in swine nutrition. In: Lewis, A.J. and Southern, L. L. Swine Nutrition. CRC Press. Washington. 187-212.
- Ekpe, E.D.; Zijlstra, R.T. and Patience, J.F. 2002. Digestible phosphorus requirement of grower pigs. *Can J Anim Sci*, 82: 541-549.
- Guidoni, A.L. 2000. Melhoria de Processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. Concórdia, SC. In: Conferência Internacional Virtual Sobre a Qualidade de Carne Suína. 2000. Anais... EMBRAPA – CNSA. Concórdia. 221- 234.
- Hastad, C.W.; Dritsch, S.S.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D.; Nelssen, J.L.; De Rouchey, J.M.; Boyd, R.D. and Johnston, M.E. 2004. Phosphorus requirements of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. *J Anim Sci*, 82: 2945-2952.
- Le Bellego, L.; Van Milgen, J. and Noblet, J. 2002. Effect of high temperature and low-protein diets on the performance of growing-finishing pigs. *J Anim Sci*, 80: 691-701.
- Le Dividich, J.; Noblet, J.; Herpin, P.H.; Van Milgen, J. and Quiniou, N. 1998. Thermoregulation. In: J. Wiseman, M.A. Varley and J.P.

- Chadwick, editors, Progress in pig science. N.G. Nottingham Univ. Press. Nottingham. 229–263.
- Le Floc'h, N. and Seve, B. 2007. Biological roles of tryptophan and its metabolism: Potential implications for pig feeding. *Livest Sci*, 112: 23-32.
- Lehninger, A.L.; Nelson, D.L. and Cox, M.M. 2002. Princípios de Bioquímica. Sarvier. São Paulo. 975p.
- Marinho, P.C.; Fontes, D.O.; Silva, F.C.O.; Silva, M.A.; Pereira, F.A. e Arouca, C.L.C. 2007. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. *Rev Bras Zootecn*, 36: 1061-1068.
- NRC - National Research Council. 1998. Nutrients requirements of swine. National Academic of Science. Washington, D.C. 189p.
- NRC - National Research Council. 2012. Nutrient requirements of swine. National Academy Press. Washington, D.C. 420p.
- NSNG - National Swine Nutrition Guide. 2010. Tables on nutrient recommendations. Ingredient composition and use rates. U.S. Pork Center of Excellence, Ames, IA, USA.
- Nienaber, J.A.; Hahna, G.L.; Klemcke, H.G.; Becker, B.A. and Blecha, F. 1989. Cyclic temperature effects on growing–finishing swine. *J Therm Biol*, 14: 233–237.
- O'Quinn, P.R.; Knabe, D.A. and Gregg, E.J. 1997. Digestible phosphorus needs of terminal-cross growing-finishing pigs. *J Anim Sci*, 75: 1308-1318.
- Reinhart, G.A. and Mahan, D.C. 1986. Effect of various calcium: phosphorus ratios at low and high dietary phosphorus for starter, grower and finishing swine. *J Anim Sci*, 63: 457-466.
- Rodrigues, V.V.; Cantarelli, V.S.; Amaral, N.O.; Zangeronimo, M.G.; Brito, J.Á.G. and Fialho, E.T. 2011. Nutrient reduction in rations with phytase for growing pigs. *Rev Bras Zootecn*, 40: 370-376.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Ferreira, A.S.; Oliveira, R.F. e Lopes, D.C. 2000. Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais. Editora UFV. Viçosa. 141p.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Oliveira, R.F.; Lopes, D.C.; Ferreira, A.S. e Barreto, S.L.T. 2005. Tabelas brasileiras para aves e suínos, composição de alimentos e exigências nutricionais. Editora UFV. Viçosa; 186p.
- 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. e Euclides, R.F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos, composição de alimentos e exigências nutricionais. Editora UFV. Viçosa. 252p.
- Saraiva, A.; Donzele, J.L.; Oliveira, R.F.M.; Abreu, M.L.T.; Silva, F.C.O.; Vianna, R.A. and Lima, A.L. 2011. Available phosphorus levels in diets for 30 to 60 kg female pigs selected for meat deposition by maintaining calcium and available phosphorus ratio. *Rev Bras Zootecn*, 40: 587-592.
- Saraiva, A.; Donzele, J.L.; Oliveira, R.F.M.; Abreu, M.L.T.; Silva, F.C.O. e Haese, D. 2009. Níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 30 aos 60 kg. *Rev Bras Zootecn*, 38: 1279-1285.
- Shrivastav, A.K. 2002. Recentes avanços na nutrição de codornas japonesas. Lavras. MG. In: Simpósio Internacional de Coturnicultura Novos Conceitos Aplicados à Produção de Codornas. 2002. Anais... Simpósio Internacional de Coturnicultura Novos Conceitos Aplicados à Produção de Codornas. Lavras. 116-117p.
- Stahly, T.S. 2007. Nutrient needs for high lean pigs. Manitoba agriculture, food and rural initiatives. http://www.allaboutfeed.net/PageFiles/10585/001_boerderij-download-AAF10872D01.pdf (01/03/2014).
- Stahly, T.S.; Lutz, T.R. and Clayton, R.D. 2000. Dietary Available Phosphorus Needs of High Lean Pigs Fed from 9 to 119 kg Body Weight. Swine Research Report. <http://www.ipic.iastate.edu/reports/00swinereports/asl-655.pdf> (05/02/2014).
- Tavares, S.L.S.; Donzele, J.L.; Oliveira, R.F.M. e Ferreira, A.S. 2000. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. *Rev Bras Zootecn*, 29: 199-205.
- Traylor, S.L.; Cromwell, G.L. and Lindemann, M.D. 2005. Bioavailability of phosphorus in meat and bone meal for swine. *J Anim Sci*, 83: 1054-1061.
- Trevisi, P.; Melchior, D.; Mazzoni, M.; Casini, L.; Filippi, S.; Minieri, L.; Lallata-Costerbosa, G. and Bosi, P. 2009. A tryptophan-enriched diet improves feed intake and growth performance of susceptible weanling pigs orally challenged with *Escherichia coli* K88. *J Anim Sci*, 87: 148-156.
- Underwood, E. J. 1981. Los minerales en la nutrición del ganado. Acribia. Zaragoza. 210p.
- Wiseman, T.G. and Mahan, D.C. 2010. Partition of minerals in body components from high- and low-lean genetic line of barrows and gilts from 20 to 25 kilograms of body weight. *J Anim Sci*, 88: 3337-3350.