

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

**PLANOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL PARA
SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 30 AOS 100KG**

Viviane Maria Oliveira dos Santos Nieto

**CAMPO GRANDE - MS
2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

**PLANOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL PARA
SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 30 AOS 100KG**

Viviane Maria Oliveira dos Santos Nieto

Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer

Coorientadora: Prof^aDr^aKarina Márcia Ribeiro de Souza

Coorientadora: Prof^aDr^a Liliane Maria Piano Gonçalves

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutora em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS, 2015

DEDICATÓRIA

Ao longo desta viagem, de constantes deslocamentos e ausências, tive a oportunidade de descobrir o quão fantásticas são as pessoas que esperaram este dia chegar... Por tudo isso, dedico minha vitória a DEUS, pela misericórdia, graça e paz, dom da vida e primeiro amor, que até aqui me sustentou.

Pelos sentimentos nobres, ternos e inquestionável amizade, à minha querida Mãe, Valdelice Oliveira, pela paciência, compreensão e estímulo; ao meu marido Leonardo Martin Nieto, pelo amor e companheirismo; aos meus queridos filhos, Fernando Oliveira Lima e Matheus Oliveira Ferreira, pela união e apoio; aos meus irmãos, Adriano Oliveira, Alice Oliveira e Nilton Oliveira pelo carinho.

Pelo carinho e suporte, a todos os meus parentes e amigos que sempre estiveram presente nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Ao longo destes dias, dedicados à aquisição de conhecimentos, venho agradecer à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal pela oportunidade de realização do curso e a CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo financiamento dos meus estudos.

Agradeço aos professores e mestres que se dedicaram a transmitir conhecimento, experiência e um pouco de sua própria existência, capacitando-me a entrar no mercado, com excelência profissional.

Agradeço ao meu orientador professor Dr. Charles Kiefer, pela dedicação, amizade e disposição em transmitir seus conhecimentos, mas principalmente pelo exemplo de vida e honestidade. A você, meu mais profundo respeito e consideração.

Às professoras, Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza, e Dra. Liliane Maria Piano Gonçalves pela coorientação e por sempre estarem sempre dispostas a auxiliar e contribuir com o trabalho.

À Dra. Marina De Nadai Bonim pela coleta dos dados de ultrassonografia e auxílio nas análises dos dados.

Ao professor Dr. Ricardo Carneiro Brumatti pelas contribuições e auxílio nas análises econômicas

À professora Dra. Tânia Mara Baptista dos Santos, pelas valiosas contribuições frente à equipe de pesquisa do Laboratório de Resíduos da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana.

À Msc. Kelly Cristina Nunes Carvalho pelo inestimável auxílio nas coletas e análises dos dejetos realizadas nesse trabalho.

Aos amigos, Danilo Alves Marçal, Rodrigo Caetano de Abreu, Kelvin Alin Lino e Camila Mendonça Silva que dividiram comigo os momentos mais exigidos pelo curso.

Aos integrantes da equipe de Suinocultura, Alexandre Pereira, Allan Canazilles, Ariadne Maria Portilho Saturnino da Silva, Bianca Buldi, Brenda Farias da Costa Leite, Bruna Ferrari, Bruna Teodoro, Caroline Faria de Oliveira Miranda, Cristian Ferreira Gomes, Danilo Alves Marçal, Elaine Mariza Rosa, Gabriela Puhl Rodrigues, Indira Daiane Ledesma Santos, Matheus Vidal, Stephan Alexander da Silva Alencar, Tiago Xavier, sem os quais eu não teria conseguido conduzir o experimento e concluir este trabalho.

À Ricardo de Oliveira dos Santos, secretário do Curso de Pós Graduação em Ciência Animal (UFMS), pela solicitude.

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para a conclusão desse trabalho dedoutorado, muito obrigado.

“... Jesus, porém, fitando neles o olhar, disse: Para os homens é impossível; contudo, não para Deus, porque para Deus tudo é possível.” Marcos 10:27

Resumo

NIETO, V.M.O.S. Planos nutricionais de fósforo digestível para suínos machos castrados dos 30 aos 100 kg. 2014. 92f. Tese. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2015.

Foram realizados três experimentos sequenciais para avaliar os efeitos de níveis de fósforo digestível sobre o desempenho, custo de suplementação de fósforo, características de carcaça, produção e composição química dos dejetos de suínos machos castrados de alto potencial genético e desempenho superior. Em cada experimento foram utilizados 80 suínos, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, oito repetições e dois animais por baia. No experimento I, foram utilizados suínos com peso de $31,91 \pm 2,5$ kg a $47,93 \pm 3,43$ kg com duração de 21 dias. Os tratamentos consistiram de níveis de 0,219; 0,257; 0,294; 0,332 e 0,370% de fósforo digestível. Os níveis de fósforo não influenciaram ($P > 0,05$) os parâmetros de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e a conversão alimentar) e as características de carcaça (profundidade de músculo, a área de olho de lombo, a espessura de toucinho, o percentual e quantidade de carne magra na carcaça). Por sua vez, o consumo diário de fósforo digestível, o custo de fósforo consumido e o custo de fósforo consumido por ganho de peso aumentaram linearmente ($P < 0,01$) de acordo com o aumento do nível de fósforo na dieta. No experimento II, os pesos inicial e final dos suínos foram de $47,93 \pm 3,43$ kg e $82,84 \pm 6,28$ kg, respectivamente, e teve duração de 35 dias. Os tratamentos consistiram de níveis de 0,186; 0,223; 0,261; 0,299 e 0,336% de fósforo digestível. Os parâmetros de desempenho e características de carcaça não foram influenciados ($P < 0,05$) pelos níveis de fósforo. O consumo de fósforo digestível e custo aumentaram linearmente ($P < 0,01$) de acordo com o aumento do nível de fósforo digestível nas dietas. A matéria seca, matéria natural,

coeficiente de resíduo e sólido voláteis dos dejetos não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de fósforo. Por outro lado, observou-se efeito ($P<0,01$) linear crescente para sólidos totais, fósforo total, e nitrogênio total nos dejetos dos suínos recebendo dietas com crescentes níveis de fósforo digestível. No experimento III, foram avaliados planos nutricionais dos $31,91\pm 2,5\text{kg}$ aos $102,02\pm 7,59\text{kg}$. Os planos nutricionais sequenciais foram constituídos de níveis de 0,219-0,186-0,171; 0,257-0,233-0,209; 0,294-0,261-0,246; 0,332-0,299-0,284; 0,370-0,336-0,332% de fósforo digestível, respectivamente, dos 30 aos 50kg, dos 50 aos 80kg e dos 80 aos 100kg. Constatou-se que os planos sequenciais não influenciaram ($P>0,05$) os parâmetros de desempenho e de carcaça, exceto para a profundidade de lombo que foi maior para o plano 0,370-0,336-0,332%. O consumo, o custo de fósforo digestível consumido e o custo de fósforo digestível consumido por ganho de peso diário aumentaram linearmente ($P<0,05$), sendo que, o plano composto pelas dietas basais apresentou valores médios 30% inferiores em relação ao plano intermediário sugerido pela literatura 0,294-0,261-0,246%. Conclui-se que, no experimento I, o nível de 0,219% de fósforo digestível, correspondente ao consumo de $3,58\text{g}^{-1}$ de fósforo digestível diário, atende as exigências nutricionais de fósforo para suínos machos castrados, dos 30 aos 50kg. No experimento II, o nível 0,186% de fósforo digestível correspondente ao consumo de $4,77\text{g}^{-1}$ de fósforo digestível diário, atende as exigências nutricionais de fósforo para suínos machos castrados, dos 50 aos 80kg. No terceiro experimento constatou-se que o plano com a sequência de 0,219-0,186-0,171% e consumo de 3,58g, 4,77g e $4,63^{-1}$ fósforo digestível atende as exigências nutricionais de fósforo para desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados dos 30 aos 100kg, e com menor custo e excreção de fósforo para o ambiente.

Palavras-chave: Carcaça, custo de alimentação, exigência de minerais, recria, ultrassonografia

Abstract

NIETO, V.M.O.S. Nutritional plans of digestible phosphorus for barrows from 30 to 100 kg. 2014. 92f. Thesis. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2015.

Three sequential experiments were carried out to assess the effects of digestible phosphorus levels on performance, supplementation cost, carcass traits, as well as production and chemical composition of swine manure from barrows of high genetic potential and superior performance. In each experiment, eighty barrows were used, distributed in a completely randomized blocks design, comprising five treatments, eight replicates and two pigs per pen. In the experiment I, animals weighing from $31.91 \pm 2.5\text{kg}$ to $47.93 \pm 3.43\text{kg}$ were used for twenty-one days. Treatments were composed of different digestible phosphorus levels (0.219; 0.257; 0.294; 0.332 and 0.370%). Phosphorus levels did not influence ($P > 0.05$) performance parameters (feed intake, weight gain and feed conversion ratio) and carcass traits (muscle depth, loin eye area, backfat thickness, and lean meat percentage and quantity). On the other hand, daily digestible phosphorus intake, the cost of phosphorus consumed and the cost of phosphorus consumed per weight gain increased linearly ($P < 0.01$) as levels of phosphorus in the diet increased. In the experiment II, animals weighing from $47.93 \pm 3.43\text{kg}$ to $82.84 \pm 6.28\text{kg}$ were used for thirty five days. Treatments were composed of different digestible phosphorus levels (0.186; 0.223; 0.261; 0.299 and 0.336%). Performance parameters were not influenced ($P > 0.05$) by phosphorus levels. The intake and cost of digestible phosphorus increased linearly ($P < 0.01$) as phosphorus levels increased in the diets. Manure dry matter, natural matter, residue and volatile solids coefficients were not influenced ($P > 0.05$) by phosphorus levels. On the other hand, an increasing linear effect was observed

($P < 0.01$) for total solids, total phosphorus and nitrogen in swine manure receiving diets with increasing levels of digestible phosphorus. In the experiment III, the nutritional plans were assessed from $31.91 \pm 2.5\text{kg}$ to $102.02 \pm 7.59\text{kg}$. The sequential nutritional plans were composed of the following levels of digestible phosphorus: 0.219-0.186-0.171; 0.257-0.233-0.209; 0.294-0.261-0.246; 0.332-0.299-0.284; 0.370-0.336-0.332%; from 30 to 50kg, from 50 to 80kg, and from 80 to 100kg, respectively. It was observed that the sequential plans did not influence ($P > 0.05$) parameters of performance and carcass, with the exception for loin depth, which was the highest for the 0.370-0.336-0.332% plan. Digestible phosphorus intake, the cost of digestible phosphorus consumed, and the cost of digestible phosphorus consumed per daily weight gain increased linearly ($P < 0.05$), in which the plan comprising the basal diets showed a 30% lower mean values when compared to the intermediary plan of 0.294-0.261-0.246% suggested by the literature. It was concluded that, in the experiment I, the level of 0.219% of digestible phosphorus, corresponding to an intake of 3.58g^{-1} of daily digestible phosphorus, meets the nutritional requirement of phosphorus for barrows from 30 to 50kg. In the experiment II, the level of 0.186% of digestible phosphorus, corresponding to an intake of 4.77g^{-1} of daily digestible phosphorus, meets the nutritional requirement of phosphorus for barrows from 50 to 80kg. In the experiment III, it was stated that the sequential plan of 0.219-0.186-0.171%, corresponding to a digestible phosphorus intake of 3.58g, 4.77g e 4.63g^{-1} meets the nutritional requirements of phosphorus for performance and carcass characteristics of barrows from 30 to 100kg, with a lower cost and reduced excretion of phosphorus to the environment.

Key words: Carcass, feeding costs, growing phase, mineral requirement, ultrasonography

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Concentrações e biodisponibilidade biológica de fontes de fósforo, utilizados na nutrição de suínos.	17
Tabela 2 - Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 30 aos 50kg.	42
Tabela 3 - Desempenho de suínos machos castrados dos 30 aos 50kg alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.	46
Tabela 4 - Características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados, dos 30 aos 50kg, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.	48
Tabela 5 - Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 50 aos 80kg.	59
Tabela 6- Desempenho de suínos machos castrados dos 50 aos 80kg alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.	63
Tabela 7- Características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados, dos 50 aos 80kg, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.	66
Tabela 8 - Produção de dejetos e coeficiente de resíduo de suínos machos castrados alimentados com diferentes níveis de fósforo digestível dos 50 aos 80kg.	67
Tabela 9 - Características físico-químicas dos dejetos de suínos machos castrados alimentados com diferentes níveis de fósforo digestível, dos 50 aos 80kg.	68
Tabela 10 - Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 30 aos 50kg.	80
Tabela 11- Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 50 aos 80kg.	81
Tabela 12 - Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 80 aos 100kg.	82

Tabela 13 - Desempenho de suínos machos castrados dos 30 aos 100kg alimentados com dietas contendo diferentes planos nutricionais de fósforo digestível.	84
Tabela 14 - Custo de suplementação de fósforo digestível para suínos machos castrados, dos 30 aos 100kg.....	86
Tabela 15 - Características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados, dos 30 aos 100kg, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.	87

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1. Revisão de literatura.....	16
1.1 Histórico	16
1.2 Fontes de fósforo	16
1.3 Disponibilidade e digestibilidade do fósforo	18
1.6 Funções do fósforo	19
1.5 Metabolismo do fósforo	20
1.5.2 Controle do metabolismo do fósforo.....	21
1.5.2.1 Vitamina D	21
1.5.2.2 Paratormônio	22
1.5.2.3 Calcitonina	22
1.5.3 Excreção	22
1.6 Exigências de fósforo e ambiente térmico	23
1.7 Exigências de fósforo para suínos em crescimento e terminação	24
1.8 Deficiência de fósforo	26
1.9 Potencial poluente dos dejetos	27
1.10 Custo de produção	28
Referências	30
NÍVEIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 30 AOS 50KG	38
Resumo.....	38
Abstract	39
Introdução.....	40
Material e métodos	41
Resultados e discussão	44
Referências	50

NÍVEIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 50 AOS 80KG	54
Resumo.....	54
Introdução.....	56
Material e métodos	57
Resultados e discussão	62
Conclusão	70
Referências	71
PLANOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 30 AOS 100KG	75
Resumo.....	75
Introdução.....	77
Material e métodos	78
Resultados e discussão	83
Referências	89
CONSIDERAÇÕES FINAIS	92

INTRODUÇÃO

O número de suínos terminados ano tem aumentado, colocando a suinocultura brasileira em destaque socioeconômico, com necessidades de um gerenciamento criterioso relacionado aos nutrientes ofertados a esses animais. Dentro desse gerenciamento, ressalta-se a necessidade de revisão das exigências relacionadas aos minerais para os suínos em crescimento e terminação.

Entre os minerais destaca-se o fósforo, por se tratar de um elemento essencial ao desenvolvimento dos animais e de considerável valor econômico na produção animal. Além disso, o fósforo possui alto poder poluente o que provoca uma crescente preocupação com a poluição ambiental, levando a indústria suinícola a utilizar tecnologias que visem à redução da excreção de nutrientes (AROUCA et al., 2010). Como o fósforo é excretado na urina e nas fezes, pode ter importante impacto sobre o meio ambiente se não for utilizado adequadamente (AROUCA et al., 2010).

O fósforo está diretamente envolvido no metabolismo, sendo responsável pela formação da matriz óssea, juntamente com o cálcio e outros minerais. Aproximadamente 80% do fósforo encontra-se nos ossos e dentes, principalmente na forma de hidroxiapatita, com relação em peso de 1:2 com o cálcio (McDOWELL, 1997). 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 fosfolipídios das membranas celulares e constituinte dos ácidos nucleicos (LEHNINGER et al., 2002; ALEXANDER et al., 2008).

A deficiência desse mineral pode causar anormalidades ósseas, alterações do apetite com baixa ingestão de alimentos, redução na eficiência alimentar e distúrbios reprodutivos (UNDERWOOD & SUTLLE, 1999). Como está implicado em diferentes funções

metabólicas de vital importância preconiza-se proporcionar níveis adequados de fósforo aos animais por meio de suplementação.

Todavia, as exigências nutricionais não são as mesmas para todos os suínos, pois essas variam conforme genótipo, sexo, idade, temperatura, aspectos sanitários, densidade animal, entre outros fatores (NRC, 1998). As exigências de fósforo são distintas para o máximo desempenho e a máxima mineralização óssea, e o tecido esquelético exige maior quantidade deste mineral. Assim, animais de grupos genéticos superiores para deposição de carne magra na carcaça podem ter as suas exigências de fósforo aumentadas, em função das variações nas proporções entre as quantidades de tecido mole em relação ao tecido esquelético (CRENSHAW et al., 2001).

Com o passar dos anos tem se verificado mudanças nas recomendações diárias de fósforo para os suínos. De acordo com o NRC (1998) e ROSTAGNO et al. (2000) o nível de fósforo recomendado para suínos de alto potencial genético em crescimento dos 20 aos 50kg era 0,230% de fósforo disponível e 0,360% de fósforo total respectivamente. Cinco anos após foi publicada nova tabela por ROSTAGNO et al. (2005) e a exigência passou a ser de 0,332% de fósforo disponível para suínos dos 30 aos 50kg. Após novas pesquisas ROSTAGNO et al. (2011) recomendaram 0,314 e 0,304% de fósforo disponível e digestível respectivamente, enquanto o NSNG (2012) passa a preconizar a exigência de 0,270% de fósforo digestível.

Diante desse cenário evidencia-se a necessidade de avaliação contínua na eficiência de utilização e das exigências nutricionais de fósforo para máximo desempenho nos sistemas de produção intensiva. Portanto, realizou-se este trabalho com objetivo de avaliar níveis de fósforo digestível sobre o desempenho, características de carcaça, custo de suplementação de fósforo para suínos machos castrados dos 30 aos 50kg, dos 50 aos 70kg e dos 70 aos 100kg e estabelecer planos nutricionais sequenciais de fósforo digestível para suínos machos castrados dos 30 aos 100kg.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Histórico

No ano de 1669, o fósforo foi isolado pela primeira vez na urina de humanos pelo alquimista Hennig Brant, na Alemanha. Um século depois o fósforo foi reconhecido como elemento essencial para os ossos, pelo químico sueco Johan Gottlieb Gahn. Em pesquisas a campo no ano de 1771, Karl Scheele encontrou grande quantidade de fósforo nas cinzas de ossos, mais tarde, após pesquisas Sheele e Gahn revelam que ossos eram formados basicamente por fosfato de cálcio.

Em 1785 foram relatados os primeiros sintomas de deficiências de fósforo em vacas. Meio século após descobriu-se que a parte inorgânica dos ossos era formada por fosfato de cálcio e carbonato e magnésio. Em 1920 o botulismo foi caracterizado como deficiência de fósforo, e isso possibilitou a elucidação de casos de osteofagia relatados um século antes. Ainda em 1920 foram relatados na África casos de baixa de produtividade, baixa fertilidade e apetite depravado em bovinos com deficiência de fósforo. E a partir desse ano intensificaram-se os estudos nas relações entre o cálcio e o fósforo dietético.

Pesquisas com as relações entre a vitamina D e sua influência no metabolismo do cálcio e fósforo foram intensificadas a partir de 1960. Atualmente os estudos estão direcionados para as exigências ótimas de cada espécie e as interrelações com os demais minerais no processo de absorção e utilização pelo organismo animal, com objetivo de reduzir os níveis de suplementação e diminuir os impactos ambientais (McDOWELL, 1992).

1.2 Fontes de fósforo

O fósforo pode ser encontrado na forma de ácido fítico, fosfolipídeos, ácidos nucleicos com maior concentração nas sementes, seguida pelos caules e folhas, e essa concentração é dependente da espécie e maturidade da planta, do clima e solo (MCDOWELL,

1997). Os produtos de origem animal como farinha de ossos, farinha de carne e farinha de peixe consistem em excelentes fontes de fósforo (UNDERWOOD, 2001), (Tabela 1). Porém, deve-se analisar a espécie animal a ser suplementada, uma vez que a disponibilidade do fósforo de origem vegetal é menor para os não ruminantes, e os de origem animal são vetadas na maior parte do mundo.

No Brasil existem grandes reservas de rochas fosfáticas que podem ser utilizadas na nutrição animal (TEIXEIRA et al., 2004). O fósforo proveniente dessas rochas deve ser purificado com intuito de estabelecer níveis aceitáveis de contaminantes, tais como o cádmio, vanádio, ferro, magnésio, enxofre, bário, titânio e tório, e dentre eles o principal é o flúor (BARCELLOS, 1998; MOREIRA & MIYADA, 1998). O flúor é um elemento de baixa segurança, uma vez que apresenta níveis de toxicidade muito próximos à faixa da exigência (MOREIRA et al., 2009).

Tabela 1 - Concentrações e biodisponibilidade biológica de fontes de fósforo, utilizados na nutrição de suínos.

Fonte	Concentração de fósforo total, %	Coeficiente de disponibilidade, %	Coeficiente de digestibilidade, %
Farelo de soja, 45%	0,56	-	45,7
Milho, 7,88%	0,25	-	44,0
Ácido fosfórico	21,5	120	90,0
Farinha de ossos calcinada	16,2	92	60,0
Fosfato bicálcico	18,5	100	75,0
Fosfato monobicálcico	18,6	105	85,3
Fosfato monocálcico	21,4	101	78,2
Fosfato de rocha Catalão	15,1	52	63,3
Superfosfato triplo	20,4	100	76,9

Adaptado de Rostagno et al. (2011).

A intoxicação é conhecida como fluorose, e a suscetibilidade das espécies seguem na ordem, os pequenos ruminantes, os grandes ruminantes, as aves e os suínos

(ANDRIGUETTO, 1999). No entanto as fontes de fósforo estudadas no Brasil, são originários de rochas ígneas, que apresentam menores teores de flúor em comparação a fontes de outros países, geralmente de origem sedimentar (HARMON et al., 1970; FIGUEIRÊDO, 2001) e níveis de metais pesados considerados normais pelos padrões internacionais (BARBOSA et al., 1991; TEIXEIRA, 2004).

1.3 Disponibilidade e digestibilidade do fósforo

A disponibilidade biológica de um nutriente é definida como a porção ingerida capaz de ser absorvida pelo intestino e estar disponível tanto para o uso metabólico quanto ao armazenamento em tecidos animais (BÜNZEN et al., 2008). A disponibilidade biológica dos minerais pode ser definida como a capacidade da fonte mineral em suportar os processos da digestão e estar disponível para ser aproveitado pelo organismo (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). Os valores de disponibilidade do fósforo dos diversos alimentos ou fontes podem ser obtidos por meio da informação de disponibilidade de uma fonte considerada padrão, cuja disponibilidade é atribuída em 100% (BÜNZEN et al., 2008). Os valores de disponibilidade do fósforo variam entre os ingredientes, dentre os ingredientes, da estrutura físico-química dos alimentos e também ao processamento (LIMA et al., 1999).

A digestibilidade de um nutriente pode ser definida como a diferença entre a porção ingerida e a excretada. A digestibilidade aparente e verdadeira do fósforo é utilizada com objetivo de determinar o valor nutricional desse mineral, seja de uma fonte vegetal, animal ou rochosa. Essa digestibilidade depende primeiramente da composição química, seguido pela capacidade digestória do animal para tal nutriente (McGOOGAN & REIGH, 1996). Uma vez que a avaliação da digestibilidade é onerosa em custo e trabalho, pesquisadores sugerem que o fósforo seja avaliado por meio dos coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira reportadas nas tabelas nacionais e internacionais. Preconiza-se o uso de valores de

digestibilidade verdadeira corrigida pelas perdas endógenas de fósforo em dietas, por não subestimar a utilização do fósforo pelos animais (SHEN et al., 2002; BÜNZEN et al., 2008).

1.6 Funções do fósforo

O fósforo em sua forma orgânica faz parte de fosfoproteínas, fosfolipídeos constituintes de membranas, fosfocreatina, como reservatório de energia, nucleoproteínas, como constituintes do DNA e RNA e fosfato-hexoses, como participante do metabolismo dos carboidratos, lipídeos e proteínas (LEHNINGER, 2002; SING, 2008).

Os mecanismos de atuação do fósforo podem ser: a) No mecanismo de transferência de energia por meio das moléculas de AMP, ADP, ATP e desempenha papel fundamental para todas as reações que envolvem a produção de energia. b) Na transcrição do RNA mensageiro, desencadeando respostas hormonais, estimulando a síntese e a secreção de células e órgãos envolvidos na atividade reprodutiva. c) Como componente ativador e constituinte de complexos coenzimáticos, NAD e NADP. d) Na matriz óssea, o fósforo participa da mineralização na forma de fosfato de cálcio – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ e hidroxiapatita – $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (LEHNINGER, 2002; SING, 2008).

A membrana das células contém fosfolipídeos e proteínas. Os fosfolipídeos são formados pela associação de um radical fosfato que dá origem a uma cabeça polar e uma cauda apolar formada pelos lipídeos. Os fosfolipídeos não ligados a membranas plasmáticas possuem papéis adicionais no corpo como a formação da bile, componentes da substância surfactante dos pulmões e das partículas lipoproteicas plasmáticas (LEHNINGER et al., 2002). Além disso, o fósforo participa do importante sistema tampão do organismo, que no caso de um ácido forte penetrar no organismo, tanto por produção metabólica, quanto por ingestão, poderá levar a queda do pH plasmático.

O sistema tampão fosfato atenua consideravelmente esta queda captando o íon H para formar um ácido fraco: $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{NaCl}$. O mesmo mecanismo é acionado se for adicionado uma base forte, o tampão fosfato reage com essa base dando origem a uma base fraca, permitindo apenas uma leve elevação do pH: $\text{NaOH} + \text{NaH}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{NaHPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (BERNER, 1997).

1.5 Metabolismo do fósforo

1.5.1 Absorção

O fósforo é disponibilizado aos animais sob a forma de mono, di e trifosfato inorgânico, e na forma orgânica como fitato, fosfolipídeos e fosfoproteínas. Na forma de fitato é pouco disponível aos animais não ruminantes devido à inexpressiva produção ausência de fitases (McDOWELL, 1992). Após ser ingerido por meio dos alimentos, o fósforo passa por um processo de solubilização no estômago e intestino proximal, para ser absorvido principalmente no jejuno que é a porção mais ativa na absorção desse mineral. O fósforo orgânico deve ser hidrolisado a PO_4^{3-} para ser absorvido (REBOLLAR & MATEOS, 1999) e essa absorção pode ser realizada por dois sistemas, por contra transporte ativo utilizando sódio ou simplesmente por um processo passivo de difusão.

O co-transporte ativo de fósforo, se dá por meio da membrana intestinal, é o maior responsável pela absorção de fosfatos na região proximal do intestino delgado (ROSOL & CAPEN, 1997; BARCELLOS, 1998). Por sua vez o transporte passivo ocorre nas situações de gradiente de concentração eletricamente favorável, promovido pelas cargas presentes nos íons. O transporte passivo de ortofosfatos pode ser facilitado pela presença de carreadores entre as membranas basolaterais até o sangue (AUMAN, 2003).

Com níveis de fósforo sanguíneos deprimidos o organismo recorre à capacidade de reabsorção do fósforo que seria excretado na urina, este processo envolve alguns hormônios

tiroideanos e a vitamina D (ROSOL & CAPEN, 1997). A solubilidade do fosfato é um dos fatores que podem afetar a absorção do fósforo, e esta pode ser afetada pelo pH luminal, vitamina D₃ na dieta, altas quantidades de magnésio e alumínio, e das concentrações de cálcio, uma vez que altas quantidades de cálcio aumentam a exigência de fósforo para ser absorvido (SING, 2008).

1.5.2 Controle do metabolismo do fósforo

O controle do metabolismo do fósforo está associado ao do cálcio e existe uma relação que deve ser mantida para a integridade da homeostase destes dois elementos. O processo de equilíbrio das concentrações plasmáticas de cálcio e fósforo envolve três hormônios, a vitamina D, o paratormônio e a calcitonina.

1.5.2.1 Vitamina D

Classificada como vitamina lipossolúvel a vitamina D pode ser sintetizada pelas plantas e animais. O ergosterol, um esteroide das plantas quando ativado pelos raios solares é convertido em ergocalciferol (vitamina D₂). O colecalciferol (vitamina D₃) é produzido exclusivamente pelos animais por meio da conversão do 7-deidrocolesterol, derivado do colesterol e esqualeno. A vitamina D ativa é originada do colecalciferol formado na pele por meio de ação não enzimática a partir do precursor esteroide 7-deidrocolesterol, que envolve a ação dos raios solares ultravioletas. Para completar o processo de ativação, a vitamina D ainda deve passar por duas hidroxilações, uma no fígado por meio da enzima 25-hidrolase e outra nos rins pela 1-alfa hidrolase. (ISLABÃO, 1982; GONZÁLEZ & SILVA, 2003). Os raios solares foram imprescindíveis para a síntese de vitamina D, quando não havia a suplementação de vitaminas nas dietas. Porém, estudos atuais têm demonstrado que a radiação solar direta pode ser mais prejudicial para a produção animal, do que sua ausência

A vitamina D está associada à absorção de cálcio e fósforo no intestino e a reabsorção destes nos rins, essa vitamina tem a função de estimular a liberação do paratormônio da paratireoide e promover a síntese de uma proteína carreadora de cálcio. Baixas concentrações de fósforo estimulam a síntese de vitamina D por meio da ativação da enzima 1-alfa-hidroxilase presente nos rins, para aumentar a absorção de fósforo do lúmen intestinal. A ação sobre os ossos promove a mobilização de cálcio e fósforo pela ativação dos osteoclastos (POND et al., 1995).

1.5.2.2 Paratormônio

O paratormônio é secretado pela glândula paratireoide, tendo grande influência sobre a calcemia. A secreção do paratormônio promove a desmineralização óssea aumentando os níveis de fosfato no sangue. Atua sobre os rins diminuindo a excreção de fósforo e estimula a síntese de Vitamina D ativa por meio da ativação da 1-alfa-hidroxilase renal. Baixos níveis de cálcio ou desequilíbrio na relação cálcio fósforo influenciam negativamente no metabolismo do paratormônio (McDOWELL, 1992).

1.5.2.3 Calcitonina

A calcitonina é produzida pela tireoide e tem efeito oposto ao paratormônio. Ela estimula a deposição de cálcio e fósforo nos ossos, e o estímulo para sua secreção ocorre quando os níveis de cálcio e fósforo estão elevados no sangue. As interações entre a secreção dos três hormônios permitem a homeostase dos níveis séricos de fósforo quando o fornecimento dietético de cálcio e fósforo está deficiente (McDOWELL, 1992).

1.5.3 Excreção

A excreção do fósforo ocorre pelas fezes e urina, e a preocupação cada vez mais presente nas áreas de intensa produção animal é o excesso de nutrientes excretado nos dejetos. O suíno retém aproximadamente 18 a 40% do fósforo ingerido, e isso denota que há espaço para melhoria, ou seja, que a excreção de minerais pode ser reduzida (DE LANGE et al., 1999). Esta questão tem exigido dos nutricionistas melhor entendimento sobre a digestão e o metabolismo de fósforo de forma a aumentar a eficiência de sua utilização pelos animais (JONGBLOED & LENIS, 1998; HASTAD et al., 2004).

As estratégias nutricionais são essenciais para minimizar a oferta de minerais sem prejudicar o desempenho do animal. Dentre essas, está à redução da superalimentação de fósforo, o uso de enzimas para aumentar a disponibilidade de fósforo na dieta, e o desenvolvimento de grãos com fósforo de alta disponibilidade, entre outras. Nesse sentido, avanços têm sido evidenciados, porém mais estudos são necessários para aperfeiçoar as estratégias nutricionais para maximizar a redução na excreção de fósforo, sem prejuízo ao desempenho animal (MAGUIRE et al., 2004).

1.6 Exigências de fósforo e ambiente térmico

O Brasil apresenta em sua maior extensão o clima tropical, com altas temperaturas na maior parte do ano. Em criação de suínos o ambiente térmico pode-se constituir em um dos fatores que mais influenciam o comportamento, fisiologia, metabolismo, e consequentemente o desempenho dos animais. Uma vez que, em temperatura do ar elevada, os suínos apresentam menor eficiência na utilização de energia e proteína (KIEFER et al., 2009), redução significativa no ganho de peso diário (MANNO et al., 2005), redução do consumo de ração diário, piora na conversão e eficiência alimentar (TAVARES et al., 2000).

Uma das prováveis justificativas para esses fatos pode ser a baixa eficiência de perda de calor em temperaturas elevadas, que afeta sua fisiologia. Um dos principais mecanismos

desse desajuste é a redução dos níveis de hormônios triiodotironina (T3) e tiroxina (T4), circulantes (SAHIN et al., 2002; YAHAV et al., 2002), e consequentemente à redução da atividade da bomba de sódio (Na^+ , K^+ e ATPase) diminuindo a atividade metabólica de alguns órgãos, tais como o fígado, rins e intestinos (BIANCO, 2000; FERREIRA et al., 2006).

O mecanismo é acionado para diminuir a produção do calor corporal, e esses eventos fisiológicos podem levar a diminuição da digestibilidade de alguns nutrientes, e dentre eles o fósforo e o cálcio (KIEFER et al., 2012). Esses autores observaram que animais dos 30 aos 60kg, mantidos em condições de estresse por calor (31°C) excretaram duas vezes mais fósforo em relação àqueles mantidos em condições de conforto térmico (23°C).

A exigência de fósforo disponível para animais na faixa dos 15 aos 30kg, mantidos em ambientes com alta temperatura do ar, visando ganho de peso diário, conversão alimentar e parâmetros ósseos são 0,477, 0,457 e 0,529%, correspondente a ingestão diária de 4,75; 4,55 e 5,27g (ALEBRANTE et al., 2011). Os suínos com peso entre 60 a 100kg e submetidos a estresse por calor apresentaram exigência diária de 0,295% ou 9,04g de fósforo disponível para melhorar a eficiência alimentar. Por outro lado, quando mantidos em ambiente termoneutro, a recomendação passou a ser de 0,316% ou 10,58g (SARAIVA et al., 2012). Com isso, o clima passa a ser um dos principais fatores limitantes para obtenção da máxima produtividade dos animais (HANNAS, 2000).

1.7 Exigências de fósforo para suínos em crescimento e terminação

As rações de suínos e aves são normalmente formuladas à base de grãos de cereais, os quais possuem grande parte de fósforo na forma de fitato, que é pouco disponível aos animais não ruminantes (GOMES et al., 2004). Por tanto, torna-se necessária a suplementação de fósforo, a partir de fontes rochosas para suprir essa deficiência.

Considera-se que na formulação deva ser fornecida a quantidade exata de fósforo para que não falte ou não exceda as necessidades diárias do animal. Essa quantidade a ser fornecida deve ser de acordo com o sexo, a idade ou faixa de peso, a categoria, e o potencial genético dos animais. Os valores de exigência podem ser encontrados em diferentes tabelas (CVB, 1998; ROSTAGNO et al., 2005; ROSTAGNO et al., 2011; NSNG, 2012; NRC, 2012) sob o conceito de fósforo total, disponível e digestível. Em sistema de alimentação de precisão recomenda-se utilizar o conceito de fósforo digestível.

As exigências de fósforo para o máximo desempenho são inferiores aquelas necessárias para o atendimento da mineralização óssea (CRESHAW et al., 2001). Todavia, as recomendações são definidas, principalmente para atender o desempenho dos animais, não considerando a mineralização dos ossos (NRC, 1998).

Trabalhos têm sido desenvolvidos para recomendação do melhor nível de fósforo em atendimento ao desempenho dos suínos. Estudos com machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça, dos 30 a 60kg alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja apresentaram desempenho satisfatório ao consumirem diariamente 9,11g ou 0,390% de fósforo disponível (AROUCA et al., 2009) e 5,87g ou 0,310% de fósforo digestível (BÜNZEN et al., 2012). Os teores de fósforo digestível para maximizar o desempenho e características de carcaça de machos castrados e fêmeas são 0,210, 0,190 e 0,160% para os suínos nas faixas de peso entre 25 a 50, 50 a 80, e 80 a 118kg, respectivamente (O'QUINN et al., 1997).

A melhor conversão alimentar e quantidade de carne magra em suínos machos castrados de alto potencial genético dos 60 aos 90kg foi alcançado com a oferta de 0,330% de fósforo disponível na dieta, correspondendo ao consumo de 9,38g/dia (AROUCA et al., 2010). Na terminação tardia de machos castrados dos 95 aos 120kg, foi preconizado a

ingestão diária de 6,34g ou 0,210% de fósforo disponível para o máximo desempenho (AROUCA et al., 2012).

A tabela brasileira de aves e suínos de 2011 infere que, um suíno macho castrado de alto potencial genético para deposição de carne magra na faixa de 30 a 50kg necessitará de 0,304% (5,97g) de fósforo digestível dia. Esse mesmo animal precisará de 0,268% (6,56g) dos 50 aos 70kg. Já na fase de terminação dos 70 aos 100 e 100 aos 120kg os níveis recomendados passarão a ser de 0,248% (7,28g) e 0,230% (7,71g) respectivamente (ROSTAGNO et al., 2011). Em publicação recente o NSNG (2012) estabelece a exigência de fósforo digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético em 0,330; 0,270; 0,230; 0,190 e 0,160%, para as seguintes faixas de peso, 20 a 40, dos 40 a 61, dos 61 a 81, dos 81 a 102, dos 102 a 122kg, respectivamente.

Conforme o exposto verifica-se que na fase de terminação, a exigência de fósforo dos suínos é menor que a fase de crescimento, pelo fato de o animal estar em processo desacelerado de formação dos ossos e músculos. Ainda assim, o fósforo tem grande importância para essa fase, devendo ser fornecido em quantidade adequada, para que o animal tenha um desenvolvimento eficiente e econômico (GOMES et al., 1988).

1.8 Deficiência de fósforo

Dos sinais mais comuns de deficiência de fósforo nos animais em desenvolvimento está à redução e ou depravação do apetite, piora na eficiência de utilização de alimentos, perda de peso e oretardo no crescimento (McDOWELL, 1992; POND et al., 1995). Além disso, a deficiência promove mineralização óssea inadequada, podendo ocasionar o raquitismo em suínos jovens, e osteomalácia nos adultos (NRC, 1998).

Os ossos e articulações tendem ao engrossamento deixando os animais suscetíveis a fraturas e membros deformados devidos à falta de resistência para suportar o peso corporal.

Em casos mais críticos de deficiência verificam-se engrossamento das articulações, ossos longos encurvados, deformações torácicas devido à desmineralização acentuada e ossos frágeis (McDOWELL, 1992).

Dietas com baixos níveis cálcio e fósforo durante a gestação podem reduzir o tamanho da leitegada. A alimentação de fêmeas prenhes conforme as recomendações no NRC (1998) pode resultar em 1 a 1,5 mais leitões por leitegada comparado com aqueles que recebem a dieta com valores inferiores (McDOWELL, 1992). Tem sido relatado na literatura que dietas para leitões deficientes em cálcio e fósforo podem promover retardo no crescimento, alterações nos cascos, fraturas de vértebras e paralisia dos posteriores. Suínos alimentados com rações contendo proporção menor que 1:1 (cálcio:fósforo) tendem a apresentar excessiva desmineralização e substituição por tecido fibroso (POND et al., 1995).

A suinocultura brasileira tem vivenciado nesses últimos anos intenso avanço na área da genética dos suínos, com seleção de animais superiores para produção e reprodução e, portanto, torna-se e explicita a necessidade de reavaliação contínua das exigências nutricionais para máximo desempenho nos sistemas de produção intensivo visando, além da redução dos custos com suplementação de fósforo, a redução da excreção deste mineral no ambiente (GOMES et al., 2004; ROSTAGNO et al., 2005).

1.9 Potencial poluente dos dejetos

O Fósforo quando lançado em excesso no ambiente gera impactos negativos, em especial na qualidade da água. No meio aquático o fósforo em demasia promove a eutrofização. Definida como o enriquecimento excessivo da água a eutrofização pode ser causada por diversos agentes, dentre eles os dejetos de animais (KLEIN & AGNE, 2012). Os nutrientes lançados nas águas desencadeiam o crescimento excessivo de algas e plantas, que por sua vez utilizam todo o oxigênio disponível, prejudicando e até mesmo exterminando os

peixes (MALAVOLTA, 1990). A legislação brasileira estabelece que os níveis críticos de fósforo total na água são de 0,020 – 0,025 (classes 1); 0,030 – 0,050 (classes 2) e 0,050 – 0,075 mg L⁻¹ (classe 3) (CONAMA, 2005). Todavia o nível crítico de fósforo total não pode exceder 0,025 mg L⁻¹, (KLEIN & AGNE, 2012).

A produção de grande quantidade de dejetos ricos em nutrientes, especialmente o fósforo, coloca a suinocultura industrial como potencial poluidor do ambiente. Nesse sentido, a utilização de águas residuárias de suinocultura na fertirrigação pode ser uma solução viável para a equalização de alguns problemas de poluição ambiental, baixa fertilidade do solo, custos com insumos e uso de água potável na agricultura. Por outro lado, a quantidade de fósforo contida nessas águas residuárias e as repetidas aplicações, também podem comprometer a qualidade do ambiente (PRIOR et al., 2009).

Foi avaliada a sustentabilidade de 3.821 unidades de produção suinícola distribuídas em vários municípios da região Meio Oeste Catarinense, baseando-se no balanço de nutrientes em nitrogênio e fósforo, evidenciou que elas geram por meio dos dejetos, excedentes de nutrientes que superam a capacidade de exportação dos seus sistemas agrícolas. Apenas 8,9% do nitrogênio e 7,7% do fósforo são exportados via culturas e como a forma de utilização predominante é o uso dos dejetos como fertilizantes, denota-se desequilíbrio na região analisada (BERTO & MIRANDA, 2007).

1.10 Custo de produção

A alimentação de suínos em granjas comerciais de ciclo completo corresponde a 65% do custo em épocas de estabilidade econômica. Em épocas de crise no setor esse percentual se eleva chegando a 75% do custo total de produção (NUNES et al., 2001; FÁVERO et al., 2003). Neste aspecto a possibilidade de se obter lucros na atividade suinícola depende fundamentalmente de um adequado planejamento da alimentação dos animais. Isso

envolve a disponibilidade de ingredientes em quantidade e qualidade adequada, a preços que viabilizem a produção de suínos (NUNES et al., 2002).

Os nutrientes mais onerosos na alimentação dos suínos são em sequencia, a proteína, a energia e o fósforo. O fósforo, na nutrição animal exige atenção especial por parte dos nutricionistas, uma vez que, dos minerais normalmente suplementados nas rações é o que apresenta maior valor econômico, e o que possui o maior número de funções metabólicas.

A retirada total ou parcial dos suplementos micromineral e/ou vitamínico com objetivo de reduzir o custo da alimentação tem sido bem documentada na literatura por estudos de DONZELE et al. (1984), BARBOSA et al. (1988), LIMA et al. (1991), PATTIENCE e GILLIS (1996), SETTI et al. (1997) e MAVROMICHALIS et al. (1999), NUNES et al. (2002).

Entretanto, poucos estudos tem sido realizados para verificar o efeito da redução dos níveis de suplementação de fósforo inorgânico sobre as características de desempenho e de carcaça, considerando o custo de alimentação dos suínos em fase de crescimento e terminação em sistema de produção intensiva. Em ensaios experimentais MAVROMICHALIS et al. (1999) verificaram que foi possível reduzir o custo da ração com a retirada de até 2/3 de fósforo inorgânico, sem prejuízo no desempenho dos suínos. A redução dos níveis de fósforo inorgânico nas rações suplementadas com fitase resultou em redução nos custos de produção de suínos na fase de terminação (OLIVEIRA et al., 2010).

Diante desse cenário, entende-se que a reavaliação dos níveis nutricionais por meio da utilização de planos sequenciais de fósforo poderá resultar em novas informações dos efeitos residuais deste nutriente sobre o desempenho, as características de carcaça, o potencial poluente nos dejetos e o custo de alimentação.

Com os resultados obtidos no presente estudo, foram elaborados três artigos intitulados: Artigo 1- **Níveis de fósforo digestível para suínos machos castrados dos 30 aos**

50kg; Artigo 2- Níveis de fósforo digestível para suínos machos castrados dos 50 aos 80kg e Artigo 3- **Planos nutricionais de fósforo digestível para suínos machos castrados dos 30 aos 100kg**, redigidos conforme as normas da revista Ciência Rural e adaptações às normas de elaboração de dissertações e teses do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal/FAMEZ/UFMS.

REFERÊNCIAS

- ALEBRANTE, L. et al. Available phosphorus levels in diets for pigs with high genetic potential for lean meat deposition kept in thermoneutral environment from 15 to 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.323-330, 2011.
- ALEXANDER, L.S. et al. Response to dietary phosphorus deficiency is affected by genetic background in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.86, p.2585-2595, 2008.
- ANDRIGUETTO, J.M. Nutrição Animal. 6ª ed. São Paulo: Nobel, 1999. 395 p
- AROUCA, C.L.C. et al. Available phosphorus levels for 95 to 120 kg barrows genetically selected for lean gain. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1433-1441, 2012.
- AROUCA, C.L.C. et al. Exigência de fósforo disponível para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra, dos 30 aos 60 kg. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.1094-1103, 2009.
- AROUCA, C.L.C. et al. Níveis de fósforo disponível para suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2646-2655, 2010.
- AUMAN, S. K. **Increasing dietary phosphorus retention and decreasing fecal phosphate excretion in modern commercial broilers** 2003. Disponível em <<http://www.openthesis.org/documents/Increasing-dietary-phosphorus-retention-decreasing-118675.html>>. Acesso em: 01/06/2014.

BARBOSA, H.P. et al. Desempenho produtivo e reprodutivo de suínos alimentados com fosfatos não convencionais. In MINI-SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1991, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1991. p.97-120.

BARBOSA, H.P. et al. Teste de premix de minerais e vitaminas com suínos em crescimento e terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25, 1988, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 1988. p.25.

BARCELLOS, J.O.J. O papel do fósforo na nutrição de bovinos de corte. In: DIAZ GONZALEZ, F.H. et al. (Eds.). **Nutrição mineral em ruminantes**. 2.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1998. p.23-72.

BERNER, Y.N. Phosphorus. In: B. L. O'DELL AND R. A. SUNDE, **Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements**. (Ed). New York: Marcel Dekker. p.63–92, 1997.

BERTO, J.; MIRANDA, C.R.A sustentabilidade ambiental das propriedades suinícolas da microrregião do meio oeste catarinense: Uma avaliação com base no balanço de nutrientes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, p.1589 a 1592, 2007.

BIANCO, A.C. Hormônios Tireóideos, UCPs e Termogênese. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia & Metabologia**, v.44, p.281-289, 2000 (revisão).

BÜNZEN, S. et al. Digestibilidade do fósforo de alimentos de origem vegetal determinada com suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1236-1242, 2008.

BÜNZEN, S. et al. Níveis de fósforo digestível para suínos em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.320-325, 2012.

CENTRAL VEEVOEDERBUREAU - CVB. **Veevoedertabel: Gegevens over chemischesamenstelling, verteerbaarheidenvoederwaarde van voedermiddelen**. Lelystad: 1998, p.94.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-, RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs.58-63.

CRENSHAW, T. D. Calcium, phosphorus, vitamin D, and vitamin K in swine nutrition. In: Lewis, A. J.; Southern, L. L. **Swine Nutrition**. 2.ed., Washington: CRC Press, 2001. p.187-212.

De LANGE, K. et al. Manipulation of diets to minimize the contribution to environmental pollution.**Advances in Pork Production**, v.10, p.173-186, 1999.

DONZELE, J.L. et al. Avaliação da retirada do suplemento mineral e vitamínico da alimentação dos suínos em terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.13, p.211-14, 1984.

FERREIRA, R.A. et al. 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**, v.35, p.1056-1062, 2006.

FIGUEIRÊDO, A.V. et al. Disponibilidade biológica do fósforo de fontes fosfatadas determinada por intermédio da técnica de diluição isotópica para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1514-1520, 2001.

GOMES, P. C. **Exigência nutricional de fósforo e sua disponibilidade em alguns alimentos para suínos de diferentes idades**. 1988. 163 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GOMES, P.C. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1734-1746, 2004 (Supl. 1).

GONZÁLEZ, F.H.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 198p.

- HANNAS, M.I. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre os parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões dos 15 aos 30kg **In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 36. Porto Alegre, 1999. Porto Alegre: SBZ, 1999. 1 CD-ROM.
- HARMON, B.G. et al. Effect of source level of dietary phosphorus on structure and composition of turbinate and long bones. **Journal of Animal Science**, v.30, p.742-747, 1970.
- HASTAD, C.W. et al. Phosphorus requirements of growing-finishing pigs reared in a commercial enviroment. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2945-2952, 2004.
- JONGBLOED, A.W.; LENIS, N.P. Environmental concerns about animal manure.**Journal Animal Science**, v.76 p.2641-2648, 1998.
- KIEFER, C. et al. Digestibilidade de dietas suplementadas com fitase para suínos sob diferentes ambientes térmicos. **Ciência Rural [online]**, v.42, p.1483-1489, 2012.
- KIEFER, C. et al. Resposta de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. **Arquivo Brasileiro de Zootecnia**, v.58, p.55-64, 2009.
- KLEIN, C.; AGNE, S.A.A. FÓSFORO: DE NUTRIENTE À POLUENTE. **Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v8, p. 1713-1721, 2012.
- LEHNINGER, A. et al. **Princípios de Bioquímica**. 3ª Ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975 p.
- LIMA, G.J.M.M. et al. Retirada de suplementação de microminerais e vitaminas de dietas de suínos em terminação: efeitos sobre o desempenho dos animais e composição dos ossos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p.398.
- LIMA,F.R. et al. Laboratory evaluations of feed-grade and agricultural-grade phosphates. **Poultry Science**, v.78, p.1717–1728, 1999.
- MAGUIRE, R.O. et al. Dietary strategies for reduced phosphorus excretion and improved water quality. **Journalof Environmental Quality**, v.34, p.2093-2103, 2004.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: ed. Agronômica Ceres. 1990.

MANNO, M.C. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 15 aos 30kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1963-1970, 2005.

MAVROMICHALIS, I. et al. Effects of omitting vitamin and trace mineral premixes and (or) reducing inorganic phosphorus additions on growth performance, carcass characteristics, and muscle quality in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2700-2708, 1999.

McDOWELL, R.L. **Minerals for grazing ruminant in tropical regions**. Florida: University of Florida, 81p. 1997.

McDOWELL, R.L. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 1992. p. 524.

McGOOGAN, B.B.; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, v.141, p.233-244, 1996.

MOREIRA, J.A. et al. Fisiologia digestiva de suínos alimentados com rações contendo diferentes fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.676-684, 2009.

MOREIRA, J.A.; MIYADA, V.S. Fontes de fósforo para suínos. In: ARAUJO, E.T.; VIEIRA, A.C. (Eds.) **Tópicos em ciências animal e pastagens**. 1.ed. Piracicaba: Centro Acadêmico Luiz de Queiroz, 1998. p.387-396.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Swine**: Eleventh Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of swine**. 10.ed. Washington, D.C.: National Academic of Science, 1998. 189p.

NATIONAL SWINE NUTRITION GUIDE. **Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates** – NSNG: 2012.

NUNES, R.C. et al. Retirada dos suplementos micromineral e/ou vitamínico da ração de suínos em fase de terminação: característica de carcaça e vida de prateleira da carne suína. **Ciência Animal Brasileira**, v.2, p.79-86, 2001.

NUNES, R.C. et al. Retirada dos suplementos micromineral e/ou vitamínico da ração de suínos em fase de terminação, desempenho, níveis de minerais nos metacarpos e custo de ração. **Ciência Animal Brasileira**, v. 3, p.49-57, 2002.

O'QUINN, P.R. et al. Digestible phosphorus needs of terminal-cross growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1308-1318, 1997.

OLIVEIRA, A.P.A. et al. Desempenho e avaliação da carcaça em suínos alimentados com rações de terminação com fitase associada à retirada de microminerais, vitaminas e fósforo inorgânico. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, p.775-783, 2010.

PATIENCE, J.F.; GILLIS, D. Impact of preslaughter withdrawal of vitamin supplements on pig performance and meat quality [s.l.]: **Prairie Swine Centre**, 1996. p.29-32. Annual Research Report.

POND, W.G et al. **Basic animal nutrition and feeding**. 4th ed. Nova York: John Wiley & Sons, 1995. 615p.

PRIOR, M. et al. Acúmulo e percolação de fósforo no solo devido à aplicação de água residuária de suinocultura na cultura do milho (Zeamays L.) **Pesquisa Aplicada &Agrotecnologia**, v 2, p.89-96, 2009.

REBOLLAR, P.G. et al. El fósforo en la nutrición animal: necesidades, valoración de materias primas y mejora de la disponibilidad. XV Curso de Especialización – **Avances en nutrición y alimentación animal**, 1999. Disponível em: <http://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/capitulos/99Cap2.pdf>. Acesso em 01/06/2014.

ROSA, I.V. **Uso de rochas fosfáticas como fonte de fósforo suplementar para ruminantes**. Brasília: EMBRAPA, 1983. (Parecer Técnico, 1).

- ROSOL; CAPEN. Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus, magnesium) metabolism. In: Kaneko J.J. (Ed.) **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5.ed. New York: Academic Press, 1997.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos, composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000, 141p.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos, composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005, 186p.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos, composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011, 252p.
- SAHIN, K. et al. Effects of vitamin C and vitamin E on lipid peroxidation, status, serum hormones, metabolite and mineral concentrations of japanese quails reared under heat stress (34°C). **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v.72, p.91-100, 2002.
- SAKOMURA, N.K.; HORACIO, S.R. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**/Jaboticabal :Funep, 2007, 283 p.
- SARAIWA, A. et al. Phosphorus requirements for 60-kg to 100-kg pigs selected for high lean deposition under different thermal environments.**Journal Animal Science**, v.90, p.1499-1505, 2012.
- SETTI, M.C. et al. Efeito da retirada do suplemento micromineral e/ou vitamínico na fase de terminação sobre o desempenho de suínos. **Ars Veterinária**, v.13, p.164-169, 1997.
- SHEN, Y. et al. Use of the regression analysis technique to determine the true phosphorus digestibility and the endogenous phosphorus output associated with corn in growing pigs. **Journal of Nutrition**, v. 132, p.1199-1206, 2002.
- SINGH, P.K. Significance of phytic acid and supplemental phytase in chicken nutrition: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.64, p.553-580, 2008.

TAVARES, S.L.S. et al. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.199-205, 2000.

TEIXEIRA, A.O. et al. Determinação da biodisponibilidade do fósforo de diferentes fontes pela técnica de diluição isotópica, em suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1231-1237, 2004.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. Phosphorus. In: **The Mineral Nutrition of Livestock**, 3.ed., London. 2001, p.375-395.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3.ed. New York: CABI Publishing, 1999. 598p.

YAHAV, S. et al. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. **Poultry Science**, v.76, p.627-633, 1997.

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

Levels of digestible phosphorus for barrows from 30 to 50kg

RESUMO

Realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar níveis de fósforo digestível em dietas para suínos machos castrados dos 30 aos 50kg, com alto potencial para deposição de carne magra. Foram utilizados 80 suínos, com peso inicial de $31,91 \pm 2,5$ 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 não influenciaram ($P > 0,05$) a profundidade de músculo, a área de olho de lombo, a espessura de toucinho, o percentual e quantidade de carne magra na carcaça. Constatou-se aumento linear ($P < 0,01$) do custo de alimentação conforme o aumento do nível de fósforo na dieta, e o nível de 0,219% apresentou custo de 24% mais baixo em relação ao nível de 0,294%. Conclui-se que o nível de 0,219%, que corresponde ao consumo diário de 3,58g de fósforo digestível, atende as exigências de suínos machos castrados dos 30 aos 50kg.

Palavras - chave: Alimentação, carcaça, custo, exigência, leitão, minerais

ABSTRACT

This study was carried out with the objective to evaluate levels of digestible phosphorus in the diets of barrows from 30 to 50kg, being those with high potential for lean meat deposition. Eighty barrows with initial weight of 31.91 ± 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 e 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 ($P < 0.01$) of feeding cost as the levels of digestible phosphorus in the diet increased, and the level of 0.219% cost 24% less when compared to the level of 0.294%. It was concluded that the level of 0.219%, which correspond to an intake of 3.58g of digestible phosphorus, meets the requirements of barrows from 30 to 50kg.

Key words: Food, carcass, cost, requirement, minerals, piglet

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 encontra-se nos ossos e dentes, principalmente na forma de hidroxiapatita, 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 fosfolipídios das membranas celulares e constituinte dos ácidos nucleicos (LEHNIGER et al., 2002; ALEXANDER et al., 2008).

A deficiência de fósforo pode causar anormalidades ósseas, alterações do apetite com baixa ingestão de alimentos, redução na eficiência alimentar e distúrbios reprodutivos (UNDERWOOD & SUTLLE, 1999). 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 genótipo, sexo, idade, temperatura, aspectos sanitários, densidade animal, entre outros fatores (NRC, 1998). Além disso, as exigências de fósforo são distintas entre o máximo desempenho e a máxima mineralização óssea. As exigências nutricionais para a obtenção da máxima mineralização são superiores àquelas preconizadas para otimizar o desempenho. Desse modo, suínos com alto potencial genético para deposição de proteína na carcaça podem ter as suas exigências de fósforo aumentadas, em função das variações nas proporções entre as quantidades de tecido mole em relação ao tecido esquelético (CRENSHAW et al., 2001).

Com o passar dos anos, tem se verificado mudanças nas recomendações diárias de fósforo para os suínos. No passado, o nível de fósforo recomendado para suínos, dos 20 aos 50kg, 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 50kg (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 suínos dos 30 aos 50kg (ROSTAGNO et al., 2011), enquanto que a literatura internacional recomenda 0,330% de fósforo digestível para suínos dos 20 aos 40kg (NSNG, 2012).

Diante desse cenário, evidencia-se a necessidade de avaliação contínua das exigências nutricionais de fósforo para suínos. Portanto, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar níveis de fósforo digestível em dietas para suínos machos castrados dos 30 aos 50kg.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 80 suínos com peso inicial de $31,91 \pm 2,20$ 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 baia 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 1,15m de largura x 2,86m de comprimento, dotadas de lâmina d'água, comedouros semiautomáticos e bebedouros tipo chupeta. As temperaturas de bulbo seco (TBS), bulbo úmido (TBU), globo negro (TGn) e a umidade relativa do ar (%) foram mensuradas diariamente às 08 e às 16hs, em nove pontos à altura do dorso dos animais, por meio de termômetro digital portátil modelo ITWTG 2000. O ITGU foi calculado pela equação proposta por BUFFINGTON et al. (1981).

As dietas experimentais (Tabela 2) 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.

Tabela 2 - Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 30 aos 50kg.

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, 45%	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55
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
Mistura vitamínica/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 calculada					
Proteína bruta, %	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Energia metaból., kcal kg ⁻¹	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., 1g.

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 utilizando o programa LINC® (M&S Consultoria Agropecuária Ltda).

Um grupo adicional de quatro leitões com peso de 31,94±3,82kg foi abatido seguindo-se as normas de manejo e procedimento de abate vigente 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 profundidade 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 reais (R\$) 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 de Campo Grande – MS (R\$ 1,80/kg) no mês de setembro/2013.

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 $16,51 \pm 4,87^{\circ}\text{C}$ e $28,75 \pm 5,54^{\circ}\text{C}$; $65,95 \pm 22,16\%$ e $72,72 \pm 6,5$, respectivamente. De acordo com a literatura, a faixa de temperatura ambiente que caracteriza conforto térmico para suínos em crescimento, a partir dos 30kg está entre 18 a 21°C (LE DIVIDICH et al., 1998; HUYNH et al., 2004) e ITGU médio de 69,1 (TAVARES et al., 2000). Embora as médias das variáveis térmicas registradas durante o período experimental caracterizem o ambiente de conforto térmico, pode-se inferir, a partir dos desvios das temperaturas médias mínimas, que os animais foram submetidos a períodos esporádicos de estresse por frio. Conforme considerações de NIENAMBER 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 3). Os resultados obtidos estão coerentes com os achados de diversos

pesquisadores como O'QUINN et al. (1997), HASTAD et al. (2004), BRAÑA et al. (2006), RUAN et al. (2007), SARAIVA et al. (2009) e RODRIGUES et al. (2011) que ao avaliarem níveis de fósforo para suínos entre 20 a 60kg também não observaram efeito no consumo voluntário. Entretanto, EKPE (2002); ALEBRANTE et al. (2011); BÜNZEN et al. (2012) avaliaram níveis de fósforo para suínos entre 20 aos 60kg e constataram que o consumo de ração diário variou de forma quadrática até os níveis máximos estimados em 0,350; 0,420% de fósforo disponível e 0,320% de fósforo digestível, respectivamente. Em estudos conduzidos por REINHART & MAHAN (1986) constataram que quando alimentados com dietas contendo níveis muito baixos de fósforo os suínos apresentaram redução significativa do consumo.

Considerando os resultados de consumo de ração demonstrados no presente estudo, pode-se inferir que os níveis baixos de fósforo digestível na dieta de suínos na fase de 30 a 50kg não comprometeram o consumo voluntário de alimento pelos animais. 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. Resultado semelhante foi descrito por HASTAD et al. (2004) que observaram aumento de 44% no consumo do fósforo disponível sem haver aumento no consumo de ração dos suínos na faixa de peso (entre 33 a 55kg) do presente estudo. Os pesquisadores, RUAN et al. (2007); SARAIVA et al. (2009); ALEBRANTE et al. (2011) e BÜNZEN et al. (2012) também observaram aumento no consumo de fósforo, porém esses foram acompanhados do aumento do consumo de ração.

Tabela 3 - Desempenho de suínos machos castrados dos 30 aos 50kg 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 ¹	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, R\$ ¹	0,046	0,054	0,061	0,071	0,078	9,30	<0,001
CPDGP, R\$ ¹	0,061	0,073	0,082	0,094	0,100	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.

¹ Efeito linear (P<0,01).

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 BUNZEN 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. (2001); 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 60kg foram indicados por pesquisadores como EKPE et al. (2002) que recomendam o nível 0,320% correspondente ao consumo de 6,17g⁻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 9,11g de fósforo disponível para a mesma faixa de peso. 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 7,45g e 7,36g de fósforo disponível para suínos dos 30 aos 60kg. 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 $8,20\text{g}^{-1}$. Por sua vez, BUNZEN et al. (2012) recomendaram o nível de 0,310% e consumo de $5,87\text{g}^{-1}$ 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 $3,58\text{g}^{-1}$. Todavia, os trabalhos acima mencionados sugerem níveis mais elevados para atendimento das exigências de animais nesta faixa de peso. Além destes, as exigências estabelecidas, nas tabelas brasileiras de exigências nutricionais para aves e suínos publicadas por ROSTAGNO et al. (2011) seguiram o mesmo valor exposto, preconizando o nível de 0,304% que corresponde ao consumo de $5,96\text{g}^{-1}$ de fósforo digestível para machos castrados, dos 30 aos 50kg. Do mesmo modo, as tabelas de NSNG (2012) sugeriram o nível de 0,330% e consumo de $5,00\text{g}^{-1}$, dos 20 aos 40kg, e ainda o nível de 0,270% e consumo de $5,20\text{g}^{-1}$, dos 40 a 60kg.

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 & MAHAN, 2010) uma vez que o músculo possui a segunda maior reserva de fósforo (MARINHO et al., 2007), do status sanitário (LEFLOC'H 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 $\hat{y} = 0,0012 + 0,2145x$, $r^2 = 0,81$ e o custo de fósforo digestível por ganho de peso, de acordo com a equação $\hat{y} = 0,00079 + 0,2522x$, $r^2 = 0,65$. 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 (0,294%), próximo ao estimado pela literatura ROSTAGNO et al. (2011). 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 4).

Tabela 4 - Características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados, dos 30 aos 50kg, 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		
ETU, mm	4,96	4,61	4,63	4,93	4,79	29,47	0,936
PMU, mm	32,59	33,13	31,72	31,95	32,98	9,17	0,633
AOLU, 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 ⁻¹	347,00	345,00	342,00	348,00	357,00	19,64	0,985

ETU = Espessura de toucinho avaliada por ultrassom; PMU = Profundidade de músculo avaliada por ultrassom; AOLU = Área de olho de lombo avaliada por ultrassom; CM% = Percentual de carne magra; QCM = Quantidade de carne magra; DCM = Deposição de carne magra diária.

São escassos os trabalhos da literatura que relatam o efeito do fósforo sobre as características de carcaça de suínos dos 30 aos 50kg, avaliados por ultrassonografia ou por meio de medições diretas na carcaça. 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 110kg e também não constataram efeito dos níveis de fósforo sobre a espessura de toucinho.

A oferta de fósforo abaixo da exigência para suínos pode influenciar de forma negativa as características quantitativas de carcaça, alterando a relação entre a deposição de proteína e gordura na carcaça (STAHLY, 2007). A gordura por ser um tecido pobre em fósforo, e tende a ser mais pronunciada na carcaça de animais com genótipo superior para deposição de tecido magro, recebendo dietas deficientes nesse mineral.

As características quantitativas de carcaça de suínos dos 25 aos 118kg 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 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 desempenho segue o mesmo padrão observado para as características quantitativas de carcaça. Portanto, a exigência de fósforo digestível para atendimento dessas características foi inferior ao nível preconizado por ROSTAGNO et al. (2011) que é de 0,304%. O resultado demonstra que, o nível mais baixo de fósforo digestível (0,219%) pode ser utilizado na formulação das dietas de suínos dos 30 aos 50kg com alto potencial para deposição de proteína sem prejuízos na 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 3,58g de fósforo digestível diário, atende as exigências nutricionais de fósforo para suínos machos castrados, dos 30 aos 50kg.

REFERENCIAS

ALEBRANTE, L. et al. Available phosphorus levels in diets for pigs with high genetic potential for lean meat deposition kept in thermoneutral environment from 15 to 30kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.323-330, 2011.

ALEXANDER, L.S. et al. Response to dietary phosphorus deficiency is affected by genetic background in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.86, v.10, p.2585-2595, 2008.

AROUCA, C.L.C. et al. Exigência de fósforo disponível para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra, dos 30 aos 60kg. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.1094-1103, 2009.

AROUCA, C.L.C. et al. Níveis de fósforo disponível para suínos machos castrados dos 60 aos 95kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2646-2655, 2010.

AROUCA, C.L.C. et al. Available phosphorus levels for 95 to 120kg barrows genetically selected for lean gain. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1433-1441, 2012.

BRAÑA, D.V. et al. Effect of a novel phytase on growth performance, bone ash, and mineral digestibility in nursery and grower-finisher pigs. **Journal Animal Science**, v.84, p.1839-1849, 2006.

BUFFINGTON, D.E. et al. **Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows**. Trans. ASAE, v.24, p.711-714, 1981.

BÜNZEN, S. et al. Níveis de fósforo digestível para suínos em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.320-325, 2012.

CRENSHAW, T.D. **Calcium, phosphorus, vitamin D, and vitamin K in swine nutrition.**

In: Lewis, A. J.; Southern, L. L. Swine Nutrition. 2.ed., Washington: CRC Press, 2001. p.187-212.

EKPE, E.D. et al. Digestible phosphorus requirement of grower pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v82, p. 541-549, 2002.

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**, 1., 2000. Concórdia: EMBRAPA -CNSA, 2000. p. 221- 234.

HASTAD, C.W. et al. Phosphorus requirements of growing-finishing pigs reared in a commercial enviroment. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2945-2952, 2004.

HUYNH, T.T.T. et al. Effects of floor cooling during high ambient temperatures on the lying behavior and productivity of growing finishing pigs. **Transactions of the ASAE**, v.47, p.1773–1782, 2004.

LE BELLEGO, L. et al. Effect of high temperature and low-protein diets on the performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, p.691-701, 2002.

LE DIVIDICH, J. et al. Thermoregulation. In: J. Wiseman, M.A. Varley and J.P. Chadwick, editors, **Progress in pig science**. N.G. Nottingham Univ. Press, Nottingham, UK, p. 229–263, 1998.

LE FLOC'H, N. et al. Biological roles of tryptophan and its metabolism: Potential implications for pig feeding. **Livestock Science**, v.112, p.23-32, 2007.

LEHNINGER, A. et al. **Princípios de Bioquímica**. 3ª Ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975p.

MARINHO, P.C. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1061-1068, 2007 (supl.).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of swine**. 10.ed. Washington, D.C.: National Academic of Science, 1998. 189p.

NATIONAL SWINE NUTRITION GUIDE. **Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates** – NSNG: 2012

NIENABER, J.A. et al. Cyclic temperature effects on growing–finishing swine. **Journal of Thermal Biology**, v.14, p.233–237, 1989.

O’QUINN, P.R. et al. Digestible phosphorus needs of terminal-cross growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1308-1318, 1997.

REINHART, G.A.; MAHAN, D.C. Effect of various calcium: phosphorus ratios at low and high dietary phosphorus for starter, grower and finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.63, p.457-466.

RODRIGUES, V.V. et al. Nutrient reduction in rations with phytase for growing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.370-376, 2011.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos, composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000, 141p.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos, composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005, 186p.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos, composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011, 252p.

RUAN, Z. et al. Dietary requirement of true digestible phosphorus and total calcium for growing pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.20, n.8, p.1236-1242, 2007.

SARAIVA, A. et al. Available phosphorus levels in diets for 30 to 60kg female pigs selected for meat deposition by maintaining calcium and available phosphorus ratio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.587-592, 2011.

SARAIWA, A. et al. Níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 30 aos 60kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1279-1285, 2009.

STAHLY, T.S. [2007]. **Nutrient needs for high lean pigs**. Manitoba agriculture, food and rural initiatives.Disponível em: <<http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/swine/bab10s13.html>>. Acesso em: 01/03/2014.

STAHLY, T.S. et al. **Dietary Available Phosphorus Needs of High Lean Pigs Fed from 9 to 119 kg Body Weight** (2001). Swine Research Report, 2000. Paper4. Disponível em: <http://lib.dr.iastate.edu/swinereports> 2000/4. Acesso em: 05/02/2014.

TAVARES, SLS. et al. Influência da Temperatura Ambiente sobre o Desempenho e os Parâmetros Fisiológicos de Suínos Machos Castrados dos 30 aos 60kg. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.29, p.199-205, 2000.

TRAYLOR, S.L. et al. Bioavailability of phosphorus in meat and bone meal for swine. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1054-1061, 2005.

TREVISI, P. et al. A tryptophan-enriched diet improves feed intake and growth performance of susceptible weanling pigs orally challenged with Escherichia coli K88. **Journal of Animal Science**, v.87, p.148- 156, 2009.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F.**The mineral nutrition of livestock**. 3.ed. New York: CABI Publishing, 1999. 598p

WISEMAN, T.G.; MAHAN, D.C. 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. **Journal of Animal Science**, v.88, p.3337-3350, 2010.

Níveis de fósforo digestível para suínos machos castrados dos 50 aos 80kg

Digestible phosphorus levels for barrows from 50 to 80kg

RESUMO

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar níveis de fósforo digestível em dietas para suínos machos castrados dos 50 aos 80kg, com alto potencial para deposição de carne magra. Foram utilizados 80 suínos, com peso médio inicial de $47,93 \pm 3,43$ kg, distribuídos em blocos ao acaso, com cinco níveis de fósforo digestível (0,186; 0,223; 0,261; 0,299 e 0,336%), 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 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 não influenciaram ($P > 0,05$) a profundidade de músculo, a área de olho de lombo, a espessura de toucinho e o percentual e quantidade de carne magra na carcaça. Constatou-se aumento linear ($P < 0,01$) do custo do fósforo digestível na alimentação conforme o aumento do mineral na dieta, e o nível de 0,186% apresentou custo de 29,4% menor em relação ao nível de 0,261%. A matéria seca, matéria natural, coeficiente de resíduo e sólido voláteis dos dejetos não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de fósforo. Por outro lado, foi possível observar efeito ($P < 0,01$) linear crescente para sólidos totais, fósforo total, e nitrogênio total nos dejetos dos suínos recebendo dietas com crescentes níveis de fósforo digestível. Conclui-se que o nível de 0,186%, que corresponde ao consumo diário de 4,77g de fósforo digestível, atende às exigências de suínos machos castrados dos 50 aos 80kg.

Palavras - chave: Coeficiente de resíduo, dejetos, minerais, recria

ABSTRACT

This study was carried out with the objective to evaluate levels of digestible phosphorus in the diets of barrows from 50 to 80kg, being those with high potential for lean meat deposition. Eighty barrows with initial weight of 47.93 ± 3.43 kg were used, distributed in a completely randomized blocks design, with five levels of digestible phosphorus (0.186; 0.223; 0.261; 0.299 and 0.336%), 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 ($P < 0.01$) of feeding cost as the levels of digestible phosphorus in the diet increased, and the level of 0.186% cost 29.4% less when compared to the level of 0.261%. Manure dry matter, natural matter, residue and volatile solids coefficients were not influenced ($P > 0.05$) by phosphorus levels. On the other hand, it was possible to observe ($P < 0.01$) an increasing linear effect for total solids, total phosphorus, and total nitrogen in manure of the animals receiving diets with increasing levels of digestible phosphorus. It was concluded that the level of 0.186%, which correspond to an intake of 4.77g of digestible phosphorus, meets the requirements of barrows from 50 to 80kg.

Key words: Minerals, rearing, residual coefficient, waste

INTRODUÇÃO

O fósforo é o segundo mineral mais abundante no organismo e, entre os macrominerais provavelmente o que tem maior número de funções, participando de quase todos os eventos bioquímicos do organismo animal. Juntamente com o cálcio, 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 fosfolipídios das membranas celulares e constituinte dos ácidos nucleicos (LEHNIGER et al., 2002).

A exigência de fósforo para suínos está correlacionada com a necessidade de manutenção, crescimento, da taxa e o tipo de tecido que está sendo depositado. O tecido muscular possui a segunda maior reserva de fósforo no organismo enquanto o tecido adiposo é mínimo (STAHLY et al., 2000). Consequentemente suínos com alto potencial para deposição de tecido magro apresentam maiores exigências de fósforo por unidade de ganho de peso em detrimento aos animais com desempenho inferior. Para maximizar o desempenho a exigência é aproximadamente de 85% do fósforo necessário para a máxima mineralização óssea. Contudo para se calcular as exigências, tem-se assumido que a eficiência de utilização do fósforo digestível para retenção corporal em suínos é de somente 77%, mas trabalhos atuais têm demonstrado que esse percentual estaria próximo a 100 (STEIN, 2011). Esse fato demonstra que há margem de segurança considerável nos cálculos das exigências de fósforo e, todavia, os nutrientes não absorvidos pelo organismo serão eliminados via fezes e urina.

O fósforo e o nitrogênio entre outros, são considerados os elementos de maior impacto ambiental quando os dejetos não tratados são lançados ao ambiente. Ainda que a maioria dos solos seja deficiente em fósforo e nitrogênio, repetidas aplicações de dejetos mesmo que tratados, podem acumular níveis excessivos destes minerais e tornar-se tóxicos para muitas plantas e também animais em pastoreio, além de contaminar as águas

subterrâneas e superficiais. A estratégia mais interessante para reduzir a excreção de fósforo é aumentar a produtividade e eficiência dos animais.

Estratégias nutricionais por categoria e fase de produção podem possibilitar constantes ajustes dos níveis dietéticos de fósforo, diminuindo as margens de segurança existentes na suplementação desse mineral. Com isso, atender às necessidades específicas, possibilitando que o suíno expresse seu máximo potencial para o desenvolvimento e com redução da excreção para o ambiente. Portanto, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar níveis de fósforo digestível em dietas sobre o desempenho, custo de alimentação, características de carcaça, características qualitativas e quantitativas de dejetos de suínos machos castrados dos 50 aos 80kg.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 80 suínos híbridos comerciais, machos castrados, com peso médio inicial de $47,93 \pm 3,43$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco níveis de fósforo digestível (0,186; 0,223; 0,261; 0,299 e 0,336%), oito repetições e dois animais por unidade experimental. A unidade experimental foi representada pela baia 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 1,15m de largura x 2,86m de comprimento, dotadas de lâmina d'água, comedouros semi automáticos e bebedouros tipo chupeta. As temperaturas de bulbo seco (TBS), bulbo úmido (TBU), globo negro (TGn) e a umidade relativa do ar (%) foram mensuradas diariamente às 08 e às 16h, em nove pontos à altura do dorso dos animais, por meio de termômetro digital portátil modelo ITWTG 2000. O ITGU foi calculado pela equação proposta por BUFFINGTON et al. (1981).

As dietas experimentais (Tabela 5) 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).

As rações foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental. Os resíduos de ração do chão foram coletados diariamente, pesados semanalmente e somados as sobras do comedouro no final do experimento, visando determinar o consumo de ração diário. A pesagem dos animais ocorreu no início e no final do experimento, para o cálculo do ganho de peso e da 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.

Na 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 utilizando o programa LINCE® (M&S Consultoria Agropecuária Ltda).

Tabela 5 - Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 50 aos 80kg.

Ingredientes	Níveis de fósforo digestível, %				
	0,186	0,223	0,261	0,299	0,336
Milho	75,50	75,50	75,50	75,50	75,50
Farelo de soja, 45%	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23
Caulim	1,500	1,137	0,774	0,412	0,049
Óleo de soja	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606
Fosfato bicálcico	0,428	0,698	0,968	1,238	1,508
Calcário	0,443	0,536	0,629	0,721	0,814
Mistura vitaminica/ mineral ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
L-LisinaHCl	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
DL-Metionina	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074
L-Treonina	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
L-Triptofano	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
Bacitracina de zinco	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Composição calculada					
Proteína bruta, %	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50
Energia metabolizável, kcal/kg	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Lisina digestível, %	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891
Met+Cistdigestível, %	0,526	0,526	0,526	0,526	0,526
Treonina digestível, %	0,579	0,579	0,579	0,579	0,579
Triptofano digestível, %	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Valina digestível, %	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638
Isoleucina digestível, %	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558
Sódio, %	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Cálcio, %	0,343	0,445	0,546	0,648	0,749
Fósforo total, %	0,361	0,411	0,462	0,512	0,562
Fósforo digestível, %	0,186	0,223	0,261	0,299	0,336

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., 1g.

O percentual de carne magra na carcaça foi determinado conforme a equação: Carne magra (%) = $65,92 - [(0,685 \times \text{espessura de toucinho, mm}) + (0,094 \times \text{profundidade do músculo, mm}) - (0,026 \times \text{peso da carcaça resfriada, kg})]$, conforme GUIDONI (2000). A quantidade de carne magra (kg) = $((\text{peso de carcaça quente} \times \text{carne magra, \%})/100)$. 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 reais (R\$) 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 de Campo Grande – MS (R\$ 1,80/kg) no mês de setembro de 2013.

Os dejetos produzidos foram quantificados, e realizadas as análises para caracterização física (sólidos totais e sólidos voláteis) e química (Nitrogênio total e Fósforo total) dos dejetos. A coleta dos dejetos foi realizada com o auxílio de uma pá, após a secagem da lâmina d'água, acondicionados em sacos plásticos, identificados e armazenados em congelador à temperatura de -12°C. Posteriormente foram mantidos em temperatura ambiente, para realização das análises. A produção de dejetos, expressa em kg sólidos totais animal⁻¹ dia⁻¹, foi calculada com os dados de pesagem dos dejetos em kg, número de animais alojados, número de dias e teor de sólidos totais encontrado nos dejetos, conforme equação:

$$Produção\ de\ dejetos(kg\ ST.animal^{-1}.dia^{-1}) = \left(\frac{\left(\frac{kg\ de\ dejetos}{animal} \right)}{dia} \right) \times ST\ (\%)$$

Também foi calculado o coeficiente de resíduo, o que indica a quantidade de resíduo gerado por quilograma do produto principal. O coeficiente de resíduo foi obtido considerando-se a quantidade total de dejetos produzido (base seca) em relação ao ganho de peso dos animais, conforme equação:

$$CR = \frac{produção\ de\ dejetos,kg\ MS}{ganho\ de\ peso,kg\ PV}$$

Os teores de sólidos totais e sólidos voláteis foram realizados segundo APHA, AWWA, WPCF (2012). As amostras dos dejetos coletados foram acondicionadas em recipientes de alumínio previamente tarados e pesados para se obter o peso úmido do material, levados à estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C até atingirem peso constante. Foram resfriados e pesados em balança de precisão de 0,01g, obtendo-se o peso seco.

Para a determinação dos sólidos voláteis, o material já seco em estufa, resultante da determinação dos sólidos totais, foi levado à mufla, em cadinhos de porcelana previamente tarados, e mantidos a temperatura de 575°C por um período de 2 horas, após queima inicial com a mufla parcialmente aberta para eliminação de gases e, em seguida, o material resultante foi pesado em balança analítica com precisão de 0,0001g, obtendo-se o peso das cinzas ou matéria mineral. A concentração de nitrogênio total foi determinada utilizando-se destilador de micro-Kjeldahl, cujo princípio baseia-se na transformação do nitrogênio amoniacal ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) em amônia (NH_3), a qual é fixada pelo ácido bórico e posteriormente titulada com H_2SO_4 até nova formação de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, na presença do indicador ácido-base, conforme metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002).

O teor de fósforo total foi determinado pelo método colorimétrico utilizando-se espectrofotômetro HACH modelo DR-2000. O método baseia-se na formação de um composto amarelo do sistema vanadomolibdofosfórico em acidez de 0,2 a 1,6N, em que a cor desenvolvida foi medida em espectrofotômetro, determinando-se assim a concentração de fósforo das amostras, por meio da utilização de uma reta padrão traçada previamente a partir de concentrações conhecidas, entre 0 e 52µg de P/mL. Os padrões foram preparados conforme metodologia descrita por MALAVOLTA (1991).

Os dados obtidos para as características de desempenho, de carcaça, de quantificação e caracterização dos dejetos foram submetidos a 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 mínima e máxima, umidade relativa e ITGU observadas no período experimental foram $20,0^{\circ}\text{C} \pm 2,23$ e $31,09^{\circ}\text{C} \pm 2,23$; $65,89 \pm 16,18$; $76,90 \pm 2,4$ respectivamente. Considerando-se que o índice de temperatura de globo e umidade encontrados foi superior ao limite máximo de 72, recomendado por TURCO (1997) para suínos na fase de crescimento e terminação, pode-se inferir que, os animais vivenciaram situações esporádicas de estresse por calor, durante o período experimental.

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de fósforo digestível sobre o consumo de ração diário (Tabela 6). Os valores médios diários 2,57kg registrados neste estudo foram superiores aqueles recomendados por ROSTAGNO et al. (2011) que preconizaram consumo diário de 2,45kg para suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho superior dos 50 aos 70kg. Por outro lado, os valores foram inferiores aos observados por O'QUINN et al. (1997) para suínos de 50 a 80kg, e por AROUCA et al. (2010) para suínos de 60 a 95kg.

De acordo com UNDERWOOD (1981) e SHRIVASTAT (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 & MAHAN, 1986). Esse fato não foi observado no presente estudo, uma vez que todos os níveis estudados apresentaram a mesma faixa de consumo voluntário.

Tabela 6- Desempenho de suínos machos castrados dos 50 aos 80kg alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					CV, %	Valor P
	0,186	0,233	0,261	0,299	0,336		
PI, kg	48,25	47,50	47,66	47,93	48,18	-	-
PF, kg	83,33	82,09	82,55	82,30	83,99	3,28	0,618
CRD, kg	2,56	2,50	2,55	2,59	2,61	8,05	0,827
CPDD, g ¹	4,77	5,57	6,65	7,73	8,78	9,10	<0,001
GPD, g	1,00	0,99	1,00	0,98	1,02	7,72	0,853
CA	2,57	2,53	2,56	2,63	2,56	6,03	0,729
CPDC, R\$ ¹	0,061	0,072	0,086	0,100	0,114	10,91	<0,001
CPDGP, R\$ ¹	0,061	0,073	0,086	0,102	0,111	13,75	<0,001

PI= Peso inicial, CRD = Consumo de ração diário, CPDD= Consumo de fósforo digestível diário, GPD= Ganho de peso diário, GPP = Ganho de peso no período, CA= Conversão alimentar, CPDC= Custo de fósforo digestível consumido diário, CPDGP= Custo de fósforo digestível por ganho de peso.

¹ Efeito linear (P<0,01).

O consumo de fósforo digestível diário elevou (P<0,01) de forma linear com o aumento dos níveis desse mineral da ração, conforme demonstrado na equação $\hat{y} = - 0,3767 + 27,121x$, $r^2=0,85$. Os animais alimentados com a dieta basal consumiram 28,3% menos fósforo do que o recomendado por ROSTAGNO et al. (2011), sem prejuízo no desenvolvimento. Uma vez que o consumo diário de ração não aumentou com os níveis de fósforo digestível, pode-se inferir que essa resposta está vinculada ao aumento dos níveis desse mineral na dieta. Outros pesquisadores STAHLY et al. (2000); AROUCA et al. (2010) e SARAIVA et al. (2011) também observaram efeito linear dos níveis de fósforo disponível nas dietas sobre o consumo diário de fósforo, por suínos machos castrados pesando entre 60 e 100kg.

O peso final, ganho de peso diário e a conversão alimentar não foram influenciados (P>0,05) pelos níveis de fósforo digestível. Segundo REINHARD & MAHAN (1986) baixos níveis de fósforo na dieta de suínos em crescimento influenciam de forma negativa o ganho de peso e a eficiência de aproveitamento dos alimentos. Para STAHLY (2007) esse desajuste pode influenciar negativamente a relação entre a deposição de proteína e tecido adiposo na

carcaça, aumentando o conteúdo de gordura corporal, prejudicando o ganho de peso, diminuindo a eficiência e/ou a conversão alimentar. Esse efeito não foi observado no presente estudo, denotando que os valores obtidos com a dieta basal atenderam as exigências atuais para desempenho.

Recomendações de fósforo para o melhor desempenho têm sido demonstrado na literatura por pesquisadores, como O'QUINN et al. (1997) utilizando suínos machos castrados dos 50 aos 80kg, os quais recomendaram a ingestão de $5,70\text{g}^{-1}$ de fósforo digestível. Ao trabalharem com fósforo disponível SARAIVA et al. (2009) e AROUCA et al (2009) relataram melhora no desempenho de suínos dos 30 aos 60kg com os níveis 0,349 e 0,420% correspondendo ao consumo de 7,45 e $9,82\text{g}^{-1}$ para ganho de peso diário e 0,345 e 0,390% e consumo de 7,36 e $9,11\text{g}^{-1}$ para conversão alimentar respectivamente. BUNZEN et al. (2012) recomendam o nível de 0,310% e consumo de $5,87\text{g}^{-1}$ de fósforo digestível para animais na mesma faixa de peso.

Em estudos com animais na faixa de peso, entre 60 a 100kg, AROUCA et al. (2010), SARAIVA et al. (2011) consideram adequados os níveis estimados de 0,350 e 0,256% e consumo de 9,85 e $7,38\text{g}^{-1}$ para ganho de peso diário e 0,330 e 0,295% e consumo de 7,36 e $9,04\text{g}^{-1}$ de fósforo disponível para conversão alimentar. As diferenças nos resultados para desempenho obtidas no presente estudo e pelos trabalhos de diversos autores relatados na literatura podem estar relacionadas à capacidade de resposta dos animais ao fornecimento de fósforo para o adequado desenvolvimento. Além disso, podem também estar relacionados ao potencial genético (WISEMAN & MAHAN, 2010), ao status sanitário (TREVISI et al., 2009) e principalmente ao ambiente térmico em que foram conduzidos (LE BELLEGO et al., 2002).

Os níveis de fósforo digestível avaliados influenciaram de forma linear ($P<0,01$) o custo da alimentação, por meio do custo do fósforo digestível consumido conforme a equação $\hat{y} = -0,0003 + 0,3199x$, $r^2 = 0,81$ e do custo de fósforo digestível por ganho de peso, de acordo

com a equação $\hat{y} = 0,0019 + 0,3147x$, $r^2=0,92$. Foi observado que o custo elevou-se acentuadamente a partir da dieta basal com menor nível de suplementação. Portanto, com os resultados apresentados, foi possível constatar redução no custo da suplementação de fósforo em 29,4% com a dieta basal, sem prejudicar o desempenho dos animais, quando comparado ao nível intermediário com maior conteúdo de fósforo avaliado (0,261%), próximo ao recomendado por ROSTAGNO et al. (2011).

A espessura de toucinho, profundidade de músculo, a quantidade, percentual e a deposição de carne magra diária na carcaça não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de fósforo digestível (Tabela 7). As exigências para desempenho foram atendidas com menor nível de fósforo digestível, sem comprometer as características quantitativas de carcaça.

A resposta dos níveis de fósforo para a espessura de toucinho obtidas no presente estudo foram similares às aquelas apresentadas pelos pesquisadores, O'QUINN et al. (1997); TRAYLOR et al. (2005); AROUCA et al. (2010) e AROUCA et al. (2012). A concentração média de fósforo no tecido muscular 0,206% é significativamente maior do que no tecido adiposo 0,036% em suínos (BERTRAN, 1995), portanto, níveis de fósforo abaixo das exigências podem diminuir a deposição de massa muscular e aumentar a proporção de gordura depositada nas carcaças (STAHLY, 2007). Condição essa, que pode influenciar negativamente a qualidade das carcaças dos suínos, porém este fato não foi observado no presente estudo.

De modo similar aos resultados do presente estudo, TRAYLOR et al. (2005) também não verificaram efeito dos níveis ou da fonte de fósforo na profundidade de músculo mensurada por ultrassonografia em estudos com suínos machos castrados e fêmeas. Por outro lado, AROUCA et al. (2010) relataram que efeito quadrático dos níveis de fósforo sobre a profundidade de músculo, a qual aumentou até o nível de 0,350% correspondendo ao consumo de $9,89g^{-1}$.

Tabela 7- Características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados, dos 50 aos 80kg, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					CV, %	Valor P
	0,186	0,233	0,261	0,299	0,336		
ETU, mm	9,64	8,34	8,70	8,37	8,17	25,32	0,396
PMU, mm	42,52	41,11	40,47	42,01	41,83	9,22	0,645
AOLU, cm ²	30,89	30,49	29,29	29,73	31,24	12,48	0,622
CM, %	61,73	62,50	62,20	62,55	62,65	2,33	0,441
QCM, kg	37,70	37,68	37,47	38,03	38,67	6,93	0,753
DCM, g dia	0,411	0,414	0,409	0,420	0,431	11,32	0,699

ETU= Espessura de toucinho avaliado por ultrassom; PMU= Profundidade de músculo avaliado por ultrassom; AOLU= Área de olho de lombo avaliado por ultrassom; CM = Percentual de carne magra; QCM= Quantidade de carne magra; DCM= Deposição de carne magra diária.

As medidas para área de olho de lombo foram semelhantes entre os tratamentos, e corroboram os achados de O'QUINN et al. (1997) quando avaliaram machos dos 50 aos 80kg, consumindo diferentes níveis de fósforo digestível. Os animais alimentados com a dieta basal apresentaram desempenho satisfatório por manter o percentual, a quantidade e a deposição de carne magra, semelhantes entre os níveis avaliados. De forma semelhante, TRAYLOR et al. (2005) também não constataram efeito dos níveis de fósforo sobre o percentual e a deposição de carne magra, ao avaliarem animais dos 45 aos 110kg. O valor médio da deposição de carne magra diária 4,17g observada no presente estudo foi superior aos achados de O'QUINN et al. (1997) e TRAYLOR et al. (2005) que foram respectivamente, de 317 e 316g. Esses valores também foram superiores ao de 395g preconizado pelas tabelas do NSNG (2012).

Não houve diferença ($P>0,05$) para a produção de dejetos na matéria seca, na matéria natural e do coeficiente de resíduo, demonstrando que os níveis de fósforo digestíveis nas dietas de suínos de 50 a 80kg não alteraram quantitativamente a produção de dejetos (Tabela 8).

Tabela 8 - Produção de dejetos e coeficiente de resíduo de suínos machos castrados alimentados com diferentes níveis de fósforo digestível dos 50 aos 80kg.

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					Regressão	CV, %	Valor P
	0,186	0,233	0,261	0,299	0,336			
Produção de dejetos, matéria seca ¹	0,270	0,270	0,310	0,260	0,270	ns	12,42	0,965
Produção de dejetos, matéria natural ¹	0,710	0,750	0,860	0,790	0,750	ns	13,70	0,250
Coeficiente de resíduo ²	0,260	0,280	0,290	0,270	0,260	ns	17,68	0,811

¹kg dia⁻¹ animal⁻¹; ² kg dejetos Kg corporal⁻¹.

A produção média de dejetos foi de 0,280 e 0,770kg de matéria seca e matéria natural dia⁻¹ animal⁻¹, respectivamente. Esses valores foram semelhantes aos obtidos por MIRANDA et al. (2012) para suínos machos em fase de crescimento.

O coeficiente de resíduo médio foi de 0,270kg de dejetos por kg de peso corporal⁻¹, o que significa dizer que, no período avaliado os animais produziram 0,270kg de dejetos por cada 1,00kg de peso corporal. Valores diferentes para coeficientes de resíduos foram relatados por ORRICO JR. et al. (2011) e MIRANDA et al. (2012) sendo 0,230kg de dejetos por kg de peso corporal⁻¹ para suínos em crescimento, e 0,470kg de dejetos por kg de peso corporal⁻¹ para suínos do nascimento ao abate, respectivamente. Embora os suínos sejam grandes produtores de dejetos, quando se realiza análises da produção de dejetos em relação à produção de carne, tem se observado coeficientes de resíduos menores que um (1,0) o que indica eficiência produtiva do sistema.

Constatou-se efeito linear decrescente ($P < 0,01$) dos níveis de fósforo digestível nos teores de sólidos totais dos dejetos dos animais em que, o aumento de fósforo na dieta reduziu a produção de sólidos totais (Tabela 9). No entanto, não foi observado efeito ($P > 0,05$) dos níveis de fósforo digestível das dietas sobre os teores de sólidos voláteis nos dejetos.

Tabela 9 - Características físico-químicas dos dejetos de suínos machos castrados alimentados com diferentes níveis de fósforo digestível, dos 50 aos 80kg.

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					Regressão	CV, %	Valor P	R ²
	0,186	0,233	0,261	0,299	0,336				
ST, %	37,51	36,31	35,62	34,55	34,10	$\hat{Y}=41,01-17,15x$	3,65	<0,001	0,98
SV, %	26,25	25,69	25,60	25,40	25,25	ns	1,60	0,006	-
N Total, %	1,93	2,05	2,19	2,20	2,34	$\hat{Y}=1,54+1,92x$	7,00	<0,001	0,96
P Total, %	1,51	1,97	2,08	2,44	2,53	$\hat{Y}=-0,525+5,04x$	18,36	<0,001	0,95

ST = Sólidos totais; SV = Sólidos voláteis; N = Nitrogênio; P = Fósforo; ns = Não significativo.

Os sólidos totais são a matéria residual após a evaporação da água, enquanto os voláteis referem-se à matéria orgânica presente no resíduo. Embora, os níveis de fósforo digestível tenham interferido nas concentrações de sólidos totais, não afetaram as concentrações da fração degradável dos sólidos, o que favorece a utilização desses dejetos em sistemas de tratamento aeróbio ou anaeróbio.

Teores de sólidos totais e sólidos voláteis de 29,86 e 25,98%, respectivamente, foram observados por MIRANDA et al. (2012), em dejetos de suínos em crescimento. Os valores apresentados são próximos aos observados no presente estudo. A excreção de fósforo total aumentou linearmente ($P>0,05$) conforme elevaram-se os níveis de fósforo digestível nas dietas, aumentando concomitantemente a excreção de fósforo total para o ambiente.

A absorção de fósforo é proporcional à sua ingestão, quando esta se encontra dentro de valores normais, ou seja, os valores recomendados pelas tabelas de exigências nutricionais para cada categoria e fase de produção. Estudos tem demonstrado que a eficiência absorptiva do fósforo é potencializada quando o aporte dietético do mineral encontra-se reduzido. Por outro lado, se a oferta de fosforo dietético estiver muito acima das exigências do animal ocorre perda na eficiência absorptiva e, conseqüentemente aumenta a excreção do mineral. Essa resposta adaptativa ao fósforo dietético é específica do co-transporte sódio/fósforo

(LOGHMAN-ADHAM, 1993). A recomendação da ROSTAGNO et al (2011) para suínos na mesma categoria e faixa de peso do presente estudo é de 0,268% de fósforo digestível.

A concentração de nitrogênio total nos dejetos diferiu ($P < 0,01$) entre os níveis de fósforo digestível avaliados, apresentando efeito linear crescente, ou seja, quanto maior o nível de inclusão de fósforo digestível maior a excreção de nitrogênio nos dejetos.

O fósforo é um dos elementos mais versáteis no organismo, participando de várias atividades metabólicas, com grande importância na absorção, no transporte de nutrientes, e na regulação da atividade proteica. Provavelmente, os níveis mais altos desse mineral podem ter interferido no processo de absorção da proteína, promovendo maior excreção do nitrogênio para o ambiente. Esse fato pode ser baseado nos achados de BOUR et al. (1976) quando avaliaram a influência de altas doses de fosfato, como aditivo alimentar sobre a absorção dos minerais. Esses autores concluíram que altos níveis de fósforo na dieta também podem interferir no aproveitamento proteico da dieta, e também, na absorção do ferro, cobre e zinco, porém os efeitos descritos na literatura são pequenos.

O fósforo e o nitrogênio, juntamente com o cobre e o zinco, são os elementos de maior importância quanto ao potencial poluidor, afetando negativamente o equilíbrio ambiental. Evidencia-se dessa forma, necessidades de constantes avaliações nos dejetos de suínos por apresentarem altos níveis de excreção dos referidos minerais. A melhor maneira de diminuir a excreção de nutrientes para o ambiente é ajustar os níveis de ingestão, adequando a formulação para que atenda as exigências dos animais de forma precisa, considerando suas especificidades e fase de criação.

Nesses termos, pode-se inferir que a suplementação de fósforo acima do nível fornecido na dieta basal não se justifica desde o ponto de vista técnico, econômico, e ambiental, e, segundo HARTOG & SIJTSMA, (2007) o tratamento dos dejetos deveria ser

considerado no custo de produção, dessa forma o custo total da produção de suínos seria reduzido de forma considerável.

A partir dos resultados apresentados nesse estudo, pode-se inferir que a dieta basal contendo o nível de 0,186% de fósforo digestível, correspondente ao consumo diário de 4,77g não prejudicou o desempenho e as características quantitativas da carcaça, apresentando menor percentual de fósforo e nitrogênio totais excretados. Portanto, esse nível pode ser recomendado para a formulação das dietas para os suínos dos 50 aos 80kg.

Ressaltando ainda que o nível e consumo diários de fósforo estimados, foram 30,6% inferior ao nível recomendados pelas tabelas de exigências nutricionais de ROSTAGNO et al. (2011) e 19% inferior as recomendações do NSNG (2012), para suínos na mesma categoria de animais do presente estudo. Essas literaturas estabelecem, respectivamente, a exigência de fósforo digestível de 0,268%, equivalente a 6,56g para animais dos 50 aos 70 kg e 0,230%, equivalente a 5,32g para animais dos 60 aos 80kg.

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade de revisão das recomendações nutricionais de fósforo digestível para esta categoria, uma vez que, as exigências para o máximo desempenho e característica de carcaça foram atendidas com níveis inferiores aos estabelecidos.

CONCLUSÃO

O nível de 0,186% de fósforo digestível, correspondente ao consumo de 4,77g de fósforo digestível diário, atende as exigências nutricionais de fósforo para suínos machos castrados, dos 50 aos 80kg e possibilita redução dos custos de fósforo consumido e redução da excreção de fósforo nos dejetos.

REFERÊNCIAS

- APHA.AWWA.WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**.21thed. Washington, 2012. 1496 p.
- AROUCA, C.L.C. et al. Exigência de fósforo disponível para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra, dos 30 aos 60kg. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.1094-1103, 2009.
- AROUCA, C.L.C. et al. Níveis de fósforo disponível para suínos machos castrados dos 60 aos 95kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2646-2655, 2010.
- AROUCA, C.L.C. et al. Available phosphorus levels for 95 to 120kg barrows genetically selected for lean gain. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1433-1441, 2012.
- BERTRAN, M.J. The impact of **dietary phosphorus regimen on muscle growth and quality in pigs differing in lean growth capacity** (1995).Teses e Dissertações retrospectivos. Paper 10999. Acesso em 01/02/205. Disponível em: <http://lib.dr.iastate.edu/rtd/10999>.
- BOUR, N.J.S. et al. Phosphate transport into brush-border membrane vesicles isolated from rat small intestine. **Biochemical Journal**, v.160, p.467-474, 1976.
- BUFFINGTON, D.E. et al. **Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows**.Trans. ASAE, v.24, p.711-714, 1981.
- BÜNZEN, S. et al. Níveis de fósforo digestível para suínos em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.320-325, 2012.
- 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**, 1., 2000. Concórdia: EMBRAPA -CNSA, 2000. p. 221- 234.
- HARTOG, L.D; SIJTSMA, R. Estrategias nutricionales para reducir la contaminación ambiental en la producción porcina. **XXVIII Curso Especialización FEDNA: Avances**

Nutrición y Alimentación Animal. Ed. Rebollar, P.G, De Blas, C. y Mateos, G.G. FEDNA, Madrid: p. 17-30, 2012. Disponível em http://www.fundacionfedna.org/publicaciones_2007>. Acesso em: 18/07/2014.

LE BELLEGO, L. et al. Effect of high temperature and low-protein diets on the performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, p.691-701, 2002.

LEHNINGER, A. et al. **Princípios de Bioquímica**. 3ª Ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975p.

LOGHMAN-ADHAM, M. Renal and intestinal Pi tranport adaptation to low phosphorus diet in uremic rats. **Journal of the American Society of Nephrology**, v.3, p.1930-1937, 1993.

MALAVOLTA, E. et al. **Micronutrientes, uma visão geral**. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M. C. Micronutrientes na agricultura. Piracicaba: POTAFOS / CNPq, 1991. p.1-33.

MIRANDA, A.P. et al. Anaerobic biodigestion of pigs feces in the initial, growing and Finishing stages fed with diets formulated with corn or sorghum. **Engenharia Agrícola de Jaboticabal**, v.32, p.47-59, 2012.

NATIONAL SWINE NUTRITION GUIDE. **Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates** – NSNG: 2012

O'QUINN, P.R. et al. Digestible phosphorus needs of terminal-cross growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1308-1318, 1997.

ORRICO JUNIOR, M.A.P. et al. Produção animal e o meio ambiente: uma comparação entre potencial de emissão de metano dos dejetos e a quantidade de alimento produzido. **EngenhariaAgrícola**, v.31, p.399-410, 2011.

REINHART, G.A.; MAHAN, D.C. Effect of Various Calcium:Phosphorus Ratios at Low and High Dietary Phosphorus for Starter, Grower and Finishing Swine. **Journal of Animal Science**, v.63, p.457-466, 1986.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011, 252p.

SARAIWA, A. et al. Níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 30 aos 60kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1279-1285, 2009.

SARAIWA, A. et al. Available phosphorus levels in diets for 30 to 60 kg female pigs selected for meat deposition by maintaining calcium and available phosphorus ratio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.587-592, 2011.

SHRIVASTAV, A.K. Recentes avanços na nutrição de codornas japonesas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA NOVOS CONCEITOS APLICADOS À PRODUÇÃO DE CODORNAS, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras, 2002, p.116-117.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 235p, 2002.

STAHLY, T.S. [2007]. **Nutrient needs for high lean pigs**. Manitoba agriculture, food and rural initiatives. Disponível em: <<http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/swine/bab10s13.html>>. Acesso em: 01/03/2014.

STAHLY, T.S. et al. "**Dietary Available Phosphorus Needs of High Lean Pigs Fed from 9 to 119 kg Body Weight**" (2001). Swine Research Report, 2000. Paper 4. Disponível em: <http://lib.dr.iastate.edu/swinereports_2000/4>. Acesso em 05/02/2014.

STEIN, H.H. El Nuevo NRC Del ganado porcino. **XXVIII Curso Especialización FEDNA: Avances Nutrición y Alimentación Animal**. Ed. Rebollar, P.G, De Blas, C. y Mateos, G.G. FEDNA, Madrid: p.17-30, 2012. Disponível em <http://www.fundacionfedna.org/publicaciones_2012>. Acesso em: 18/07/2014.

TRAYLOR, S.L. et al. Bioavailability of phosphorus in meat and bone meal for swine. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1054-1061, 2005.

TREVISI, P. et al. A tryptophan-enriched diet improves feed intake and growth performance of susceptible weanling pigs orally challenged with *Escherichia coli* K88. **Journal of Animal Science**, v.87, p.148-156, 2009.

TURCO, S.H.N. **Análise de sistemas de acondicionamento térmico em maternidades para suínos**. 1997. 91p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG.

UNDERWOOD, E.J. **Los minerales en la nutrición del ganado**. Zaragoza: Acribia. 1981, 210p

WISEMAN, T.G.; MAHAN, D.C. 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. **Journal of Animal Science**, v.88, p.3337-3350, 2010.

Planos nutricionais de fósforo digestível para suínos machos castrados dos 30 aos 100kg

Nutritional plans of digestible phosphorus for barrows from 30 to 100kg

RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar níveis sequenciais de fósforo digestível em planos nutricionais, para suínos machos castrados, dos 30 aos 100kg. Foram utilizados 80 animais, com peso inicial de $31,91 \pm 2,5$ kg, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com cinco planos nutricionais de fósforo digestível, sendo 0,219-0,186-0,171; 0,257-0,233-0,209; 0,294-0,261-0,246; 0,332-0,299-0,284; 0,370-0,336-0,332%, respectivamente, dos 30 aos 50kg, dos 50 aos 80kg e dos 80 aos 100kg, com oito repetições e dois animais por baia. Os planos de fósforo digestível não influenciaram ($P > 0,05$) o peso final, consumo de ração, ganho de peso diário e a conversão alimentar dos animais. Observou-se aumento linear ($P < 0,01$) no consumo diário de fósforo digestível e no custo de alimentação em função do aumento do nível de fósforo dos planos nutricionais. A espessura de toucinho, profundidade de músculo, área de olho de lombo, quantidade, percentual e a deposição de carne magra na carcaça não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos planos nutricionais de fósforo digestível. Conclui-se que o plano com a sequência de 0,219-0,186-0,171% de fósforo digestível atende as exigências nutricionais de fósforo para desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados dos 30 aos 100kg.

Palavras - chave: Características de carcaça, exigência, recria e terminação, minerais

ABSTRACT

This study was carried out with the objective to assess sequential levels of digestible phosphorus in nutrition plans, for barrows from 30 to 100kg. Eighty barrows with initial weight of 31.91 ± 2.5 kg were used, distributed in a completely randomized blocks design, with five nutritional plans of digestible phosphorus (0.219-0.186-0.171; 0.257-0.233-0.209; 0.294-0.261-0.246; 0.332-0.299-0.284; 0.370-0.336-0.332%) from 30 to 50kg, from 50 to 80kg, and from 80 to 100kg, respectively, eight replicates and two animals per pen. The plans of digestible phosphorus did not influence ($P > 0.05$) the final weight, daily weight gain and the feed conversion ratio of the animals. There was a linear increase ($P < 0.01$) in daily digestible phosphorus intake and in the feeding cost in relation to the increase of phosphorus levels of the nutritional plans. Backfat thickness muscle depth, loin eye area, and lean meat quantity, percentages and deposition in the carcass were not influenced ($P > 0.05$) by the nutritional plans of digestible phosphorus. It was concluded that the plan with the digestible phosphorus sequence of 0.219-0.186-0.171% meets the nutritional requirement of phosphorus for performance and carcass characteristics of barrows from 30 to 100kg.

Key words: Carcass characteristics, growing and finishing phases, minerals, requirement

INTRODUÇÃO

Descoberto e isolado pela primeira vez na Alemanha, no ano de 1.669, o fósforo tem sido estudado por diversos pesquisadores, pela sua essencialidade ao desenvolvimento dos animais. O fósforo tem muitas funções metabólicas, tais como, o uso eficaz e transferência de energia, constituinte da parede celular, participa na síntese de proteínas e aminoácidos, no transporte de ácidos graxos, no controle do apetite, e manutenção da fertilidade (LEHNINGER, 2002; ROY, 2004).

Com os avanços genéticos ocorridos na suinocultura, tem-se conseguido animais com alta capacidade de deposição de tecido magro, e eles podem ter suas exigências de fósforo aumentadas em função das variações nas proporções entre as quantidades de proteína em relação aos outros tecidos depositados (mole e esquelético). As consideráveis alterações no metabolismo, síntese de tecido e consumo alimentar são distintas entre as fases de crescimento, alterando conseqüentemente, o padrão de exigências dos suínos (KORNEGAY & HARPER, 1997).

Assim, como as exigências dietéticas variam, são necessárias constantes adequações dos níveis de fósforo digestível das dietas fornecidas aos animais, e, ao longo dos anos, pesquisas têm sido desenvolvidas para ajustar os níveis que melhor atendam as exigências dos suínos. Pode-se constatar na literatura uma vasta gama de informações relacionadas à determinação das exigências nutricionais de fósforo, total, disponível e digestível, por faixa de peso ou fase de produção dos suínos. Destacam-se entre essas pesquisas as das tabelas de recomendações nutricionais, tais como Holandesa (CBV, 2000), a Francesa (INRA-AFZ, 2004), a Espanhola (FEDNA, 2010), a Brasileira (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, 2011) e as Americanas (NSNG, 2012) e (NRC, 2012) entre outras.

Contudo, referências que contemplem estudos em que se avaliam planos sequenciais de fósforo digestível e seus efeitos sobre a produção dos suínos são escassas, porém de grande

importância, uma vez que os planos sequenciais de nutrição devem adequar as dietas para atender de forma mais precisa às exigências nutricionais dos suínos. Nesse sentido, realizou-se este estudo com o objetivo avaliar planos nutricionais sequenciais de fósforo digestível para suínos machos castrados dos 30 aos 100kg, sobre desempenho, características de carcaça e impactos econômicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 80 suínos híbridos comerciais, machos castrados, dos $31,91 \pm 2,5$ kg aos $102,52 \pm 7,59$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco planos nutricionais de fósforo digestível sendo 0,219-0,186-0,171; 0,257-0,233-0,209; 0,294-0,261-0,246; 0,332-0,299-0,284; 0,370-0,336-0,332%, respectivamente, dos 30 aos 50kg, dos 50 aos 80kg e dos 80 aos 100kg, oito repetições e dois animais por unidade experimental. A unidade experimental foi representada pela baia 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 1,15m de largura x 2,86m de comprimento, dotadas de lâmina d'água, comedouros semiautomáticos e bebedouros tipo chupeta. As temperaturas de bulbo seco (TBS), bulbo úmido (TBU), globo negro (TGn) e a umidade relativa do ar (%) foram mensuradas diariamente às 08 e às 16hs, em nove pontos à altura do dorso dos animais, por meio de termômetro digital portátil modelo ITWTG2000. O ITGU foi calculado pela equação proposta por BUFFINGTON et al. (1981).

As dietas experimentais dos 30 aos 50kg (Tabela 10), dos 50 aos 80kg (Tabela 11) e dos 80 aos 100kg (Tabela 12) 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 mantido 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).

As rações foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental. Os resíduos de ração do chão foram coletados diariamente, pesados semanalmente e somados as sobras do comedouro no final de cada fase experimental, visando determinar o consumo de ração diário.

A pesagem dos animais ocorreu no início do experimento ($31,91 \pm 2,5\text{kg}$) bem como aos ($47,93 \pm 3,43\text{kg}$) aos ($82,78 \pm 6,26$) e ao término do período experimental ($102,02 \pm 7,59\text{kg}$), para o cálculo do ganho de peso e da 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.

Ao término do período experimental os animais foram submetidos ao jejum de sólidos por 12 horas. Após esse tempo, foram pesados e transportados para o frigorífico e permaneceram em baias de descanso por quatro horas. Após esse período, foram abatidos seguindo-se as normas de manejo e procedimentos de abate vigentes no Brasil, segundo legislação do Ministério da Agricultura, Pecuário e Abastecimento (MAPA).

Ao final da linha de abate as carcaças foram separadas em duas metades por um corte longitudinal na linha dorso-lombar, que corresponde à coluna vertebral e pesadas as duas metades. Após foram mensurados na meia carcaça esquerda no ponto P2, a espessura de toucinho e a profundidade do músculo *Longissimusdorsi* com o auxílio de paquímetro digital.

Tabela 10 - Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 30 aos 50kg.

Ingredientes	Níveis de fósforodigestível, %				
	0,219	0,257	0,294	0,332	0,370
Milho	73,51	73,51	73,51	73,51	73,51
Farelo de soja, 45%	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55
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
Mistura vitamínica/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					
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., 1g.

Tabela 11- Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 50 aos 80kg.

Ingredientes	Níveis de fósforo digestível, %				
	0,186	0,223	0,261	0,299	0,336
Milho	75,50	75,50	75,50	75,50	75,50
Farelo de soja, 45%	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23
Caulim	1,500	1,137	0,774	0,412	0,049
Óleo de soja	0,606	0,606	0,606	0,606	0,606
Fosfato bicálcico	0,428	0,698	0,968	1,238	1,508
Calcário	0,443	0,536	0,629	0,721	0,814
Mistura vitaminica/ mineral ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
L-Lisina HCl	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
DL-Metionina	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074
L-Treonina	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
L-Triptofano	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
Bacitracina de zinco	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Composição nutricional					
Proteína bruta, %	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50
Energia metabolizável, kcal/kg	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Lisina digestível, %	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891
Met+Cistdigestível, %	0,526	0,526	0,526	0,526	0,526
Treonina digestível, %	0,579	0,579	0,579	0,579	0,579
Triptofano digestível, %	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Valina digestível, %	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638
Isoleucina digestível, %	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558
Sódio, %	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Cálcio, %	0,343	0,445	0,546	0,648	0,749
Fósforo total, %	0,361	0,411	0,462	0,512	0,562
Fósforo digestível, %	0,186	0,223	0,261	0,299	0,336

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., 1g.

Tabela 12 - Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para suínos machos castrados dos 80 aos 100kg.

Ingredientes	Níveis de fósforo digestível, %				
	0,171	0,209	0,246	0,284	0,332
Milho	77,13	77,13	77,13	77,13	77,13
Farelo de soja, 45%	18,98	18,98	18,98	18,98	18,98
Caulim	1,500	1,137	0,774	0,412	0,049
Óleo de soja	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Fosfato bicálcico	0,335	0,605	0,875	1,145	1,415
Calcário	0,408	0,500	0,593	0,686	0,779
Mistura vitaminica/ mineral ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355
L-Lisina HCl	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269
DL-Metionina	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054
L-Treonina	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064
L-Triptofano	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Bacitracina de zinco	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Composição nutricional					
Proteína bruta, %	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Energia metabolizável, kcal/kg	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Lisina digestível, %	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
Met+Cistdigestível, %	0,497	0,497	0,497	0,497	0,497
Treonina digestível, %	0,555	0,555	0,555	0,555	0,555
Triptofano digestível, %	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149
Valina digestível, %	0,619	0,619	0,619	0,619	0,619
Isoleucina digestível, %	0,538	0,538	0,538	0,538	0,538
Sódio, %	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Cálcio, %	0,408	0,501	0,593	0,686	0,779
Fósforo total, %	0,341	0,391	0,441	0,491	0,541
Fósforo digestível, %	0,171	0,209	0,246	0,284	0,332

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., 1g.

O percentual de carne magra na carcaça foi determinado conforme a equação: Carne magra (%) = $65,92 - [(0,685 \times \text{espessura de toucinho, mm}) + (0,094 \times \text{profundidade do músculo, mm}) - (0,026 \times \text{peso da carcaça resfriada, kg})]$, conforme GUIDONI (2000). A quantidade de carne magra (kg) = $((\text{peso de carcaça quente} \times \text{carne magra, \%})/100)$. 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 reais (R\$) 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 de Campo Grande – MS (R\$ 1,80/kg) no mês de setembro/2013.

Os dados obtidos foram submetidos a 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

Durante o período experimental, os valores médios das temperaturas do ar máximas e mínimas, umidade relativa do ar, e índice de temperatura de globo e umidade corresponderam a $30,66^{\circ}\text{C} \pm 3,63$; $19,31^{\circ}\text{C} \pm 3,51$ e $65,34 \pm 18,25$; $76,60 \pm 5,5$ respectivamente. Considerando que a temperatura média registrada durante o período experimental de $25,62^{\circ}\text{C}$ foi superior à crítica máxima (SAMPAIO et al., 2004) e que, o índice de temperatura de globo e umidade calculado foi superior ao recomendado por TURCO (1997) para suínos nas fases de crescimento e terminação, pode-se inferir que os animais vivenciaram a situações esporádicas de estresse por calor, durante o período experimental.

Os planos nutricionais não influenciaram ($P > 0,05$) no peso final, consumo de ração diário, ganho de peso diário e conversão alimentar dos suínos (Tabela 13). O consumo médio de ração alcançado nos cinco planos nutricionais esteve abaixo dos valores relatados na

literatura (ROSTAGNO et al., 2011), o que pode estar relacionado aos períodos esporádicos de temperaturas ambientais elevadas durante o período experimental.

Tabela 13 - Desempenho de suínos machos castrados dos 30 aos 100kg alimentados com dietas contendo diferentes planos nutricionais de fósforo digestível.

Planos nutricionais	PI, kg	PF, kg	CRD, kg	CPDD ¹ , g	GPD, g	CA
0,219-0,186-0,171	32,17	101,41	1,90	4,35	0,900	2,12
0,257-0,223-0,209	31,93	101,84	1,89	5,28	0,908	2,08
0,294-0,261-0,248	31,88	102,91	1,89	6,21	0,922	2,05
0,332-0,229-0,284	31,87	101,03	1,92	7,01	0,900	2,13
0,370-0,336-0,332	31,98	102,71	1,93	8,07	0,919	2,11
CV, %	-	5,52	7,01	7,68	8,03	6,12
Valor P	-	0,955	0,963	<0,001	0,948	0,690

PI= Peso inicial, CRD = Consumo de ração diário, CPDD= Consumo de fósforo digestível diário, GPD= Ganho de peso diário, GPP = Ganho de peso no período, CA= Conversão alimentar.

¹ Efeito linear (P<0,01)

Da mesma forma, HASTAD et al. (2004) não observaram efeito de níveis de fósforo disponível sobre o consumo de ração em suínos machos castrados e fêmeas dos 33 aos 55kg e dos 88 aos 109kg, que obtiveram valores médios de 1,51 e 2,13kg respectivamente. Por outro lado, STHALY et al. (2000) relataram efeito significativo dos níveis de fósforo digestível sobre o consumo de ração diário, que variou de 1,05 a 3,00kg nas quatro fases estudadas, compreendendo a faixa dos 9 aos 119kg de peso corporal.

Conforme observações de GARZILLO (1996) há evidências de que o fósforo participa no controle da ingestão alimentar, uma vez que baixos níveis de fósforo reduzem o metabolismo basal e por consequência diminuem o apetite. Para SHRIVASTAT (2002) a deficiência de fósforo na dieta pode declinar o consumo de alimentos em função da redução da síntese e liberação dos hormônios do crescimento e da tireoide, principalmente o triiodotironina (T3). Todavia, somente ocorrerá redução efetiva da ingestão no caso de extrema deficiência (REINHART & MAHAN, 1986).

No presente estudo, os animais consumindo o plano nutricional basal de 0,219-0,186-0,171% apresentaram consumo de ração semelhante ao do plano 0,370-0,336-0,332%, demonstrando que foi possível atender as exigências dos animais com menor oferta de fósforo digestível. O consumo de fósforo digestível diário aumentou ($P < 0,01$) de forma linear com o aumento dos níveis desse mineral na dieta, conforme a equação $\hat{y} = 0,4681 + 23,017x$, $r^2 = 0,87$. Os animais alimentados com o plano contendo a sequência de 0,219-0,186-0,171% consumiram 30% menos fósforo digestível, em relação aos animais submetidos ao plano 0,294-0,361-0,246%, na sem prejuízo ao desempenho. Uma vez que o consumo de ração diário não aumentou, pode-se inferir que a resposta está vinculada ao aumento dos níveis de fósforo nas dietas.

Todavia, os valores apresentados no presente trabalho ficaram abaixo das recomendações estabelecidas por ROSTAGNO et al. (2011) que recomendam a ingestão diária de 5,97, 6,56 e 7,28g de fósforo digestível para suínos machos castrados com alto potencial para deposição de tecido muscular, respectivamente dos 30-50kg; 50-70kg e dos 70-100kg. Do mesmo modo, NSNG (2012) preconizam consumos superiores, sendo de 5,0; 5,54; 5,74 e $5,39g^{-1}$ dos 20-40kg; 40-60kg; 60-80kg e dos 80-100kg em relação aos obtidos no presente estudo.

O ganho de peso diário e a conversão alimentar observados no plano 0,219-0,186-0,171% de fósforo digestível foram similares aos demais planos avaliados, fato que permite inferir que os níveis de fósforo das dietas basais nas três fases atenderam as exigências para desempenho. Segundo STAHLY (2007) níveis de fósforo nas dietas abaixo das exigências dos suínos podem influenciar negativamente a relação entre a deposição de proteína e gordura na carcaça, aumentando o conteúdo de gordura corporal, prejudicando o ganho de peso, diminuindo a eficiência e/ou a conversão alimentar. REINHARD & MAHAN (1986) relataram que os baixos níveis de fósforo na dieta de suínos em crescimento influenciaram de

forma negativa o ganho de peso e a eficiência de aproveitamento dos alimentos. Estudos conduzidos O'QUINN et al (1997), com suínos machos castrados e fêmeas dos 25 a 50, 50 a 80, e 80 a 118kg demonstraram que, para atender as exigências de ganho de peso e eficiência alimentar, as dietas não devem conter níveis inferiores a 0,210; 0,190 e 0,160% de fósforo digestível.

Os planos nutricionais de fósforo digestível influenciaram ($P < 0,01$) os custos de fósforo digestível consumido diário e o custo de fósforo digestível por ganho de peso dos suínos (Tabela 14), que aumentaram linearmente de acordo com o aumento dos níveis de fósforo digestível das dietas, conforme demonstrado nas equações $\hat{y} = 0,00061 + 0,2981x$, $r^2 = 0,87$ e $\hat{y} = 0,00076 + 0,3244x$, $r^2 = 0,90$. Desse modo, houve redução estimada em 30,0% no custo da alimentação comparando o plano nutricional basal de 0,219-0,186-0,171% em relação ao de 0,294-0,361-0,246% de fósforo digestível.

O elevado custo das dietas em sistema de produção comercial de suínos é um dos fatores que mais interfere na lucratividade e, portanto, preconiza-se monitorar esta variável por meio de avaliação do custo dos nutrientes de maior valor econômico por unidade consumida e, principalmente, por quilo de peso ganho pelos animais.

Tabela 14 - Custo de suplementação de fósforo digestível para suínos machos castrados, dos 30 aos 100kg.

Planos nutricionais	CPDC, R\$ ¹	CPDGP, R\$ ¹
0,219-0,186-0,171	0,056	0,063
0,257-0,223-0,209	0,068	0,075
0,294-0,261-0,248	0,080	0,087
0,332-0,229-0,284	0,091	0,101
0,370-0,336-0,332	0,104	0,114
CV, %	10,91	13,75
Valor P	<0,001	<0,001

CPDC= Custo de fósforo digestível consumido diário, CPDGP= Custo de fósforo digestível por ganho de peso.

¹ Efeito linear ($P < 0,01$).

A espessura de toucinho, percentual, quantidade e a deposição de carne magra diária na carcaça não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos planos de fósforo digestível (Tabela 15).

Os resultados obtidos para a espessura de toucinho, seguem a tendência por O'QUINN et al. (1997) TRAYLOR et al. (2005) de AROUCA et al. (2010) e AROUCA et al. (2012) quando avaliaram suínos nas fases de crescimento a terminação consumindo dietas com diferentes níveis de fósforo disponível e digestível.

A profundidade de músculo foi influenciada linearmente ($P<0,05$) pelos planos nutricionais de fósforo digestível, segundo a equação $\hat{y} = 53,35 + 58,066x$, $r^2 = 0,07$. Avaliando suínos dos 60 aos 95kg, consumindo dietas com 0,100 a 0,460% de fósforo disponível, AROUCA et al. (2010) constataram efeito quadrático sobre a profundidade de músculo, recomendando o nível 0,350%, para atendimento dessa variável. Todavia, este efeito não se confirmou em estudos posteriores em que AROUCA et al. (2012) avaliando suínos dos 95 aos 120kg consumindo dietas com 0,092 a 0,348% de fósforo disponível.

Tabela 15 - Características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados, dos 30 aos 100kg, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.

Planos nutricionais	CC, cm	ET, mm	PM ¹ , mm	CM, %	QCM, kg	DCM, g
0,219-0,186-0,171	92,68	11,99	62,23	61,61	46,07	0,393
0,257-0,223-0,209	94,64	9,32	66,64	63,83	48,29	0,491
0,294-0,261-0,248	93,74	10,70	69,78	63,13	49,02	0,495
0,332-0,229-0,284	92,42	11,12	66,84	62,65	46,62	0,409
0,370-0,336-0,332	94,24	11,22	74,02	63,18	48,96	0,470
CV, %	12,22	28,85	14,26	3,95	7,776	22,15
Valor P	0,722	0,852	<0,005	0,516	0,301	0,597

CC= Comprimento de carcaça; ET= Espessura de toucinho; PM= Profundidade de músculo; CM = Percentual de carne magra; QCM= Quantidade de carne magra; DCM= Deposição de carne magra diária.

¹ Efeito linear ($P<0,01$).

Os resultados do presente estudo corroboram os achados de TRAYLOR et al. (2005) para suínos mestiços machos castrados e fêmeas de 45 aos 110kg. Apesar do plano nutricional

com maior conteúdo de fósforo digestível ter apresentado maior profundidade de lombo, no presente estudo, o efeito positivo desta variável isoladamente não foi suficiente para a recomendação desse plano, uma vez que o plano 0,219-0,186-0,171 apresentou desempenho semelhante para todas as variáveis de desempenho e a maioria das características de carcaça, em relação ao plano com níveis de fósforo intermediários, próximos aos recomendados por ROSTAGNO et al (2011) e mesmo ao nível mais alto estudado 0,370-0,336-0,332% e com menor custo.

Embora não se tenha observado efeito entre os tratamentos constatou-se que o percentual de carne magra, apresentado no plano nutricional 0,219-0,186-0,171% foi superior aos encontrados por O'QUINN et al. (1997), TRAYLOR et al. (2005), AROUCA et al. (2010) e AROUCA et al. (2012) que foram respectivamente 49,70; 52,70; 53,09; 56,06%. A deposição de carne magra apresentada no plano 0,219-0,186-0,171% está próximo ao valor médio de 0,390g recomendado pelo NSNG (2012) para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra compreendendo a faixa de peso entre 20 a 110kg. Da mesma forma STAHLY et al. (2000) avaliaram suínos pesando entre 20 a 119kg alimentados com diferentes níveis de fósforo disponível, e obtiveram deposição diária de carne magra estimada em 390g.

Os níveis de fósforo adequados para suínos em crescimento e terminação são aqueles que atendem as exigências para o desempenho, maximizando o desenvolvimento muscular dos animais, proporcionem carcaças com elevado índice de bonificação e com menor custo de produção. Portanto, a partir dos resultados obtidos, pode-se inferir que mesmo havendo efeito melhora na profundidade de músculo de acordo com o aumento dos níveis de fósforo, o plano nutricional basal de 0,219-0,186-0,171% fósforo digestível foi o mais adequado para suínos machos castrados com alto potencial genético para deposição de tecido magro dos 30 aos

100kg, considerando-se os resultados obtidos para desempenho, carcaça e, principalmente, relacionados aos custos de alimentação.

CONCLUSÃO

O plano nutricional de 0,219-0,186-0,171% de fósforo digestível possibilita redução dos custos de suplementação de fósforo e de alimentação e atende as exigências nutricionais de fósforo digestível para desempenho e característica de carcaça de suínos machos castrados, dos 30 aos 100kg.

REFERÊNCIAS

- AROUCA, C.L.C. et al. Available phosphorus levels for 95 to 120kg barrows genetically selected for lean gain. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1433-1441, 2012.
- AROUCA, C.L.C. et al. Níveis de fósforo disponível para suínos machos castrados dos 60 aos 95kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2646-2655, 2010.
- BUFFINGTON, D.E. et al. **Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows**. Trans. ASAE, v.24, p.711-714, 1981.
- CENTRAL VEEVOEDERBUREAU - CVB. **Veevoedertabel: Gegevens over chemischesamenstelling, verteerbaarheidenvoederwaarde van voedermiddelen. Lelystad: 1998, p.94.**
- FEDNA, Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (3ª edición). C. de Blas, G.G. Mateos y P. García-Rebollar. **Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal**. Madrid. 502 pp, 2010.
- 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**, 1., 2000. Concórdia: EMBRAPA -CNSA, 2000. p. 221- 234

HASTAD, C.W. et al. Phosphorus requirements of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2945-2952, 2004.

INRA-AFZ, 2004. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. D. Sauvant, J.-M. Perez, G. Tran (eds), 2e édition révisée, INRA, Paris, 301p.

KORNEGAY, E.T.; HARPER, A.F. Environmental nutrition: Nutrient management strategies to reduce nutrient excretion of swine. **The professional Scientist**, v.13, p.99-111, 1997.

LEHNINGER, A. et al. **Princípios de Bioquímica**. 3ª Ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC **Nutrient Requirements of Swine**: Eleventh Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.

NATIONAL SWINE NUTRITION GUIDE. **Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates** – NSNG: 2012

O'QUINN, P.R. et al. Digestible phosphorus needs of terminal-cross growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1308-1318, 1997.

REINHART, G.A.; MAHAN, D.C. Effect of Various Calcium:Phosphorus Ratios at Low and High Dietary Phosphorus for Starter, Grower and Finishing Swine. **Journal of Animal Science**, v.63, p. 457-466, 1986;

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos, composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011, 252p.

ROY, M. **Le phosphore, des excès dispendieux!** CONFÉRENCE...EXPO-CONGRÈS DU PORC DU QUÉBEC, p. 21-33, 2004

SAMPAIO, C.A.P. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, p.785-790, 2004.

SHRIVASTAV, A.K. Recentes avanços na nutrição de codornas japonesas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA NOVOS CONCEITOS APLICADOS À PRODUÇÃO DE CODORNAS, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras, 2002, p.116-117.

STAHLY, T.S. [2007]. **Nutrient needs for high lean pigs**. Manitoba agriculture, food and rural initiatives. Disponível em: <http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/swine/bab10s13.html>>. Acesso em 01/03/2014.

STAHLY, T.S. et al. **"Dietary Available Phosphorus Needs of High Lean Pigs Fed from 9 to 119 kg Body Weight"** (2001). Swine Research Report, 2000. Paper 4. Disponível em: <http://lib.dr.iastate.edu/swinereports_2000/4>. Acesso em: fev. 2014.

TRAYLOR, S.L. et al. Bioavailability of phosphorus in meat and bone meal for swine. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1054-1061, 2005.

TURCO, S.H.N. **Análise de sistemas de condicionamento térmico em maternidades para suínos**. 1997. 91p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG.

GARZILLO, J.M.F. **Parâmetros biológicos usados na avaliação da biodisponibilidade do fósforo para frangos de corte em fosfatos comerciais e em fosfatos de rocha**. 1996. 120p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A suplementação de fósforo digestível em dietas de suínos em todas as fases de criação faz-se necessária, uma vez que as dietas atualmente utilizadas, a base de milho e farelo de soja não suprem totalmente as exigências dos animais para este mineral. Além disso, com a evolução genética vivenciada nos últimos anos é possível perceber que o padrão de exigências dos suínos vem se alterando com maior velocidade. Por outro lado, o ambiente térmico também interfere no aproveitamento dos nutrientes, podendo reduzir a resposta fisiológica para desempenho e as características de carcaça, e dessa forma, alterar o padrão de exigência de fósforo digestível dos suínos.

Estes fatos justificam contínuos estudos para estabelecimento de novos padrões de exigências e principalmente para o estabelecimento de planos nutricionais sequenciais, pois esses permitem adequar as dietas de modo a atender com maior precisão as exigências dos suínos em suas distintas fases de produção.

É pertinente a realização de novos estudos analisando-se níveis mais baixos de fósforo, e, principalmente, em diferentes ambientes térmicos, uma vez que não se estabeleceu deficiência de fósforo digestível em pesquisas com baixos níveis de suplementação e sob temperaturas extremas.