

ALYSSON SARAIVA

**NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS DE ALTO
POTENCIAL GENÉTICO PARA DEPOSIÇÃO DE CARNE
DOS 15 AOS 60 kg**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

ALYSSON SARAIVA

**NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS DE ALTO
POTENCIAL GENÉTICO PARA DEPOSIÇÃO DE CARNE
DOS 15 AOS 60 kg**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 10 de agosto de 2007.

Prof. Márvio Lobão Teixeira de Abreu
(Co-Orientador)

Prof^a. Rita Flávia Miranda de Oliveira
(Co-Orientadora)

Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva

Prof. Paulo César Brustolini

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Orientador)

A Deus, por todos os momentos da minha vida.

Ao meu pai, Renato, e à minha mãe, Vilma, com muito carinho pelo apoio,
pelo amor e pela confiança depositada em mim.

Aos meus irmãos Allam, Aline e Alejandro.

Ao meu sobrinho Kauam por toda felicidade que nos tem proporcionado.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de viçosa, por meio do Departamento de Zootecnia, pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa SERRANA NUTRIÇÃO ANIMAL, pela parceria na realização deste trabalho.

Ao meu orientador, professor Juarez Lopes Donzele, pela amizade e confiança, pelos ensinamentos transmitidos, pelo incentivo e pela orientação durante o curso de pós-graduação e durante a execução deste trabalho.

Aos professores conselheiros Rita Flávia Miranda de Oliveira e Márvio Lobão Teixeira de Abreu, pelas valiosas críticas e sugestões que contribuíram para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao professor Paulo César Brustolini e ao pesquisador da EPAMIG, Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva, pelas colaborações científicas.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia e de outros setores que contribuíram para a realização deste trabalho.

À turma de Zootecnia de 2001, em especial aos amigos Moisés, Will, Eric, Marcos, Henrique, Manoel, Virgínia, Cris e Ana Paula pela amizade, pela união, por todos os bons momentos que temos passado juntos e por tantos mais que com certeza virão.

Aos amigos Douglas Haese e Fabrício de Almeida Santos, pela inestimável ajuda durante a condução dos ensaios experimentais.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pelo apoio durante a condução dos experimentos. Em especial ao amigo José Alberto “Dedeco”, pela dedicação, pelo companheirismo, pela presteza e apoio na realização desse trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

BIOGRAFIA

ALYSSON SARAIVA, filho de Renato Saraiva e Vilma Maria Saraiva, nasceu em 03 de maio de 1975, em Seritinga, Minas Gerais.

Em março de 2001 iniciou o Curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa – UFV, graduando-se em maio de 2006.

Em maio de 2006, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, em nível de mestrado, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos. Submeteu-se à defesa de tese em 10 de agosto de 2007.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO PARA DEPOSIÇÃO DE CARNE DOS 15 AOS 30 kg.....	12
Resumo.....	12
Abstract.....	13
Introdução.....	14
Material e Métodos.....	16

Resultados e Discussão.....	19
Conclusões.....	28
Referências Bibliográficas.....	29
NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO PARA DEPOSIÇÃO DE CARNE DOS 30 AOS 60 kg.....	32
Resumo.....	32
Abstract.....	33
Introdução.....	34
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	39
Conclusão.....	48
Referências Bibliográficas.....	49
CONCLUSÕES GERAIS.....	52

LISTA DE TABELAS

NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO PARA DEPOSIÇÃO DE CARNE DOS 15 AOS 30 kg

Tabela 1 - Composição centesimal e nutricional calculada das rações experimentais..... 17

Tabela 2 - Valores de desempenho e de parâmetros ósseos de suínos recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na ração dos 15 aos 30 kg..... 19

NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO PARA DEPOSIÇÃO DE CARNE DOS 30 AOS 60 kg

Tabela 1 - Composição nutricional e centesimal calculada das rações experimentais..... 37

Tabela 2 - Valores de desempenho e de parâmetros ósseos de suínos recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na ração dos 30 aos 60 kg..... 39

LISTA DE FIGURAS

NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO PARA DEPOSIÇÃO DE CARNE DOS 15 AOS 30 kg

Figura 1 – Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre o ganho de peso diário de suínos dos 15 aos 30 kg.....	21
Figura 2 - Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a conversão alimentar de suínos dos 15 aos 30 kg.....	23
Figura 3 - Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a resistência óssea de suínos dos 15 aos 30 kg.....	25
Figura 4 - Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a quantidade de cálcio no osso de suínos dos 15 aos 30 kg.....	26
Figura 5 - Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a quantidade de fósforo no osso de suínos dos 15 aos 30 kg.....	27

NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO PARA DEPOSIÇÃO DE CARNE DOS 30 AOS 60 kg

Figura 1 - Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre o ganho de peso diário de fêmeas suínas dos 30 aos 60 kg.....	41
Figura 2 - Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a conversão alimentar de fêmeas suínas dos 30 aos 60 kg.....	43

RESUMO

SARAIVA, Alysson, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2007. **Níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 15 aos 60 kg.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Co-Orientadores: Rita Flávia Miranda de Oliveira e Márvio Lobão Teixeira de Abreu.

Com o objetivo de avaliar níveis de fósforo disponível (PD) em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne, dos 15 aos 60 kg, foram conduzidos dois experimentos. No experimento I, foram utilizados 60 leitões, híbridos comerciais, sendo 30 machos castrados e 30 fêmeas, com peso inicial de $15,00 \pm 0,41$ kg, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos, cinco repetições e dois animais, um de cada sexo, por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de uma ração basal e outras cinco rações obtidas pela suplementação da ração basal com fosfato bicálcico de forma a se obter seis níveis de PD (0,114; 0,211; 0,328; 0,435; 0,542 e 0,649%). No experimento II, foram utilizadas 60 fêmeas suínas, híbridas comerciais, com peso inicial de $30,00 \pm 0,618$ kg, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de uma ração basal e outras quatro rações obtidas pela suplementação da ração basal com fosfato bicálcico de forma a se obter cinco níveis de PD (0,115; 0,195; 0,275; 0,355 e 0,435%). No experimento I, os níveis de PD influenciaram o consumo de ração diário (CRD), que

aumentou de forma linear. O ganho de peso diário (GPD) e a conversão alimentar (CA) melhoraram de forma quadrática com o aumento dos níveis de PD, até os níveis estimados, respectivamente, de 0,509 e 0,477% de PD. Os tratamentos influenciaram de forma quadrática a resistência óssea (RO), que aumentou até o nível estimado de 0,529% de PD. Os teores de cálcio (CaO) e fósforo (PO) no osso aumentaram de forma quadrática em função dos tratamentos até os níveis estimados, respectivamente, de 0,619 e 0,596% de PD. Não foi observado efeito dos níveis de PD sobre o teor de cinza óssea (CO). No experimento II, não foi observado efeito dos níveis de PD sobre o CRD. Os níveis de PD influenciaram o GPD dos animais e a CA de forma linear, sendo que o GPD aumentou até o nível de 0,358% de PD, permanecendo em um platô. A CA melhorou até 0,364% de PD, onde permaneceu em um platô. A RO, os níveis de PO e a porcentagem de CO foram influenciados de forma linear crescente pelos níveis de PD das rações. Não houve efeito dos níveis de PD sobre a quantidade de CaO. Conclui-se que os níveis de PD da ração que proporcionam os melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar de suínos de alto potencial genético para deposição de carne, dos 15 aos 30 kg e dos 30 aos 60 kg, são respectivamente 0,509 e 0,477%; e 0,358 e 0,364%, correspondentes a consumos diários estimados respectivos de 6,39 e 5,93 g; e 7,64 e 7,77 g.

ABSTRACT

SARAIVA, Alysson, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2007. **Available phosphorus levels in diets for swine with high genetic potential for meat deposition from 15 to 60 kg.** Adviser: Juarez Lopes Donzele. Co-Advisers: Rita Flávia Miranda de Oliveira and Márvio Lobão Teixeira de Abreu.

Two experiments were conducted to evaluate the available phosphorus (AP) levels in diets for swine of high genetic potential for meat deposition, from 15 to 60 kg. In the first experiment, 60 commercial hybrids pigs, were used being 30 castrate males and 30 females, with initial weight of 15.00 ± 0.41 kg, distributed in a completely randomized experimental design, with six treatments, five repetitions and two animals, one of each sex, for each experimental unit. The treatments were constituted on a basal diet and other five diets obtained by the supplementation of the basal diet with dicalcium phosphate to obtain six levels of AP (0.114; 0.211; 0.328; 0.435; 0.542 e 0.649%). In the second experiment, 60 female commercial hybrids pigs, with initial weight of 30.00 ± 0.618 kg were used, distributed in a completely randomized experimental design, with five treatments, six repetitions and two animals for each experimental unit. The treatments were constituted of a basal diet and other four diets obtained by the supplementation of the basal diet with dicalcium phosphate to obtain five levels of AP (0.115; 0.195; 0.275; 0.355 and 0.435%). In the first experiment, the levels of AP have influenced the feed daily intake (FDI), which increased in a linear form. The daily weight gain (DWG) and the feed conversion (FC)

improved in a quadratic form with the increase of the AP levels, until the estimated levels, respectively, of 0.509 and 0.477% of AP. The treatments have influenced in a quadratic form the bone resistance (BR), which increased until the estimated level of 0.529% of AP. The contents of calcium (CaB) and phosphorus (PB) in the bone increased in a quadratic form in function of the treatments until the estimated levels, respectively, of 0,619 and 0.596% of AP. There was not observed any effect of the AP levels over the bone ash (BA) content. In the second experiment, there was not observed any effect of the AP levels over the FDI. The levels of AP have influenced the DWG from the animals and the FC in a linear form, where the DWG increased until the level of 0.358% of AP, maintaining in a plateau. The FC improved until 0.364% of AP, where kept in a plateau. The BR, the levels of PB and the BA percentage were influenced in an increasing linear form by the AP levels from the diets. There was not effect of the AP levels over the quantity of CaB. It is concluded that the diet AP levels which propitiate the better results of weight gain and feed conversion of high genetic potential swine for meat deposition, from 15 to 30 kg and from 30 to 60 kg, are respectively 0.509 and 0.477%; and 0.358 and 0.364%, corresponding to the daily consumption estimated on 6.39 and 5.93 g; 7.64 and 7.77g, respectively.

INTRODUÇÃO GERAL

As características genéticas dos suínos têm se alterado de forma expressiva nas últimas décadas.

A introdução no mercado de novas linhagens com maior potencial para deposição de proteína em detrimento à deposição de gordura corporal deve ser objeto de constante preocupação por parte dos nutricionistas, uma vez que alterações nas deposições de tecidos corporais podem produzir diferenças nas exigências diárias de nutrientes.

A obtenção de taxas ótimas de crescimentos, assim como o bem estar dos suínos, depende de um fornecimento adequado de energia e nutrientes na dieta. A deposição de proteína é influenciada pelo consumo de energia e aumenta até atingir um determinado limite, o qual é determinado pelo potencial genético do animal. Assim, a deposição de proteína em função do consumo de energia só será obtida de forma eficiente se o fornecimento de nutrientes for suficiente para permitir a expressão genética do animal.

Um destes nutrientes, que tem um papel de destaque nas transformações metabólicas de energia nas células é o fósforo. Sendo necessário determinar ajustes precisos dos aportes deste mineral no organismo animal para satisfazer necessidades

distintas dos suínos (manutenção, crescimento, mineralização óssea e deposição muscular). De acordo com Hendricks et al. (1993), suínos de diferentes potenciais genéticos para deposição de tecido magro apresentam diferenças em suas exigências de minerais.

O fósforo é um mineral essencial no metabolismo dos animais, pois desempenha importante função no desenvolvimento e na manutenção da estrutura óssea do organismo. Na maioria dos animais vertebrados, as exigências de fósforo são inferiores somente às de cálcio.

Em diversos países, assim como no Brasil, a produção animal intensiva tende a se concentrar em determinadas áreas e a produção de suínos não é uma exceção. Devido à crescente preocupação social com relação à poluição ambiental e também por questões econômicas, a indústria suinícola tem sido pressionada a tomar medidas para reduzir substancialmente a excreção de nutrientes pelos animais, entre eles o nitrogênio e o fósforo. Biotecnologias, como a adição da fitase microbiana em dietas para animais não-ruminantes, demonstra claramente os esforços feitos pelas indústrias de alimentos para reduzir os efeitos poluidores da produção animal intensiva (Eeckhout *et al.*, 1995).

Mas, assim como para a proteína e aminoácidos, a primeira abordagem para melhorar a eficiência na utilização do fósforo pelos suínos é garantir um aporte adequado do mineral em função do potencial de crescimento dos animais e de seu estado fisiológico, através da redefinição das exigências mínimas de fósforo que garantam o desempenho produtivo máximo, evitando-se a formulação de rações com margens de segurança.

Assim, a determinação das exigências de fósforo disponível de suínos de alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 15 aos 30 kg e dos 30 aos 60 kg, torna-se fundamental para o estabelecimento de estratégias de alimentação adequadas que permitirão maximizar a produção com aumento da eficiência alimentar.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos de níveis de fósforo disponível da ração sobre o desempenho e parâmetros ósseos de suínos de alto potencial genético para deposição de carne, dos 15 aos 60 kg.

Esta tese foi elaborada na forma de artigos, de acordo com as normas para leitura de tese da Universidade Federal de Viçosa (UFV), e os artigos foram adaptados aos padrões da Revista Brasileira de Zootecnia.

REVISÃO DE LITERATURA

A formulação de rações para suínos requer informação precisa das exigências de fósforo nas diversas fases da criação, sob pena de comprometer o desempenho dos animais. Apesar da importância desse mineral, não somente pelo seu envolvimento no metabolismo protéico dos suínos, mas também pelas várias funções que desempenha no organismo animal, poucos estudos têm sido conduzidos para se determinar os efeitos de diferentes níveis de fósforo no desempenho de suínos durante as fases de crescimento e terminação.

A exigência de fósforo dos suínos é dependente da quantidade que é necessária para suprir a exigência de manutenção dos animais e também da taxa e do tipo de tecido que está sendo produzido. De acordo com Carter e Cromwell (1998), a quantidade de fósforo exigida para crescimento está estreitamente relacionada com a capacidade de deposição de tecido magro dos suínos. O conteúdo médio de fósforo no músculo de suínos é de 0,206%; 3,16% nos ossos; 0,175% nas vísceras; 0,071% na pele e 0,036% no tecido adiposo (Stahly, 2001). Segundo o mesmo autor, à medida que os animais se desenvolvem menor quantidade de fósforo disponível é exigida por kilo de ganho de peso, refletindo mudanças na taxa de deposição de tecidos com elevado e baixo conteúdo de fósforo. O crescimento

ósseo predomina nos animais jovens, o muscular nos suínos em crescimento e a deposição de tecido adiposo nos animais em terminação.

Segundo Underwood & Suttle (1999), além da formação e manutenção do sistema ósseo, onde serve como reserva mobilizável para as funções que ele cumpre em quase todos os processos metabólicos, o fósforo ainda atua como componente dos ácidos nucleicos (DNA e RNA) os quais são fundamentais para o crescimento e diferenciação celular. Entre suas funções metabólicas o fósforo participa na utilização, armazenamento e transferência de energia, nas formas de adenosina mono, di e trifosfato; como fosfolípídeo, contribui para fluidez e integridade da membrana celular; como fosfato, contribui para manutenção do equilíbrio ácido-base e da pressão osmótica e participa também de inúmeros sistemas enzimáticos, no tamponamento do sangue e outros fluídos, na atividade da bomba de sódio/potássio (Na^+/K^+) e no metabolismo de proteínas (Lehninger et al., 2002).

Alguns parâmetros têm sido usados para se estimar a exigência de fósforo tais como ganho de peso, conversão alimentar e o grau de mineralização óssea. No entanto, as exigências de fósforo de suínos têm sido estabelecidas, principalmente, por meio da avaliação do desempenho dos animais, não considerando a mineralização dos ossos (NRC, 1998). Vários autores têm proposto que o nível de fósforo exigido para o máximo desempenho dos suínos é inferior àquele exigido para máximo desenvolvimento ósseo (Mahan et al., 1980; Mahan, 1982; Kock et al. 1984).

De acordo com Stahly (2001), a concentração adequada de fósforo na dieta é aquela que irá proporcionar maior deposição de tecido muscular e ainda manter o estoque de fósforo nos ossos. Recebendo quantidades inadequadas de fósforo dietético, suínos com alta capacidade para deposição de carne magra irão mobilizar fósforo dos ossos e, até um determinado nível, do músculo, mas não o suficiente para otimizar sua performance.

Diversas pesquisas têm relatado que as exigências nutricionais dos suínos variam não somente em função da fase de crescimento dos animais, mas, também, conforme o genótipo, sexo, saúde, temperatura ambiente, densidade populacional, entre outros fatores. Desta forma, programas de melhoramento genético e de nutrição, bem como sanitário e ambiental, têm sido utilizados pelas indústrias suinícolas com o objetivo de melhorar o desempenho de suínos.

A sucessiva seleção para maior percentual de deposição de proteína em detrimento à deposição de gordura tem tornado necessária a reavaliação constante das exigências nutricionais dos suínos, uma vez que mudanças na taxas de deposição de tecidos corporais resultam em diferenças nas exigências diárias de nutrientes. Segundo Hendricks et al. (1992), suínos com diferentes potenciais para deposição de tecido magro apresentam diferenças em suas exigências de minerais.

Segundo Lange (2003), a exigência de fósforo disponível de suínos de baixo potencial genético para deposição de proteína é similar à proposta pelo NRC (1998). Contudo, para animais de alto potencial genético para deposição de tecido magro, a exigência contida no NRC (1998) parece estar subestimada.

Ekpe et al. (2002), trabalhando com níveis de fósforo digestível entre 0,19 e 0,38% para suínos de alto potencial genético, estimaram que fêmeas na fase de crescimento (23 aos 60 kg) exigem 0,36% de fósforo digestível na dieta, correspondendo a um consumo diário de 6,92 g, enquanto que os machos castrados exigem 0,32% de fósforo digestível, correspondendo a um consumo diário de 6,17 g. Resultados semelhantes foram encontrados por Rostagno et al. (2005), com suínos de alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 30 aos 50 kg.

A recomendação de fósforo disponível para suínos, machos castrados, provenientes do cruzamento de Camborough 22 e Machos AGPIC 412 TG Elite, de alto potencial

genético, em boas condições de manejo e nutrição, foi de 0,35% para animais de 30 a 60 kg, de acordo com a PIC (1999), enquanto que no NRC (1998) recomenda-se 0,23% de fósforo disponível para suínos de 20 a 30 kg. Já para animais de 60 e 125 kg, em PIC (1999), recomenda-se 0,30% e no NRC (1998) 0,15%, dos 80 aos 120 kg.

De acordo com Spears et al. (1995), a exigência de fósforo disponível para ótima função do sistema imune de suínos pode ser maior do que para máximo ganho de peso. Segundo estes mesmos autores, a suplementação de fósforo em suínos no pós-desmame aumenta o ganho de peso diário e melhora a resposta imune.

Durante o período de crescimento (18 a 40 kg), os animais têm uma maior exigência de fósforo disponível do que na terminação (Gomes, 1988). Segundo Crenshaw et al., (1981) e Mahan (1982), a exigência de cálcio e fósforo para o máximo desenvolvimento ósseo é no mínimo 0,1% maior do que para ganho de peso. De acordo com Doige et al., (1975) e Pond et al., (1978), citados por Gomes (1988), os níveis de Ca e P nas rações de suínos, nas fases de crescimento e terminação, podem variar consideravelmente, sem prejudicar o desempenho dos animais, embora a relação Ca:P deva estar próxima de 1,3:1.

A recomendação de P disponível para suínos de 20 a 50 kg é de 0,23% e de 0,19% para animais entre 50 a 80 kg, sendo que a relação Ca:P deve estar entre 1:1 e 1,25:1 (NRC, 1998). Entretanto, Rostagno et al. (2005) recomendam 0,332% de P disponível para suínos de 30 a 50 kg e 0,282% para a faixa de 50 a 70 kg. Segundo Hastad et al., (2004), a exigência de P disponível para leitoas de 33 a 55 kg, criadas em um ambiente comercial foi de 0,22%.

Na fase de terminação, a exigência de P dos suínos é menor do que na fase de crescimento, pelo fato de o animal já ter atingido a máxima formação dos ossos e músculos, mas, ainda assim, esse mineral é de grande importância, devendo ser fornecido

em quantidade adequada, para que o animal tenha um desenvolvimento eficiente e econômico (Gomes, 1988).

De acordo com Nutrient, (1998) e Hastad et al. (2004) suínos na fase de terminação exigem 0,15 e 0,19% de fósforo disponível. Mais recentemente, Rostagno et al. (2005) estabeleceram que suínos na fase de terminação, dos 70 aos 100 kg, têm uma exigência de 0,248% de fósforo disponível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARTER, S.D.; CROMWELL, G.L. Influence of somatotropin on the phosphorus requirement of finishing pigs: II. Carcass characteristics, tissue accretion rate, and chemical composition of the ham. **J. Anim. Sci.**, v.76, p. 596-605, 1998.
- COMBS, N.R.; KORNEGAY, E.T.; LINDEMAN, L.D.; NOTTER, D.R. Calcium and phosphorus requirements of swine from weaning to market weight: I, development of response curves for performance. **J. Anim. Sci.**, v. 69, p. 673-681, 1991.
- CRENSHAW, T.D., PEO, E.R.; LEWIS, A.J. et al. Influence of age, sex and calcium and phosphorus levels on the mechanical properties of various bones in swine. **J. Nutrition.**, p.116:2155, 1981.
- DOIGE, C.E.; OWEN, B.D.; MILLS, J.H.L. Influence of calcium and phosphorus on growth and skeletal development of growing swine. **Can. J. Anim. Sci.**, v.55, p.147-164, 1975.
- EECKHOUT, W.; PAEPE, M.; WARNANTS, N. et al. An estimation of the minimal P requirements for growing-finishing pigs, as influenced by the Ca level of the diet. **Anim. Feed Sci. Technology**, v.52, p.29-40, 1995.
- EKPE, E.D.; ZIJLSTRA, R. T.; PATIENCE, J. F. Digestible phosphorus requirement of grower pigs. **Can. J. Anim. Sci.**, v. 82, n. 4, p. 541-549, 2002.
- 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.
- HASTAD, C. W.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D. et al. Phosphorus requirements of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. **J. Anim. Sc.**, v.82, p. 2945-2952, 2004.

- HENDRIKS, W.H.; MOUGHAN P.J. Whole-body mineral composition of entire male and female pigs depositing protein at maximal rates. **Livestock Productions Science**, v.33, p.161 – 170, 1993.
- KOCH, M.E.; MAHAN, D.C.; CORLEY, J.R. An evaluation of various biological characteristics in assessing low phosphorus intake in weanling swine. **J. Anim. Sci.**, v.59, p. 1546-1556, 1984.
- LANGE, C.F.M. A Systems Approach to Optimizing Phosphorus and Nitrogen Utilization in the Growing Pig. **Department of Poultry Science**, University of Guelph, Ontário, Canada, 2003.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. 3ª Ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975 p.
- MAHAN, D.C. Dietary calcium and phosphorus levels for weaning swine. **J. Anim. Sci.**, v.54, p.559-564, 1982.
- MAHAN, D.C.; EKSTROM, K.E.; FETTER, A.W. Effect of dietary protein, calcium and phosphorus for swine from 7 to 20 kilograms body weight. **J. Anim. Sci.**, v.50, p.309-314, 1980.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Swine Nutrition. Nutrient requirements of swine. 9 ed. Washington: **National Academy of Science**, 1998. 189p.
- NUTRIENT. **Requeriments of swine**. 10 ed. Washington: NRC, 1998. 189p.
- PIC. Grow – finish nutrition concepts: impact of nutrition on lean growth. **Technical update**, v. 2, n. 1, 1999.
- POND, W.G.; WALKER, E.F.; KIRKLAND, D. Effect of dietary Ca and P levels from 40 to 100 kg body weight on weight gain and bone and soft tissue mineral concentration. **J. Anim. Sci.**, v. 46, p.686-691, 1978.
- ROSTAGNO, H.S. ; ALBINO, L.F.T. ; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais.**, UFV, Imprensa Universitária, Viçosa, MG, 2000. p.141.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2005. 186 p.
- SPEARS, J.W., KEGLEY, E.B., AUMAN, S.K. Effect of dietary phosphorus and stress on immune function of weanling pigs. **Anim. Sci.**, 1995.
- STAHLY, T.S. Nutrient needs for high lean pigs. **Manitoba agriculture, food and rural initiatives**. 2001. Disponível em: <http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/swine/bab10s13.html> Acessado em: 01/06/2007.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 3rd edition.
NY: CABI Publishing, 1999. 598 p.

NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO PARA DEPOSIÇÃO DE CARNE DOS 15 AOS 30 kg

Resumo - Foram utilizados 60 leitões híbridos comerciais, sendo 30 machos castrados e 30 fêmeas, com peso inicial de $15,00 \pm 0,41$ kg para avaliar níveis de fósforo disponível (PD). Os animais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos, cinco repetições e dois animais (1 macho e 1 fêmea) por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de uma ração basal sem suplementação de fosfato bicálcico e outras cinco rações obtidas pela suplementação da ração basal com fosfato bicálcico de forma a se obter seis níveis de PD (0,114; 0,221; 0,328; 0,435; 0,542 e 0,649%). Os níveis de PD influenciaram o consumo de ração diário, que aumentou de forma linear. O ganho de peso diário aumentou e a conversão alimentar reduziu de forma quadrática em razão dos níveis de PD da ração, até os níveis estimados, respectivamente, de 0,509 e 0,477%. Os tratamentos também influenciaram de forma quadrática a resistência óssea e os teores de os teores de cálcio e fósforo no osso, que aumentaram, respectivamente, até os níveis estimados de 0,529; 0,619 e 0,596% de PD. Não houve efeito dos níveis de PD das rações sobre o teor de cinza óssea. Conclui-se que os níveis de PD que proporcionam os melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar de suínos machos castrados e fêmeas de alto potencial genético para deposição de carne, dos 15 aos 30 kg, são respectivamente 0,509 e 0,477%, correspondentes a consumos diários estimados de 6,39 e 5,93 g.

Palavras-chave: exigência, genótipo, minerais, suínos

AVAILABLE PHOSPHORUS LEVELS IN DIETS FOR SWINE WITH HIGH GENETIC POTENTIAL FOR MEAT DEPOSITION FROM 15 TO 30 kg

Abstract - Sixty commercial hybrid pigs were used, being 30 castrate males and 30 females, with initial weight of 15.00 ± 0.41 kg to evaluate levels of available phosphorus (AP). The animals were distributed in a completely randomized experimental design, with six treatments, five repetitions and two animals (1 male and 1 female) for each experimental unit. The treatments were constituted on a basal diet without dicalcium phosphate supplementation and other five diets obtained through basal diet supplementation with dicalcium phosphate to obtain six levels of AP (0.114; 0.221; 0.328; 0.435; 0.542 and 0.649%). The levels of AP have influenced the feed daily intake, which increased in a liner form. The daily weight gain increased and the feed conversion reduced in a quadratic form due the levels of AP of the ration, until the estimated levels, respectively, of 0.509 and 0.477%. The treatments also influenced in a quadratic form the bone resistance and the contents of calcium and phosphorus in the bone, which rose, respectively, until the estimated levels of 0.529; 0.619 and 0.596% of AP. There was no effect on the AP levels of the rations over the bone ashes content. It is concluded that the levels of AP that propitiate the better results of weight gain and feed conversion of castrate males swine and females swine of high genetic potential for meat deposition, from 15 to 30 kg, are respectively 0.509 and 0.477% corresponding to the daily consumes estimated on 6.39 and 5.93 g.

Keywords: genotype, minerals, requirement, swine.

Introdução

Na busca por melhores índices de produtividade, são necessários estudos para se determinar o manejo mais adequado dos suínos de acordo com as condições existentes em cada região e para o estabelecimento de programas sanitários que sejam eficientes para garantir a qualidade do produto final. Além disso, é fundamental a formulação de dietas balanceadas para atender as exigências dos animais, de forma a maximizar a produtividade.

Em um programa de alimentação é necessário que se tome por base valores de exigências nutricionais o mais próximo possível das exigências dos animais, evitando o excesso e a deficiência de nutrientes. Assim, a seleção genética e a introdução no mercado de novas linhagens de suínos com alto potencial para deposição de carne representam uma preocupação constante para os nutricionistas, uma vez que as exigências nutricionais variam em relação aos diferentes potenciais genéticos. De acordo com Stahly et al. (1991) e Friesen et al. (1994), as estratégias de alimentação devem ser específicas para cada genótipo.

A obtenção de taxas produtivas e reprodutivas satisfatórias, assim como o bem estar dos suínos, depende de um fornecimento adequado de energia e de nutrientes na dieta. Entre esses nutrientes, o fósforo tem exigido atenção especial devido ao seu papel de destaque nas transformações metabólicas de energia que ocorrem nas células.

O fósforo é o segundo mineral mais abundante no organismo animal e, entre os minerais suplementados em rações para suínos é, provavelmente, o que desempenha maior número de funções. Participando da formação do esqueleto onde, juntamente com o cálcio, desempenha quantitativamente sua mais importante função: formação e manutenção da estrutura óssea do organismo (Underwood & Suttle, 1999).

Cerca de 80% do fósforo está presente nos ossos e dentes, o restante encontra-se amplamente distribuído nos tecidos moles, glóbulos vermelhos, ácidos nucleicos, membranas celulares, músculos e tecidos nervosos. No entanto, além da formação e manutenção do sistema ósseo e dentes, o fósforo participa da utilização, armazenamento e transferência de energia via AMP, ADP e ATP, faz parte da estrutura dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), atua no equilíbrio ácido-base, na manutenção da pressão osmótica e participa também de inúmeros sistemas enzimáticos (Lehninger et al., 2002); no tamponamento do sangue e outros fluidos, e no metabolismo de proteínas.

As rações de suínos são formuladas à base de milho e farelo de soja, que, por sua vez apresentam níveis de fósforo disponível insuficientes para atender às exigências dos animais, tornando necessária a suplementação de fósforo nas rações por meio do fosfato bicálcico como principal fonte inorgânica de fósforo.

Frente a crescente preocupação com a poluição ambiental, causada pela excreção de nutrientes em regiões de produção intensiva de suínos, bem como as novas linhagens genéticas com maior potencial produtivo que se tornam disponíveis no mercado, a redefinição das exigências de fósforo para suínos é uma necessidade crescente, uma vez que a deficiência desse mineral prejudica o desempenho e compromete o tecido ósseo dos animais e o excesso pode ser maléfico, além de contribuir para o aumento na excreção de fósforo para o ambiente.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos de níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne, dos 15 aos 30 kg.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais.

Foram utilizados 60 suínos híbridos comerciais, sendo 30 machos castrados e 30 fêmeas, com peso inicial de $15,00 \pm 0,41$ kg, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos (níveis de fósforo disponível), cinco repetições e dois animais, um de cada sexo, por unidade experimental. A unidade experimental foi representada pela gaiola.

Os animais foram alojados em gaiolas metálicas suspensas, com piso e laterais teladas, dotadas de comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, localizadas em prédio de alvenaria, com piso de concreto e teto de madeira rebaixado. A temperatura no interior da sala foi aferida diariamente, uma vez ao dia (8:00 hs), por meio de termômetro de máxima e mínima.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais e vitaminas, para atender às exigências dos animais, de acordo com Rostagno et al. (2005), exceto para o fósforo disponível. Os tratamentos, que consistiram de diferentes níveis de fósforo disponível (PD), foram constituídos de uma ração basal e outras cinco rações obtidas pela suplementação da ração basal com fosfato bicálcico, em substituição à areia lavada, resultando em rações experimentais com 0,114; 0,221; 0,328; 0,435; 0,542 e 0,649% de PD. Os aminoácidos sintéticos foram adicionados mantendo-se as relações com a lisina digestível preconizadas por Rostagno et al. (2000), segundo o conceito de proteína ideal.

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais. As rações, as sobras e os

Tabela 1 – Composição centesimal e nutricional calculada das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de fósforo disponível (%)					
	0,114	0,221	0,328	0,435	0,542	0,649
Milho	63,136	63,136	63,136	63,136	63,136	63,136
Farelo de soja	29,583	29,583	29,583	29,583	29,583	29,583
Óleo soja	2,371	2,371	2,371	2,371	2,371	2,371
Fosfato bicálcico	0,000	0,577	1,156	1,735	2,314	2,890
Calcário	1,849	1,477	1,103	0,729	0,355	0,00
Areia lavada	1,540	1,335	1,130	0,925	0,720	0,499
L-lisina HCL	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
DL-metionina	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
L-Treonina	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
Sal	0,457	0,457	0,457	0,457	0,457	0,457
Mistura mineral ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Mistura vitamínica ²	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Promotor de crescimento ³	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada						
EM (kcal/kg)	3.250	3.250	3.250	3.250	3.250	3.250
Proteína bruta (%) ⁴	18,84	18,84	18,84	18,84	18,84	18,84
Lisina digestível (%) ⁴	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Met + Cist. digestível (%) ⁴	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Treonina digestível (%) ⁵	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
Sódio (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Cálcio (%)	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Cálcio analisado (%)	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690
P total analisado(%)	0,314	0,421	0,528	0,635	0,742	0,849
P disponível (%)	0,114	0,221	0,328	0,435	0,542	0,649

¹Conteúdo/kg de produto: vitamina A (3.000.000 UI); vitamina D3 (1.200.000 UI); vitamina E (7.500mg); vitamina K3 (1.250mg); vitamina B12 (7000mg); vitamina B2 (2.300mg); biotina (50 mg); pantotenato de Ca (6.000mg); niacina (10.000mg); colina (125g); promotor crescimento (50g); antioxidante (5.000mg); vitamina B1 (500g); vitamina B6 (1.000mg); ácido fólico (150mg); e veículo q.s.p. (1.000g).

²Conteúdo/kg de produto: ferro (45.000 mg); cobre (37.000 mg); manganês (25.000 mg); zinco (35.000 mg); cobalto (300 mg); iodo (800 mg); selênio (120 mg) e veículo q.s.p. (1000 g).

³Princípio ativo: colistina.

⁴Valores estimados com base nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes, de acordo com Rostagno et al. (2005).

desperdícios foram pesados semanalmente e os animais pesados no início e no final do período experimental que durou 25 dias, para determinação do consumo de ração e de fósforo disponível, do ganho de peso e da conversão alimentar.

No final do período experimental, após jejum de 12 horas, um animal de cada unidade experimental, com peso mais próximo dos 30,0 kg, foi abatido por atordoamento para coleta da pata anterior direita.

As patas coletadas foram colocadas em recipiente de alumínio contendo água e foram fervidas para amolecer a pele e a carne que envolve os ossos para retirada do terceiro osso metacarpiano.

Os metacarpos foram mantidos em estufa ventilada a 65°C por um período de 72 horas e então submetidos à quebra por flexão, indicadora da resistência óssea, utilizando-se o aparelho Instron Corporation IX Automated Materials Testing System – modelo 4204, pertencente ao Laboratório de Papel e Celulose do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

Após serem quebrados, os ossos foram desengordurados em extrator Soxhlet e levados à estufa ventilada a 65°C por um período de 24 horas e, em seguida, foram triturados em moinho de bola.

A determinação dos teores de cálcio e fósforo das rações experimentais, bem como das concentrações de cálcio, fósforo e cinzas nos ossos foi realizada no Laboratório da Rodes Química Cajati LTDA, em Cajati – São Paulo.

As variáveis de desempenho e os parâmetros ósseos foram analisados utilizando-se os procedimentos para análises de variância e de regressão, contidos no Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2000), versão 8.0.

As exigências de fósforo disponível foram determinadas por meio de análises de regressão linear e quadrática.

Resultados e discussão

Durante o período experimental a temperatura mínima e máxima no interior da sala manteve-se, respectivamente, em $19,5 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$ e $28,3 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$. Constatou-se que a variação de temperatura observada nesse estudo esteve dentro da faixa ideal de 18 a 28°C , segundo Coffey et al. (2000), para esta categoria animal.

Os resultados de desempenho e dos parâmetros ósseos de suínos selecionados geneticamente para deposição de carne na carcaça, alimentados com rações contendo diferentes níveis de fósforo disponível (PD), dos 15 aos 30 kg, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de desempenho e de parâmetros ósseos de suínos recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na ração dos 15 aos 30 kg

Variáveis	Níveis de Fósforo Disponível (%)						CV (%)
	0,114	0,221	0,328	0,435	0,542	0,649	
Peso médio final (kg)	28,19	30,86	31,55	34,35	33,58	33,00	-
Consumo de ração (g/dia) ¹	1059	1197	1158	1299	1253	1272	9,07
Consumo de PD (g/dia) ¹	1,21	2,64	3,80	5,65	6,79	8,25	10,42
Ganho de peso (g/dia) ²	527	630	675	772	738	721	8,99
Conversão alimentar ²	2,01	1,90	1,72	1,69	1,70	1,77	3,81
Resistência óssea (N) ³	234,20	327,80	373,33	578,66	572,30	446,28	15,80
Fósforo no osso (g/kg) ³	71,96	76,10	84,09	86,93	89,19	88,14	6,12
Cálcio no osso (g/kg) ³	140,25	152,00	162,00	165,40	167,30	171,20	4,24
Teor cinza óssea (%)	51,83	49,53	50,80	50,91	50,04	49,13	10,15

¹ Efeito linear ($P < 0,01$).

² e ³ Efeito quadrático ($P < 0,01$) e ($P < 0,05$), respectivamente.

Os níveis de PD influenciaram ($P < 0,01$) o consumo de ração diário (CRD) que aumentou de forma linear, segundo a equação: $\hat{Y} = 1061,58 + 380,173\text{PD}$ ($r^2 = 0,70$). Resultado semelhante foi obtido por Eeckhout et al. (1995), que avaliando níveis de PD na

ração variando de 0,11 a 0,17%, para suínos dos 37 aos 61 kg, também observaram efeito linear crescente dos tratamentos sobre o consumo de ração.

Variação no CRD de suínos em crescimento em razão do aumento do nível de PD da ração também foi verificada por Sthaly et al. (2000) e Ekpe et al. (2002).

Embora o CRD dos animais nesse estudo tenha aumentado de forma linear, foi constatado que em valores absolutos o CRD dos animais que receberam as rações com os dois maiores níveis de PD avaliados (0,542 e 0,649%), foram menores em relação ao daqueles alimentados com a ração contendo 0,435% de PD. Assim, ficou evidenciado que a resposta linear do CRD ocorreu em razão do significativo baixo consumo de ração verificado nos animais que receberam a ração com o menor nível de PD.

Com esses resultados pode-se inferir que baixos níveis de fósforo disponível podem comprometer o consumo voluntário de alimento dos suínos na fase inicial de crescimento.

Foi observado efeito ($P < 0,01$) dos níveis de PD sobre o ganho de peso diário (GPD), que aumentou de forma quadrática até o nível estimado de 0,509% (Figura 1). Esses resultado está consistente com os obtidos por Sthaly e Cook (1996) e Sthaly et al. (2000), que trabalhando com suínos até 37 kg, verificaram melhora no GPD dos animais em razão da elevação do teor de fósforo disponível da ração até os níveis respectivos de 0,40 e 0,48% de PD.

Apesar da similaridade dos resultados verificada quanto aos efeitos positivos dos níveis de fósforo disponível sobre o GPD dos suínos, os níveis com os quais foram obtidos os melhores resultados diferem entre os trabalhos. Esse fato, provavelmente, está associado, entre outros fatores, à possível diferença entre a genética dos animais quanto ao potencial para deposição de carne. Avaliando o conteúdo total de minerais no lombo e no pernil de suínos de duas linhagens genéticas, Wiseman et al. (2007) observaram que as

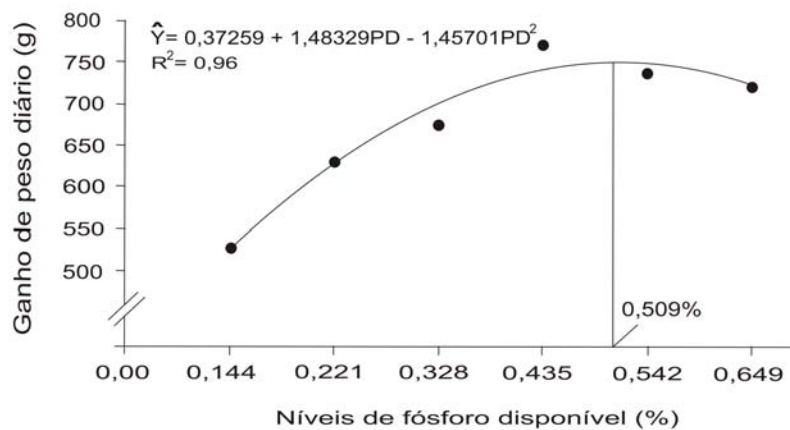


Figura 1 – Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre o ganho de peso diário de suínos dos 15 aos 30 kg.

concentrações de cálcio e fósforo foram maiores na linhagem com maior potencial para deposição de carne. Estes resultados evidenciaram que as exigências de fósforo podem variar em função do potencial dos suínos para crescimento em tecido magro.

Os menores ganhos de peso observados neste estudo nos animais alimentados com rações com os níveis mais baixos de PD (0,114; 0,221 e 0,328%) estão de acordo com os resultados obtidos por Eeckout et al. (1995), que, estudando a influência dos níveis de cálcio das rações sobre a exigência de fósforo de suínos em crescimento, verificaram que níveis mais elevados de cálcio não ocasionaram efeitos negativos no desempenho quando o nível de fósforo atendeu a exigência dos animais. Entretanto, com níveis de fósforo disponível abaixo da exigência, esses autores observaram diminuição do GPD e da eficiência alimentar. Ainda, de acordo com Liu et al. (2000), uma alta relação entre o cálcio e o fósforo da dieta pode reduzir a absorção desse último e resultar em menor desempenho dos animais, mesmo quando adequado nível de fósforo é fornecido.

O nível de PD da ração influenciou ($P < 0,01$) a conversão alimentar (CA) que reduziu de forma quadrática até o nível estimado de 0,477% (Figura 2). De maneira semelhante, Stahly et al. (2000), trabalhando com suínos dos 9 aos 37 kg, verificaram que a eficiência alimentar dos animais melhorou de forma quadrática até o nível estimado de 0,26% de PD na ração.

Por outro lado, os resultados de CA obtidos nesse estudo diferem dos encontrados por Kegley et al. (2001) e por Stahly & Cook (1996), que não observaram efeito significativo dos níveis de PD sobre a CA, respectivamente, para leitões dos 6 aos 18 kg e dos 6 aos 31 kg.

A divergência de resultados entre os trabalhos pode estar relacionada, além da diferença entre as genéticas, às diferenças no nível de desafio imunológico dos animais utilizados nos diferentes experimentos. Esta proposição está fundamentada nos resultados obtidos por Stahly e Cook (1997) que avaliando níveis de PD dos 6 aos 30 kg, verificaram que a melhor resposta de CA dos animais com moderada exposição a antígeno ocorreu no nível de 0,70%, enquanto que a dos animais com alta exposição ocorreu no nível de 0,40% de PD.

Considerando que nesse estudo foi observado aumento no CRD e no GPD, a melhora verificada na CA até o nível estimado de 0,477% de PD pode ser um indicativo de que houve variação na composição do ganho de peso dos animais entre os tratamentos, de modo que os animais alimentados com as rações com níveis mais elevados de PD depositaram mais tecido protéico em detrimento à deposição de gordura. Esta proposição está em conformidade com os resultados de Cromwell et al. (1970) que, trabalhando com suínos em crescimento, concluíram que os animais alimentados com rações contendo menores níveis de fósforo apresentaram significativamente maior deposição de gordura,

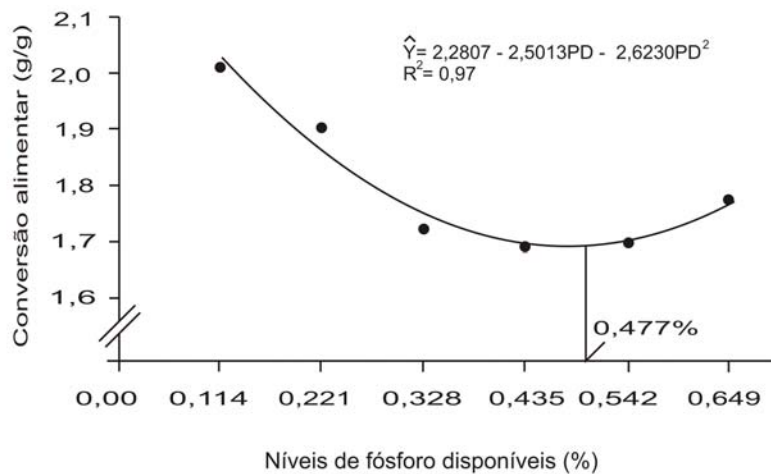


Figura 2 – Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a conversão alimentar de suínos dos 15 aos 30 kg.

menor área de olho de lombo e menor rendimento de pernil e de lombo, quando comparados com os que consumiram rações com níveis mais altos de fósforo. Aumento no conteúdo de gordura corporal de suínos consumindo rações com baixos níveis de PD também foi relatado por Stahly et al. (2007). Segundo Marinho et al. (2007), o aumento na deposição de proteína é um dos principais fatores que pode justificar o resultado de aumento do ganho de peso associado com a melhora na conversão alimentar.

O fósforo é necessário para o crescimento de tecido muscular por estar envolvido no metabolismo da energia (armazenamento e transferência via ATP), na síntese de ácidos nucléicos e na estrutura das membranas celulares (fosfolipídeos). Segundo Frederick e Stahly (1998) e Stahly (2007) o tecido muscular contém elevada quantidade de fósforo, enquanto que no tecido adiposo a concentração desse mineral é significativamente baixa. Assim, os aumentos verificados na exigência de PD de suínos selecionados para maior ganho de peso se explicam pela aumentada demanda de fósforo para síntese de proteína muscular.

Com o nível de PD (0,509%), correspondente a um consumo de 6,39 g de fósforo disponível/dia, que proporcionou o melhor resultado de ganho de peso, fica evidenciado que os níveis de 0,32 e de 0,40% de PD recomendados, respectivamente, pelo NRC (1998) e por Rostagno et al. (2005) podem não ser suficientes para atender as exigências dos suínos na fase inicial de crescimento (15 aos 30 kg), dos atuais genótipos disponíveis no mercado.

Os tratamentos influenciaram ($P < 0,05$) a resistência óssea (RO), que aumentou de forma quadrática, até o nível estimado de 0,529% de PD (Figura 3). Padrão de resposta similar de RO de suínos em função do nível de PD da dieta também foi constatado por O'Quinn et al. (1997).

De forma contrária, Hastad et al. (2004) não observaram efeito significativo dos níveis de PD da dieta sobre a RO avaliada no terceiro e quarto metatarsos de suínos, dos 33 aos 55 kg.

Segundo Crenshaw et al. (1981), as variações de resultados observadas entre os trabalhos de estimativa de exigência de fósforo a partir da RO se devem ao tipo de osso e, também, ao tipo de equipamento usado na medição das características físicas dos ossos, bem como às variações nos procedimentos utilizados para preparo dos mesmos para o teste.

O fato do nível de PD (0,529%) que proporcionou o maior valor de RO ter ficado acima do nível (0,509% de PD) que resultou em melhor resposta de GPD, corrobora os relatos de Crenshaw et al. (1986) e Combs et al. (1990) de que o nível de PD exigido para maximizar a RO é maior do que o exigido para máximo ganho de peso.

O menor grau de mineralização óssea, refletido pelos menores valores de RO, observado nos animais que consumiram rações com níveis mais baixos de PD (0,114;

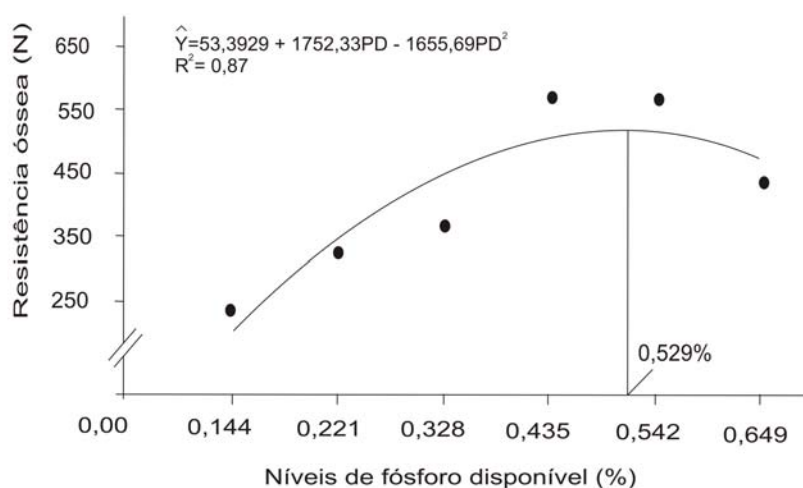


Figura 3 – Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a resistência óssea de suínos dos 15 aos 30 kg.

0,221; 0,328 e 0,435%), também pode ser conseqüência da elevada relação Ca:P das dietas o que, segundo Eeckout et al. (1995) além de diminuir o ganho de peso e a eficiência alimentar, compromete a mineralização dos ossos.

As quantidades de cálcio no osso (CaO) e fósforo no osso (PO) foram influenciadas ($P < 0,05$) de forma quadrática pelos tratamentos, tendo aumentado até os níveis estimados, respectivamente, de 0,619% (Figura 4) e 0,596% (Figura 5) de PD nas rações.

Elevados níveis de fósforo na dieta, segundo Reinhard e Mahan (1986) podem ter efeitos negativos sobre os parâmetros ósseos de suínos, o que está em concordância com o que foi observado nesse estudo. No entanto, essa proposição contraria os relatos de Cromwell et al. (1970) de que efeitos negativos não são observados quando os níveis de fósforo dietético são maiores do que o exigido para máximo ganho, sugerindo que a relação entre o cálcio e o fósforo pode ser mais crítica que elevados níveis de fósforo.

Estudando a influência de níveis de PD sobre os teores de fósforo no osso, de suínos

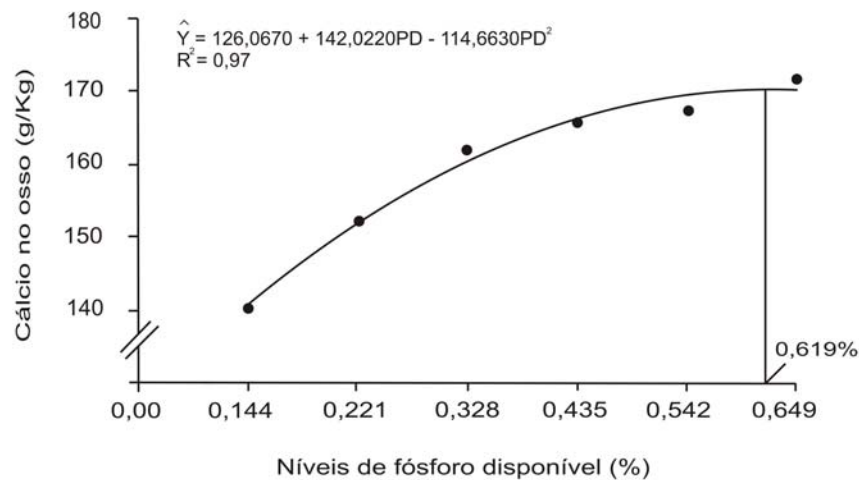


Figura 4 – Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a quantidade de cálcio no osso de suínos dos 15 aos 30 kg.

dos 13 aos 37 kg, Gomes et al. (1989) também observaram efeito dos níveis de fósforo estudados sobre a quantidade de PO, que aumentou de forma quadrática em razão dos níveis crescentes de PD das rações.

De forma diferente, Huertas (1992) em estudo com porcas aos 95 dias de gestação e avaliando diferentes níveis de fósforo total, não encontrou diferença significativa sobre os teores de cálcio e fósforo quando determinados nas vértebras caudais dos animais.

As menores quantidades de cálcio e de fósforo verificadas nos ossos dos animais que consumiram rações com menores níveis de PD indicam uma menor mineralização do esqueleto, provavelmente devido à quantidade insuficiente de fósforo das dietas.

A porcentagem de cinza no osso (CO) não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos níveis de PD da ração. Resultado semelhante foi obtido por Hastad et al. (2004), em estudo utilizando suínos dos 33 aos 55 kg, que também não observaram variação significativa na porcentagem de cinza determinada no terceiro metatarso em função dos níveis crescente de PD nas rações. No entanto, os mesmos autores verificaram um aumento linear na porcentagem de CO, quando determinada no quarto metatarso e na quinta, sexta e sétima costelas.

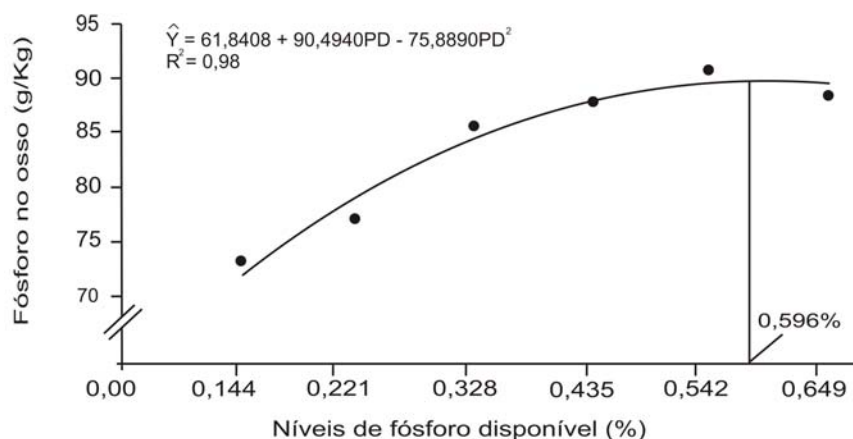


Figura 5 – Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a quantidade fósforo no osso de suínos dos 15 aos 30 kg.

Uma possível justificativa para as variações observadas nos teores de CO entre os trabalhos se deve aos diferentes tipos de ossos utilizados. Essa proposição fundamenta-se nos resultados de Cromwell et al. (1970), que verificaram redução de 22% no teor de cinza do osso da concha nasal comparado com uma redução de apenas 6% do metacarpo de suínos em crescimento, quando o nível de fósforo foi reduzido de 0,50 para 0,38%. Esses resultados sugerem que o osso da concha nasal é mais sensível à deficiência de fósforo quando comparados a outros tipos ósseos e, portanto, mais adequado para ser utilizado na estimativa da exigência de PD dos suínos, com base em parâmetros de osso.

Conclusão

Os níveis de fósforo disponível de 0,509 e 0,477%, correspondentes a consumos diários estimados respectivos de 6,39 e 5,93 g, proporcionam, respectivamente, os melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar de suínos machos castrados e fêmeas de alto potencial genético para deposição de carne, dos 15 aos 30 kg.

Referências bibliográficas

- COFFEY, R.D.; PARKER, G.R.; LAURENT, K.M. Feeding growing-finishing pigs to maximize lean grow rate. University of Kentucky. **College of Agriculture**, 2000. Disponível em: http://www.animalgenome.org/edu/PIH/prod_grow_finish.pdf
Acessado em: 14/05/2007.
- COMBS, N.R.; KORNEGAY, E.T.; LINDERMANN, M.D. et al. Calcium and phosphorus requirement of swine from weaning to market weight: II. Development of response curves for bone criteria and comparison of bending and shear bone testing. **J. Anim. Sci.**, v.69, p. 682-693, 1990.
- CRENSHAW, T.D.; PEO, E.R.; LEWIS, A.J. et al. Bone strength as a trait for assessing mineralization in swine: a critical review of techniques involved. **J. Anim. Sc.**, v.53, p. 827, 1981.
- CRENSHAW, T.D. Reliability of dietary Ca and P levels and bone mineral content as a predictors of bone mechanical properties at various time periods in growing swine. **J. Nutr.** v.116, p. 2155, 1986.
- CROMWELL, G.L.; HAYS, V.W.; CHANEY, C.H. et al. Effects of dietary phosphorus and calcium levels on performance, bone mineralization and carcass characteristics of swine. **J. Anim. Sci.**, v.30, p.519, 1970.
- EECKHOUT, W., PAEPE, M., WARNANTS, N. et al. An estimation of the minimal P requirements for growing-finishing pigs, as influenced by the Ca level of the diet. **Anim. Feed Sci. Techn.**, v.52, p.29-40, 1995.
- EKPE, E.D., ZIJLSTRA, R.T., PATIENCE, J.F. Digestible phosphorus requirement of grower pigs. **Can. J. Anim. Sci.**, p.541-549, 2002.
- FRIESEN, K.G.; NELSEN, J. L.; GOODBAND, R.D. et al. Influence of dietary lysine on growth and carcass composition of high-lean-growth gilts fed from 34 to 72 kilograms. **J. Anim. Sci.** v.72, n.7, p.1761-1770, 1994.
- GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; PEREIRA, J.A.A. et al. Exigência de fósforo total e disponível e sua disponibilidade em fosfatos de rochas para suínos na fase inicial (13 a 37 kg). **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.18, n.1, p. 64-76, 1989.
- HASTAD, C.W., DRITZ, S.S., TOKACH, M.D. et al. Phosphorus requirements of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. **J. Anim. Sci.**, v.82, p.2945-2952, 2004.
- HUERTAS, C.A.P. **Exigências nutricionais de fósforo em porcas nas fases de gestação e lactação**. 1992. 163 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- KEGLEY, E.B., SPEARS, J.W., AUMAN, S.K. Dietary phosphorus and an inflammatory challenge affect performance and immune function of weaning pigs. **J. Anim. Sci.**, v.79, p.413-419, 2001.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. 3ª Ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975 p.
- LIU, J.; BOLLINGER, D.W.; LEDOUX, D.R. et al. Effects of dietary calcium:phosphorus ratios on apparent absorption of calcium and phosphorus in small intestine, cecum and colon of pigs. **J. Anim. Sci.**, v.78, p. 106-109, 2000.
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. 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. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.4, p. 1061-1068, 2007 (supl.).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Swine Nutrition. Nutrient requirements of swine. 9 ed. Washington: **National Academy of Science**, 1998. 189p.
- O'QUINN, P.R., KNABE, D.A., GREGG, E.J. Digestible phosphorus needs of terminal-cross growing-finishing pigs. **J. Anim. Sci.**, v.75, p.1308-1318, 1997.
- REINHARD, G.A.; MAHAN, D.C. Effect of various calcium:phosphorus ratios at low and high dietary phosphorus for starter, grower and finishing swine. **J. Anim. Sci.**, v.63, p. 457-466, 1986.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2005. 186 p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 1ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2000. 141 p.
- STAHLY, T.S., COOK, D.R. Dietary available phosphorus needs of pigs experiencing a moderate and high level of antigen exposure. ASL-R1371. Iowa State University. **Swine Research Report**, 1997. Disponível em: <http://www.extension.iastate.edu/Pages/ansci/swinereports/asl-1563.pdf> Acessado em: 18/06/2007.
- STAHLY, T.S., COOK, D.R. Dietary available phosphorus needs of pigs from 13 a 70 pounds body weight. ASL-R1477. Iowa State University. **Swine Research Report**, 1996. Disponível em: <http://www.extension.iastate.edu/Pages/ansci/swinereports/Nutrition97.html> Acessado em: 20/06/2007.
- STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L.; TERHUNE, D. Responses of high, medium and low lean growth genotypes to dietary amino acid regimen. **J. Anim. Sci.**, v.69, supplement 1, p.364, 1991.

- STAHLY, T.S., LUTZ, T.R., CLAYTON, R.D. Dietary available phosphorus needs of high lean pigs fed from 9 to 119 kg body weight. ASR-L655. Iowa State University. **Swine Research Report.** 2000. Disponível em: <http://www.ipic.iastate.edu/reports/00swinereports/asl-655.pdf> Acessado em: 20/06/2007.
- STAHLY, T.S. 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> Acessado em: 01/06/2007
- WISEMAN, T.G.; MAHAN, D.C.; PETERS, J.C. et al. Tissue weights and body composition of two genetics lines of barrows and gilts from twenty to one hundred twenty-five kilograms of body weight. **J Anim. Sc.**, v.85, p. 1825-1835, 2007.
- UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock.** 3rd edition. NY: CABI Publishing, 1999. 598 p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). 2000. **S.A.E.G. (Sistemas de análises Estatísticas e Genéticas).** Viçosa, MG (Versão 8.0).

NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA SUÍNOS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO PARA DEPOSIÇÃO DE CARNE DOS 30 AOS 60 kg

Resumo - Foram utilizadas 60 fêmeas suínas, híbridas comerciais, com peso inicial de 30,0 ± 0,618 kg para avaliar níveis de fósforo disponível (PD). Os animais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de uma ração basal sem suplementação de fosfato bicálcico e outras quatro rações obtidas pela suplementação da ração basal com fosfato bicálcico de forma a se obter cinco níveis de PD (0,115; 0,195; 0,275; 0,355 e 0,435%). Não foi observado efeito dos níveis de PD sobre o consumo de ração. Os níveis de PD influenciaram o ganho de peso diário (GPD) e a conversão alimentar (CA), de forma linear, sendo que o GPD aumentou até o nível de 0,358% de PD, permanecendo em um platô. A CA diminuiu até 0,364% de PD, onde permaneceu em um platô. A resistência óssea, os níveis de fósforo e a porcentagem de cinzas nos ossos foram influenciados de forma linear crescente pelos níveis de PD das rações. Não houve efeito dos níveis de PD das rações sobre a quantidade de cálcio nos ossos. Conclui-se que os níveis de PD que proporcionam os melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar de fêmeas suínas de alto potencial genético para deposição de carne, dos 30 aos 60 kg, são respectivamente 0,358 e 0,364%, correspondentes a consumos diários estimados de 7,64 e 7,77 g.

Palavras-chave: exigência, genótipo, minerais, suínos

AVAILABLE PHOSPHORUS LEVELS IN DIETS FOR SWINE WITH HIGH GENETIC POTENTIAL FOR MEAT DEPOSITION FROM 30 TO 60 kg

Abstract - Sixty female commercial hybrids swine, with initial weight of 30 ± 0.618 kg were used to evaluate levels of available phosphorus (AP). The animals were distributed in a completely randomized experimental design, with five treatments, six repetitions and two animals for each experimental unit. The treatments were constituted on a basal diet without supplementation of dicalcium phosphate and other four diets obtained by the supplementation of the basal diet with dicalcium phosphate to obtain five levels of AP (0.115; 0.195; 0.275; 0.355 and 0.435%). There was not observed any effect of the AP levels over the feed daily intake. The levels of AP have influenced the daily weight gain (DWG) and the feed conversion (FC), in a linear form, where the DWG increased until the level of 0.358% of AP, maintaining in a plateau. The FC diminished until 0.364% of AP, where kept in a plateau. The bone resistance, the phosphorus levels and the ash percentage in the bones were influenced in an increasing linear form by the levels of AP of the rations. There was no effect of the AP levels of the diets over the quantity of calcium in the bones. It is concluded that the AP levels that propitiate better results of weight gain and feed conversion of females swine with high genetic potential for meat deposition, from 30 to 60 kg, are respectively 0.356 and 0.64%, corresponding to the daily consumption estimated on 7.64 and 7.77 g.

Keywords: genotype, minerals, requirement, swine.

Introdução

A busca por uma maior produtividade do setor suinícola, assim com a demanda crescente do consumidor por uma carne com menor teor de gordura e de melhor qualidade, têm levado à seleção e a produção de suínos com maior potencial genético para crescimento, eficiência alimentar e melhor composição de carcaça. Entretanto, a introdução desses genótipos no mercado tem requerido maior atenção por parte dos nutricionistas, uma vez que as exigências nutricionais variam em relação aos diferentes potenciais para deposição de carne. Segundo Hendricks et al. (1993), suínos com diferentes potenciais genéticos para deposição de tecido magro apresentam diferenças em suas exigências de minerais.

Dos minerais suplementados em rações para suínos o fósforo tem exigido atenção especial, pois além de desempenhar um grande número de funções no organismo, a deposição de tecido muscular exige energia, na forma de ATP. Quantitativamente a mais importante função do fósforo é a formação e a mineralização da matriz orgânica do osso. No entanto, o fósforo ainda atua como componente dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), que são essenciais para o crescimento e a diferenciação celular e juntamente com outros elementos participa na manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio ácido-básico. Como um componente dos fosfolipídeos contribui para fluidez e integridade da membrana celular.

Além de anormalidades ósseas, a deficiência de fósforo pode causar baixa ingestão de ração e redução na eficiência alimentar, distúrbios reprodutivos e “pica” ou apetite aberrante (Underwood & Suttle, 1999).

Estudos para determinação das exigências de cálcio de fósforo de suínos têm tido como base o ganho de peso, conversão alimentar, consumo de ração, resistência do osso à

quebra e nos teores de cálcio, fósforo e cinzas nos ossos. Sendo que a exigência de cálcio e fósforo dietéticos para maximização do crescimento e da eficiência alimentar é inferior à exigência para maximização da resistência óssea.

Assim, no estabelecimento de programas de alimentação visando a máxima expressão do potencial genético produtivo dos suínos, em qualquer fase do ciclo de criação, é necessário que as exigências nutricionais sejam determinadas para atender as necessidades dos animais.

Há ainda que se considerar a questão da poluição ambiental causada pelos dejetos de suínos e o desenvolvimento de novos materiais genéticos que são lançados no mercado, com maior potencial para deposição muscular, que fazem com que sejam necessárias constantes redefinições das exigências de fósforo disponível dessas novas linhagens, sob pena de comprometer o desempenho dos animais e/ou contribuir para o aumento na excreção deste mineral para o meio ambiente.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos de níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne, dos 30 aos 60 kg.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais.

Foram utilizadas 60 fêmeas suínas, híbridas comerciais, com peso inicial de 30,00 ± 0,618 kg distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (níveis de fósforo disponível), seis repetições e dois animais por unidade experimental. A unidade experimental foi representada pela baia.

Os animais foram alojados em baias, com piso de concreto, dotadas de comedouros semi-automáticos e bebedouros automáticos tipos chupeta, localizadas em galpão de alvenaria. A temperatura no interior do galpão foi aferida diariamente, uma vez ao dia (8:00 h), por meio de termômetro de máxima e mínima durante todo o período experimental.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais e vitaminas, para atenderem às exigências dos animais, de acordo com Rostagno et al. (2005), exceto para o fósforo disponível. Os tratamentos, que consistiram de diferentes níveis de fósforo disponível, foram constituídos de uma ração basal e outras cinco rações obtidas pela suplementação da ração basal com fosfato bicálcico, em substituição à areia lavada, resultando em rações experimentais com 0,115; 0,195; 0,275; 0,355; e 0,435% de fósforo disponível.

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais. As rações, as sobras e os desperdícios foram pesados semanalmente e os animais pesados no início e no final do período experimental que durou 30 dias, para determinação do consumo de ração e de fósforo disponível, do ganho de peso e da conversão alimentar.

Tabela 1 - Composição percentual e nutricional das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de fósforo disponível (%)				
	0,115	0,195	0,275	0,355	0,435
Milho	55,698	55,698	55,698	55,698	55,698
Farelo de soja	39,485	39,485	39,485	39,485	39,485
Óleo soja	1,483	1,483	1,483	1,483	1,483
Fosfato bicálcico	0,000	0,433	0,983	1,298	1,730
Calcário	1,534	1,258	0,865	0,706	0,430
Areia lavada	0,900	0,743	0,586	0,430	0,274
DL-metionina	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Mistura vitamínica ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Mistura mineral ²	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Promotor de crescimento ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal	0,415	0,415	0,415	0,415	0,415
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada					
EM (kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Proteína bruta (%) ⁴	22,510	22,510	22,510	22,510	22,510
Lisina digestível (%) ⁴	1,104	1,104	1,104	1,104	1,104
Met + Cist digestível (%) ⁴	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Cálcio (%)	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Cálcio analisado (%)	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730
P total analisado(%)	0,343	0,423	0,503	0,583	0,663
P disponível (%)	0,127	0,207	0,287	0,367	0,447

¹Conteúdo/kilo de produto: vitamina A (3.000.000 UI); vitamina D3 (1.200.000 UI); vitamina E (7.500mg); vitamina K (1.250mg); vitamina B12 (7000mg); vitamina B2 (2.300mg); biotina (50 mg); pantotenato de Ca (6.000mg); niacina (10.000mg); colina (125g); promotor crescimento (50g); antioxidante (5.000mg); vitamina B1 (500g); vitamina B6 (1.000mg); ácido fólico (150mg); e veículo q.s.p. (1.000g).

²Conteúdo/kg de produto: ferro (45.000 mg); cobre (37.000 mg); manganês (25.000 mg); zinco (35.000 mg); cobalto (300 mg); iodo (800 mg); selênio (120 mg) e veículo q.s.p. (1000 g).

³Princípio ativo: tilosina

⁴Valores estimados com base nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes, de acordo com Rostagno et al. (2005).

No final do período experimental, após jejum de 12 horas, um animal de cada unidade experimental, com peso mais próximo dos 60,0 kg, foi abatido por sangramento para coleta da pata anterior direita. As patas coletadas foram colocadas em recipiente de alumínio contendo água e fervidas para amolecer a pele e a carne que envolve os ossos para retirada do terceiro osso metacarpiano.

O metacarpo de cada animal abatido foi mantido em estufa ventilada a 65°C por um período de 72 horas e então submetido à quebra por flexão, indicadora da resistência óssea,

utilizando-se o aparelho Instron Corporation IX Automated Materials Testing System – modelo 4204, pertencente ao Laboratório de Papel e Celulose do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

Após serem quebrados, os ossos foram desengordurados em extrator Soxhlet e levados novamente à estufa ventilada a 65°C por um período de 24 horas e, em seguida, foram triturados em moinho de bola.

A determinação dos teores de cálcio e fósforo das rações experimentais, bem como das concentrações de cálcio, fósforo e cinzas nos ossos, foi realizada no Laboratório da Rodes Química Cajati LTDA, em Cajati – São Paulo.

As variáveis de desempenho e dos parâmetros ósseos foram analisados utilizando-se os procedimentos para análise de variância e de regressão, contidos no Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2000), versão 8.0.

As estimativas dos níveis de fósforo disponível foram determinadas por meio de análise de regressão.

Resultados e discussão

Durante o período experimental a temperatura mínima e a máxima no interior do galpão mantiveram-se, respectivamente, em $19,8 \pm 1,6^{\circ}\text{C}$ e $24,6 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$. Considerando-se que a faixa ideal de temperatura para suínos na fase de crescimento sugerida por Coffey et al. (2000) está entre 16 e 24°C , constatou-se, com base na variação da temperatura ocorrida na condução do experimento, que os animais não foram submetidos a estresse térmico, o que possibilitou a expressão do seu máximo potencial genético para produção.

Os resultados de desempenho e parâmetros ósseos de suínos selecionados geneticamente para deposição de carne, alimentados com rações contendo diferentes níveis de fósforo disponível (PD), dos 30 aos 60 kg, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de desempenho e parâmetros ósseos de suínos recebendo diferentes níveis de fósforo disponível na ração dos 30 aos 60 kg

Variáveis	Níveis de Fósforo Disponível (%)					CV %
	0,115	0,195	0,275	0,355	0,435	
Peso médio final (kg)	54,93	57,53	58,53	61,07	60,45	-
Consumo de ração (g/dia)	2063	2148	2123	2191	2146	6,67
Consumo de PD (g/dia) ¹	2,62	4,45	5,17	8,04	8,15	7,36
Ganho de peso (g/dia) ¹	834	920	957	1027	1013	8,17
Conversão alimentar ¹	2,47	2,33	2,22	2,13	2,12	6,17
Resistência óssea (N) ¹	659,05	742,14	774,28	877,30	949,68	19,08
Fósforo no osso (g/kg) ¹	85,12	86,54	91,34	93,17	91,30	3,57
Cálcio no osso (g/kg)	189,33	184,80	196,80	204,00	195,40	6,37
Teor cinza óssea (%) ¹	48,34	49,81	52,21	54,42	52,20	4,37

¹ Efeito linear ($P < 0,01$).

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de fósforo disponível (PD) sobre o consumo de ração diário (CRD) dos animais. Esses resultados estão coerentes com os obtidos por

O'Quinn et al. (1997) e Hastad et al. (2004), que trabalhando com suínos na fase de crescimento também não observaram efeito significativo dos níveis de PD da ração sobre o CRD.

Por outro lado, Eeckhout et al. (1995) avaliando diferentes níveis de PD na ração variando de 0,11 a 0,17%, com suínos em crescimento, observaram efeito linear crescente dos níveis de PD sobre o consumo voluntário dos animais.

Outros autores, como Ketaren et al. (1992) e Ekpe (2002) trabalhando com suínos em crescimento recebendo diferentes níveis de PD constataram que o CRD dos animais variou de forma quadrática aumentando até os níveis estimados, respectivamente, de 0,30% e 0,35% de PD.

Com os resultados de CRD verificados no presente estudo pode-se inferir que baixos níveis de fósforo na ração de suínos, na fase de 30 a 60 kg, não comprometem o consumo voluntário de alimento dos animais, diferentemente do que foi observado com suínos na fase inicial de crescimento, dos 15 aos 30 kg. Essa proposição não está consistente com os resultados de Reinhart e Mahan (1986), que trabalhando com suínos na fase de crescimento verificaram que rações com baixos níveis de fósforo diminuíram o consumo de ração dos animais.

O ganho de peso diário (GPD) aumentou ($P < 0,01$) de forma linear, em razão dos níveis crescentes de PD das rações. No entanto, o modelo "Linear Response Plateau" (LRP) foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 0,358% o nível de PD a partir do qual o GPD permaneceu em um platô (Figura 1). Resultado semelhante foi obtido por Eeckhout et al. (1995), trabalhando com suínos dos 37 aos 61 kg, que também obtiveram resposta linear crescente em função do aumento dos níveis de PD (0,11 a 0,17%), para o GPD dos animais.

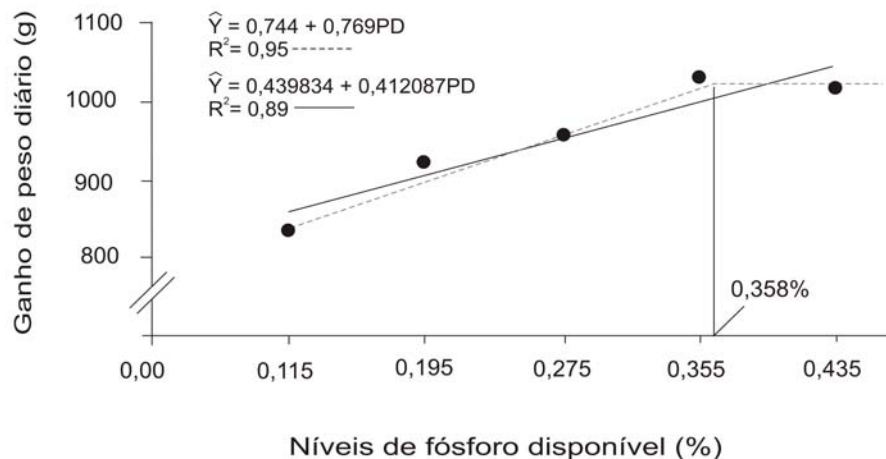


Figura 1 – Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre o ganho de peso diário de fêmeas suínas dos 30 aos 60 kg.

Apesar do padrão de resposta similar em razão do aumento dos níveis de PD sobre o GPD verificado entre os trabalhos, o nível de PD (0,358%) que proporcionou o melhor resultado de ganho de peso no presente estudo está 52,5% acima do nível de 0,17% de PD, o que permite inferir que, embora possa haver uma possível diferença entre a genética dos animais quanto ao potencial para crescimento em tecido magro, o nível de 0,17% de PD, utilizado por Eeckhout et al. (1995), pode não ter sido suficiente para atender às exigências dos animais para máximo ganho de peso.

Estudos têm evidenciado que as exigências de minerais podem variar em função do potencial genético dos suínos para deposição de tecido magro (Hendricks et al., 1993; Mahan, 2006). De acordo com Wiseman et al. (2007), suínos de alto potencial genético para deposição de carne apresentam maior conteúdo em tecido magro e ósseo quando comparados com os de genética inferior, o que pode justificar a maior exigência de PD daqueles animais.

Respostas quadráticas do GPD de suínos em crescimento a níveis crescentes de PD da ração foram encontradas por Stahly et al. (2000) e Ekpe et al. (2002), que verificaram que o GPD dos animais aumentou até o nível estimado, respectivamente, de 0,40 e 0,35% de PD.

Os resultados do presente estudo diferem dos encontrados por O'Quinn et al. (1997) e Hastad et al. (2004), que trabalhando com suínos de alto potencial genético, respectivamente, dos 25 aos 55 kg e dos 33 aos 55 kg, na avaliação de diferentes níveis de PD nas rações, não observaram efeito significativo dos tratamentos sobre o ganho de peso.

Há ainda que se considerar as elevadas relações cálcio:fósforo total (Ca:P) de 2,04; 1,65 e 1,39 das dietas com níveis mais baixos de PD (0,115; 0,195 e 0,275%) onde os menores ganhos de peso diário dos animais foram verificados. Uma alta relação Ca:P na dieta pode reduzir a absorção do fósforo resultando em menores taxas de ganho de peso (NRC, 1998; Liu et al., 2000). Trabalhando com suínos nas fases inicial, de crescimento e terminação Reinhard e Mahan (1986), verificaram que a taxa de ganho de peso e a eficiência alimentar dos animais consumindo rações com baixos níveis de fósforo foram influenciadas de forma negativa. O NRC (1998) preconiza que a relação Ca:P em dietas à base de milho e soja deve estar entre 1:1 e 1,25:1.

Os tratamentos influenciaram ($P < 0,01$) a conversão alimentar (CA) dos animais que melhorou de forma linear, em função do aumento dos níveis de PD nas rações. No entanto, o modelo LRP foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 0,364%, o nível de PD a partir do qual a CA permaneceu em um platô (Figura 2). De forma semelhante, Eeckhout et al. (1995) observaram que a CA de suínos na fase de crescimento variou de forma linear decrescente quando avaliaram rações com níveis de PD entre 0,11 e 0,17%.

Em contrapartida, Stahly et al. (2000) verificaram melhora de forma quadrática na eficiência alimentar de suínos dos 37 aos 65 kg, recebendo diferentes níveis de fósforo nas

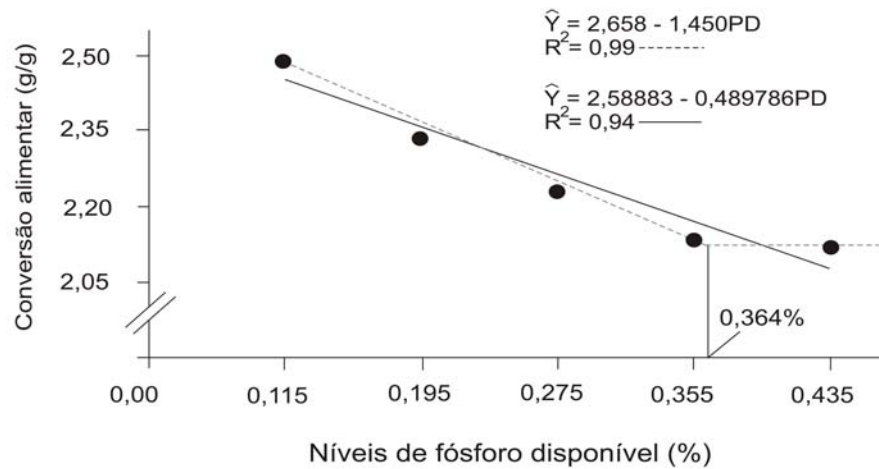


Figura 2 – Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a conversão alimentar de fêmeas suínas dos 30 aos 60 kg.

rações, que aumentou até o nível estimado de 0,40% de PD. Estes resultados estão coerentes com os obtidos por Ekpe et al. (2002), que também verificaram melhora quadrática na eficiência alimentar de suínos, dos 23 aos 60 kg, com o aumento dos níveis de PD das rações até o nível estimado de 0,350% PD.

Uma vez que o CRD não foi significativamente influenciado pelos tratamentos, a melhora na CA verificada no presente estudo permite inferir que, além do aumento verificado no ganho de peso até o nível de 0,358% de PD, os tratamentos possivelmente alteraram a composição do ganho de peso dos animais. Assim, maior deposição de tecido muscular em relação à deposição de gordura pode ter ocorrido nos animais que consumiram níveis mais elevados de PD. Esta proposição se fundamenta nos resultados verificados por Cromwell et al. (1970) e Stahly (2007), onde os autores concluíram que níveis sub-ótimos de fósforo na ração de suínos, além de diminuir o GPD e a eficiência alimentar podem influenciar de forma negativa a relação entre a deposição de proteína e gordura na carcaça, pelo aumento no conteúdo de gordura corporal dos animais. De acordo

com Krick et al. (1992), o aumento no ganho de peso dos suínos associado à melhora na conversão alimentar pode ser justificado, principalmente, por uma maior deposição de tecido protéico.

O fósforo é um nutriente crítico para a síntese de proteína corporal pelo seu papel de destaque no metabolismo de energia (via ATP), como componente dos ácidos nucleicos e dos fosfolipídeos da membrana celular. De acordo com Frederick e Stahly (1998) e Stahly (2007) a concentração de fósforo no tecido muscular é significativamente alta quando comparada à do tecido adiposo. Assim, os incrementos verificados na exigência de PD de suínos selecionados para maior deposição de tecido magro são consequência do aumento na demanda de fósforo necessário para síntese de proteína muscular.

O melhor resultado de CA obtido com o nível de 0,364% de PD, no presente estudo, correspondente a um consumo diário de 7,77 g de PD, evidencia que os níveis de 0,230 e de 0,332% de PD recomendados, respectivamente, pelo NRC (1998) e por Rostagno et al. (2005) podem não ser adequados para atender as exigências dos suínos em crescimento, dos atuais genótipos disponíveis no mercado.

Os níveis de PD influenciaram ($P < 0,01$) a resistência óssea (RO) que aumentou de forma linear, segundo a equação: $\hat{Y} = 543,9510 + 893,3270PD$ ($r^2 = 0,99$). Esse resultado está consistente com os aqueles obtidos por Ketaren et al. (1992) e Eeckhout et al. (1995), que também verificaram efeito linear crescente dos níveis de PD sobre a RO do terceiro metacarpo de suínos em crescimento. Entretanto, os mesmos autores verificaram efeito quadrático dos níveis de PD sobre a resistência óssea dos animais, quando a análise foi realizada no quarto metacarpo. De forma semelhante, O'Quinn et al. (1997), avaliando a RO de suínos dos 25 aos 50 kg também relataram efeito quadrático dos tratamentos à medida que os níveis de PD das rações aumentaram.

Por outro lado, Hastad et al. (2004), trabalhando com suínos dos 33 aos 55 kg, não observaram efeito significativo dos níveis de PD sobre a RO do terceiro e quarto metatarsos.

No presente estudo o nível de PD que proporcionou máximo ganho de peso dos animais foi estimado em 0,364%, enquanto a RO aumentou de forma linear com o aumento dos níveis de PD. Esses resultados corroboram os relatos de Crenshaw et al. (1986) e Combs et al. (1990) de que a exigência de fósforo para máximo ganho de peso e eficiência alimentar de suínos na fase de crescimento, ocorre em níveis inferiores àqueles necessários para maximizar a resistência óssea.

A variação da estimativa de níveis de fósforo disponível da ração para suínos a partir da avaliação da RO observada entre os diferentes trabalhos provavelmente se deve aos diferentes tipos de ossos utilizados na realização dos testes. Essa proposição está coerente com os resultados de Crenshaw et al. (1981), que avaliando a influência de diferentes níveis de fósforo sobre as propriedades mecânicas de vários ossos de suínos, concluíram que diferenças nas estimativas da exigência de fósforo dependem do tipo de osso utilizado. Segundo o mesmo autor, fatores como comprimento do osso e sua orientação no equipamento, além do tipo de equipamento também podem ser responsáveis por essas variações.

Com os resultados de RO verificados nesse trabalho, observou-se que houve redução de 30% na RO dos animais que consumiram ração com menor nível de PD (0,115%), quando comparados aos animais que consumiram ração com maior nível de PD (0,435%). Contrastando-se com a redução de 17% no GPD, observada nos animais dos mesmos tratamentos, verificou-se que o maior prejuízo ocasionado pela ração com menor nível de PD foi sobre o RO. Pode-se inferir, dessa forma, que animais selecionados geneticamente para deposição de tecido magro privilegiam o ganho de peso em detrimento da integridade

óssea, quando submetidos à deficiência de fósforo. Esse fato foi constatado por Hittmeier et al. (2006), quando trabalharam com suínos de duas genéticas (pura e híbrida), na fase inicial de crescimento. Segundo esses autores, o maior grau de mineralização óssea observado nos suínos puros em comparação com os híbridos, ambos consumindo ração com nível deficiente de fósforo, é um indicativo de que os animais puros provavelmente sacrificam sua taxa de crescimento como forma de poupar fósforo para a manutenção da integridade óssea, sugerindo uma diferença na intensidade do controle homeorrético da utilização do fósforo entre as duas genéticas.

Mudanças na expressão de determinados genes da medula óssea, observadas por Hittmeier et al. (2006), podem explicar essa alteração do metabolismo do fósforo. De acordo com esses autores, os níveis de transcrição do fator de crescimento semelhante a insulina ligado a proteína 3 (IGFLP3) e de receptores de calcitonina (RCALC) e de vitamina D (RVD) aumentaram na medula óssea dos suínos puros mas não se alteraram nos animais híbridos. O aumento na expressão do gene para RCALC nos animais puros pode indicar maior inibição da atividade dos osteoclastos, o que reduz a reabsorção óssea e contribui para a preservação da sua integridade. Nos suínos híbridos, a expressão genética de RCALC não foi responsiva à deficiência dietética de fósforo, permitindo a atividade normal dos osteoclastos e, conseqüentemente, a reabsorção óssea disponibilizando fósforo para crescimento em tecido protéico.

Os tratamentos influenciaram ($P < 0,01$) os níveis de fósforo nos ossos (PO), que aumentaram de forma linear em função dos níveis de PD das rações, segundo a equação: $\hat{Y} = 82,6430 + 23,5363PD$ ($r^2 = 0,77$).

De forma diferente, Gomes et al. (1989a,b), não observaram diferença significativa dos níveis de PD das rações sobre os teores de PO, de suínos dos 31 aos 62 kg e dos 62 aos 93 kg.

Não se observou efeito ($P>0,05$) dos níveis de PD sobre a quantidade de cálcio nos ossos (CaO). De forma semelhante, Huertas (1992), avaliando diferentes níveis de fósforo total, com porcas em gestação, não observou diferença significativa sobre os teores de cálcio das vértebras caudais, em função dos níveis de fósforo da ração.

Com base nos resultados de Mahan et al. (1980), que verificaram que a mineralização óssea não aumenta de forma linear com o aumento dos níveis de fósforo da ração é possível inferir, com os resultados de RO e PO obtidos nesse trabalho, que o maior nível de PD (0,435%) não foi suficiente para promover a máxima mineralização dos ossos.

A porcentagem de cinza no osso (CO) dos animais foi influenciada ($P<0,01$) de forma linear crescente pelos níveis de PD das rações, de acordo com a equação: $\hat{Y} = 46,9299 + 15,2174PD$ ($r^2 = 0,71$). Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Eeckhout et al. (1995), que também relataram um aumento linear do teor de cinzas do terceiro e quarto metacarpos de suínos em crescimento, em função dos níveis de PD da ração. Da mesma forma Hastad et al. (2004), observaram efeito linear crescente do teor de CO do quarto metatarso de suínos, dos 33 aos 55 kg, em razão do aumento dos níveis de PD. No entanto, quando se analisou o teor de CO do terceiro metatarso não foi observado efeito significativo dos tratamentos.

Variações nos resultados de CO também foram observadas por Cromwell et al. (1970). Os autores, determinando o teor de CO no metacarpo e no osso da concha nasal de suínos, atribuíram a falta de padrão nos resultados ao tipo de osso utilizado e sugerem que o osso da concha nasal é o mais adequado para ser usado na estimativa de exigência de PD dos suínos por ser mais sensível à deficiência de fósforo, quando comparado a outros tipos ósseos.

Conclusão

Os níveis de fósforo disponível de 0,358 e 0,364%, correspondentes a consumos diários estimados respectivos de 7,64 e 7,77 g, proporcionam, respectivamente, os melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar de fêmeas suínas de alto potencial genético para deposição de carne, dos 30 aos 60 kg.

Referências bibliográficas

- COFFEY, R.D.; PARKER, G.R.; LAURENT, K.M. Feeding growing-finishing pigs to maximize lean grow rate. University of Kentucky. **College of Agriculture**, 2000. Disponível em: http://www.animalgenome.org/edu/PIH/prod_grow_finish.pdf Acessado em: 14/05/2007.
- COMBS, N.R.; KORNEGAY, E.T.; LINDERMANN, M.D. et al. Calcium and phosphorus requirement of swine from weaning to market weight: II. Development of response curves for bone criteria and comparison of bending and shear bone testing. **J. Anim. Sci.**, v.69, p. 682-693, 1990.
- CRENSHAW, T.D.; PEO, E.R.; LEWIS, A.J. et al. Bone strength as a trait for assessing mineralization in swine: a critical review of techniques involved. **J. Anim. Sc.**, v.53, p. 827, 1981.
- CRENSHAW, T.D. Reliability of dietary Ca and P levels and bone mineral content as a predictors of bone mechanical properties at various time periods in growing swine. **J. Nutr.** v.116, p. 2155, 1986.
- CROMWELL, G.L.; HAYS, V.W.; CHANEY, C.H. et al. Effects of dietary phosphorus and calcium levels on performance, bone mineralization and carcass characteristics of swine. **J. Anim. Sci.**, v.30, p.519, 1970.
- EECKHOUT, W., PAEPE, M., WARNANTS, N. et al. An estimation of the minimal P requirements for growing-finishing pigs, as influenced by the Ca level of the diet. **Anim. Feed Sci. Techn.**, v.52, p.29-40, 1995.
- EKPE, E.D., ZIJLSTRA, R.T., PATIENCE, J.F. Digestible phosphorus requirement of grower pigs. **Can. J. Anim. Sci.**, p.541-549, 2002.
- GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; PEREIRA, J.A.A. et al. Exigência de fósforo total e disponível para suínos na fase de crescimento. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.18, n.3, p. 233-239, 1989a.
- GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B. et al. Exigência de fósforo total e disponível para suínos na fase de terminação. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.18, n.3, p. 241-247, 1989b.
- GUEGUEN, L.; PEREZ, J. M. A re-avaluation of recommended dietary allowances of calcium and phosphorus for pigs. **Proc. Nutr. Soc.**, v.40, p.273, 1981.
- HASTAD, C.W., DRITZ, S.S., TOKACH, M.D. et al. E. Phosphorus requirements of growing-finishing pigs reared in a commercila enviroment. **J. Anim. Sci.**, v.82, p.2945-2952, 2004.

- HENDRIKS, W.H.; MOUGHAN P.J. Whole-body mineral composition of entire male and female pigs depositing protein at maximal rates. **Livestock Productions Science**, v. 33, p. 161 – 170, 1993.
- HITTEMEIER, L.J.; GRAPES, L.; LENSING, R.L. et al. Genetic background influences metabolic response to dietary phosphorus restriction. **J. Nutr. Biochemistry**, v.17, p.385-395, 2006.
- HUERTAS, C.A.P. **Exigências nutricionais de fósforo em porcas nas fases de gestação e lactação**. 1992. 163 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- KETAREN, P.P.; BATTERHAM, E.S.; WHITE, E. Phosphorus studies in pigs. 1. Available phosphorus requirements of grower/finisher pigs. **Brit. J. Nutr.**, v.70, p. 249 – 268, 1992.
- KRICK, B.J.; BOYD, R.D. Influence of genotype and sex on the response of growing pigs to recombinant porcine somatotropin. **J. Anim. Sci.**, v.70, p. 3024, 1992.
- LIU, J.; BOLLINGER, D.W.; LEDOUX, D.R. et al.. Effects of dietary calcium:phosphorus ratios on apparent absorption of calcium and phosphorus in small intestine, cecum and colon of pigs. **J. Anim. Sci.**, v.78, p. 106-109, 2000.
- MAHAN, D.C.; EKSTROM, K.E.; FETTER, A.W. Effect of dietary protein, calcium and phosphorus for swine from 7 to 20 kilograms body weight. **J. Anim. Sci.**, v.50, n.2, p.309-314, 1980.
- MAHAN, D. Necessidades de minerais em cerdos selecionados por um alto conteúdo em magro y cerdas de alta productividad. **FEDNA**, 2006. Disponível em: http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP_VIII.pdf Acessado em: 18/05/2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Swine Nutrition. Nutrient requirements of swine. 9 ed. Washington: **National Academy of Science**, 1998. 189p.
- O'QUINN, P.R., KNABE, D.A., GREGG, E.J. Digestible phosphorus needs of terminal-cross growing-finishing pigs. **J. Anim. Sci.**, v.75, p.1308-1318, 1997.
- REINHARD, G.A.; MAHAN, D.C. Effect of various calcium:phosphorus ratios at low and high dietary phosphorus for starter, grower and finishing swine. **J. Anim. Sci.**, v.63, p. 457-466, 1986.
- ROSTAGNO, H.S. ; ALBINO, L.F.T. ; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2005. 186 p.

- STAHLY, T. S., LUTZ, T. R., CLAYTON, R. D. Dietary available phosphorus needs of high lean pigs fed from 9 to 119 kg body weight. ASR-L655. Iowa State University. **Swine Research Report**. 2000. Disponível em: <http://www.ipic.iastate.edu/reports/00swinereports/asl-655.pdf>. Acessado em: 20/06/2007.
- STAHLY, T.S. 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> Acessado em: 01/06/2007.
- WISEMAN, T.G.; MAHAN, D.C.; PETERS, J.C. et al. Tissue weights and body composition of two genetics lines of barrows and gilts from twenty to one hundred twenty-five kilograms of body weight. **J Anim. Sc.**, v.85, p. 1825-1835, 2007.
- UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 3rd edition. NY: CABI Publishing, 1999. 598 p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). 2000. **S.A.E.G. (Sistemas de análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG (Versão 8.0).

CONCLUSÕES GERAIS

Foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos de níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 15 aos 60 kg. Conclui-se que:

- os níveis de fósforo disponível de 0,509 e 0,477%, correspondentes a consumos diários estimados respectivos de 6,39 e 5,93 g, proporcionam, respectivamente, os melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar de suínos machos castrados e fêmeas de alto potencial genético para deposição de carne, dos 15 aos 30 kg.

- os níveis de fósforo disponível de 0,358 e 0,364%, correspondentes a consumos diários estimados respectivos de 7,64 e 7,77 g, proporcionam, respectivamente, os melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar de fêmeas suínas de alto potencial genético para deposição de carne, dos 30 aos 60 kg.