

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

KELLY CRISTINA NUNES CARVALHO

**PLANOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL PARA
LEITÓAS DOS 30 AOS 100 KG**

**CAMPO GRANDE- MS
2018**

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

**PLANOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL PARA
LEITOAS DOS 30 AOS 100 KG**

Kelly Cristina Nunes Carvalho

Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer

Coorientadora: Prof^a Dr^a Tânia Mara Baptista dos Santos

Coorientadora: Prof^a Dr^a Karina Márcia R. de Souza Nascimento

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

CAMPO GRANDE, MS, 2018

Certificado de aprovação

KELLY CRISTINA NUNES CARVALHO

Planos nutricionais de fósforo digestível para leitoas dos 30 aos 100 kg

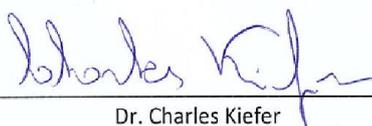
Nutritional plans of digestible phosphorus for gilts from 30 to 100 kg

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de doutora em Ciência Animal.

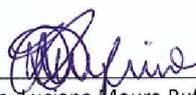
Área de concentração:
Produção Animal.

Aprovado(a) em: 28-05-2018

BANCA EXAMINADORA:



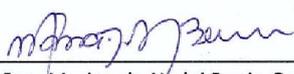
Dr. Charles Kiefer
(UFMS) – (Presidente)



Dra. Luciana Moura Rufino
UFMS



Dra. Sandra Garcia Gabas
UFMS



Dra. Marina de Nadai Bonin Gomes
UFMS



Dra. Viviane Maria Oliveira dos Santos Nieto
UFMS

À melhor mãe do mundo. Mulher guerreira, que me ensinou a encarar a vida de frente, que sempre me apoiou em tudo, e que é meu exemplo de força e determinação. A você Nilda Duarte Nunes.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado sabedoria, paciência, e perseverança ao longo dessa caminhada .

À minha mãe Nilda, por ser a melhor mãe do mundo e me apoiar em tudo.

Ao meu padrasto Lucimar (*in minorian*), que mesmo não estando mais presente em corpo, tenho certeza que de onde estiver está olhando por mim.

À minha avó Ramona Sabina, não só pelo amor a mim dedicado, mas pela disposição em ajudar-me durante meu período de experimento na fazenda escola. Muito obrigada vó.

Aos meus familiares que sempre torcem pelo meu sucesso, obrigado, pois sem família não somos nada.

Ao meu namorado Douglas Nolasco, por todo carinho, companheirismo e compreensão, nesta fase tão importante para a minha vida.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal pela oportunidade de realização do curso.

À FUNDECT pela concessão da Bolsa de doutorado.

Agradeço ao meu orientador professor Dr. Charles Kiefer, pela dedicação, carinho, ensinamentos e por ter acreditado em meu potencial. Meus mais sinceros agradecimentos.

À professora, Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza pela co-orientação.

À Professora Dra. Tânia Mara Baptista dos Santos, pelos anos de carinho, atenção e orientação dedicados a mim. Por sempre acreditar e incentivar meu crescimento profissional. Meus mais sinceros agradecimentos.

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

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul pela liberação do Laboratório de Análises de Resíduos de Origem Animal, juntamente com a Prof^a. Nanci Cappi e prof^a. Tânia Mara, meu muito obrigada.

Aos amigos Paula Satiko, Ednéia Rosa, Josilaine Lima, Natália Batista, Yasmim Falcão, Giovana Maciel, Raissa Miranda, Hemylli Basso, Luana Caramalac, Rafael de Cristo, Renata Abraão, Débora Corrêa, Luiza Maidana, Andreza Sandim, Fernanda Alves, e Adriana de Barros que apoiaram e alegraram minha vida nestes três anos de doutorado.

Aos integrantes da equipe de Suinocultura, Alexandre Pereira, Camilla Mendonça, Gabriela Puhl, Stephan Alexander , Jessica Lira, Taynah Farias, Mariana Vital, Adrieli, Bruna

Teodoro, Débora Martinez, Denise de Santana, Elenice Garbin, Indira Daiane, Jessika, Luana Cristiane, sem vocês eu não teria conseguido conduzir o experimento e concluir este trabalho.

Aos funcionários da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e aos funcionários da Fazenda Escola UFMS, por todo apoio concedido durante meu experimento.

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

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para a conclusão dessa tese de doutorado, muito obrigado.

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser... mas graças a Deus, não somos o que éramos”.

Martin Luther King

Resumo

CARVALHO, K.C.N. Planos nutricionais de fósforo digestível para leitoas dos 30 aos 100 kg. 2018. 89f. Tese. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2018.

Foram realizados três experimentos sequenciais para avaliar os efeitos de níveis de fósforo digestível sobre o desempenho, características de carcaça e características quantitativas e qualitativas dos dejetos de leitoas de alto potencial genético e desempenho superior. No experimento I foram utilizados 60 leitoas, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, seis repetições e dois animais por baia, com peso de 29,99±3,37 kg a 48,14±4,10 kg. Os tratamentos consistiram de níveis de 0,291; 0,269; 0,319; 0,369 e 0,419% de fósforo digestível. Os níveis de fósforo não influenciaram ($P>0,05$) as variáveis de desempenho. Os consumos diários de fósforo digestível e de cálcio digestível aumentaram linearmente ($P<0,01$). A matéria seca, matéria natural, coeficiente de resíduo, sólidos totais e nitrogênio total dos dejetos não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de fósforo. Por outro lado, foi possível observar efeito linear ($P<0,01$) para sólidos voláteis e fósforo total nos dejetos dos suínos que receberam dietas com crescentes níveis de fósforo digestível. Concluiu-se que o nível de 0,219% de fósforo digestível, correspondente ao consumo de 3,67 g de fósforo digestível diário, atende às exigências nutricionais de fósforo para leitoas, dos 30 aos 50 kg e possibilita a redução da excreção de fósforo nos dejetos. No experimento II foram utilizados 50 leitoas, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, cinco repetições e dois animais por baia, com peso de 47,56±4,31 kg a 72,78±5,53 kg. Os tratamentos consistiram de níveis de 0,188; 0,238; 0,288; 0,338 e 0,388% de fósforo digestível. Os níveis de fósforo não influenciaram ($P>0,05$) as variáveis de desempenho. O consumo diário de fósforo digestível e o consumo diário de cálcio aumentaram linearmente ($P<0,01$) de acordo com o aumento do nível de fósforo na dieta. Os níveis de fósforo não influenciaram ($P>0,05$), a área de olho de lombo, espessura de toucinho, profundidade de músculo, e a porcentagem de carne magra na carcaça. A matéria seca, matéria natural, coeficiente de resíduo e nitrogênio total dos dejetos não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de fósforo. Por outro lado, foi possível observar efeito ($P<0,01$) linear para sólidos totais, sólidos voláteis, e fósforo total nos dejetos dos suínos recebendo dietas com crescentes níveis de fósforo digestível. Concluiu-se que o nível de 0,188% de fósforo digestível, correspondente ao consumo de 4,42 g, atende as exigências nutricionais de fósforo e não prejudicam as características da carcaça para leitoas dos 50 aos 70 kg e com menor excreção de fósforo nos dejetos. No experimento III, foram utilizados 60 leitoas, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, seis repetições e dois animais por baia, com peso dos 29,98±3,37 aos 100,66±8,82 kg. Os planos sequenciais estudados foram 0,219-0,188-0,168; 0,269-0,238-0,218; 0,319-0,288-0,268; 0,369-0,338-0,318; 0,419-0,388-0,368%, respectivamente, dos 30 aos 50 kg, dos 50 aos 70 kg e dos 70 aos 100 kg. Os planos nutricionais não influenciaram ($P>0,05$) as variáveis de desempenho. Foi observada diferença significativa ($P<0,01$) para o consumo de fósforo digestível e consumo de cálcio digestível, assim como o consumo de fósforo o consumo de cálcio aumentou com o aumento do nível de fósforo digestível na dieta. Houve efeito significativo ($P<0,01$) para conversão alimentar. Não se observou efeito dos planos nutricionais ($P>0,05$) para profundidade de músculo, espessura de toucinho, área de olho de lombo, porcentagem de carne magra e índice de bonificação. Não houve diferença ($P>0,05$) para a produção de dejetos na matéria seca, na matéria natural e do coeficiente de resíduo. Constatou-se efeito ($P<0,01$) dos planos

nutricionais de fósforo digestível nos teores de sólidos totais, sólidos voláteis, nitrogênio total e fósforo total dos dejetos. Conclui-se que o plano nutricional de 0,319-0,288-0,268% de fósforo digestível possibilita melhor conversão alimentar para leitoas dos 30 aos 100 kg. O plano nutricional de 0,219-0,188-0,168% de fósforo digestível que corresponde aos níveis da dieta basal possibilita redução na excreção de nitrogênio e fósforo nos dejetos.

Palavras- chave: Exigência de minerais, impacto ambiental, recria e terminação.

Abstract

CARVALHO, K.C.N. Nutritional plans of digestible phosphorus for gilts from 30 to 100 kg. 2018. 89f. Tese. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2018.

Three sequential experiments were carried out to evaluate the effects of digestible phosphorus levels on performance, carcass traits and quantitative and qualitative characteristics of gilts manures with high genetic potential and superior performance. In the experiment I, 60 gilts were used, distributed in a randomized block design, with five treatments, six replicates and two animals per bay, weighing 29.98 ± 3.37 kg at 48.14 ± 4.10 kg. The treatments consisted of levels of 0.291; 0.296; 0.319; 0.369 and 0.419% digestible phosphorus. Phosphorus levels did not influence ($P > 0.05$) the performance variables. The daily intakes of digestible phosphorus and digestible calcium increased linearly ($P < 0.01$). The dry matter, natural matter, residue coefficient, total solids and total nitrogen of the manure were not influenced ($P > 0.05$) by the levels of phosphorus. On the other hand, it was possible to observe linear effect ($P < 0.01$) for volatile solids and total phosphorus in swine manure receiving diets with increasing levels of digestible phosphorus. It is concluded that the level of 0.219% of digestible phosphorus, corresponding to the consumption of 3.67 g of daily digestible phosphorus, meets the nutritional requirements of phosphorus for gilts from 30 to 50 kg and allows the reduction of the excretion of phosphorus in the wastes. In the experiment II, 50 gilts were used, distributed in a randomized block design, with five treatments, five replicates and two animals per bay, weighing 47.56 ± 4.31 kg at 72.78 ± 5.53 kg. The treatments consisted of levels of 0.188; 0.238; 0.288; 0.388 and 0.388% digestible phosphorus. Phosphorus levels did not influence ($P > 0.05$) the performance variables. The daily intake of digestible phosphorus and daily calcium intake increased linearly ($P < 0.01$) according to the increase in the level of phosphorus in the diet. Phosphorus levels did not influence ($P > 0.05$), loin eye area, back fat thickness, muscle depth, and percentage of lean meat in the carcass. The dry matter, natural matter, residue coefficient and total nitrogen of the wastes were not influenced ($P > 0.05$) by the levels of phosphorus. On the other hand, it was possible to observe linear effect ($P < 0.01$) for total solids, volatile solids, and total phosphorus in swine manure receiving diets with increasing levels of digestible phosphorus. It is concluded that the level of 0.188% of digestible phosphorus, corresponding to the consumption of 4.42 g, meets the nutritional requirements of phosphorus and does not affect the characteristics of the carcass for gilts from 50 to 70 kg and with lower excretion of phosphorus in the wastes. In the experiment III, 60 gilts were used, distributed in a randomized block design, with five treatments, six replicates and two animals per bay, weighing 29.98 ± 3.37 at 100.66 ± 8.82 kg. The sequential plans studied were 0.219-0.188-0.168; 0,269-0,238-0,218; 0,319-0,288-0,268; 0,369-0,338-0,318; 0.419-0.388-0.368%, respectively, from 30 to 50 kg, from 50 to 70 kg and from 70 to 100 kg. The nutritional plans did not influence the performance variables ($P > 0.05$). A significant difference ($P < 0.01$) was observed for the consumption of digestible phosphorus and consumption of digestible calcium, as well as the consumption of phosphorus, the calcium consumption increased with the increase of the level of digestible phosphorus in the diet. There was a significant effect ($P < 0.01$) for feed conversion. No effect of nutritional plans ($P > 0.05$) was observed for muscle depth, back fat thickness, loin eye area, lean meat percentage and bonus index. There was no difference ($P > 0.05$) for the production of dry matter, natural matter and residue coefficient. It was verified the effect ($P < 0.01$) of the nutritional levels of digestible phosphorus in total solids, volatile solids, total nitrogen and total phosphorus of the wastes. It is concluded that the nutritional plan of 0,319-0,288-0,268%

of digestible phosphorus allows a better feed conversion for gilts from 30 to 100 kg. The nutritional plan of 0,219-0,188-0,168% of digestible phosphorus that corresponds to the levels of the basal diet makes possible the reduction in the excretion of nitrogen and phosphorus in the wastes.

Key words: Environmental impact, growing and finishing phases, mineral requirement.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Concentrações e biodisponibilidade biológica de fontes de fósforo, utilizados na nutrição de suíno.....	16
Tabela 2- Valores totais de cálcio e fósforo, coeficiente de digestibilidade e fósforo digestível dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	34
Tabela 3 - Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para leitoas dos 30 aos 50 kg.....	36
Tabela 4- Desempenho de leitoas dos 30 aos 50 kg alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fosforo digestível.....	39
Tabela 5- Produção de dejetos e coeficiente de resíduo de leitoas alimentadas com diferentes níveis de fósforo digestível dos 30 aos 50 kg.....	41
Tabela 6- Características físico-químicas dos dejetos de leitoas alimentadas com diferentes níveis de fósforo digestível, dos 30 aos 50 kg.....	43
Tabela 7- Valores totais de cálcio e fósforo, coeficiente de digestibilidade e fósforo digestível dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	52
Tabela 8 - Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para leitoas dos 50 aos 70 kg.....	53
Tabela 9- Desempenho de leitoas dos 50 aos 70 kg alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.....	57
Tabela 10- Características quantitativas de carcaça de leitoas, dos 50 aos 70 kg, alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.....	59
Tabela 11- Produção de dejetos e coeficiente de resíduo de leitoas alimentadas com diferentes níveis de fosforo digestível dos 50 aos 70 kg.....	60
Tabela 12- Características físico-químicas dos dejetos de leitoas alimentadas com diferentes níveis de fósforo digestível, dos 50 aos 70 kg.....	61
Tabela 13- Valores totais de cálcio e fósforo, coeficiente de digestibilidade e fósforo digestível dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	70
Tabela 14 - Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais basais.....	72
Tabela 15- Desempenho de leitoas dos 30 aos 100 kg alimentadas com dietas contendo diferentes planos nutricionais de fosforo digestível	75
Tabela 16- Características quantitativas de carcaça de leitoas, dos 30 aos 100 kg, alimentadas com dietas contendo diferentes planos nutricionais de fósforo	

digestível.....	78
Tabela 17- Produção de dejetos e coeficiente de resíduo de leitões alimentadas com diferentes planos nutricionais de fósforo digestível, dos 30 aos 100 kg.....	78
Tabela 18- Características físico-químicas dos dejetos de leitões alimentadas com diferentes planos nutricionais de fósforo digestível, dos 30 aos 100 kg.....	79

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1.Revisão de literatura.....	15
1.1.Origem e fontes de fósforo.....	15
1.2. O fósforo e seu metabolismo.....	16
1.3. Disponibilidade e digestibilidade do fósforo.....	17
1.4. Exigência de fósforo em suínos.....	19
1.5. Excreção de fósforo.....	21
1.6- Produção e Contaminação do ambiente por dejetos de suínos.....	22
Referências	24
NÍVEIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL PARA LEITOAS DOS 30 AOS 50KG.....	30
Resumo.....	30
Abstract.....	31
Introdução.....	32
Material e Métodos.....	33
Resultados e Discussão.....	38
Referências.....	44
NÍVEIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL PARA LEITOAS DOS 50 AOS 70 KG.....	48
Resumo.....	48
Abstract.....	49
Introdução.....	50
Material e Métodos.....	51
Resultados e Discussão.....	56
Referências.....	62
PLANOS NUTRICIONAIS DE FÓSFORO DIGESTÍVEL PARA LEITOAS DOS 30 AOS 100 KG.....	66
Resumo.....	66
Abstract.....	67
Introdução.....	68
Material e Métodos.....	69
Resultados e Discussão.....	74

Referências.....	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86

INTRODUÇÃO

Existem 15 minerais essenciais que devem ser levados em consideração ao se preparar dietas para os suínos (Richert, 2010). Embora todos os minerais sejam importantes, muita atenção está sendo direcionada atualmente para o fósforo (P), um elemento abundante que está disponível em muitas formas com o íon mais comum sendo hidrogenofosfato (HPO_4^{2-}) (Anderson et al., 2006).

O estudo do fósforo na nutrição animal exige atenção especial, uma vez que dos minerais normalmente suplementados nas rações de suínos é o que provavelmente possui o maior número de funções no organismo. O interesse pelo seu estudo deve-se à sua essencialidade, onde participa de funções metabólicas vitais ao organismo e também por ser o mineral que mais encarece o custo das rações. Sua principal função no metabolismo é a formação e manutenção do sistema ósseo e dos dentes (Teixeira et al, 2005). Além disso, o fósforo participa do armazenamento e transferência de energia, como componente do monofosfato (AMP), difosfato (ADP) e trifosfato de adenosina (ATP), faz parte da estrutura dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), atua no equilíbrio ácido-base, na manutenção da pressão osmótica e participa de inúmeros sistemas enzimáticos, entre outras funções essenciais ao organismo (Lehninger et al., 2002).

Sua essencialidade aponta para que mais estudos sejam conduzidos, visto que, as dietas fornecidas para os suínos são de origem vegetal, e estes apresentam baixa disponibilidade de fósforo (Cromwell, 1992), sendo desta forma essencial a sua suplementação. Todavia, as exigências de suplementação não são as mesmas para todos os suínos, pois estas variam conforme o genótipo, sexo, idade, temperatura ambiente, aspectos sanitários, densidade de animais por baia, entre outros fatores (NRC, 1998).

Além da sua essencialidade à vida dos suínos, uma preocupação mais recente está ligada à suplementação em excesso deste mineral nas dietas, devido ao seu custo elevado para suplementação e a contaminação do ambiente pelo fósforo presente nos dejetos, as quais não foram digeridos pelos animais. O fósforo é considerado um grande poluente de cursos de água, especialmente as águas superficiais, já que pouco ocorre percolação deste elemento. O excesso de fósforo causa a eutrofização que é o enriquecimento excessivo da água, sendo assim os nutrientes estimulam o crescimento de algas e plantas, prejudicam a utilização da água, pois podem consumir o oxigênio e causar mortandade de peixes (Klein & Agne, 2012).

Com o passar dos anos têm se verificado mudanças nas recomendações diárias de fósforo para os suínos machos e fêmeas. Em 2005 a recomendação segundo a tabela brasileira elaborada por Rostagno et al. (2005) era de 0,332, 0,282 e 0,240 % de fosforo disponível para as fases de 30 a 50 Kg, 50 a 70 Kg e 70 a 100 Kg, respectivamente. Após novas pesquisas Rostagno et al. (2011) recomendaram 0,319, 0,288 e 0,268% de fósforo disponível para as mesmas fases. Já em pesquisas mais recentes no ano de 2017 a tabela brasileira por Rostagno et al. (2017), recomenda níveis de 0,349, 0,304 e 0,275% de fosforo digestível, valores estes mais elevados se comparado com a tabela brasileira de 2011.

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

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Histórico e fontes de fósforo

O fósforo foi isolado pela primeira vez em 1669 na Alemanha, pelo alquimista Hennig Brant, na urina de humanos. Após um século o fósforo foi reconhecido pelo químico sueco Johan GottliebGahn, como um elemento essencial para os ossos. Em pesquisas realizadas por Karl Scheele, no ano de 1771, encontrou-se grande quantidade de fósforo nas cinzas de ossos.

No ano de 1785, foram relatados os primeiros sintomas de deficiência de fósforo em vacas. Em 1920, o botulismo foi caracterizado como deficiência de fósforo. Neste mesmo ano na África, foram relatados casos de baixa produtividade, baixa fertilidade e apetite depravado, em decorrência de deficiência de fosforo em bovinos (Tokarnia et al., 2000).

O fósforo pode ser encontrado na forma de ácido fítico, fosfolipídeos, ácidos nucléicos com maior concentração nas sementes, seguida pelos caules e folhas, e essa concentração é dependente da espécie e maturidade da planta, do clima e do solo (McDowell, 1997). Os produtos de origem animal como farinha de ossos, farinha de carne e farinha de peixe consistem em excelentes fontes de fósforo (Underwood & Suttle, 2001). (Tabela 1).

No Brasil existem grandes reservas de rochas fosfáticas que podem ser utilizadas na nutrição animal (Teixeira et al., 2004). O fósforo proveniente dessas rochas deve ser purificado com intuito de estabelecer níveis aceitáveis de contaminantes, tais como o cádmio, vanádio, ferro, magnésio, enxofre, bário, titânio, tório, e flúor, o principal deles (Barcellos, 1998).

O flúor é um elemento de baixa segurança, uma vez que apresenta níveis de toxicidade muito próximos à faixa da exigência (Moreira at al., 2009). No entanto as fontes de fósforo estudadas no Brasil são originárias de rochas ígneas, que apresentam menores teores

de flúor em comparação a fontes de outros países, geralmente de origem sedimentar (Figueirêdo, 2001).

Tabela 1 – Concentrações e coeficientes de digestibilidade de fontes de fósforo, utilizados na nutrição de suíno.

Fonte	Concentração de fósforo total, %	Coefficiente de digestibilidade, %
Farelo de soja, 46%*	0,59	45,7
Milho, 7,86%*	0,24	44,0
Acido Fosfórico	21,5	90,0
Farinha de ossos calcinada	16,2	60,0
Fosfato bicálcico	18,5	75,0
Fosfato monobicálcico	18,6	85,3
Fosfato Monocálcico	21,4	78,2
Fosfato de rocha Catalão	15,1	63,3
Superfosfato triplo	20,4	76,9

Adaptado de Rostagno et al. (2011) e Rostagno et al. (2017)*.

1.2 Fósforo e seu metabolismo

O fósforo é um mineral essencial para os animais, em que aproximadamente 80% têm sido encontrados nos ossos do esqueleto e dentes, sendo responsável pela formação da matriz óssea, juntamente com o cálcio e outros minerais. Os 20% restantes são encontrados nos tecidos moles e outros fluídos, participa de inúmeras funções, como no metabolismo de energia, na forma de ATP, ADP e AMP, na síntese de carboidratos, lipídeos e proteínas, na manutenção do equilíbrio ácido-básico e na formação de fosfolipídios das membranas celulares, além de ser constituinte dos ácidos nucleicos (Underwood & Suttle, 2001).

Por ser um elemento essencial, o fósforo deve ser suplementado aos animais na alimentação. O fósforo presente nos alimentos é solubilizado no estômago e no intestino proximal, sendo o jejuno a porção mais ativa na absorção deste mineral. A absorção está fortemente correlacionada com o ponto de maior solubilidade do fosfato, o qual sofre

interferência de fatores como pH, concentrações de cálcio, ortofosfatos e vitamina D3 na dieta (King, 2003).

O transporte de fósforo através das membranas se dá por processos ativos, cujos transportadores podem ser saturados, e também por processos de absorção passivas não saturável (Breves & Schröder, 1991). Há muitos fatores que influenciam nos processos de absorção de fósforo pelos monogástricos. Sob condições fisiológicas, a absorção de fósforo sofre influência direta do pH luminal, concentração de outros íons, como o cálcio, e também o nível de vitamina D3 presente.

Além disso, processos fisiológicos regulam a homeostase do fósforo no organismo por meio de mecanismos que envolvem absorção intestinal e excreção renal. A ingestão de baixos níveis de fósforo promove o aumento na reabsorção de fósforo pelos rins, reduzindo a excreção e garantindo a homeostase. Os hormônios calcitonina, paratormônio e a vitamina D, na sua forma ativa 1,25-dihidroxicolecalciferol controlam o processo (Breves & Schröder, 1991).

Vários são os fatores que poderiam interferir na absorção de fósforo pelas células intestinais dos suínos, estando estes, muitas vezes, interligados em estreita relação com outros fatores da dieta, como concentração dos minerais cálcio e fósforo, tipo de alimentos utilizados, presença de fitases exógenas.

1.3 Disponibilidade e digestibilidade do fósforo

A disponibilidade biológica de um nutriente é definida como a proporção (ou porcentagem) ingerida capaz de ser absorvida pelo intestino e estar disponível tanto para o uso metabólico quanto ao armazenamento em tecidos animais. Sua determinação se dá por meio da avaliação de parâmetros de desempenho e ósseos como cinzas no osso, resistência à

quebra, fósforo no osso e também por parâmetros sanguíneos como fósforo sérico e atividade da fosfatase alcalina (Spencer et al., 2000). Os resultados de disponibilidade do fósforo dos diversos alimentos ou fontes são obtidos por meio da informação de disponibilidade de uma fonte considerada padrão, cuja disponibilidade é atribuída em 100% (Bünzen et al. 2008). A avaliação da disponibilidade do fósforo de diferentes fontes por meio dos parâmetros citados é onerosa em custo e trabalho.

Nesse sentido, alguns pesquisadores (Jongbloed & Kemme, 1990; Fan et al., 2001; Shen et al., 2002) sugerem que a disponibilidade do fósforo pode ser estimada por meio dos coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira do fósforo das fontes, com vantagens econômicas e práticas na sua determinação. A digestibilidade é o coeficiente de absorção de um nutriente, sendo em geral expresso como porcentagem do que foi retido em relação ao que foi ingerido (EMBRAPA, 2003). As tabelas brasileiras para aves e suínos já se trabalham com a digestibilidade e com disponibilidade do fósforo, mas ainda se requer muitos estudos relacionados às suas digestibilidade, principalmente levando em consideração às diferentes fases de criação dos suínos.

O fósforo pode ser absorvido em proporções variadas pelo organismo, devido a uma série de fatores, como espécie e idade do animal, estrutura molecular, processamento das fontes, relação cálcio: fósforo, pH intestinal, níveis dietéticos, presença da vitamina D, gordura, dentre outros (Wasserman & Taylor, 1973). Vale salientar que nenhum elemento é totalmente absorvido e utilizado pelo animal, já que parte é perdida nos processos normais de digestão e de metabolismo. O fósforo não absorvido é liberado nas fezes causando problemas de contaminação ambiental, o que na prática, já vem limitando a produção de suínos em muitos países da Europa (Jongbloed & Lenis, 1998).

Os valores de disponibilidade ou mesmo digestibilidade aparente do fósforo variam substancialmente entre os ingredientes e também entre diferentes amostras de um mesmo ingrediente. As variações podem ser atribuídas às diferenças no tratamento tecnológico (processamento) e na estrutura físico-química dos alimentos (Lima et al., 1999). Ainda, o uso de valores de fósforo digestível aparente acaba subestimando a utilização do fósforo pelos animais e, para tanto, valores de digestibilidade verdadeira corrigida pelas perdas endógenas de fósforo deveriam ser utilizados (Shen et al., 2002).

Diferentes metodologias têm sido avaliadas para estimar as perdas de fósforo endógeno, como a utilização de dietas purificadas ou semi-purificadas ausentes de fósforo, resultando em estimativas aproximadas da excreção do fósforo de origem endógena (Fan et al., 2001; Shen et al., 2002; Bünzen et al., 2008).

1.4 Exigência de fósforo em suínos

As exigências de minerais, particularmente cálcio e fósforo são de fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento dos animais. Quando as exigências nutricionais não são atendidas se observa redução no desempenho zootécnico, piora na eficiência de utilização de alimentos, mineralização óssea inadequada, e raquistismo (NRC, 1994). Têm-se verificado que as exigências de fósforo para máximo desempenho são inferiores àquelas necessárias para a máxima mineralização óssea (Creshaw et al., 2001).

Os valores de exigência de fósforo para os animais podem ser encontrados em diferentes tabelas (NRC, 1998; CVB, 1998; Rostagno et al. 2005; Rostagno et al., 2011; Rostagno, et al., 2017). As exigências nutricionais não são as mesmas para todos os suínos, mas variam conforme genótipo, sexo, idade, temperatura, aspectos sanitários, densidade animal, entre outros fatores (NRC, 1998). Assim, animais de grupos genéticos superiores para

deposição de carne magra na carcaça podem ter as suas exigências de fósforo aumentadas, em função das variações nas proporções entre as quantidades de tecido mole em relação ao tecido esquelético.

Segundo Rostagno et al. (2005), a exigência de fósforo disponível determinada com fêmeas suínas dos 30 aos 50 kg é de 0,332% e de 0,282% para animais de 50 a 70 kg com alto potencial genético de deposição de músculos. Para suínos de 70 aos 100 kg foi recomendado 0,248% de fósforo disponível.

Para a tabela publicada posteriormente Rostagno et al. (2011) estabeleceram as exigência de fósforo digestível para fêmeas suínas de alto potencial genético e desempenho superior em 0,319; 0,288 e 0,268%, respectivamente, para suínos dos 30 aos 50, 50 aos 70 e dos 70 aos 100 kg. Essas recomendações são levemente inferiores àquelas propostas por Rostagno et al. (2005).

Em publicação recente, Rostagno et al. (2017) estabeleceram a exigência de fósforo digestível para fêmeas suínas de alto potencial genético para deposição de musculo de 0,349% para animais de 30 a 50 kg, 0,304% para animais de 50 a 70 kg e de 0,275% para animais dos 70 aos 100 kg. Os valores recomendados são superiores aos proposto na tabela publicada anteriormente de Rostagno et al. (2011).

Com o constante melhoramento e seleção genética dos animais e dos alimentos, além da necessidade de se reduzir custos com suplementação de fósforo e também a excreção deste mineral no ambiente, existe a necessidade de reavaliação contínua na eficiência de utilização dos nutrientes e das exigências nutricionais para máximo desempenho nos sistemas de produção intensiva (Gomes et al., 2004; Rostagno et al., 2005).

1.5 Excreção de fósforo

A eficiência na retenção de minerais em produtos de origem animal geralmente é baixa (Nieto, 2015). Em granjas de suínos, a eficiência da retenção mineral é muito baixa para o potássio (3,6 a 10%) e um pouco maior para nitrogênio e fósforo (18 a 40%). Estas baixas eficiências de retenção de minerais indicam que há espaço para melhoria, ou seja, que a excreção de minerais pode ser reduzida. Williams et al. (1999) listou cinco estratégias básicas para reduzir a excreção de minerais a partir de produção animal intensificada em determinada área: 1) reduzir a produção animal; 2) coleta e transporte dos nutrientes dos resíduos animais em excesso para áreas deficientes em nutrientes; 3) coleta e reciclagem dos minerais em rações animais, reduzindo assim a necessidade de importar mais minerais; 4) cultivo de espécies vegetais que aproveitem mais os nutrientes dos dejetos animais, como forragem, grãos, ou outros usos; e, 5) melhorar a eficiência do uso de nutrientes pelos animais. Entre estas estratégias, a última é a abordagem mais viável para minimizar problemas de excreção de nutrientes na maioria das áreas geográficas, embora a quantidade de redução que pode ser alcançada seja biologicamente limitada.

Estratégias nutricionais são essenciais para controlar os minerais excedentes associados à pecuária intensiva e o consequente impacto na qualidade da água. Redução da superalimentação de fósforo, o uso de aditivos para aumentar a utilização de fósforo na dieta, e desenvolvimento de grãos com fósforo de alta disponibilidade tem sido técnicas estudadas para reduzir a excreção de fósforo fecal sem prejudicar o desempenho animal.

Muito progresso foi feito, porém, mais pesquisas serão necessárias para aperfeiçoar as estratégias para maximizar a redução na excreção de fósforo e manter o desempenho animal (Maguire et al., 2004).

1.6 Produção e contaminação do ambiente por dejetos de suínos

Os dejetos suínos são constituídos por fezes, urina, água desperdiçada pelos bebedouros e de higienização, resíduos de ração, pêlos, poeiras e outros materiais decorrentes do processo criatório. O esterco, por sua vez, é constituído pelas fezes dos animais, que contém matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre e outros elementos incluídos nas dietas (Diesel et al., 2002).

A suinocultura é considerada uma das maiores geradoras de dejetos por unidade de área ocupada, produzindo em média de 5 a 8% em relação ao peso vivo dos animais (Cavalcanti, 1984). O volume total de dejetos produzidos pode variar consideravelmente em função do manejo, tipo de ração fornecida, tipo de bebedouro, sistema de higienização, e frequência, volume de água utilizada para a higienização, e também ao número de categorias de animais (Bonett & Monticelli, 1998).

A quantidade e composição dos dejetos de suínos, como de qualquer outro animal, tende a ser positivamente relacionada com a quantidade e composição do alimento que lhe é fornecido. Entre os principais componentes poluentes dos dejetos suínos estão o nitrogênio, o fósforo e alguns microminerais, como o zinco e o cobre.

Uma vez definida a estrutura e forma de produção dos suínos, sob o ponto de vista ambiental, os aspectos relacionados com a nutrição devem ser os primeiros a serem planejados. Isto se explica porque é mais fácil e econômico evitar excessos nutricionais do que arcar com as consequências que são os elevados índices de excreção e a dificuldade posterior de dar destino aos nutrientes em excesso excretados (Duarte, 2012).

Para esta mesma autora, sob o ponto de vista da nutrição devem ser considerados três fatores influentes nas quantidades de nutrientes excretadas pelo suíno. Além das perdas endógenas que representam uma fração pequena das perdas totais e cuja influência sobre a

redução na excreção é mínima, a quantidade consumida e a eficiência de utilização dos nutrientes para o crescimento e o desempenho das demais funções produtivas assumem importância primordial. Pouco pode ser feito sobre a perda endógena, entretanto, pode-se reduzir de forma estratégica a quantidade de alguns nutrientes na dieta e ao mesmo tempo aumentar a eficiência de utilização de muitos outros.

A eficiência média na utilização do nitrogênio da ração dos suínos é de 29%, do fósforo é de 28%. Segundo o NRC (1998), cerca de 45 a 60% do nitrogênio, 50 a 80% do fósforo consumidos são excretados pelos suínos.

O problema do nitrogênio no solo é sua transformação em nitrato. O nitrato facilmente movimenta-se no solo e dissolve-se na água. O nitrogênio pode também poluir o ambiente na forma de amônia, que pode causar a chamada chuva ácida. O excesso de fósforo, assim como de nitrogênio e outros nutrientes favorece o desenvolvimento desordenado de algas. A decomposição destas algas consome o oxigênio dissolvido na água, comprometendo o crescimento de espécies aquáticas como peixes, crustáceos, etc. O fósforo em excesso fica acumulado no solo e só é dissolvido na água dos rios quando a capacidade de retenção dele pelo solo fica prejudicada (Oliveira, 1994).

O lançamento de dejetos de suínos diretamente no solo, rios ou lagos sem prévio tratamento, constituem um potente risco para o aparecimento de enfermidades como verminoses, hepatites, hipertensão, câncer de estômago, dentre outras, além do desconforto da população por proliferação de moscas, borrachudos, maus cheiros e degradação dos recursos naturais, por morte de peixes e animais, toxicidade em plantas e eutrofização de recursos hídricos (Perdomo et al. 2001).

Diante desse cenário, entende-se que a reavaliação dos níveis nutricionais por meio da utilização de planos sequenciais de fósforo poderá resultar em novas informações sobre os

efeitos residuais deste nutriente sobre o desempenho, as características de carcaça, e o potencial poluente nos dejetos.

Com os resultados obtidos no presente estudo, foram elaborados três artigos intitulados: **Artigo 1- Níveis de fósforo digestível para leitoas dos 30 aos 50 kg**; **Artigo 2- Níveis de fósforo digestível para leitoas dos 50 aos 70 kg** e **Artigo 3- Planos nutricionais de fósforo digestível para leitoas dos 30 aos 100 kg**, redigidos conforme as normas da Revista Brasileira de Zootecnia e adaptações às normas de elaboração de dissertações e teses do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal/FAMEZ/UFMS.

REFERÊNCIAS

- Anderson, J. J. B., P. J. Klemmer, M. L. S. Watts, S. C. Garner, e M. S. Calvo. 2006. Phosphorus 1: 383-400 in Present Knowledge in Nutrition. B. A. Bowman and R. M. Russell, ed. Life Sciences Inst., Washington, D.C.
- Barcellos, J.O.J. O papel do fósforo na nutrição de bovinos de corte. In: Bonett, L.P.; Monticelli, C.J. 1998. Suínos: O produtor pergunta a embrapa responde. 2. ed. Brasília: EMBRAPA- CNPSA, 243p.
- Breves, G.; Schröder, B. Comparative aspects of gastrointestinal phosphorus metabolism. 1991. Nutrition Research Reviews 4:125-140.
- Bünzen, S.; Rostagno, H.S.; Lopes, D.C.; Hashimoto, F.A.M.; Gomes, P.C. e Apolônio, L.R. . 2008. Digestibilidade do Fósforo de alimentos de origem vegetal determinada com suínos em crescimento e terminação. Revista Brasileira de Zootecnia 37: 1236-1242.
- Bronett, L.P.; Monticelli, C.J. 1998. Suínos: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1998. 243 p.

- Cavalcanti, S. de S. 1984. Produção de suínos. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, P. 453.
- Cromwell, G. L. 1992. The biological availability of phosphorus in feedstuffs for pigs. Pig News Info. 13:75N-78N.
- CVB Veevoedertabel: Gegevens over chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van voedermiddelen). 1998. Centraal Veevoeder Bureau, Lelystad, Países Bajos.
- Diesel, R.; Miranda, C.R.; Perdomo, C.C. 2002. Coletâneas de tecnologias sobre dejetos de suínos. Concordia : EMBRAPA- CNPSA/EMATER/RS. 30p.
- Duarte, K.K. 2012. Nutrição de suínos x Meio ambiente. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/nutricao-de-suinos-x-meio-ambiente_386356.html. Acessado em: 03 de maio de 2018.
- Embrapa. 2003. Embrapa suínos e aves. Sistemas de produção de frangos de corte. ISSN 1678-8850.
- Fan, M.Z.; Archbold, T.; Sauer, W.C.; Lackeyram, D.; Rideout, T.; Gao, Y.; De Lange, C.F. e Hacker, R.R. 2001. Novel methodology allows simultaneous measurement of true phosphorus digestibility and the gastrointestinal endogenous phosphorus outputs in studies with pigs. Journal of nutrition 131:2388–2396.
- Figueirêdo, A.V.; Vitti, D.M.S.S.; Lopes, J.B. e Barbosa, H.P. 2001. Disponibilidade biológica do fósforo de fontes fosfatadas determinada por intermédio da técnica de diluição isotópica para suínos em crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia 30:1514-1520.

- Gomes, P.C.; Rostagno, H.S.; Costa, P.M.A.; Pereira, J.A.A. e Lima, J.A.F. 1989. Digestibilidade aparente e verdadeira do fósforo de três fosfatos, determinada em suínos de 13 kg de peso vivo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 18:54–63.
- Jongbloed, A.W.; e Kemme, P.A. 1990. Apparent digestible phosphorus in the feeding of pigs in relation to availability, requirement and environment. Digestible phosphorus in feedstuffs from plant and animal origin. *Neth. Journal Agriculture Science* 38:567–75.
- Jongbloed, A.W.; e Kemme, P.A. 1998. Disponibilidad del fósforo em ingredientes alimentícios para ganado porcino. En: XIII Curso de Especialización FEDNA. Eds. P. García, C. de Blas y G.G. Mateos, Madrid. p.191-201.
- Klein, C.; Agne, S.A.A. 2012. Fósforo: de nutriente à poluente! *Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental* 8: 1713-1721.
- Lehninger, A. L.; Nelson, D. L.; e Cox, M. M. 2002. *Princípios de Bioquímica*. 3ª Ed. São Paulo: Sarvier, 975 p.
- Lima, F.R.; Fernandes, J.I.M., Oliveira, E.; Fronzaglia, G.C.; e Kahn, H. 1999. Laboratory Evaluations of Feed-Grade and Agricultural-Grade Phosphates. *Poultry Science* 78:1717-1728.
- Maguire, R.O.; Dou, Z.; Sims, J.T.; Brake, J.; e Joern, B.C. 2004. Dietary strategies for reduced phosphorus excretion and improved water quality. *Journal of Environmental Quality* 34: 2093-2103.
- McDowell, R.L. 1997. *Minerals for grazing ruminant in tropical regions*. Florida: University of Florida, 81p.
- Moreira, J.A.; Vitti, D.M.S.S.; Teixeira, A.O.; e Lopes, J.B. 2009. Fisiologia digestiva de suínos alimentados com rações contendo diferentes fontes de fósforo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38:676-684.

- National Research Council - NRC. Nutrients requirements of swine. 10.ed. Washington, D.C.: National Academic of Science, 1998. 189p.
- National Research Council - NRC. Nutrients requeriments of poultry. 9.ed. Washington, DC: National Academic of Science, 1994.155p.
- Nieto, V.M.O.S. Planos nutricionais de fósforo digestível para suínos machos castrados dos 30 aos 100 kg. 2014. 92f. Tese. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2015.
- Oliveira, P. A. V. Impacto ambiental causado pelos dejetos de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS. 1994, São Paulo. Anais... São Paulo: CBNA. 1994.p.27-40.
- Perdomo, C.C.; Lima, G.J.M.M.; None, S.K. 2001. Produção de suínos e meio ambiente. In: Seminário Nacional de Desenvolvimento da suinocultura, 9, Gramado. Anais...Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p.8-24.
- Richert, B. T. 2010. Macro minerals for swine diets. Pages 52-55 in National Swine Nutrition Guide. D. J. Meisinger, ed. U.S. Pork Center of Excellence, Ames, IA.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Hannas, M.I.; Donzele, J.L.; Sakomura, N.K.; Perazzo, F.G.; Saraiva, A.; Teixeira, M.L.; Rodrigues, P.B.; Oliveira, R.F.; Barreto, S.L.T. e Brito, C.O. 2017. Tabelas brasileiras para aves e suínos. 4.ed. UFV-DZO, Viçosa- MG.
- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F. M.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T. e Euclides, R. F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos. 3.ed. UFV-DZO, Viçosa, MG.

- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F. M.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T. e Euclides, R. F. 2005. Tabelas brasileiras de aves e suínos. 2.ed. UFV-DZO, Viçosa, MG.
- Shen, Y.; Fan, M.Z.; Ajakaiye, A.; e Archbold, T. 2002. Use of the regression analysis technique to determine the true phosphorus digestibility and the endogenous phosphorus output associated with corn in growing pigs. *Journal of nutrition* 132:1199-1206.
- Spencer, J.D.; Allee, G.L.; e Sauber, T.E. 2000. Phosphorus bioavailability and digestibility of normal and genetically modified low-phytate corn for pigs. *Journal of Animal Science* 78:675-68.
- Teixeira, A.O.; Lopes D.C.; Ribeiro M.C.T.; Lopes, J.B.; Ferreira, V.P.A.; Vitti, D.M.S.S.; Moreira, J.A. e Pena, S.M. 2005. Composição química de diferentes fontes de fósforo e deposição de metais pesados em tecidos de suínos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec* 7: 502-509.
- Teixeira, A.O.; Lopes, D.C.; Lopes, J.B.; Vitti, D.M.S.S.; Gomes, P.C.; Rostagno, H.S.; Moreira, J.A.; e Inácio, F. 2004. Determinação da biodisponibilidade do fósforo de diferentes fontes pela técnica de diluição isotópica, em suínos em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33:1231-1237.
- Tokarnia, C.H.; Döbereiner, J.; Peixoto, P.V. 2000. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. *Pesquisa Veterinária brasileira* 20: 127-138.
- Underwood, E.J.; e Suttle, N.F. 2001. Phosphorus. In: *The Mineral Nutrition of Livestock*, 3375-395.

Wasserman, R.H.; e Taylor, A.N. 1973. Intestinal absorption of phosphate in the chick, effect of vitamin D3 and other parameters. *Journal of nutrition* 102:586-599.

Williams, C.M.; Barker, J.C.; e Sims, J.T. 1999. Management and utilization of poultry wastes. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 162:105–157.

Níveis de fósforo digestível para leitoas dos 30 aos 50 kg

RESUMO: Realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar níveis de fósforo digestível em dietas para leitoas dos 30 aos 50 kg, com alto potencial para deposição de carne magra, sobre desempenho e características dos dejetos. Foram utilizadas 60 leitoas, com peso inicial de $29,99 \pm 3,37$ kg, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com cinco níveis de fósforo digestível (0,219; 0,269; 0,319; 0,369 e 0,419%), seis repetições e dois animais por unidade experimental. Os níveis de fósforo não influenciaram ($P > 0,05$), peso final, ganho de peso total, ganho de peso diário, consumo de ração diário, consumo de ração total, consumo de proteína bruta digestível, consumo de lisina digestível, consumo de energia metabolizável e conversão alimentar. Os consumos diários de fósforo digestível e de cálcio aumentaram linearmente ($P < 0,01$) de acordo com o aumento do nível de fósforo e cálcio na dieta. A matéria seca, matéria natural, coeficiente de resíduo, sólidos totais e nitrogênio total dos dejetos não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de fósforo. Por outro lado, foi possível observar aumento linear ($P < 0,01$) para sólidos voláteis e fósforo total nos dejetos dos suínos de acordo com o aumento dos níveis de fósforo digestível. Conclui-se que o nível de 0,219% de fósforo digestível, correspondente ao consumo de 3,67 g de fósforo digestível diário, atende às exigências nutricionais de fósforo para leitoas, dos 30 aos 50 kg e possibilita a redução da excreção de fósforo nos dejetos.

Palavras-chave: dejetos suínos, exigência nutricional, minerais, nutrição de suínos.

Levels of digestible phosphorus for gilts from 30 to 50 kg

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate digestible phosphorus levels in diets for dairy gilts from 30 to 50 kg, with high potential for lean meat deposition, on performance and characteristics of the wastes. Sixty gilts were used, with initial weight of 29.99 ± 3.37 kg, distributed in a randomized block design with five levels of digestible phosphorus (0.219, 0.299, 0.319, 0.369 and 0.419%), six replicates and two animals per experimental unit. Phosphorus levels did not influence ($P>0.05$), final weight, total weight gain, daily weight gain, daily feed intake, total feed intake, crude digestible protein consumption, digestible lysine consumption, metabolizable energy and feed conversion. The daily intakes of digestible phosphorus and calcium increased linearly ($P<0.01$) according to the increase in the level of phosphorus and calcium in the diet. The dry matter, natural matter, residue coefficient, total solids and total nitrogen of the manure were not influenced ($P>0.05$) by the levels of phosphorus. On the other hand, it was possible to observe linear increase ($P<0.01$) for volatile solids and total phosphorus in swine manure according to the increase of digestible phosphorus levels. It is concluded that the level of 0.219% of digestible phosphorus, corresponding to the consumption of 3.67 g of daily digestible phosphorus, meets the nutritional requirements of phosphorus for gilts from 30 to 50 kg and allows the reduction of the excretion of phosphorus in the wastes.

Key words: minerals, nutrition of pigs, nutritional requirement, swine manure.

Introdução

Com o intuito de melhorar a eficiência econômica na produção de carne magra na suinocultura moderna, as exigências nutricionais de alguns nutrientes necessitam de avaliação constante. Dentre esses nutrientes, o fósforo é de particular interesse, devido a sua importância para muitos processos dentro do organismo, como o metabolismo energético e síntese proteica.

A ingestão inadequada deste nutriente na dieta resulta em redução da taxa de crescimento muscular e ósseo, bem como a redução da eficiência na utilização dos alimentos pelo animal. Sendo assim, a formulação de dietas para suínos requer informações precisas das exigências de fósforo nas diversas fases de criação, sob pena de comprometer o desempenho dos animais (Saraiva et al., 2011).

A concentração adequada de fósforo na dieta é aquela que irá proporcionar ao animal a máxima deposição de tecido muscular (Campos et al., 2012). Desse modo, suínos com alta capacidade para deposição de carne magra mobilizarão fósforo dos ossos e não atingirá deposição máxima de proteína muscular se receber dietas deficientes. Por outro lado, uma dieta com excesso de fósforo poderá comprometer a absorção de cálcio e aumentar os custos de produção, já que o fósforo é o terceiro nutriente mais oneroso na dieta de suínos, além de causar maior excreção deste nutriente, podendo causar impacto negativo ao meio ambiente.

Com o passar dos anos, tem se verificado mudanças nas recomendações diárias de fósforo para os suínos. Para Rostagno et al. (2005), o valor recomendado para fêmeas de alto potencial genético com desempenho superior era de 0,332% de fósforo disponível, dos 30 aos 50 kg. Na atualização da tabela brasileira de aves e suínos em 2011, iniciou-se a recomendação para fósforo digestível em que o nível recomendado passou a ser de 0,319% (Rostagno et al., 2011), enquanto que na tabela de 2017, as recomendações de fósforo

digestível aumentaram em relação a tabela anterior, sendo recomendado o nível de 0,349% (Rostagno et al., 2017).

Diante desse cenário, torna-se necessária a avaliação contínua das exigências nutricionais de fósforo para suínos. Portanto, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar níveis de fósforo digestível em dietas para leitoas dos 30 aos 50 kg, sobre desempenho e características quantitativas e qualitativas dos dejetos.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na fazenda escola da UFMS, localizada em Terenos, Mato Grosso do Sul, Brasil (20° 26 '32 "de latitude sul e 54° 51' 37" de altura). A pesquisa foi realizada de acordo com o comitê de ética de uso animal da UFMS (protocolo número 721/2015).

Foram utilizadas 60 leitoas de cruzamento comercial (Duroc / Pietran × Large White / Landrace) e com peso inicial de 29,99±3,37 kg até os 48,19 kg de peso final. Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, contendo 30 baias dimensionadas em 1,15m de largura x 2,86m de comprimento, dotadas de lâmina d'água, comedouros semiautomáticos e bebedouros tipo chupeta.

As temperaturas de bulbo seco, bulbo úmido, globo negro e a umidade relativado ar (%) foram mensuradas diariamente às 08 e às 16hs, em seis pontos à altura do dorso dos animais, por meio de termômetro digital portátil modelo ITWTG 2000. O ITGU foi calculado pela equação proposta por Buffington et al. (1981). As médias das temperaturas mínimas e máximas, umidade relativa e ITGU observadas no período experimental foram de 22,0±2,32°C, 31,0±2,50°C e 81,92±10,98% e 76,85±3,01, respectivamente.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco níveis de fósforo digestível (0,219; 0,269; 0,319; 0,369 e 0,419%), seis repetições e dois animais por unidade experimental. A unidade experimental foi representada pela baia e para a formação dos blocos foi considerado o peso inicial dos animais.

As dietas experimentais foram elaboradas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas, para atender às exigências nutricionais das fêmeas suínas de acordo com Rostagno et al. (2011), exceto para os níveis de fósforo digestível e de cálcio. A relação cálcio: fósforo foi mantida constante. As concentrações de fósforo total dos ingredientes foram avaliadas por testes laboratoriais realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

As concentrações de fósforo digestível utilizadas para preparar as dietas experimentais foram baseadas nos coeficientes de digestibilidade estabelecidos por Rostagno et al. (2011) para suínos em crescimento (Tabela 2).

Tabela 2- Valores totais de cálcio e fósforo, coeficiente de digestibilidade e fósforo digestível dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Ingredientes	¹ Calcio, g kg ⁻¹	¹ Fósforo Total, g kg ⁻¹	² CVDP	Fósforo digestível, g Kg ⁻¹
Milho	0,30	2,50	44,00	0,97
Farelo de soja, 46%	2,40	6,40	45,70	2,60
Fosfato bicálcico	245,00	178,50	75,00	139,70
Calcário calcítico	377,00	-	-	-

¹Valores analisados.

²CVDP = Coeficiente verdadeiro de digestibilidade de fósforo para suínos (Rostagno et al., 2011).

Com base na dieta referência (Tabela 3), as dietas experimentais foram suplementadas com fosfato bicálcico em substituição ao caulim para preparar dietas com cinco concentrações de fósforo digestível. Todas as dietas foram suplementadas com calcário

calcítico como fonte de cálcio para manter a proporção constante de fósforo digestível com cálcio.

A pesagem dos animais ocorreu no início e no final do experimento para o cálculo do ganho de peso total (Peso Final-Peso Inicial).

- Para o cálculo de ganho de peso diário foi levado em consideração (Peso Final-Peso Inicial/dias total).
- O consumo de ração diário (Consumo de ração total/ Total de dias da fase).
- O consumo de fósforo digestível ((consumo de ração diário* % de fósforo na dieta)/100)*1000
- Consumo de cálcio digestível ((consumo de ração diário*% de cálcio na dieta)/100)*1000.
- Consumo de proteína digestível ((consumo de ração diário*% proteína na dieta)/100)*1000.
- Consumo de lisina digestível ((consumo de ração diário*% lisina na dieta)/100)*1000.
- Consumo de energia metabolizável ((consumo de ração diário*% energia na dieta)/100)*1000.
- Conversão alimentar (Ganho de peso diário/Consumo de ração diário).

Tabela 3- Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para fêmeas suínas dos 30 aos 50 kg.

Ingredientes	Níveis de fósforo digestível %				
	0,219	0,269	0,319	0,369	0,419
Milho	68,427	68,427	68,427	68,427	68,427
Farelo de soja, 46%	26,820	26,820	26,820	26,820	26,820
Óleo de soja	0,978	0,978	0,978	0,978	0,978
Fosfato bicálcico	0,532	0,892	1,252	1,612	1,972
Calcário calcítico	0,644	0,686	0,728	0,770	0,812
Premix mineral	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal	0,405	0,405	0,405	0,405	0,405
L-Lisina HCl 78%	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223
DL-Metionina 99%	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072
L-Treonina 98%	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042
Promotor de crescimento	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Inerte	1,607	1,205	0,803	0,401	0,000
Composição Calculada					
Proteína bruta %	18,03	18,03	18,03	18,03	18,03
Energia metabol., kcal kg ⁻¹	3254,9	3254,9	3254,9	3254,9	3254,9
Lisina digestível, %	0,988	0,988	0,988	0,988	0,988
Met+Cist digestível, %	0,583	0,583	0,583	0,583	0,583
Treonina digestível, %	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642
Triptofano digestível, %	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187
Sódio, %	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Cálcio, %	0,458	0,562	0,666	0,770	0,874
Fósforo digestível, %	0,219	0,269	0,319	0,369	0,419
Relação Ca: P	2,09:1	2,09:1	2,09:1	2,09:1	2,09:1

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

Os dejetos produzidos foram quantificados e realizados as análises para caracterização física (sólidos totais e sólidos voláteis) e química (nitrogênio total e fósforo total). A coleta dos dejetos foi realizada com o auxílio de uma pá, em um intervalo de 24 horas após a secagem da lâmina d'água e limpeza total das baias, pesados e acondicionados

em sacos plásticos, identificados e armazenados em congelador à temperatura de -12°C. Posteriormente descongelados e mantidos em temperatura ambiente, para realização das análises. A produção de dejetos, expressa em kg sólidos totais animal⁻¹ dia⁻¹, foi calculada com os dados de pesagem dos dejetos em kg, número de animais alojados, número de dias e teor de sólidos totais (ST) encontrado nos dejetos, conforme equação:

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

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

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

Os teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) foram realizados segundo APHA, AWWA, WPCF (2012). As concentrações de nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) foram determinados conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz, (2002).

Os dados obtidos para as características de desempenho, de quantificação e caracterização dos dejetos foram submetidos a análise de variância, considerando-se o peso inicial dos animais como covariável. Também foram realizadas análises de regressão linear e quadrática, conforme o melhor ajuste obtido para cada variável. As estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SAS (versão 9.1). Adotou-se o nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os níveis de fósforo digestível não influenciaram ($P>0,05$) o peso final, ganho de peso total, ganho de peso diário, consumo de proteína bruta digestível, consumo de energia metabolizável e a conversão alimentar dos suínos (tabela 4). Efeito positivo para o ganho de peso diário de suínos em crescimento, consumindo dietas com diferentes níveis de fósforo também foram observados por Arouca et al. (2009) e Bünzen et al. (2012), que encontraram melhores respostas nos níveis de 0,420% disponível e 0,310% digestível para essa variável, respectivamente. Apesar de trabalhos na literatura como os de Braña et al. (2006) e Saraiva et al. (2009) apontarem melhora na conversão alimentar com a utilização de fósforo, esta pode ter sido alcançada pela possível mudança na composição do ganho de peso dos suínos e, conseqüentemente, com o aumento da proporção de deposição de proteína na carcaça.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de fósforo digestível no consumo de ração diário, sendo que o valor médio encontrado foi de 1,74 kg, valor este um pouco inferior ao estimado por Rostagno et al. (2011) de 1,80 kg para fêmeas suínas dos 30 aos 50 kg.

De acordo com Underwood (1981) e Shrivastav (2002) o fósforo participa do controle do apetite e pode afetar diretamente a eficiência alimentar e que a deficiência nutricional deste mineral pode levar a queda no consumo em função da redução da síntese e liberação dos hormônios do crescimento e da tireóide, principalmente o triiodotironina. No entanto, somente ocorrerá redução efetiva da ingestão no caso de extrema deficiência (Reinhart & Mahan, 1986). Pode-se inferir que no presente estudo os níveis de fósforo digestível não afetaram negativamente o consumo considerando que não houve deficiência nutricional extrema de fósforo.

Tabela 4- Desempenho de leitoas dos 30 aos 50 kg, alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					CV, %	Valor P
	0,219	0,269	0,319	0,369	0,419		
PI, kg	29,86	29,89	29,75	29,66	30,88	-	-
PF, kg	47,33	47,96	47,83	48,49	49,56	5,30	0,372
GPT, kg	17,47	18,07	15,93	18,83	18,68	15,36	0,394
GPD, g	832	860	861	896	890	7,39	0,095
CRD, kg	1,68	1,82	1,67	1,72	1,80	9,96	0,710
CRT, kg*	35,19	38,30	35,07	36,16	37,73	9,95	0,709
CPDD, g*	3,67	4,91	5,33	6,35	7,53	10,70	<0,001
CCaD, g	7,68	10,25	11,13	13,26	15,70	10,69	<0,001
CPBD, g	302,17	328,86	301,14	310,44	323,90	9,96	0,709
CLisD, g	16,56	18,02	16,50	17,01	17,75	9,96	0,710
CED, Mcal/kg	5,46	5,94	5,44	5,61	5,85	9,96	0,709
CA	2,03	2,12	1,94	1,95	2,02	7,65	0,271

PI= Peso inicial; PF = Peso final; GPT= Ganho de peso total; GPD= Ganho de peso diário; CRD= Consumo de ração diário; CRT= Consumo de ração total; CPDD = Consumo de fósforo digestível diário; CCaD= Consumo de cálcio diário; CPBD= Consumo de proteína bruta diário; CLisD= Consumo de lisina diário; CED= Consumo de energia diário; CA= Conversão alimentar.

*Efeito linear (P<0,01)

Os resultados obtidos estão coerentes com os achados de pesquisadores como, Saraiva et al. (2009), Rodrigues et al. (2011) e Nieto et al. (2017) que ao avaliarem níveis de fósforo para suínos entre 20 a 60 kg também não observaram efeito no consumo voluntário.

Por outro lado, o consumo de fósforo digestível diário aumentou linearmente (P<0,01) em função do aumento do nível de fósforo na dieta, de acordo com a equação $\hat{Y} = -0,2861 + 18,32x$, $r^2 = 0,98$. Esse efeito linear (P<0,01) também ocorreu para consumo de cálcio, de acordo com a equação $\hat{Y} = -0,5499 + 38,1x$, $r^2 = 0,98$. Como não houve efeito significativo na ingestão no consumo de ração de diário, pode-se inferir que os aumentos nos consumos de fósforo digestível e de cálcio ocorreram em função do aumento da concentração dos mesmos na dieta, visto que a relação cálcio: fósforo se manteve constante na proporção de 2:1. Saraiva et al. (2009) e Bünzen et al. (2012) também observaram aumento nos consumos de fósforo, porém acompanhados do aumento do consumo de ração.

Conforme resultados observados na literatura, as exigências são discrepantes de fósforo em relação ao presente estudo. Pesquisadores com Saraiva et al. (2009) estabeleceram para fêmeas o nível de 0,349% para ganho de peso e 0,354% para conversão alimentar, correspondendo ao consumo diário de 7,45 g e 7,36 g de fósforo disponível. Em trabalhos posteriores Saraiva et al. (2011) verificaram que para o atendimento das exigências para suínos da mesma categoria e peso, o nível recomendado foi de 0,372% e consumo de 8,20 g. Por sua vez, Bünzen et al. (2012) recomendaram o nível de 0,310% e consumo diário de 5,87 g de fósforo digestível para machos castrados e fêmeas. Em um trabalho mais recente Nieto et al. (2017) recomendaram o nível de 0,219% e consumo diário de 3,58 g para suínos machos castrados dos 30 aos 50 kg.

As exigências de fósforo digestível para atendimento das características de desempenho dos animais avaliados no presente estudo foram atendidas pelo nível de 0,219% correspondente ao consumo diário de 3,67 g. Todavia, a maioria dos trabalhos acima mencionados sugerem níveis mais elevados para atendimento das exigências de animais nesta faixa de peso. Além destes, as recomendações estabelecidas nas tabelas brasileiras de exigências nutricionais para aves e suínos publicadas por Rostagno et al. (2011) seguiram a mesma tendência, preconizando o nível de 0,319% que corresponde ao consumo diário de 5,73 g de fósforo digestível para fêmeas suínas, dos 30 aos 50 kg.

Por sua vez, os níveis recomendados pela tabela de Rostagno et al. (2017) foram superiores ao da tabela anterior, sendo o nível recomendado como ideal de 0,349% que corresponde ao consumo diário de 5,44 g de fósforo digestível para fêmeas suínas.

Segundo NRC (2012), a recomendação de fósforo digestível para suínos na fase de peso dos 25 aos 45 kg é de 0,330%. Por sua vez, as recomendações de fósforo digestível das

tabelas FEDNA (Blas et al., 2013), para suínos de alto desempenho na faixa de 20 a 60 kg, é de 0,29%.

De acordo com as variações dos dados para desempenho encontrados no presente trabalho e nos outros trabalhos publicados por diferentes autores, pode-se inferir que as diferenças quanto às exigências nutricionais de fósforo podem estar relacionadas ao potencial genético dos animais para deposição de tecido muscular (Wiseman & Mahan, 2010), do status sanitário (Le Floch et al., 2007, Trevisi et al., 2009) e do ambiente térmico em que foram conduzidos (Le Bellego et al., 2002).

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de fósforo digestível no teor de matéria seca, na matéria natural e do coeficiente de resíduo dos dejetos, demonstrando que os níveis de fósforo avaliados não alteraram quantitativamente a produção de dejetos (Tabela 5). A produção média de dejetos observada no presente estudo foi de 0,175 e 0,562 kg de matéria seca e matéria natural dia^{-1} animal $^{-1}$, respectivamente. Pode-se inferir que os níveis de fósforo não afetaram a produção de dejetos considerando que também não alteraram o consumo de ração diário dos animais

Tabela 5- Produção de dejetos e coeficiente de resíduo de leitoas alimentadas com diferentes níveis de fosforo digestível dos 30 aos 50 kg.

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					CV, %	Valor P
	0,219	0,269	0,319	0,369	0,419		
Produção de dejetos na MN ¹	0,625	0,536	0,530	0,521	0,596	30,53	0,776
Produção de dejetos na MS ¹	0,198	0,172	0,178	0,150	0,177	33,78	0,423
Coeficiente de resíduo ²	0,237	0,197	0,199	0,195	0,198	23,60	0,207

¹kg dia^{-1} animal $^{-1}$; ²kg dejetos kg corporal $^{-1}$.

O coeficiente de resíduo médio observado no presente estudo foi de 0,205 kg de dejetos por kg de peso corporal, o que significa dizer que, no período avaliado os animais produziram 0,205 kg de dejetos para cada 1,00 kg de peso. Valores próximos para coeficientes

de resíduos foram relatados por Orrico Jr. et al. (2011) sendo 0,230 kg de dejetos por kg de peso corporal para suínos em crescimento. Nesta fase normalmente os suínos são mais eficientes na utilização dos nutrientes da dieta convertendo-os em peso corporal, isso pode ser observado pelo coeficiente de resíduo, onde valores menores que um (1,0), indicam eficiência produtiva do sistema e da fase do animal analisada.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de fósforo digestível para sólidos totais, e nitrogênio total (Tabela 6). Constatou-se efeito linear ($P<0,01$) dos níveis de fósforo digestível nos teores de sólidos voláteis dos dejetos dos animais de acordo com a equação $\hat{Y}=75,75+20,5x$, $r^2=0,82$. O aumento linear observado nos sólidos voláteis demonstram que conforme aumentou os níveis de fósforo digestível na dieta dos animais, a concentração da matéria orgânica aumentou nos dejetos, isto porque, todo nutriente fornecido em excesso, ou seja, acima da exigência do animal não será digerido e aproveitado pelo mesmo, sendo este nutriente excretado via dejetos, aumentando assim a porcentagem de material orgânico e aumentando o poder poluente dos dejetos.

Os valores médios para sólidos voláteis encontrados no presente trabalho foram de 82,29%, valor este próximo de 85,9% encontrado por Miranda et al. (2012) para dejetos de suínos em crescimento. A excreção de fósforo total aumentou linearmente ($P<0,01$) conforme se elevaram os níveis de fósforo digestível nas dietas, aumentando concomitantemente a excreção de fósforo total para o ambiente, conforme a equação $\hat{Y}=-0,9509+3,32x$, $r^2=0,81$. O aumento da excreção de fósforo nos dejetos deve ser levado muito em consideração, visto que este é um dos nutrientes de maior impacto ambiental contido nos dejetos de suínos porque é o fator limitante no crescimento de certas plantas como as algas em lagoas e rios. Se forem liberados em altas quantidades nas águas de superfícies, as algas crescerão muito rápidas

causando eutrofização, baixa concentração de oxigênio e mortalidade de peixes (Penz Júnior, 2000).

Tabela 6- Características físico-químicas dos dejetos de leitões alimentadas com diferentes níveis de fósforo digestível, dos 30 aos 50 kg.

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					CV, %	Valor P
	0,219	0,269	0,319	0,369	0,419		
ST, %	31,60	31,37	34,17	28,91	29,29	9,29	0,056
SV, %*	80,19	80,97	83,34	82,34	84,63	2,80	0,001
N Total, %	3,52	3,55	3,41	3,63	3,71	6,79	0,183
P Total, %*	1,77	1,83	1,80	2,27	2,38	11,83	<0,001

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

*Efeito linear (P<0,05).

A partir dos resultados obtidos nesse estudo, pode-se inferir que a dieta contendo o nível de 0,219% de fósforo digestível, correspondente ao consumo diário de 3,67g não prejudicou o desempenho dos animais, apresentando menor percentual de fósforo total excretado nos dejetos. Portanto, esse nível pode ser recomendado para a formulação das dietas para leitões dos 30 aos 50 kg.

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade de revisão das recomendações nutricionais de fósforo digestível para esta categoria, uma vez que, as exigências para o máximo desempenho e menor excreção de fósforo para o ambiente foram atendidas com níveis inferiores aos estabelecidos pelas tabelas de exigências nutricionais como Rostagno et al. (2011), Rostagno et al. (2017), NRC (2012) e FEDNA (Blas et al., 2013).

Conclusão

O nível de 0,219% de fósforo digestível, correspondente ao consumo de 3,67 g de fósforo digestível diário, atende as exigências nutricionais de fósforo para leitoas dos 30 aos 50 kg e possibilita menor excreção de fósforo nos dejetos.

Agradecimentos

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pela concessão da bolsa de estudo de doutorado.

Referências

- APHA.AWWA.WPCF. 2012.Standard methods for the examination of water and wastewater.21st ed. Washington, DC.
- Arouca, C.L.C.; Fontes, D.O.; Silva, F.C.O.; Ferreira, W.M.; Silva, M.A.; Vidal, T.Z.B.; Corrêa, G.S.S. e Paula, E. 2009. Exigência de fósforo disponível para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra, dos 30 aos 60 kg. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 61: 1094-1103.
- Blas, C.; Gasa, J.;Mateos, G.G. Necesidadesnutricionales para ganado porcino. Normas FEDNA. Madrid, Outubro de 2013, 114p.
- Braña, D.V.; Ellis, M.; Castañeda, E.O.; Sands, J.S. e Baker, D.H. 2006.Effect of a novel phytase on growth performance, bone ash, and mineral digestibility in nursery and grower-finisher pigs. Journal of Animal Science, 84: 1839-1849.

- Buffington, D. E.; Colazzo-Arocho, A.; Canton, G. H.; Pitt, D.; Thatcher, W. W.; e Collier, R. J. 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE* 24:711-714.
- Bünzen, S.; Rostagno, H.S.; Kiefer, C.; Teixeira, A.O. e Ribeiro Junior, V. 2012. Níveis de fósforo digestível para suínos em fase de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41: 320-325.
- Campos, P.F.; Silva, F.C.O.; Ferreira, A.S.; Oliveira, F.M.; Donzele, J.L.; Girotto Junior, A.S.; Pereira, C.M.C.; e Saraiva, A. 2012. Available phosphorus in diets with or without ractopamine for late finishing gilts. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41:630-635.
- Fedna. Necesidades nutricionales para ganado porcino: Normas Fedna (2ª edición). Outubro, 2013.
- Le Bellego, L.; Van Milgen, J. e Noblet, J. 2002. Effect of high temperature and low-protein diets on the performance of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 80: 691-701.
- Le Floc'h, N. e Seve, B. 2007. Biological roles of tryptophan and its metabolism: Potential implications for pig feeding. *Livest Science*, 112: 23-32.
- Miranda, A. P.; Lucas Júnior, J.; Thomaz, M. C.; Pereira, G. T. e Fukayama, E. H. 2012. Anaerobic biodigestion of pigs feces in the initial, growing and finishing stages fed with diets formulated with corn or sorghum. *Engenharia Agrícola de Jaboticabal* 32:47-59.
- National Swine Nutrition Guide. Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates – NSNG: 2012

- Nieto, V.M.O.S.; Kiefer, C.; Nascimento, K.M.R.S.; Golçalves, L.M.P.; Bonin, M.N.; Marçal, D.A.; Abreu, R.C. e Rodrigues, G.P. 2017. Níveis de fósforo digestível para suínos machos castrados dos 30 aos 50 Kg. *Archivos de Zootecnia* 66:22-28.
- Orrico Junior, M. A. P.; Orrico, A. C. A. e Lucas Junior, J. 2011. Produção animal e o meio ambiente: uma comparação entre potencial de emissão de metano dos dejetos e a quantidade de alimento produzido. *Engenharia Agrícola* 31:399-410.
- Penz Junior, A.M. A influência da nutrição na preservação do meio ambiente. 2000. Acessado em: 01 de fevereiro de 2018. Online. Disponível em: <http://www.ecolatina.com.br>.
- Reinhart, G.A. e Mahan, D.C. 1986. Effect of various calcium: phosphorus ratios at low and high dietary phosphorus for starter, grower and finishing swine. *Journal of Animal Science*, 63: 457-466.
- Rodrigues, V.V.; Cantarelli, V.S.; Amaral, N.O.; Zangeronimo, M.G.; Brito, J.Á.G. e Fialho, E.T. 2011. Nutrient reduction in rations with phytase for growing pigs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40: 370-376.
- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F. M.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T. e Euclides, R. F. 2005. Tabelas brasileiras de aves e suínos. 2.ed. UFV-DZO, Viçosa, MG.
- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F. M.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T. e Euclides, R. F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos. 3.ed. UFV-DZO, Viçosa, MG.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Hannas, M.I.; Donzele, J.L.; Sakomura, N.K.; Perazzo, F.G.; Saraiva, A.; Teixeira, M.L.; Rodrigues, P.B.; Oliveira, R.F.; Barreto, S.L.T. e Brito, C.O. 2017. Tabelas brasileiras para aves e suínos. 4.ed. UFV-DZO, Viçosa- MG.

- Saraiva, A.; Donzele, J.L.; Oliveira, R.F.M.; Abreu, M.L.T.; Silva, F.C.O. e Haese, D. 2009. Níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 30 aos 60 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38: 1279-1285.
- Saraiva, A.; Donzele, J. L.; Oliveira, R. F. M.; Abreu, M. L. T.; Silva, F. C. O.; Vianna, R. A. e Lazarini, A. L. 2011. Available phosphorus levels in diets for 30 to 60 kg female pigs selected for meat deposition by maintaining calcium and available phosphorus ratio. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40:587-592.
- Shrivastav, A.K. 2002. Recentes avanços na nutrição de codornas japonesas. Lavras. MG. In: Simpósio Internacional de Coturnicultura Novos Conceitos Aplicados à Produção de Codornas. 2002. Anais... Simpósio Internacional de Coturnicultura Novos Conceitos Aplicados à Produção de Codornas. Lavras. 116-117p.
- Silva, D. J. e Queiroz, A. C. 2002. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Imprensa Universitária da UFV, Viçosa, MG.
- Trevisi, P.; Melchior, D.; Mazzoni, M.; Casini, L.; Filippi, S.; Minieri, L.; Lalatta-Costerbosa, G. e Bosi, P. 2009. A tryptophan-enriched diet improves feed intake and growth performance of susceptible weanling pigs orally challenged with *Escherichia coli* K88. *Journal of Animal Science* 87: 148-156.
- Underwood, E. J. 1981. Los minerales en la nutrición del ganado. Acribia. Zaragoza. 210p.
- Wiseman, T.G. e Mahan, D.C. 2010. Partition of minerals in body components from high- and low-lean genetic line of barrows and gilts from 20 to 25 kilograms of body weight. *Journal of Animal Science* 88: 3337-3350

Níveis de fósforo digestível para leitoas dos 50 aos 70 kg.

RESUMO: Realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar níveis de fósforo digestível em dietas para leitoas dos 50 aos 70 kg sobre desempenho, carcaça e características dos dejetos. Foram utilizados 50 leitoas, com peso inicial de $47,56 \pm 4,31$ kg até $72,78 \pm 5,53$ kg de peso final, distribuídos em blocos ao acaso, com cinco níveis de fósforo digestível (0,188; 0,238; 0,288; 0,338 e 0,388%), cinco repetições e dois animais por unidade experimental. Os níveis de fósforo não influenciaram ($P > 0,05$) o peso final, ganho de peso total, ganho de peso médio diário, consumo de ração diário, consumo de ração total, consumo de proteína bruta digestível, consumo de lisina digestível, consumo de energia metabolizável e conversão alimentar. O consumo diário de fósforo digestível e o consumo diário de cálcio aumentaram linearmente ($P < 0,01$) de acordo com o aumento do nível de fósforo e cálcio na dieta. Os níveis de fósforo não influenciaram ($P > 0,05$), a área de olho de lombo, espessura de toucinho, profundidade de músculo, e a quantidade de carne magra na carcaça. A matéria seca, matéria natural, coeficiente de resíduo e nitrogênio total dos dejetos não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos níveis de fósforo. Por outro lado, foi possível observar efeito ($P < 0,01$) linear para sólidos totais, sólidos voláteis, e fósforo total nos dejetos dos suínos recebendo dietas com crescentes níveis de fósforo digestível. Conclui-se que o nível de 0,188% de fósforo digestível, correspondente ao consumo de 4,42 g, atende as exigências nutricionais de fósforo e não prejudicam as características da carcaça para leitoas dos 50 aos 70 kg e com menor excreção de fósforo nos dejetos.

Palavras-chave: carcaça, coeficiente de resíduo, exigência, minerais.

Levels of digestible phosphorus for gilts from 50 to 70 kg.

ABSTRACT: This study was carried out with the objective of evaluating levels of digestible phosphorus in diets for gilts from 50 to 70 kg on performance, carcass and waste characteristics. Fifty gilts were used, with initial weight of 47.56 ± 4.31 kg to 72.78 ± 5.53 kg of final weight, distributed in randomized blocks with five levels of digestible phosphorus (0.188, 0.238, 0.288, 0.388 and 0.388%), five replicates and two animals per experimental unit. Phosphorus levels did not influence ($P > 0.05$) the final weight, total weight gain, daily average weight gain, daily feed intake, total feed intake, crude digestible protein consumption, digestible lysine consumption, consumption of metabolizable energy and feed conversion. The daily intake of digestible phosphorus and daily calcium intake increased linearly ($P < 0.01$) according to the increase in the level of phosphorus and calcium in the diet. Phosphorus levels did not influence ($P > 0.05$), loin eye area, backfat thickness, muscle depth, and the amount of lean meat in the carcass. The dry matter, natural matter, residue coefficient and total nitrogen of the wastes were not influenced ($P > 0.05$) by the levels of phosphorus. On the other hand, it was possible to observe linear effect ($P < 0.01$) for total solids, volatile solids, and total phosphorus in swine manure receiving diets with increasing levels of digestible phosphorus. It is concluded that the level of 0.188% of digestible phosphorus, corresponding to the consumption of 4.42 g, meets the nutritional requirements of phosphorus and does not affect the characteristics of the carcass for dairy from 50 to 70 kg and with lower excretion of phosphorus in the wastes.

Key words: carcass, coefficient of residue, minerals, requirement.

Introdução

A busca constante por uma maior eficiência produtiva na atividade suinícola aliada com a necessidade de oferecer um produto de alta qualidade para o consumidor, direcionou o melhoramento genético a desenvolver suínos com alto potencial para crescimento muscular.

Levando em consideração a deposição de proteína corporal em suínos, o fósforo é um elemento crítico devido ao seu envolvimento no metabolismo energético, síntese de ácidos nucleicos e estrutura de células e membranas (Saraiva et al., 2011).

As exigências de fósforo para suínos têm sido determinadas por meio de valores de biodisponibilidade do fósforo nos alimentos com base na retenção desse mineral nos tecidos (Bunzen et al., 2012).

A formulação de dietas utilizando proporções adequadas de fósforo poderá reduzir os custos, já que o fósforo é considerado o terceiro nutriente mais oneroso de rações para não ruminantes (Bunzen et al., 2012), além de melhorar a eficiência de ganho de peso e a conversão alimentar, o que pode ser conseguido acertando-se o nível deste nutriente nas dietas de acordo com as exigências nutricionais de fósforo para cada fase dos animais.

Diferentes estudos têm constatado que dietas baseadas em fósforo disponível possuem normalmente excesso de fósforo, o que por sua vez faz com que ocorra excreção excessiva desse mineral nos dejetos (O'Quinn et al., 1997), ocasionando contaminação do meio ambiente.

Estudos relacionados a estratégias nutricionais por fase de produção na suinocultura com o intuito de ajustar os níveis dietéticos de fósforo na dieta são necessários, visando atender as necessidades do animal, possibilitando que o mesmo expresse seu máximo potencial para desenvolvimento, sem que isso gere contaminação do meio ambiente. Neste contexto, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar níveis de fósforo digestível em

dietas sobre desempenho, características de carcaça e características quantitativas e qualitativas de dejetos de leitoas dos 50 aos 70 kg.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na fazenda escola da UFMS, localizada em Terenos, Mato Grosso do Sul, Brasil (20° 26 '32 "de latitude sul e 54° 51' 37" de altura). A pesquisa foi realizada de acordo com o comitê de ética de uso animal da UFMS (protocolo número 721/2015).

Foram utilizadas 50 leitoas de cruzamento comercial (Duroc / Pietran × Large Withe / Landrace) e com peso inicial de $47,56 \pm 4,31$ kg, até $72,78 \pm 5,53$ kg de peso final. Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, contendo 25 baias dimensionadas em 1,15m de largura x 2,86m de comprimento, dotadas de lâmina d'água, comedouros semiautomáticos e bebedouros tipo chupeta.

As temperaturas de bulbo seco, bulbo úmido, globo negro e a umidade relativa do ar (%) foram mensuradas diariamente às 08 e às 16hs, em seis pontos à altura do dorso dos animais, por meio de termômetro digital portátil modelo ITWTG 2000. O ITGU foi calculado pela equação proposta por Buffington et al. (1981). As médias da temperatura ambiente, umidade relativa e ITGU observadas no período experimental foram $24,78^{\circ}\text{C} \pm 3,05$; $89,20 \pm 7,90$; $75,90 \pm 4,32$ respectivamente.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco níveis de fósforo digestível (0,188; 0,238; 0,288; 0,338 e 0,388%), cinco repetições e dois animais por unidade experimental. A unidade experimental foi representada pela baia e para a formação dos blocos foi levado em consideração o peso inicial dos animais.

As dietas experimentais foram elaboradas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas, para atender às exigências nutricionais dos suínos de acordo com Rostagno et al. (2011), exceto para os níveis de fósforo digestível e de cálcio. A relação cálcio: fósforo foi mantido constante. As concentrações de fósforo total dos ingredientes foram avaliadas por testes laboratoriais realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

As concentrações de fósforo digestível utilizado para preparar as dietas experimentais foram baseadas nos coeficientes de digestibilidade estabelecidos por Rostagno et al. (2011) para os suínos em crescimento (Tabela 7).

Tabela 7- Valores totais de cálcio e fósforo, coeficiente de digestibilidade e fósforo digestível dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Ingredientes	¹ Cálcio, g kg ⁻¹	¹ Fósforo total, g kg ⁻¹	² CVDP	Fósforo digestível, g kg ⁻¹
Milho	0,30	2,50	44,00	0,97
Farelo de soja, 46%	2,40	6,40	45,70	2,60
Fosfato bicálcico	245,00	178,50	75,00	139,70
Calcário calcítico	377,00	-	-	-

¹Valores analisados.

²CVDP = Coeficiente verdadeiro de digestibilidade de fósforo para porcos (Rostagno et al., 2011).

Com base na dieta referência (Tabela 8), as dietas experimentais foram suplementadas com fosfato bicálcico em substituição ao caulim para preparar dietas com cinco concentrações de fósforo digestível. Todas as dietas foram suplementadas com calcário calcítico como fonte de cálcio para manter a proporção constante de fósforo digestível com cálcio.

Tabela 8- Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais para leitoas dos 50 aos 70 kg.

Ingredientes	Níveis de fósforo digestível, %				
	0,188	0,238	0,288	0,338	0,388
Milho	71,699	71,699	71,699	71,699	71,699
Farelo de soja, 46%	24,065	24,065	24,065	24,065	24,065
Óleo de soja	0,705	0,705	0,705	0,705	0,705
Fosfato bicálcico	0,335	0,695	1,055	1,415	1,775
Calcário calcítico	0,615	0,657	0,699	0,741	0,783
Premix mineral	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
L-Lisina HCl 78%	0,239	0,239	0,239	0,239	0,239
DL-Metionina 99%	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063
L-Treonina 98%	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
Promotor de crescimento	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Inerte	1,607	1,205	0,803	0,401	0,000
Composição Calculada					
Proteína Bruta %	17,03	17,03	17,03	17,03	17,03
Energia metabol., Kcal kg ⁻¹	3252,16	3252,16	3252,16	3252,16	3252,16
Lisina digestível, %	0,935	0,935	0,935	0,935	0,935
Met+Cist digestível, %	0,552	0,552	0,552	0,552	0,552
Treonina digestível, %	0,608	0,608	0,608	0,608	0,608
Triptofano digestível, %	0,173	0,173	0,173	0,173	0,173
Sódio, %	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Cálcio, %	0,393	0,497	0,601	0,705	0,809
Fósforo digestível, %	0,188	0,238	0,288	0,338	0,388
Relação Ca: P	2,09: 1	2,09:1	2,09:1	2,09:1	2,09:1

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

Os alimentos foram fornecidos *ad libitum* aos animais durante o período experimental. Os resíduos alimentares foram coletados diariamente do chão, pesados semanalmente e adicionados aos restos no final de cada fase experimental, a fim de determinar a ingestão média diária de ração.

A pesagem dos animais ocorreu no início e no final do experimento para o cálculo do ganho de peso total (Peso Final-Peso Inicial).

- Para o cálculo de ganho de peso diário foi levado em consideração (Peso Final-Peso Inicial/dias total).
- O consumo de ração diário (Consumo de ração total/ Total de dias da fase).
- O consumo de fósforo digestível ((consumo de ração diário* % de fósforo na dieta)/100)*1000
- Consumo de cálcio digestível ((consumo de ração diário*% de cálcio na dieta)/100)*1000.
- Consumo de proteína digestível ((consumo de ração diário*% proteína na dieta)/100)*1000.
- Consumo de lisina digestível ((consumo de ração diário*% lisina na dieta)/100)*1000.
- Consumo de energia metabolizável ((consumo de ração diário*% energia na dieta)/100)*1000.
- Conversão alimentar (Ganho de peso diário/Consumo de ração diário).

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

O percentual de carne magra na carcaça foi determinado conforme a equação: Carne magra (%) = 60 – [(espessura de toucinho, mm*0,58) + (profundidade do músculo, mm*0,10) conforme Guidoni (2000).

Os dejetos produzidos foram quantificados, e realizados as análises para caracterização física (sólidos totais e sólidos voláteis) e química (Nitrogênio total e Fósforo total) dos dejetos. A coleta dos dejetos foi realizada com o auxílio de uma pá, em um intervalo de 24 horas após a secagem da lamina d'água e limpeza total das baias, pesados e acondicionados em sacos plásticos, identificados e armazenados em congelador à temperatura de -12°C. Posteriormente foram mantidos em temperatura ambiente, para realização das análises. A produção de dejetos, expressa em kg sólidos totais animal⁻¹ dia⁻¹, foi calculada com os dados de pesagem dos dejetos em kg, número de animais alojados, número de dias e teor de sólidos totais encontrado nos dejetos, conforme equação:

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

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

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

Os teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) foram realizados segundo APHA, AWWA, WPCF (2012). As concentrações de nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) foram determinados conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Os dados obtidos para as características de desempenho, de quantificação e caracterização dos dejetos foram submetidos a análise de variância, considerando-se o peso inicial dos animais como covariável. Também foram realizadas análises de regressão linear e quadrática, conforme o melhor ajuste obtido para cada variável. As estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SAS (versão 9.1). Adotou-se o nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

O peso final, ganho de peso total, ganho de peso diário, consumo de ração diária, consumo de ração total, consumo de proteína bruta digestível, consumo de lisina digestível, consumo de energia metabolizável e conversão alimentar não diferiram ($P>0,05$) entre os níveis de fósforo digestível avaliados. Segundo Reinhard & Mahan (1986) baixos níveis de fósforo na dieta de suínos em crescimento influenciam de forma negativa o ganho de peso e a eficiência de aproveitamento dos alimentos. Para Stahly (2007) esse desajuste pode influenciar negativamente a relação entre a deposição de proteína e tecido adiposo na carcaça, aumentando o conteúdo de gordura corporal, prejudicando o ganho de peso, diminuindo a eficiência e/ou a conversão alimentar. Esse efeito não foi observado no presente estudo, demonstrando que os níveis nutricionais contidos na dieta basal atenderam as exigências atuais para desempenho.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de fósforo digestível sobre o consumo de ração diário (Tabela 9). Os valores médios diários 2,392 kg registrados neste estudo foram superiores aqueles recomendados por Rostagno et al. (2011) e Rostagno et al. (2017) que preconizaram consumo diário de 2,320 kg e 2,089 kg, respectivamente, para fêmeas suínas de alto potencial genético com desempenho superior dos 50 aos 70 kg, e também acima do

recomendado pelo NRC (2012) para fêmeas suínas dos 50 aos 75 kg, onde preconizaram um consumo de 2,230 kg de ração por dia.

Tabela 9- Desempenho de leitões dos 50 aos 70 kg, alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					CV, %	Valor P
	0,188	0,238	0,288	0,338	0,388		
PI, kg	47,27	47,65	47,80	47,75	47,15	-	-
PF, kg	70,06	74,51	73,39	72,67	73,56	3,33	0,096
GPT, kg	22,79	26,76	25,59	24,92	26,41	9,60	0,134
GPD, g	877	1,033	984	958	1,016	9,60	0,135
CRD, kg	2,35	2,52	2,33	2,27	2,49	8,63	0,316
CRT, kg	61,09	65,62	60,59	59,06	64,87	8,63	0,317
CPDD, g *	4,42	6,00	6,71	7,68	9,68	8,72	<0,001
CCaD, g *	9,23	12,54	14,00	16,01	20,18	8,71	<0,001
CPBD, g	400,14	429,80	396,85	386,84	424,92	8,63	0,317
CLisD, g	21,97	23,60	21,79	21,24	23,33	8,64	0,317
CED, Mcal/kg	7,64	8,21	7,58	7,39	8,11	8,63	0,317
CA	2,70	2,44	2,37	2,40	2,47	7,40	0,081

PI= Peso inicial; PF = Peso final; GPT= Ganho de peso total; GPMD= Ganho de peso diário; CRD= Consumo de ração diário; CRT= Consumo de ração total; CPDD = Consumo de fósforo digestível diário; CCaD= Consumo de cálcio diário; CPBD= Consumo de proteína bruta diário; CLisD= Consumo de lisina diário; CED= Consumo de energia diário; CA= Conversão alimentar.

*Efeito linear (P<0,01).

De acordo com Underwood (1981) e Shrivastat (2002) o fósforo participa do controle do apetite e na eficiência alimentar e que, a deficiência deste mineral na dieta pode levar a queda no consumo, em função da redução da síntese e liberação dos hormônios do crescimento e da tireoide, principalmente o triiodotironina. No entanto, somente ocorrerá redução efetiva da ingestão no caso de extrema deficiência (Reinhart & Mahan, 1986). Pode-se inferir que no presente estudo, os níveis de fósforo digestível não afetaram negativamente o consumo considerando que não houve deficiência nutricional extrema de fósforo.

O consumo de fósforo digestível diário aumentou linearmente ($P < 0,01$) com o aumento dos níveis desse mineral na dieta, conforme a equação $\hat{y} = -1,317 + 28,95x$, $r^2 = 0,97$. O consumo de cálcio diário também aumentou linearmente ($P < 0,01$), conforme a equação $\hat{y} = -1,858 + 57,748x$, $r^2 = 0,97$, de acordo com o aumento dos níveis de fósforo digestível na dieta, isso ocorreu devido às dietas terem sido formuladas levando em consideração a relação 2:1 de cálcio:fósforo. Uma vez que o consumo diário de ração não aumentou com os níveis de fósforo digestível, pode-se inferir que essa resposta está vinculada ao aumento dos níveis desse mineral na dieta. Outros pesquisadores Stahly et al. (2000); Arouca et al. (2010), Saraiva et al. (2011) e Nieto et al. (2016) também observaram efeito linear dos níveis de fósforo disponível nas dietas sobre o consumo diário de fósforo, por suínos machos castrados pesando entre 50 e 100 kg.

Recomendações de fósforo para o melhor desempenho têm sido demonstrado na literatura por pesquisadores, como Nieto et al. (2016) utilizando suínos machos castrados dos 50 aos 80 kg, recomendaram 0,186% e a ingestão diária de 4,77 g de fósforo digestível. Bunzen et al. (2012) recomendam o 0,310% e consumo de 5,87g de fósforo digestível para animais na fase de crescimento. Rostagno et al. (2011) e Rostagno et al. (2017) recomendam nível de 0,288% e ingestão diária de 6,68 g e 0,304% com ingestão diária de 6,35 g, respectivamente, para fêmeas suínas de alto potencial e desempenho superior dos 50 aos 70 kg. Segundo NRC (2012), a recomendação de fósforo digestível para fêmeas suínas dos 45 aos 90 kg é de 0,330%. As tabelas FEDNA (Blas et al., 2013) recomendam o nível de 0,250% de fósforo digestível para fêmeas suínas dos 60 aos 100 kg.

A área de olho de lombo, espessura de toucinho, profundidade de músculo e porcentagem de carne magra na carcaça não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos níveis de fósforo digestível (Tabela 10). De modo similar aos resultados do presente estudo, Traylor et

al. (2005) não verificaram efeito significativo dos níveis ou da fonte de fósforo sobre a profundidade média de lombo ou sobre a área de olho de lombo obtidas por ultrassom, nem efeito na porcentagem de carne magra com suínos mestiços machos castrados e fêmeas de 45 a 78 kg e de 78 a 110 kg. Nieto et al. (2016) também não observaram alteração para área de olho de lombo, profundidade de músculo, espessura de toucinho e porcentagem de carne magra na carcaça de suínos machos castrados em função níveis de fósforo digestível. Por outro lado, Arouca et al. (2010) relataram efeito quadrático dos níveis de fósforo sobre a profundidade de músculo, a qual aumentou até o nível de 0,350% correspondendo ao consumo diário de 9,89 g, mas também não observaram efeitos para espessura de toucinho e porcentagem de carne magra.

Tabela 10- Características quantitativas de carcaça de leitoas, dos 50 aos 70 kg, alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fósforo digestível.

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					CV, %	Valor P
	0,188	0,238	0,288	0,338	0,388		
AOLU, cm ²	30,87	31,59	31,43	33,26	32,11	9,32	0,484
ETU, mm	7,86	9,72	7,36	7,12	10,45	24,25	0,283
PMU, mm	42,62	41,87	41,51	42,75	41,20	8,21	0,853
CM, %	59,74	58,56	59,90	60,14	58,05	2,25	0,391

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

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de fósforo digestível na matéria seca, na matéria natural e do coeficiente de resíduo dos dejetos, demonstrando que os níveis de fósforo digestíveis nas dietas de leitoas dos 50 aos 70 kg não alteraram quantitativamente a produção de dejetos (Tabela 11). Pode-se inferir que os níveis de fósforo não afetaram a produção de dejetos considerando que também não alteraram o consumo de ração diário dos animais.

Tabela 11- Produção de dejetos e coeficiente de resíduo de leitoas alimentadas com diferentes níveis de fósforo digestível dos 50 aos 70 kg.

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					CV, %	Valor P
	0,188	0,238	0,288	0,338	0,388		
Produção de dejetos na MN ¹	0,853	1,01	0,610	0,713	0,860	28,21	0,28
Produção de dejetos na MS ¹	0,282	0,342	0,214	0,226	0,270	29,42	0,17
Coeficiente de resíduo ²	0,32	0,33	0,30	0,31	0,31	21,94	0,60

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

O coeficiente de resíduo médio foi de 0,31 kg de dejetos por kg de peso corporal, o que significa dizer que, no período avaliado os animais produziram 0,310 kg de dejetos para cada 1,00 kg de peso corporal. Valores diferentes para coeficientes de resíduos foram relatados por Orrico Jr. et al. (2011), e Nieto et al. (2016), sendo 0,230 kg de dejetos por kg de peso corporal para suínos em crescimento, e 0,270 kg de dejetos por kg de peso corporal para suínos machos castrados dos 50 aos 80 kg, respectivamente. Embora os suínos sejam grandes produtores de dejetos, quando se realiza análises da produção de dejetos em relação à produção de carne, tem se observado coeficientes de resíduos menores que um (1,0) o que indica eficiência e boa produtividade do sistema.

Constatou-se redução linear ($P < 0,01$) dos níveis de fósforo digestível nos teores de sólidos totais conforme a equação $\hat{y} = 38,053 - 12,25x$, $r^2 = 0,45$ e aumentar linear ($P < 0,01$) para sólidos voláteis $\hat{y} = 76,293 + 16,778x$, $r^2 = 0,92$ (Tabela 12). Como os sólidos voláteis indicam a porcentagem de matéria orgânica presente nos dejetos, pode-se inferir que este aumento linear nos teores de sólidos voláteis está relacionado ao aumento no consumo de fósforo digestível, isto porque todo nutriente não utilizado pelo animal será excretado nas fezes.

Tabela 12- Características físico-químicas dos dejetos de leitões alimentadas com diferentes níveis de fósforo digestível, dos 50 aos 70 kg.

Variáveis	Níveis de fósforo digestível, %					CV, %	Valor P
	0,188	0,238	0,288	0,338	0,388		
ST, %*	32,96	33,98	35,17	30,95	29,68	7,82	0,04
SV, %*	79,40	80,03	81,79	81,49	82,75	2,11	0,04
N Total, %	3,19	3,08	3,34	3,37	3,27	8,52	0,22
P Total, %*	1,64	1,69	1,95	2,23	2,54	11,08	<0,01

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

*Efeito linear (P<0,01).

A concentração de nitrogênio total nos dejetos não diferiu (P>0,05) entre os níveis de fósforo digestível avaliado. Essa resposta está coerente com o efeito obtido para o consumo de ração, considerando-se que não houve efeito consumo de ração e as dietas apresentaram mesmas concentrações nutricionais de proteína bruta e aminoácidos, a excreção de nitrogênio total nos dejetos também não variou. Este fato indica que as variações nos níveis nutricionais de fósforo digestível não afetam o metabolismo de nitrogênio.

Houve aumento linear (P<0,01) do teor de fósforo total, presente nos dejetos de acordo com a equação $\hat{y} = 0,6465 + 4,767x$, $r^2=0,96$. Esse resultado é coerente com as concentrações nutricionais de fósforo digestível nas dietas experimentais, em que se constata que na medida em que ocorre o aumento do nível de fósforo ocorre concomitantemente o aumento da excreção do mesmo. A maior preocupação com os dejetos de suínos estão relacionados com a excreção de fósforo e o nitrogênio, juntamente com o cobre e o zinco, pois estes elementos de maior importância quanto ao potencial poluidor, afetando negativamente o equilíbrio ambiental (Pena et al., 2013).

Nesse sentido, conclui-se que a suplementação de fósforo acima do nível fornecido na dieta basal não se justifica levando em consideração as características de desempenho, carcaça e as questões ambientais.

Conclusão

O nível de 0,188% de fósforo digestível, correspondente ao consumo de 4,42 g, atende as exigências nutricionais de fósforo, não prejudica as características da carcaça e apresenta menor excreção de fósforo nos dejetos, para leitões dos 50 aos 70 kg.

Agradecimentos

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pela concessão da bolsa de estudo de doutorado.

Referências

- Apha. Awwa. Wpcf. 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. Washington, DC.
- Arouca, C. L. C.; Fontes, D. O.; Silva, F. C. O.; Silva, M. A.; Almeida, F. R. C. L.; Corrêa, G. S. S.; Paula, E. e Haese, D. 2010. Níveis de fósforo disponível para suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39:2646-2655.
- Buffington, D. E.; Colazzo-Arocho, A.; Canton, G. H.; Pitt, D.; Thatcher, W. W. e Collier R. J. 1981. Black globe-humidityindex (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE* 24:711-714.
- Bünzen, S.; Rostagno, H. S.; Kiefer, C.; Teixeira, A. O. e Ribeiro Junior, V. 2012. Níveis de fósforo digestível para suínos em fase de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41:320-325.

- Blas, C.; Gasa, J.; Mateos, G.G. Necesidades nutricionales para ganado porcino. Normas FEDNA. Madrid, Outubro de 2013, 114p.
- Guidoni, A.L. Melhoria de Processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE A QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000. Concórdia: EMBRAPA -CNSA, 2000. p. 221- 234.
- National Swine Nutrition Guide. Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates – NSNG: 2012
- Nieto, V.M.O.S.; Kiefer, C.; SOUZA, K.M.R.; Gonçalves, L.M.P.; Bonin, M.N.; Santos, T.M.B.; Carvalho, K.C.N.; e Santos, A.P. 2016. Digestible phosphorus levels for barrows from 50 to 80 kg. Revista Brasileira de Zootecnia, 45:242-249.
- O’Quinn, P. R.; Knabe, D. A. e Gregg, E. J. 1997. Digestible phosphorus needs of terminal-cross growing-finishing pigs. Journal of Animal Science 75:1308-1318.
- Orrico Junior, M. A. P.; Orrico, A. C. A. e Lucas Junior, J. 2011. Produção animal e o meio ambiente: uma comparação entre potencial de emissão de metano dos dejetos e a quantidade de alimento produzido. Engenharia Agrícola 31:399-410.
- Pena, S.M.; Barbosa, D.C.; Lopes, H.S.; Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Silva, F.C.O. 2013. Efeitos de estratégias nutricionais para redução de nutrientes poluidores nos dejetos sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos. Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia 65:231-240.
- Reinhart, G. A. e Mahan, D. C. 1986. Effect of various calcium:phosphorus ratios at low and high dietary phosphorus for starter, grower and finishing swine. Journal of Animal Science 63:457-466.

- Rostagno, H. S.; Ibino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F. M.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T. e Euclides, R. F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos. 3.ed. UFV-DZO, Viçosa, MG.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Hannas, M.I.; Donzele, J.L.; Sakomura, N.K.; Perazzo, F.G.; Saraiva, A.; Teixeira, M.L.; Rodrigues, P.B.; Oliveira, R.F.; Barreto, S.L.T. e Brito, C.O. 2017. Tabelas brasileiras para aves e suínos. 4.ed. UFV-DZO, Viçosa- MG.
- Saraiva, A.; Donzele, J. L.; Oliveira, R. F. M.; Abreu, M. L. T.; Silva, F. C. O.; Vianna, R. A. e Lazarini, A. L. 2011. Available phosphorus levels in diets for 30 to 60 kg female pigs selected for meat deposition by maintaining calcium and available phosphorus ratio. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40:587-592.
- Shrivastav, A. K. 2002. Recentes avanços na nutrição de codornas japonesas. p.116-117. In: *Anais...do 1º Simpósio Internacional de Coturnicultura Novos Conceitos Aplicados à Produção de Codornas*, Lavras.
- Silva, D. J. e Queiroz, A. C. 2002. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Imprensa Universitária da UFV, Viçosa, MG.
- Stahly, T. S. 2007. Nutrient needs for high lean pigs. *Manitoba agriculture, food and rural initiatives*. Disponível em : <http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/swine/bab10s13.html>. Acessado em: 3 de fevereiro de 2018.
- Stahly, T. S.; Lutz, T. R. e Clayton, R. D. 2000. “Dietary available phosphorus needs of high lean pigs fed from 9 to 119 kg body weight” (2001). *Swine Research Report*. Paper 4. Disponível em: http://lib.dr.iastate.edu/swinereports_2000/4. Acessado em 3 de fevereiro de 2018.

Traylor, S.L.; Cromwell, G.L.; Lindemann, M.D. Bioavailability of phosphorus in meat and bone meal for swine. *Journal of Animal Science*, v.83, p.1054-1061, 2005.

Underwood, E.J. 1981. *Los minerales en la nutrición del ganado*. Acribia, Zaragoza.

Planos nutricionais de fósforo digestível para leitoas dos 30 aos 100 kg

RESUMO: Realizou-se este estudo com o objetivo avaliar níveis sequenciais de fósforo digestível para leitoas dos 30 aos 100 kg. Foram utilizados 60 leitoas, com peso inicial de $29,98 \pm 3,37$ kg e final de $100,66 \pm 8,82$ kg, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com cinco planos nutricionais de fósforo digestível, 0,219-0,188-0,168; 0,269-0,238-0,218; 0,319-0,288-0,268; 0,369-0,338-0,318; 0,419-0,388-0,368%, respectivamente, dos 30 aos 50 kg, dos 50 aos 70 kg e dos 70 aos 100 kg, com seis repetições e dois animais por baía. Os planos nutricionais não influenciaram ($P > 0,05$) o peso final, ganho de peso total, ganho de peso diário, consumo de ração diária, consumo de ração total, consumo de proteína bruta digestível, consumo de lisina digestível, e consumo de energia metabolizável. Foi observado aumento ($P < 0,01$) do consumo de fósforo digestível e de cálcio de acordo com o aumento do nível de fósforo digestível na dieta. Houve efeito significativo ($P < 0,01$) para conversão alimentar. Não se observou efeito dos planos nutricionais ($P > 0,05$) para espessura de toucinho, profundidade de músculo, área de olho de lombo, porcentagem de carne magra e índice de bonificação. Não houve diferença ($P > 0,05$) para a produção de dejetos na matéria seca, na matéria natural e do coeficiente de resíduo. Constatou-se efeito ($P < 0,01$) dos planos nutricionais de fósforo digestível nos teores de sólidos totais e sólidos voláteis. Houve diferença ($P < 0,01$) na concentração de nitrogênio total e fósforo total dos dejetos. Conclui-se que o plano nutricional de 0,319-0,288-0,268% de fósforo digestível possibilita melhor conversão alimentar para leitoas dos 30 aos 100 kg. O plano nutricional de 0,219-0,188-0,168% de fósforo digestível que corresponde aos níveis da dieta basal possibilita redução na excreção de nitrogênio e fósforo nos dejetos.

Palavras-chaves: carcaça, caracterização dejetos, exigência, mineral, recria e terminação

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

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate sequential levels of digestible phosphorus for gilts from 30 to 100 kg. Sixty gilts were used, with initial weight of 29.98 ± 3.37 kg and final of 100.66 ± 8.82 kg, distributed in a randomized block design, with five nutritional levels of digestible phosphorus, 0,219-0,188-0,168 ; 0,269-0,238-0,218; 0,319-0,288-0,268; 0,369-0,338-0,318; 0,419-0,388-0,368%, respectively, from 30 to 50 kg, from 50 to 70 kg and from 70 to 100 kg, with six replicates and two animals per bay. The nutritional plans did not influence ($P>0.05$) the final weight, total weight gain, daily weight gain, daily ration consumption, total ration consumption, crude digestible protein intake, digestible lysine consumption, and metabolizable energy. An increase ($P<0.01$) in digestible phosphorus and calcium intake was observed according to the increase in the level of digestible phosphorus in the diet. There was a significant effect ($P<0.01$) for feed conversion. No effect of nutritional plans ($P>0.05$) was observed for back fat thickness, muscle depth, loin eye area, lean meat percentage and bonus index. There was no difference ($P>0.05$) for the production of dry matter, natural matter and residue coefficient. It was verified the effect ($P<0.01$) of the nutritional levels of digestible phosphorus in the total solids and volatile solids contents. There was a difference ($P<0.01$) in the concentration of total nitrogen and total phosphorus of the wastes. It is concluded that the nutritional plan of 0,319-0,288-0,268% of digestible phosphorus allows a better feed conversion for milks from 30 to 100 kg. The nutritional plan of 0,219-0,188-0,168% of digestible phosphorus that corresponds to the levels of the basal diet makes possible the reduction in the excretion of nitrogen and phosphorus in the wastes.

Key words: carcass, characterization of wastes, rearing and termination, requirement, mineral.

Introdução

Na produção de suínos, a suplementação de fósforo na dieta é de suma importância, visto estar diretamente envolvido no metabolismo, e na formação da matriz óssea, juntamente com o cálcio e outros minerais. Aproximadamente 80% do fósforo encontram-se nos ossos e dentes, principalmente na forma de hidroxiapatita, com relação em peso de 1:2 com o cálcio. Além disso, estão presentes nos tecidos moles, no metabolismo de energia sob a forma de ATP, ADP e AMP, síntese de carboidratos, lipídeos e proteínas, manutenção do equilíbrio ácido básico, formação de fosfolipídios das membranas celulares e constituinte dos ácidos nucleicos (Lehniger et al., 2002).

Alguns fatores podem influenciar as exigências de fósforo pelo animal, onde, animais com diferentes potenciais genéticos para deposição de tecido magro na carcaça apresentam exigências de minerais diferentes, isto ocorre devido as diferentes proporções de tecido mole em relação ao tecido ósseo (Hendricks & Mougan, 1993)

Diversas pesquisas têm relatado que a exigência nutricional de suínos varia não somente em função da fase de crescimento, mas, também, conforme o genótipo, sexo, saúde, temperatura ambiente, e densidade populacional (Saraiva et al., 2009). Mesmo com essas diferenças deve-se considerar que a suplementação em excesso de fósforo pode afetar o desempenho do animal, além de causar impacto ambiental devido à excreção do mesmo no ambiente (Saraiva et al., 2009).

O fósforo em excesso, excretado pelo animal nos dejetos, é considerado junto com o nitrogênio, elementos de alto impacto ambiental, quando estes dejetos não sofrerem nenhum tipo de tratamento prévio (Genova et al., 2015). Mesmo que a maioria dos solos seja deficiente em fósforo e nitrogênio, o lançamento dos mesmos no solo repetidas vezes, faz com que ocorra acúmulo destes minerais, tornando-os tóxicos, tanto para algumas plantas

quanto para o lençol freático, devido à lixiviação dos mesmos (Carvalho & Zobot, 2012). A estratégia mais interessante para reduzir a excreção de fósforo é melhorar a eficiência de utilização deste nutriente na nutrição animal utilizando as concentrações nutricionais apropriados em função das exigências segundo as fases de crescimento (Nieto et al., 2016).

Entretanto, existem poucos estudos na literatura avaliando fases sequenciais e planos nutricionais de fósforo para suínos. Portanto, são necessários mais estudos relacionados aos níveis de fósforo, levando em consideração, principalmente a fase de crescimento dos animais. Neste contexto realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar planos nutricionais sequenciais de fósforo digestível para leitoas dos 30 aos 100 kg, sobre o desempenho, características de carcaça e as características quantitativas e qualitativas do dejetos.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na fazenda escola da UFMS, localizada em Terenos, Mato Grosso do Sul, Brasil (20° 26 '32 "de latitude sul e 54° 51' 37" de altura). A pesquisa em animais foi realizada de acordo com o comitê de ética de uso animal da UFMS (protocolo número 721/2015).

Foram utilizadas 60 leitoas de cruzamento comercial (Duroc / Pietran × Large Withe / Landrace) com peso inicial de $29,98 \pm 3,37$ kg até os $100,66 \pm 8,82$ kg, com duração de experimento de 73 dias. Os animais foram alojados em galpão de alvenaria, contendo 25 baias dimensionadas em 1,15m de largura x 2,86m de comprimento, dotadas de lâmina d'água, comedouros semiautomáticos e bebedouros tipo chupeta.

As temperaturas de bulbo seco, bulbo úmido, globo negro e a umidade relativa do ar (%) foram mensuradas diariamente às 08 e às 16hs, em seis pontos à altura do dorso dos animais, por meio de termômetro digital portátil modelo ITWTG2000. O ITGU foi calculado

pela equação proposta por Buffington et al. (1981). As médias da temperatura ambiente, umidade relativa e ITGU observadas no período experimental foram $25,59^{\circ}\text{C}\pm 3,07$; $79,98\pm 13,87$; $75,30\pm 4,00$ respectivamente.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco planos nutricionais de fósforo digestível sendo 0,219-0,188-0,168; 0,269-0,238-0,218; 0,319-0,288-0,268; 0,369-0,338-0,318; 0,419-0,388-0,368%, respectivamente, dos 30 aos 50 kg, dos 50 aos 70 kg e dos 70 aos 100 kg, seis repetições e dois animais por unidade experimental. A unidade experimental foi representada pela baia e para a formação dos blocos foi levado em consideração o peso inicial dos animais.

As dietas experimentais foram elaboradas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas, para atender às exigências nutricionais dos suínos de acordo com Rostagno et al. (2011). As concentrações de fósforo total dos ingredientes foram avaliadas por testes laboratoriais realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). As concentrações de fósforo digestível utilizado para preparar as dietas experimentais foram baseadas nos coeficientes de digestibilidade estabelecidos por Rostagno et al. (2011) para os suínos em crescimento. (Tabela 13).

Tabela 13- Valores totais de cálcio e fósforo, coeficiente de digestibilidade e fósforo digestível dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Ingredientes	¹ Cálcio, g kg ⁻¹	¹ Fósforo Total, g kg ⁻¹	² CVDP	Fósforo digestível, g kg ⁻¹
Milho	0,30	2,50	44,00	0,97
Farelo de soja, 46%	2,40	6,40	45,70	2,60
Fosfato bicálcico	245,00	178,50	75,00	139,70
Calcário calcítico	377,00	-	-	-

¹Valores analisados.

²CVDP = Coeficiente verdadeiro de digestibilidade de fósforo para suínos (Rostagno et al., 2011).

Com base na dieta de referência (Tabela 14), as dietas experimentais foram suplementadas com fosfato bicálcico para preparar alimentos com cinco concentrações de fósforo digestível (30 a 50 kg de fase: 0,219; 0,269; 0,319; 0,369 e 0,419%; 50 a 70 kg de fase: 0,188; 0,238; 0,288; 0,338 e 0,388%; 70 a 100 kg de fase: 0,168; 0,218; 0,268; 0,318 e 0,368%). Todas as dietas foram suplementadas com calcário calcítico como fonte de cálcio para manter a proporção constante de fósforo digestível com cálcio.

Os alimentos foram fornecidos *ad libitum* aos animais durante o período experimental. Os resíduos alimentares foram coletados diariamente do chão, pesados semanalmente e adicionados aos restos no final de cada fase experimental, a fim de determinar a ingestão média diária de ração.

As pesagens dos animais ocorreram por ocasião do início e final do experimento para o cálculo do ganho de peso total (Peso Final-Peso Inicial).

- Para o cálculo de ganho de peso diário foi levado em consideração (Peso Final-Peso Inicial/dias total).
- O consumo de ração diário (Consumo de ração total/ Total de dias da fase).
- O consumo de fósforo digestível ((consumo de ração diário* % de fósforo na dieta)/100)*1000.
- Consumo de cálcio digestível ((consumo de ração diário*% de cálcio na dieta)/100)*1000.
- Consumo de proteína digestível ((consumo de ração diário*% proteína na dieta)/100)*1000.
- Consumo de lisina digestível ((consumo de ração diário*% lisina na dieta)/100)*1000.
- Consumo de energia metabolizável ((consumo de ração diário*% energia na dieta)/100)*1000.

- Conversão alimentar (Ganho de peso diário/Consumo de ração diário).

Tabela 14 - Composições nutricionais e centesimais das dietas experimentais basais.

Ingredientes	Fases		
	30-50	50-70	70-100
	Fósforo digestível, %		
	0,219	0,188	0,168
Milho	68,427	71,699	74,907
Farelo de soja, 46%	26,820	24,065	21,230
Óleo de soja	0,978	0,705	0,474
Fosfato bicálcico	0,532	0,335	0,219
Calcário calcítico	0,644	0,615	0,594
Premix mineral	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,405	0,380	0,355
L-Lisina HCl 78%	0,223	0,239	0,270
DL-Metionina 99%	0,072	0,063	0,070
L-Treonina 98%	0,042	0,043	0,072
L- Triptofano	-	-	0,003
Promotor de crescimento	0,100	0,100	0,100
Inerte	1,607	1,607	1,607
Composição Calculada			
Proteína bruta %	18,03	17,03	16,03
Energia metabol., Kcal/kg	3.254,89	3.252,16	3.251,04
Lisina digestível, %	0,988	0,935	0,892
Met+Cist digestível, %	0,583	0,552	0,535
Treonina digestível, %	0,642	0,608	0,598
Triptofano digestível, %	0,187	0,173	0,161
Sódio, %	0,180	0,170	0,160
Cálcio, %	0,458	0,393	0,351
Fósforo digestível, %	0,219	0,188	0,168
Relação Ca:P	2,09:1	2,09:1	2,09:1

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

Na ocasião da pesagem final, foram realizadas as medições da área de olho de lombo (cm²), espessura de toucinho (mm) e profundidade de músculo (mm) por meio de

ultrassonografia in vivo. O aparelho de ultrassom utilizado foi o ALOKA 500V, com sonda acústica de 12cm e frequência de 3,5Mhz. Utilizou-se um acoplador de silicone, que acompanha o arqueamento das costelas permitindo perfeito acoplamento do transdutor com o corpo do animal e óleo de soja para evitar a presença de ar entre a sonda e a pele. Para a realização da ultrassonografia, a sonda foi posicionada entre a 12ª e 13ª costelas. Todas as imagens foram armazenadas em computador e posteriormente analisadas utilizando o programa LINCE® (M&S Consultoria Agropecuária Ltda).

O percentual de carne magra na carcaça foi determinado conforme a equação: Carne magra (%) = 60 – [(espessura de toucinho, mm*0,58) + (profundidade do músculo, mm*0,10) conforme Guidoni (2000).

Os dejetos produzidos foram quantificados, e realizados as análises para caracterização física (sólidos totais e sólidos voláteis) e química (nitrogênio total e fósforo total) dos dejetos. A coleta dos dejetos foi realizada com o auxílio de uma pá, em um intervalo de 24 horas após a secagem da lamina d'água e limpeza total das baias, pesados e acondicionados em sacos plásticos, identificados e armazenados em congelador à temperatura de -12°C. Posteriormente foram mantidos em temperatura ambiente, para realização das análises. A produção de dejetos, expressa em kg sólidos totais animal⁻¹dia⁻¹, foi calculada com os dados de pesagem dos dejetos em kg, número de animais alojados, número de dias e teor de sólidos totais encontrado nos dejetos, conforme equação

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

Também foi calculado o coeficiente de resíduo, o que indica a quantidade de resíduo gerado por quilograma do produto principal. O coeficiente de resíduo foi obtido

considerando-se a quantidade total de dejetos produzidos (base seca) em relação ao ganho de peso dos animais, conforme equação:

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

Os teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) foram realizados segundo APHA, AWWA, WPCF (2012). As concentrações de nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) foram determinados conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Os dados obtidos para as características de desempenho, carcaça e de quantificação e caracterização dos dejetos foram submetidos à análise de variância, considerando-se o peso inicial dos animais como covariável. As possíveis diferenças nas variáveis de estudo foram avaliadas utilizando o teste de Tukey com significância de 5%, e os testes foram realizados utilizando o software estatístico SAS (versão 9,1)

Resultados e Discussão

Os planos nutricionais não influenciaram ($P > 0,05$) o peso final, ganho de peso total, ganho de peso diário, consumo de ração diária, consumo de ração total, consumo de proteína bruta digestível, consumo de lisina digestível, e consumo de energia metabolizável (Tabela 15). Os valores médios de consumo de ração diária foram de 2,410 kg, valores estes superiores ao estabelecidos por Rostagno et al. (2011), onde o consumo recomendado é de 2,320 kg e inferiores ao recomendado por Rostagno et al. (2017) de 2,508 kg.

Da mesma forma, Hastad et al. (2004) não observaram efeito de níveis de fósforo disponível sobre o consumo de ração em suínos fêmeas dos 33 aos 55kg e dos 88 aos 109kg, que obtiveram valores médios de 1,51 e 2,13 kg respectivamente. Nieto et al. (2018) também não observaram efeitos para consumo de ração, para suínos machos castrados dos 30 aos 100

kg, avaliando diferentes planos nutricionais. Por outro lado, Sthaly et al. (2000) relataram efeito significativo dos níveis de fósforo digestível sobre o consumo de ração diário, que variou de 1,05 a 3,00 kg nas quatro fases estudadas, compreendendo a faixa dos 9 aos 119 kg de peso corporal.

Tabela 15- Desempenho de leitoas dos 30 aos 100 kg, alimentadas com dietas contendo diferentes planos nutricionais de fósforo digestível.

Variáveis	Planos nutricionais					CV, %	Valor P
	1	2	3	4	5		
PI, kg	30,74	29,90	29,66	29,66	31,54	-	-
PF, kg	94,40	103,79	101,36	99,99	104,76	6,84	0,203
GPT, kg	63,66	73,90	71,70	70,33	73,22	8,73	0,137
GPD, g	872	1,012	982	963	1,003	8,74	0,137
CRD, kg	2,29	2,57	2,32	2,29	2,57	9,86	0,690
CRT, kg	167,01	187,47	169,18	167,37	187,89	9,86	0,691
CPDD, g	4,26d	6,04c	6,62c	7,63b	9,92a	9,96	<0,001
CCaD, g	8,90d	12,62c	13,82c	16,07b	20,68a	9,95	<0,001
CPBD, g	384,69	431,67	389,43	385,65	432,27	9,81	0,688
CLisD, g	21,23	23,79	21,49	21,28	23,86	9,81	0,689
CED, Mcal/kg	7,44	8,35	7,54	7,45	8,37	9,86	0,691
CA	2,62a	2,54ab	2,36b	2,38b	2,56ab	4,72	0,003

Planos nutricionais: 1- 0,219-0,188-0,168; 2- 0,269-0,238-0,218; 3- 0,319-0,288-0,268; 4- 0,369-0,338-0,318; 5- 0,419-0,388-0,368% de fósforo digestível. PI= Peso inicial; PF = Peso final; GPT= Ganho de peso total; GPD= Ganho de peso diário; CRD= Consumo de ração diário; CRT= Consumo de ração total; CPDD = Consumo de fósforo digestível diário; CCaD= Consumo de cálcio diário; CPBD= Consumo de proteína bruta diário; CLisD= Consumo de lisina diário; CED= Consumo de energia diário; CA= Conversão alimentar.

^{abcd} Médias seguidas por letras diferentes, diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Os resultados de estudos publicados anteriormente mostram que o fósforo está envolvido no controle do consumo de ração, pois baixos níveis de fósforo diminuem o metabolismo basal, diminuindo o apetite. Segundo Permer et al. (1987), a deficiência dietética de fósforo pode afetar negativamente o consumo de ração por causa da diminuição do crescimento e da liberação e liberação do hormônio tireoidiano, particularmente a triiodotironina (T3). Pode-se inferir que no presente estudo os níveis de fósforo digestível não

afetaram negativamente o consumo considerando que não houve deficiência nutricional extrema de fósforo.

No presente estudo, os animais consumindo o plano nutricional basal de 0,219-0,188-0,168% apresentaram consumo de ração inferiores ao do plano 0,419-0,388-0,368%, e mesmo assim foi possível atender as exigências dos animais com menor oferta de fósforo digestível. Foi observada diferença ($P<0,01$) para o consumo de fósforo digestível, onde ocorreu aumento no consumo conforme se aumentou o nível de fósforo na dieta. Os animais alimentados com o plano contendo a sequência de 0,219-0,188-0,168% consumiram 30% menos fósforo digestível, em relação aos animais submetidos ao plano 0,319-0,288-0,268%, mais sem prejuízo ao desempenho. Uma vez que o consumo de ração diário não aumentou, pode-se inferir que a resposta está vinculada ao aumento dos níveis de fósforo nas dietas. O consumo de cálcio também apresentou efeito ($P<0,01$), assim como o consumo de fósforo o consumo de cálcio aumento com o aumento do nível de fósforo digestível na dieta, este efeito no cálcio esta relacionado com as dietas, que foram formuladas para manter a relação recomendada de 2:1 de cálcio e fósforo.

Todavia, os valores apresentados no presente trabalho ficaram abaixo das recomendações estabelecidas por Rostagno et al. (2011) que recomendam os níveis 0,319, 0,288 e 0,268% com uma ingestão diária de 5,73, 6,68 e 7,27g de fósforo digestível para fêmeas suínas com alto potencial para deposição de tecido muscular, respectivamente dos 30-50 kg; 50-70 kg e dos 70-100 kg. Valores estes inferiores também aos da tabela brasileira mais recente que recomendam os níveis de 0,349, 0,304 e 0,274% e uma ingestão diária de 5,44, 6,35 e 6,89 g de fósforo digestível para fêmeas suínas com alto potencial para deposição de tecido muscular, respectivamente dos 30-50 kg; 50-70 kg e dos 70-100 kg (Rostagno et al., 2017).

Segundo o NRC (2012) a recomendação para fêmeas suínas é de 0,330% de fósforo digestível para a faixa de peso de 25 aos 45 kg, de 0,330% de fósforo digestível dos 45 aos 90 kg e de 0,280 % de fósforo digestível dos 90 aos 135 kg. Por sua vez, as recomendações da tabela FEDNA (Blas et al., 2013) são de 0,280% de fósforo digestível para a faixa de peso dos 20 aos 60 kg e de 0,250% de fósforo digestível para a faixa de peso dos 60 aos 100 kg.

Houve efeito ($P < 0,01$) para conversão alimentar, onde os planos nutricionais 3-0,319-0,288-0,268 e 4-0,369-0,338-0,318 não diferiram entre si e apresentaram os menores valores para conversão alimentar. Como o fósforo é um ingrediente oneroso nas dietas de suínos podemos recomendar para uma melhor conversão alimentar o plano nutricional 0,319-0,288-0,268% que representa os valores recomendados pela tabela brasileira (Rostagno et al. 2011) para as fases estudadas. O'Quin et al. (1997), Bunzen et al. (2012) não encontraram efeitos para conversão alimentar para suínos na fase de crescimento. Desta mesma forma, Nieto et al. (2018), avaliando planos nutricionais de fósforo digestível para machos castrados dos 30 aos 100 kg também não encontraram efeitos pra conversão alimentar.

Não se observou efeito dos planos nutricionais ($P > 0,05$) sobre a espessura de toucinho, profundidade de musculo, área de olho de lombo, porcentagem de carne magra e índice de bonificação (Tabela 16). Resultados semelhantes foram encontrados por diferentes autores como, Traylor et al. (2005), Arouca et al. (2010), Arouca et al. (2012) e Nieto et al. (2018) quando avaliaram suínos nas fases de crescimento a terminação consumindo dietas com diferentes níveis de fósforo disponível e digestível.

Tabela 16- Características quantitativas de carcaça de leitoas, dos 30 aos 100 kg, alimentadas com dietas contendo diferentes planos nutricionais de fósforo digestível.

Variáveis	Planos nutricionais					CV, %	Valor P
	1	2	3	4	5		
ETU, mm	12,91	14,50	11,07	10,98	14,75	19,23	0,143
PMU, mm	46,17	49,69	46,68	47,46	49,88	7,07	0,271
AOLU, cm ²	38,30	41,04	39,33	42,73	44,34	12,25	0,321
CM, %	57,13	56,56	58,25	58,37	56,49	2,44	0,094
IB	101,03	102,48	103,06	103,48	101,51	1,91	0,237

Planos nutricionais: 1- 0,219-0,188-0,168; 2- 0,269-0,238-0,218; 3- 0,319-0,288-0,268; 4- 0,369-0,338-0,318; 5- 0,419-0,388-0,368. ETU= Espessura de toucinho avaliado por ultrassom; PMU= Profundidade de músculo avaliado por ultrassom; AOLU= Área de olho de lombo avaliado por ultrassom; CM = Percentual de carne magra; IB= Índice de bonificação.

Não houve diferença ($P>0,05$) para a produção de dejetos na matéria seca, na matéria natural e do coeficiente de resíduo, demonstrando que os planos nutricionais de fósforo digestíveis nas dietas de leitoas dos 30 aos 100 kg não alteraram quantitativamente a produção de dejetos (Tabela 17). Pode-se inferir que os níveis de fósforo não afetaram a produção de dejetos considerando que também não alteraram o consumo de ração diário dos animais.

Tabela 17- Produção de dejetos e coeficiente de resíduo de leitoas alimentadas com diferentes planos nutricionais de fosforo digestível, dos 30 aos 100 kg.

Planos nutricionais	Produção de dejetos na MN ¹	Produção de dejetos na MS ¹	Coeficiente de resíduo ²
1	0,872	0,292	0,31
2	0,905	0,298	0,28
3	0,676	0,234	0,28
4	0,748	0,233	0,27
5	0,895	0,282	0,28
CV, %	25,99	25,99	15,23
Valor P	0,671	0,340	0,119

Planos nutricionais: 1- 0,219-0,188-0,168; 2- 0,269-0,238-0,218; 3- 0,319-0,288-0,268; 4- 0,369-0,338-0,318; 5- 0,419-0,388-0,368% de fósforo digestível.

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

O coeficiente de resíduo médio foi de 0,284 kg de dejetos por kg de peso corporal, o que significa dizer que, no período avaliado os animais produziram 0,284 kg de dejetos por cada 1,00 kg de peso corporal. Valores diferentes para coeficientes de resíduos foram relatados por Miranda et al. (2012) sendo 0,230 kg de dejetos por kg de peso corporal para suínos em crescimento, e 0,470 kg de dejetos por kg de peso corporal para suínos do nascimento ao abate, respectivamente. A finalidade de avaliar o coeficiente de resíduo na produção animal é para saber se o animal está sendo eficiente ou não na utilização do alimento que está recebendo, para transformá-lo em produto final, nos suínos transformar o alimento em carne, onde valores menores que um (1,0), indicam eficiência produtiva do sistema.

Constatou-se efeito ($P < 0,01$) dos planos nutricionais de fósforo digestível nos teores de sólidos totais e sólidos voláteis (Tabela 18). As médias encontradas para sólidos totais e voláteis foram de 32,56 e 81,49%, respectivamente.

Tabela 18- Características físico-químicas dos dejetos de leitoas alimentadas com diferentes planos nutricionais de fósforo digestível, dos 30 aos 100 kg.

Planos nutricionais	ST, %	SV, %	N Total, %	P Total, %
1	33,28ab	79,32c	3,25ab	1,79d
2	32,71ab	80,69bc	3,21b	1,85cd
3	35,05a	81,99ab	3,26ab	2,06bc
4	30,81b	81,95ab	3,44ab	2,32a
5	30,96b	83,52a	3,52a	2,24ab
CV, %	6,59	1,63	5,22	8,81
Valor P	0,023	<0,001	0,003	<0,001

Planos nutricionais: 1- 0,219-0,188-0,168; 2- 0,269-0,238-0,218; 3- 0,319-0,288-0,268; 4- 0,369-0,338-0,318; 5- 0,419-0,388-0,368 % de fósforo digestível. ST = Sólidos totais; SV = Sólidos voláteis; N = Nitrogênio; P = Fósforo.

^{abcd} Médias seguidas por letras diferentes, são diferentes pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Estes valores acima de 80% para sólidos voláteis demonstram a grande quantidade de material orgânico presente nos dejetos dos suínos, material este que se não receber devido

tratamento pode ocasionar contaminação do meio ambiente. Miranda et al. (2012), encontraram valores inferiores para sólidos totais 23,80% e valores superiores para sólidos voláteis 85,9% para dejetos de suínos alimentados com dietas a base de milho e sorgo.

O teor de sólidos totais (ST) se refere ao material remanescente após a remoção da água do dejetos por evaporação e o teor de sólidos voláteis (SV), à parte dos sólidos totais perdida na forma de gases voláteis. A partir do teor de sólidos voláteis, pode-se definir se o material é predominantemente orgânico ou não e, conseqüentemente, direcionar o tratamento para métodos biológicos ou químicos. O conteúdo de sólidos voláteis nos dejetos de suínos varia de acordo com o estágio de desenvolvimento corporal dos animais (Souza et al., 2009).

Houve diferença ($P < 0,01$) na concentração de nitrogênio total nos dejetos entre os planos nutricionais de fósforo digestíveis avaliados. A concentração de fósforo total também diferiu ($P < 0,01$) onde o aumento do nível de fósforo digestível nos planos nutricionais aumentou a excreção do fósforo total nos dejetos. Os dados médios de fósforo total (2,05%) encontrados no presente trabalho estão próximos aos observados por Miranda et al. (2012).

Os dejetos de suínos, ricos em fósforo e nitrogênio, se depositados no ambiente, podem resultar em uma série de transtornos. A maior preocupação com a excreção de nitrogênio nas fezes de suínos, esta relacionada à sua eliminação no ambiente sem prévio tratamento, onde este nitrogênio pode ser transformado em nitrato e ser lixiviado para o lençol freático (Who, 2004). O fósforo, ao atingir as fontes de água, propicia o crescimento e desenvolvimento de plantas aquáticas, aumentando a competição entre esses vegetais e os animais aquáticos pela demanda em oxigênio, processo conhecido como eutrofização (Moreira et al., 2010).

Os valores médios encontrados foram de 3,34% de nitrogênio total nos dejetos, valores estes inferiores aos encontrados por Miranda et al. (2012) de 3,97% de nitrogênio total

para suínos alimentados com dieta a base de milho e 6,08% para suínos com dietas a base de sorgo.

Os níveis de fósforo adequados para suínos em crescimento e terminação são aqueles que atendem as exigências para o desempenho, com uma menor excreção para o ambiente. A partir dos resultados apresentados nesse estudo, podem-se inferir dois resultados, um onde o plano nutricional basal 0,219-0,188-0,168% de fósforo digestível, correspondente ao consumo diário de 4,26g, sendo que este não prejudicou o desempenho nem as características de carcaça, além do que, do ponto de vista ambiental foi o que apresentou menor percentual de fósforo e nitrogênio totais excretados, tornando assim este dejetos gerado menos poluente ao ambiente. E o outro plano nutricional recomendado é de 0,319-0,288-0,268% de fósforo digestível, correspondente ao consumo diário de 6,62g, onde este plano apresentou uma menor conversão alimentar.

Conclusão

O plano nutricional de 0,319-0,288-0,268% de fósforo digestível possibilita melhor conversão alimentar para leitoas dos 30 aos 100 kg. O plano nutricional de 0,219-0,188-0,168% de fósforo digestível que corresponde aos níveis da dieta basal possibilita redução na excreção de nitrogênio e fósforo nos dejetos.

Agradecimentos

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pela concessão da bolsa de estudo de doutorado.

Referências

- APHA.AWWA.WPCF. 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. Washington, DC.
- Arouca, C. L. C.; Fontes, D. O.; Silva, F. C. O.; Silva, M. A.; Almeida, F. R. C. L.; Corrêa, G. S. S.; Paula, E. e Haese, D. 2010. Níveis de fósforo disponível para suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39:2646-2655.
- Arouca, C.L.C.; Silva, F.C.O.; Fontes, D.O.; Saraiva, A.; Donzele, J.L.; Silva, M.A.; Paula, E.2012. Available phosphorus in diets for 15 to 30 kg pigs genetically selected for meat deposition. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41: 65-71.
- Buffington, D. E.; Colazzo-Arocho, A.; Canton, G. H.; Pitt, D.; Thatcher, W. W.; e Collier, R. J. 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE* 24:711-714.
- Bünzen, S.; Rostagno, H. S.; Kiefer, C.; Teixeira, A. O. e Ribeiro Junior, V. 2012. Níveis de fósforo digestível para suínos em fase de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41:320-325.
- Blas, C.; Gasa, J.; Mateos, G.G. Necesidades nutricionales para ganado porcino. Normas FEDNA. Madrid, Outubro de 2013, 114p.
- Carvalho, N.L.; Zobot, V. 2012. Nitrogênio: nutriente ou poluente?. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* 6: 960-974.
- Genova, J.L.; Pucci, L.E.; Sarubbi, J. 2015. Estratégias para diminuir o impacto ambiental da suinocultura. *Revista Eletronica Nutritime* 12: 3891-3902.
- Guidoni, A.L. Melhoria de Processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE A QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000. Concórdia: EMBRAPA -CNSA, 2000. p. 221- 234.

- Hastad, C. W.; Dritz, S. S.; Tokach, M. D.; Goodband, R. D.; Nelssen, J. L.; De Rouchey, J. M.; Boyd, R. D.; e Johnston, M. E. 2004. Phosphorus requirements of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. *Journal Animal Science* 82: 2945-2952.
- Hendricks, W.H.; e Mougan, P.J. 1993. Whole-body mineral composition of entire male and female pigs depositing protein at maximal rates. *Livestock Production Science*. 33:161-170.
- Lehninger, A. L.; Nelson, D. L.; e Cox, M. M. 2002. *Lehninger principles of biochemistry*. 6th. ed. New York, NY, USA.
- Miranda, A. P.; Lucas Júnior, J.; Thomaz, M. C.; Pereira, G. T. e Fukayama, E. H. 2012. Anaerobic biodigestion of pigs feces in the initial, growing and finishing stages fed with diets formulated with corn or sorghum. *Engenharia Agrícola de Jaboticabal* 32:47-59.
- Moreira, J.A.; Vitti, D.M.S.S.; Patino, R.M.; Silva, T.S.; Bueno, I.C.; e Berenchein, B. Impacto ambiental provocado pelo P em dietas suplementadas com enzima fitase e proteína ideal para suínos em crescimento: estudo do fluxo do P no metabolismo animal. 2010. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 62:1206-1215.
- National Swine Nutrition Guide. Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates – NSNG: 2012
- Nieto, V.M.O.S.; Kiefer, C.; SOUZA, K.M.R.; Gonçalves, L.M.P.; Bonin, M.N.; Santos, T.M.B.; Carvalho, K.C.N.; e Santos, A.P. 2016. Digestible phosphorus levels for barrows from 50 to 80 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45:242-249.
- Nieto, V.M.O.S.; Kiefer, C.; SOUZA, K.M.R.; Gonçalves, L.M.P., Marçal, D.A.; Abreu, R.C., Santos, A.P., e Alencar, S.A.S. 2018. Nutritional plans of digestible phosphorus for barrows from 30 to 100 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*.

- O'Quinn, P. R.; Knabe, D. A. e Gregg, E. J. 1997. Digestible phosphorus needs of terminal-cross growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 75:1308-1318.
- Parmer, T. G.; Kirby, L. K.; and Johnson, Z. B. 1987. Thyroid function, growth hormone, and organ growth in broiler deficient in phosphorus. *Poultry Science* 66: 1995-2004.
- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F. M.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T. and Euclides, R. F. 2011. *Tabelas brasileiras para aves e suínos*. 3.ed. UFV-DZO, Viçosa, MG.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Hannas, M.I.; Donzele, J.L.; Sakomura, N.K.; Perazzo, F.G.; Saraiva, A.; Teixeira, M.L.; Rodrigues, P.B.; Oliveira, R.F.; Barreto, S.L.T. e Brito, C.O. 2017. *Tabelas brasileiras para aves e suínos*. 4.ed. UFV-DZO, Viçosa- MG.
- Saraiva, A.; Donzele, J. L.; Oliveira, R. F. M.; Abreu, M. L. T.; Silva, F. C. O.; e Haese, D. 2009. Níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 30 aos 60 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38: 1279-1285.
- Silva, D. J. e Queiroz, A. C. 2002. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Imprensa Universitária da UFV, Viçosa, MG.
- Souza, C.F; Siqueira Carvalho, C.C.; Campos, J.A.; Teixeira Matos, A.; e Pinto Marques Ferreira, W. 2009. Caracterização de dejetos de suínos em fase de terminação. *Revista Ceres* 56:128-133.
- Stahly, T. S.; Lutz, T. R.; e Clayton, R. D. 2000. "Dietary available phosphorus needs of high lean pigs fed from 9 to 119 kg body weight" (2001). *Swine Research Report*. Paper 4. Disponível em : <http://lib.dr.iastate.edu/swinereports_2000/4>. Acessado em : 25 de Janeiro de 2018.
- Traylor, S.L.; Cromwell, G.L.; Lindemann, M.D. Bioavailability of phosphorus in meat and bone meal for swine. *Journal of Animal Science*, v.83, p.1054-1061, 2005.

Who. Rolling revision of the WHO guidelines for drinking-water quality, Draft for review and comments. Nitrates and Nitrites in drinkingwater. Geneva: WHO, 2004. Disponível

em://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/nitratesfull.pdf//.

Acessado em 27 de janeiro de 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A suplementação de fósforo digestível em dietas de suínos em todas as fases de criação faz-se necessária, uma vez que as dietas atualmente utilizadas, a base de milho e farelo de soja não suprem totalmente as exigências dos animais para este mineral. Além disso, com a evolução genética vivenciada nos últimos anos é possível perceber que o padrão de exigências dos suínos vem se alterando com maior velocidade.

Com a preocupação atual com o meio ambiente, fazem-se necessários mais estudos relacionados com a suplementação de fósforo para que se possa atingir o máximo desempenho dos animais, com a menor excreção possível nos dejetos, visando uma produção suínica com menor impacto ambiental.

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