

Métodos de colheita de fezes e balanço de minerais em suínos alimentados com dietas suplementadas ou não com probiótico

Rizal Alcides Robles-Huaynate¹, Maria Cristina Thomaz^{1*}, Fábio Henrique Lemos Budiño², Urbano dos Santos Ruiz¹, Pedro Henrique Watanabe¹ e Leonardo Augusto Fonseca Pascoal¹

¹Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Nova Odessa, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: thomaz@fcav.unesp.br

RESUMO. Foram realizados dois ensaios de metabolismo, utilizando-se oito suínos, machos castrados, em fase de crescimento, em cada ensaio. No ensaio 1, foram comparados os teores de MS, PB, EB, EE, MM e FDN das fezes colhidas por meio de dois métodos: diretamente do reto do animal ou da caixa coletora da gaiola, realizados simultaneamente em cada suíno. No ensaio 2, foi estudado o balanço de minerais, sendo os animais submetidos a dois tratamentos: T₁ - ração basal e T₂ - ração basal + 200 ppm de probiótico. Os teores dos nutrientes mensurados foram similares nas fezes colhidas em ambos os métodos, com exceção da MS. Para o balanço de minerais, não houve diferença ($p > 0,05$) entre os animais alimentados com rações, contendo ou não probiótico. Ambos os métodos de colheita de fezes poderiam ser realizados, simultaneamente, em ensaios de balanço de minerais.

Palavras-chave: *Bacillus*, minerais traços, nitrogênio.

ABSTRACT. *Methods of feces collection and mineral balance of pigs fed diets supplemented or not with probiotic.* Two metabolism assays were conducted, with eight growing castrated male crossbred pigs in each assay. In the first assay, the levels of DM, CP, GE, EE, MM and NDF were compared in feces, collected through two different methods: directly from the animal's rectum or from a collection tray, collected simultaneously from each pig. The second assay evaluated the animals' mineral balance. For this study, the animals were submitted to two treatments: T₁ - basal feed and T₂ - basal feed + 200ppm of probiotic. The nutrients levels were similar in the feces collected through both methods, with the exception of DM. There was no observable difference ($p > 0.05$) in mineral balance between the animals fed diets containing or not probiotic. Both collection methods can be undertaken simultaneously in mineral balance assays.

Key words: *Bacillus*, trace minerals, nitrogen.

Introdução

A etapa experimental, nos estudos de balanço de minerais em suínos, pode ser realizada da mesma forma que os estudos de digestibilidade (Adeola, 2001). Porém, são obtidos resultados não-satisfatórios, e freqüentemente, são observados maiores teores de microminerais excretados do que ingeridos (Case e Carlson, 2002).

A contaminação das fezes entre sua excreção pelo animal e a colheita, bem como a pequena concentração observada para os microminerais, comparados aos macrominerais, tornam mais difícil sua leitura. Esses dois fatores talvez sejam os problemas nos ensaios de balanço de minerais. Assim, técnicas de colheita de fezes diretamente do

reto dos suínos poderiam reduzir a contaminação das fezes e, também, alterar a composição das mesmas, comprometendo o ensaio de balanço.

A elaboração de protocolos de colheita fecal que minimizem contaminações, seja por reduzir a exposição das amostras, é de grande valia para experimentos envolvendo microminerais. No entanto, tais métodos não podem interferir na composição das amostras. Neste sentido, a composição de macronutrientes pode ser importante indicativo das eventuais alterações ocasionadas pelo método de colheita.

Uma das principais pesquisas realizadas quanto ao balanço de minerais diz respeito à determinação do potencial poluente dos dejetos na suinocultura.

Atualmente, conhecimentos no campo da nutrição têm sido desenvolvidos para reduzir a emissão de minerais nos dejetos suínos e, entre esses conhecimentos necessários, temos a inter-relação probiótico-nutrição animal. Assim, a inclusão de probióticos (microrganismos que estabilizam a flora intestinal), às dietas, parece ter efeito positivo sobre: a digestibilidade dos componentes dietéticos; a manutenção da homeostasia fisiológica frente aos fatores estressores; o aumento da absorção dos minerais pelos suínos e a melhora no aproveitamento dos minerais absorvidos; reduzindo, assim, o impacto ambiental da atividade (Scheuermann, 1993; Gombo et al., 1995; Kornegay e Risley, 1996; Jin et al., 1997; Menten, 2001).

Portanto, os objetivos do presente estudo foram comparar a composição das fezes de suínos obtidos por dois métodos de colheita, mediante à quantificação dos teores de matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra em detergente neutro (FDN) e determinar o consumo de ração e o balanço de macro e microminerais: cálcio (Ca), fósforo (P), nitrogênio (N), sódio (Na), potássio (K), enxofre (S), cromo (Cr), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), em rações com e sem probiótico para suínos em crescimento.

Material e métodos

Ensaio 1: métodos de colheita de fezes em ensaio de metabolismo

O ensaio de campo e as análises laboratoriais foram realizados na Unidade de Digestibilidade do Setor de Suinocultura e no Laboratório de Nutrição Animal, respectivamente, ambos do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo.

O galpão, construído em alvenaria, continha oito gaiolas para estudos de metabolismo, semelhantes às descritas por Pekas (1968). Foram utilizados oito suínos machos castrados da mesma genética (Duroc x Landrace/Large White), com $24,0 \pm 0,7$ kg de peso corporal médio. Os animais permaneceram em experimentação por 12 dias, sendo os sete primeiros para adaptação às gaiolas e ração e os cinco restantes para a colheita de fezes. Para determinar o início (8º dia) e o final (12º dia) do período de colheita, foi adicionado à ração 1% de óxido férrico (Fe_2O_3) como marcador fecal.

Dois métodos de colheita de fezes foram avaliados em cada animal simultaneamente, sendo:

M_R – Colheita de fezes do reto;

M_C – Colheita de fezes da caixa coletora da gaiola para estudos de metabolismo.

No método M_R , as colheitas foram efetuadas diariamente, em três horários (8h:00min., 11h:00min. e 17h:00min.), mediante estimulação anal, e no método M_C as colheitas foram feitas seguindo os procedimentos padronizados do ensaio de digestibilidade, com intervalo de 24 horas para cada colheita.

Os oito animais receberam a mesma ração (Tabela 1), formulada de modo a atender às exigências nutricionais mínimas dos animais, indicadas pelo NRC (1998).

Tabela 1. Composição percentual e níveis nutricionais da dieta experimental.

Table 1. Percentual composition and nutritional levels of experimental diet.

Ingredientes	%
<i>Ingredients</i>	
Milho	77,64
<i>Corn</i>	
Farelo de soja	19,34
<i>Soybean meal</i>	
Óleo de soja	0,93
<i>Soybean oil</i>	
Fosfato bicálcico	0,72
<i>Dicalcium phosphate</i>	
Calcário calcítico	0,86
<i>Limestone</i>	
Sal comum	0,15
<i>Common salt</i>	
Suplemento min. e vit.*	0,10
<i>Min. and vit. supplement*</i>	
L-Lisina. HCl, 78,4 %	0,25
<i>L-Lysine, 78.4 %</i>	
Antioxidante, BHT	0,01
<i>Antioxidant, HBT</i>	
Total, kg	100,00
<i>Total, kg</i>	
Valores calculados**	
<i>Calculated values</i>	
Energia met., kcal kg ⁻¹	3,265
<i>Met. Energy, kcal.kg⁻¹</i>	
Proteína bruta, %	15,74
<i>Crude protein, %</i>	
Lisina, %	0,95
<i>Lysine, %</i>	
Metionina + Cistina, %	0,55
<i>Methionine + Cystine, %</i>	
Treonina, %	0,60
<i>Threonine, %</i>	
Triptofano, %	0,18
<i>Tryptophan, %</i>	
Cálcio, %	0,60
<i>Calcium, %</i>	
Fósforo disponível, %	0,23
<i>Available phosphorus, %</i>	
Sódio, %	0,10
<i>Sodium, %</i>	

*O suplemento mineral e vitamínico utilizado não continha qualquer tipo de promotor de crescimento ou antibiótico. Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A – 4,000 U.I.; Vit. D₃ – 220 U.I.; Vit. E – 22 mg; Vit. K – 0,5 mg; Vit. B₂ – 3,75 mg; Vit. B₁₂ – 20 mcg; Pantotenato de cálcio – 12 mg; Niacina – 20 mg; Colina – 60 mg; Iodo – 140 µg; Selênio – 300 µg; Manganês – 10 mg; Zinco – 100 mg; Cobre – 10 mg e Ferro – 99 mg.

**Rostagno et al. (2000).

*The mineral and vitamin supplement used did not have any kind of growth promoter or antibiotic. Guarantee levels per kg of ration: Vit. A – 4,000 U.I.; Vit. D₃ – 220 U.I.; Vit. E – 22 mg; Vit. K – 0,5 mg; Vit. B₂ – 3,75 mg; Vit. B₁₂ – 20 mcg; Calcium pantothenate – 12 mg; Niacin – 20 mg; Choline – 60 mg; Iodine – 140 µg; Selenium – 300 µg; Manganese – 10 mg; Zinc – 100 mg; Copper – 10 mg and Iron – 99 mg. **Rostagno et al. (2000).

A composição nutricional dos ingredientes das rações foi baseada nos valores propostos por Rostagno *et al.* (2000). A ração foi fornecida duas vezes ao dia, às 8h:00min. e 18h:00min., sendo quantidade determinada em função do consumo médio dos animais, observado durante o período de adaptação (3% do peso vivo do animal). A ração foi fornecida úmida (60% ração + 40% água) e a água à razão de 3 mL g⁻¹ de ração seca consumida.

As fezes colhidas, em ambos os métodos, foram pesadas, congeladas e armazenadas para posterior análise laboratorial. Por ocasião das análises laboratoriais, as fezes foram descongeladas, pré-secas e moídas com moinho de faca (peneira com malha de 1 mm) e de bola e, então, determinadas a MS, PB, EE, FDN, MM (Silva e Queiroz, 2002) e EB por meio de Bomba calorimétrica do tipo Parr.

A análise estatística foi realizada mediante o teste de hipótese para duas médias pareadas (média 1 – média 2 = 0) e para duas variâncias (variância 1/variância 2 = 1) com 5% de probabilidade (SAS, 1998). Cada amostra foi analisada com quatro réplicas. As duas médias e variâncias corresponderam aos dois métodos de colheita de fezes avaliadas em cada animal.

Ensaio 2: balanço de minerais para suínos em crescimento alimentados com dietas suplementadas ou não com probiótico

O ensaio foi conduzido na Unidade de Digestibilidade do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia, e as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Química do Departamento de Tecnologia, ambos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo. O galpão, construído em alvenaria, continha oito gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968). A ração foi a mesma utilizada no Ensaio 1 e é apresentada na Tabela 1.

O probiótico testado foi o Bacsol-vt[®] constituído pelas seguintes espécies de bactérias e fungo: *Bacillus subtilis*, *B. natto*, *B. megaterium*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. casei*, *Streptococcus lactis*, *S. faecalis*, *S. termophilus* e *Saccharomyces cerevisiae*.

Foram testados dois tratamentos:

T₁ – ração basal;

T₂ – ração basal + 200 ppm de probiótico.

Na Tabela 2, são apresentadas as concentrações de macro e microminerais nas dietas experimentais.

O ensaio foi realizado no mês de agosto, quando as temperaturas e umidade relativas médias, no interior do galpão, foram 21,6°C e 59,86%, respectivamente. Antes de iniciar o ensaio, os 20 suínos machos castrados de mesma genética (Duroc x Landrace/Large White) foram mantidos por 30 dias em duas baias, sendo que dez animais receberam T₁ e dez receberam o T₂, com a finalidade de dar tempo hábil para a colonização do trato digestório pelos microrganismos do probiótico.

Após os 30 dias de adaptação, de cada baia, foram escolhidos quatro animais homogêneos quanto ao peso (23,0 ± 0,7 kg de peso corporal), os quais foram transferidos para as gaiolas para estudos de metabolismo, sendo mantidos os tratamentos iniciais.

Os animais foram mantidos durante doze dias nas gaiolas, sendo os sete primeiros para adaptação e os outros cinco dias para a colheita de fezes e urina. A quantidade de ração fornecida, diariamente, durante o período de colheita, foi baseada no consumo médio observado durante o período de adaptação.

O manejo alimentar foi similar ao primeiro ensaio citado. Foi utilizado o método da colheita total de fezes e urina, e para determinar o início e o final da colheita, foi adicionado à ração, 1% de óxido férrico (Fe₂O₃) como marcador fecal.

As colheitas de fezes e urina foram realizadas para duas finalidades. Durante os primeiros dois dias, as fezes foram colhidas da caixa coletora, e a urina foi colhida, em baldes plásticos colocados sob o funil coletor da gaiola. As colheitas foram realizadas diariamente às 8h30min, sendo, em seguida, pesadas, mensuradas e desprezadas. Estas amostras serviram para determinar a quantidade de fezes e urina produzidas diariamente de cada animal.

Tabela 2. Concentração de macro e microminerais nas dietas experimentais¹.

Table 2. Macro and micro mineral concentration in experimental diets¹.

Tratamentos Treatments	Ca %	P %	Na %	K %	S %	N %	Cr mg kg ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹
T ₁	0,614	0,457	0,160	0,771	0,369	2,67	0,50	79,98	38,29	11,29	71,57
T ₂	0,605	0,458	0,157	0,765	0,375	2,66	0,48	69,19	37,78	13,06	74,50

¹Valores obtidos por meio de análise laboratorial.

¹Analyzed values.

Nos três últimos dias da fase de colheita, além de efetuar a colheita de fezes da caixa coletora para sua quantificação, amostras de fezes também foram colhidas diretamente do reto dos animais, às 8h:00min., 11h:00min. e 17h:00min., as quais foram pesadas e, posteriormente, enviadas ao laboratório para as análises de macro e microminerais. Estas amostras, colhidas diretamente do reto, tiveram a finalidade de evitar qualquer contaminação e foram efetuadas nos três últimos dias do período, pois já não restariam vestígios do marcador fecal.

No caso da urina, também foi colhida nos três últimos dias da fase de colheita, a cada 12 horas, em um balde contendo 20 mL de HCl 12N (diluído na proporção 1:1), para evitar perdas de nitrogênio e proliferação de bactérias. Sobre o funil coletor de urina, foram colocadas lãs de vidro, que foram trocadas diariamente, para a retenção de impurezas, tais como resíduos fecais e cerdas dos animais.

O volume de urina coletado a cada 12 horas foi homogeneizado, e uma alíquota de 200 mL foi armazenada em garrafas plásticas, identificadas e mantidas em refrigeração até o final do período de colheita. Após o período de colheita, a urina armazenada foi colocada em freezer até a realização das análises laboratoriais.

As amostras de fezes, urina, rações e água de bebida foram submetidas à digestão e à análise pelo método Kjeldahl para determinação do nitrogênio e pela digestão nitroperclórica para solubilização dos demais minerais, sendo realizadas análises de fósforo pelo método colorimétrico, de enxofre pelo método de turbimetria e demais minerais pelo método de absorção atômica de chama, segundo Bataglia (1983). Foram calculadas as percentagens de mineral absorvido (%ABS), retido (%RET) e retido do que foi absorvido (%REAB), segundo Adeola (2001), conforme indicado nas seguintes expressões:

$$\%ABS = (\text{quantidade de mineral absorvido} / \text{quantidade de mineral consumido}) \times 100$$

$$\%RET = (\text{quantidade de mineral retido} / \text{quantidade de mineral consumido}) \times 100$$

$$\%REAB = (\text{quantidade de mineral retido} / \text{quantidade de mineral absorvido}) \times 100$$

em que:

Quantidade de mineral absorvido = quantidade de mineral consumido – quantidade de mineral excretado nas fezes;

Quantidade de mineral retido = quantidade de mineral absorvido – quantidade de mineral excretado

na urina.

Para o cálculo da quantidade de mineral excretado nas fezes, foi considerado o teor dos minerais presentes nas amostras analisadas e multiplicado pela quantidade total de fezes colhidas durante os cinco dias.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados para controlar as diferenças iniciais de peso, com dois tratamentos e quatro repetições por tratamento. A análise de variância foi realizada por meio de programa estatístico (SAS, 1998). O modelo matemático adotado foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij},$$

em que:

Y_{ij} = valor observado na unidade experimental que recebeu o tratamento i no bloco j ;

μ = média;

t_i = efeito do tratamento i ($i = 1, 2$);

b_j = efeito do bloco j ($j = 1, 2, 3$ e 4);

e_{ij} = erro aleatório da unidade experimental ij .

Resultados e discussão

Ensaio 1: métodos de colheita de fezes em ensaio de metabolismo

As pressuposições básicas para os testes de hipóteses foram atendidas, os erros apresentaram distribuição normal e não foram detectados dados discrepantes. Os teores de MS, EB, PB, EE, MM e FDN nas fezes dos suínos, colhidas do reto e da caixa coletora das gaiolas para estudos de metabolismo, são apresentados na Tabela 3.

Observou-se que os teores das variáveis avaliadas nas fezes foram similares ($p > 0,05$) nos dois métodos de colheita, com exceção da MS, que foi maior ($p < 0,05$) nas fezes colhidas da caixa coletora do que naquelas colhidas do reto.

O baixo teor de umidade nas fezes colhidas da caixa coletora da gaiola, para estudos de metabolismo, foram por causa dessas terem sido recolhidas em intervalos de 24 horas, podendo ter perdido água por evaporação. Para as demais variáveis, não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre os dois métodos de colheita.

Portanto, os dois métodos de colheita de fezes poderiam ser realizados simultaneamente em ensaios de metabolismo, sendo executadas as análises laboratoriais nas fezes colhidas do reto, por estar menos expostas aos contaminantes inerentes à caixa, como poeira ambiental, pêlos, pele, entre outros, e as fezes colhidas da caixa coletora da gaiola, para a quantificação da produção total de fezes.

Tabela 3. Médias¹ e erros-padrão, da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra em detergente neutro (FDN) das fezes colhidas do reto e da caixa coletora.

Table 3. Means¹ and standard errors of them means for dry matter (DM), crude protein (CP), gross energy (GE), ethereal extract (EE), mineral matter (MM) and neutral detergent fiber (NDF) of the feces collected from the rectum and from the collection box.

Método Method	MS DM	PB CP	EB GE	EE EE	MM MM	FDN DNF
M _R	34,5±0,9 ^b	16,7±0,5	4995±39	14,1±1,3	12,2±0,4	32,3±1,0
M _C	36,2±0,6 ^a	16,6±0,5	4993±55	15,1±0,8	12,6±0,4	30,8±0,6
Teste ² Test ²	p < 0,027	p = 0,798	p = 0,937	p = 0,142	p = 0,197	p = 0,082

¹Valores com base em 100% de matéria seca; ²Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste F, 5%; ³Teste de Hipótese para duas médias pareadas (média 1 – média 2 = 0), 5%.

¹Values based on 100% dry matter; ²Means followed by the same letter in the same column did not differ between them, F-test, 5%; ³Hypothesis test for two paired means (mean 1 – mean 2 = 0), 5%.

Na Tabela 4, são apresentadas as variâncias ocorridas para cada uma das variáveis avaliadas em ambos os métodos estudados. A variância dos teores de MS, PB, EB, EE, MM e FDN nas fezes colhidas do reto e da caixa coletora foram similares (p > 0,05). A partir desses resultados, infere-se que os dois métodos de colheita de fezes são adequados para a determinação da composição fecal em ensaios de digestibilidade e metabolismo. A fim de diminuir a contaminação em estudos de biodisponibilidade de minerais por causa dos possíveis contaminantes (pêlos, ração e manipulação das fezes na caixa coletora), recomenda-se a colheita das fezes diretamente do reto, reduzindo, assim, a superestimação de minerais.

Tabela 4. Médias das variâncias da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra em detergente neutro (FDN) das fezes colhidas do reto e da caixa coletora.

Table 4. Means of variances of dry matter (DM), crude protein (CP), gross energy (GE), ethereal extract (EE), mineral matter (MM) and neutral detergent fiber (NDF) of the feces collected from the rectum and from the collection box.

Método Method	MS DM	PB CP	EB GE	EE EE	MM MM	FDN DNF
M _R	2,94	2,32	24298,7	5,46	1,26	3,04
M _C	5,84	1,98	12344,2	12,47	1,03	7,32
Teste ¹ Test ¹	p = 0,39	p = 0,84	p = 0,39	p = 0,30	p = 0,80	p = 0,27

¹Teste de Hipótese para as duas variâncias (variância 1 / variância 2 = 1), t (5%).

¹Hypothesis test for two variances (variance 1 / variance 2 = 1), t (5%).

Ensaio 2: balanço de minerais para suínos em crescimento alimentados com dietas suplementadas ou não com probiótico

As pressuposições para as análises de variâncias do balanço de minerais foram atendidas, os erros apresentaram distribuição normal e não foram detectados dados discrepantes.

As %ABS e %RET de minerais representam a eficiência dos processos de digestão e absorção no trato gastrointestinal do animal, que podem ser afetados benéficamente pela presença dos microrganismos do probiótico. Este efeito nutricional dos probióticos estaria relacionado ao fato de que a prevalência dos microrganismos probióticos dificultaria a fixação de

patógenos no intestino, por exclusão competitiva e/ou antagonismo direto. Desta maneira, haveria menor produção de amônia, toxinas e aminas pelos patógenos, contribuindo para a manutenção da integridade do epitélio intestinal. Concomitantemente, os microrganismos probióticos evitariam que patógenos utilizassem aminoácidos, minerais e carboidratos, competindo com o hospedeiro por nutrientes (Guillot, 2000). A partir destes pontos, os probióticos afetariam positivamente os processos de digestão e absorção de nutrientes. Além dos mecanismos citados, os probióticos teriam a capacidade de produzir enzimas, vitaminas e de desconjugar sais biliares, para facilitar a digestão dos alimentos (Gilliland, 1988).

Contudo, no presente trabalho, os possíveis efeitos nutricionais dos probióticos não foram observados. Os valores de %ABS e %RET dos minerais Ca, P, N, Na, K e S (Tabela 5) e Cr, Fe, Mn e Zn (Tabela 6) indicaram que não houve diferença (p > 0,05) no aproveitamento e absorção destes minerais entre os animais que consumiram as diferentes rações experimentais.

Tabela 5. Médias¹ das percentagens de macrominerais absorvidos (%ABS), retidos (%RET) e retidos dos que foram absorvidos (%REAB), para suínos em crescimento alimentados com dietas suplementadas ou não com probiótico.

Table 5. Mean¹ percentages of absorbed macro minerals (%ABS), retained (%RET) and retained from the absorbed (%REAB), for growing pigs fed with diets supplemented or not with probiotic.

	%ABS	%RET	%REAB
Cálcio <i>Calcium</i>			
Com probiótico <i>With probiotic</i>	58,63 ± 15,5	56,43 ± 15,0	96,19 ± 1,9
Sem probiótico <i>Without probiotic</i>	61,52 ± 3,0	57,87 ± 13,2	93,84 ± 5,0
Fósforo <i>Phosphorus</i>			
Com probiótico <i>With probiotic</i>	91,60 ± 2,9	90,34 ± 3,2	98,61 ± 0,4
Sem probiótico <i>Without probiotic</i>	92,32 ± 1,3	90,59 ± 1,9	98,03 ± 0,8
Nitrogênio <i>Nitrogen</i>			
Com probiótico <i>With probiotic</i>	85,26 ± 4,1	62,21 ± 8,9	72,74 ± 7,1
Sem probiótico <i>Without probiotic</i>	83,88 ± 4,0	54,91 ± 7,5	65,29 ± 6,7
Sódio <i>Sodium</i>			
Com probiótico <i>With probiotic</i>	91,72 ± 1,7	75,58 ± 8,8	82,29 ± 8,1
Sem probiótico <i>Without probiotic</i>	91,92 ± 2,9	74,22 ± 7,2	80,62 ± 5,5
Potássio <i>Potassium</i>			
Com probiótico <i>With probiotic</i>	76,78 ± 6,2	8,72 ± 4,3	11,29 ± 5,5
Sem probiótico <i>Without probiotic</i>	75,47 ± 2,8	11,28 ± 3,7	15,00 ± 5,2
Enxofre <i>Sulphur</i>			
Com probiótico <i>With probiotic</i>	73,24 ± 6,4	43,61 ± 7,8	59,29 ± 6,8
Sem probiótico <i>Without probiotic</i>	79,28 ± 9,4	42,87 ± 9,4	53,66 ± 6,6

¹Média ± erro-padrão da média.

¹Mean ± average standard error.

Tabela 6. Médias¹ das percentagens de microminerais absorvidos (%ABS), retidos (%RET) e retidos dos que foram absorvidos (%REAB), para suínos em crescimento alimentados com dietas suplementadas ou não com probiótico.

Table 6. Mean¹ percentages of absorbed micro minerals (%ABS), retained (%RET) and retained of the absorbed (%REAB), for growing pigs fed diets supplemented or not with probiotic.

	%ABS	%RET	%REAB
Cromo <i>Chromium</i>			
Com probiótico <i>With probiotic</i>	50,57 ± 9,6	50,57 ± 9,6	
Sem probiótico <i>Without probiotic</i>	52,80 ± 7,0	52,80 ± 7,0	
Ferro <i>Iron</i>			
Com probiótico <i>With probiotic</i>	27,85 ± 6,4	14,05 ± 5,3	50,4 ± 5,7
Sem probiótico <i>Without probiotic</i>	29,41 ± 3,5	14,21 ± 4,0	48,3 ± 3,8
Manganês <i>Manganese</i>			
Com probiótico <i>With probiotic</i>	86,61 ± 4,6	86,61 ± 4,6	
Sem probiótico <i>Without probiotic</i>	88,04 ± 1,6	88,04 ± 1,6	
Zinco <i>Zinc</i>			
Com probiótico <i>With probiotic</i>	17,04 ± 12,0	16,62 ± 12,1	97,50 ± 8,5
Sem probiótico <i>Without probiotic</i>	16,06 ± 11,4	15,64 ± 11,4	97,38 ± 12,3

¹Média ± erro-padrão da média

¹Mean ± average standard error.

Huaynate et al. (2006) também não observaram diferenças nas excreções de macro e microminerais de animais alimentados com diferentes níveis (0, 100, 200 e 300 ppm) de probióticos, com exceção do cálcio. Estes autores afirmaram que a menor excreção do cálcio pelos animais alimentados com 300 ppm de probiótico foi por causa do melhor equilíbrio na microbiota intestinal.

De maneira semelhante, Utiyama (2004) não verificou diferenças nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, da energia e do nitrogênio de dietas com ou sem probiótico, consumidas por leitões na fase inicial. Vassalo et al. (1997) também não verificaram diferenças na digestibilidade do nitrogênio de dietas suplementadas ou não com probióticos por leitões na fase inicial.

A ausência de resultados positivos pelo uso de probióticos, neste trabalho, pode estar relacionada ao baixo desafio sanitário ao qual os animais foram submetidos. Parte da ação dos probióticos em melhorar a digestibilidade e absorção dos nutrientes ocorreria, possivelmente, pela exclusão competitiva ou pelo antagonismo a microrganismos patogênicos, para evitar que tais microrganismos pudessem causar prejuízos à mucosa intestinal e aos processos digestivos e absorptivos. Assim, em condições de baixo desafio sanitário, o número de microrganismos nocivos a ser combatido ou passíveis de causar diminuição no aproveitamento

nutricional da dieta é reduzido, minimizando possíveis efeitos dos probióticos. Cabe ressaltar que o experimento em questão foi realizado em gaiolas de estudos metabólicos, nas quais os animais foram alojados individualmente e que eram limpas diariamente.

Underwood e Suttle (1999) mencionaram que a concentração mineral nas fezes foi proporcional à concentração nas dietas. Schneider et al. (1985), Bronner (1987) e Crenshaw (2001) afirmaram que a absorção do cálcio é controlada hormonalmente, e Baker (2001) concluiu que o cálcio é absorvido eficientemente quando há baixo consumo. Patience (1993) mencionou que diversos hormônios trabalham em concordância para controlar as excreções do sódio, com a finalidade de manter a homeostasia deste mineral no organismo animal. Assim, a manutenção dos teores dos minerais, no organismo animal, pode ser controlada por hormônios, sendo que quando há deficiente ingestão, o organismo animal age positivamente para melhorar as eficiências de absorção e retenção dos minerais. Entretanto, quando há excessiva ingestão de minerais, o organismo animal piora sua absorção e retenção. Isto foi observado por Baker (2001), o qual concluiu que a eficiência de absorção de Fe é maior quando este é deficiente nas rações, comparado com adequadas ingestões.

Visto que a ação probiótica gera maior produção de ácidos orgânicos, dentre eles os ácidos cítrico, láctico e fórmico, e que essa acidificação poderia disponibilizar o fósforo complexado ao ácido fítico, seria esperada assim maior retenção de fósforo (Baker, 2001). Entretanto, com a suplementação com fontes de fósforo de alta disponibilidade, como o fosfato bicálcico, nas dietas, ou mesmo a acidificação insuficiente para a disponibilização do fósforo fítico, não foi possível observar melhora na retenção deste mineral.

Além do fósforo, o manganês e o zinco, quando complexados ao fitato, seriam outros minerais cujas absorções poderiam ser beneficiadas com a adição de probióticos (Baker, 2001).

Para o caso do potássio, foi verificado que as rações de suínos, baseadas em milho e farelo de soja, fornecem aproximadamente o dobro do que é exigido pelo animal, e a disponibilidade do potássio é, aproximadamente, 95% (Patience e Zijlstra, 2001). Portanto, a excessiva quantidade de potássio disponível nas rações (Tabela 2) pode comprometer negativamente a eficiência da absorção deste mineral, conforme se observa na baixa %REAB para ambos os tratamentos.

A %REAB de minerais representa a eficiência da

utilização dos minerais absorvidos. Indica, assim, quanto do mineral absorvido está sendo retido pelo animal. Os resultados deste estudo indicaram que não houve diferença na disponibilidade dos minerais quando os animais foram alimentados com ração que continha probiótico em comparação àqueles recebendo ração sem probiótico (Tabela 5).

Conclusão

Colheitas de fezes diretamente do reto dos suínos, junto com a colheita na caixa coletora da gaiola, podem ser utilizadas em estudos de balanço de minerais, visando à menor contaminação.

A inclusão de 200 ppm de probiótico, em dietas para suínos em crescimento, não aumenta a disponibilidade dos minerais, não promovendo melhora na absorção ou retenção dos macro e microminerais avaliados.

Referências

- ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. (Ed.). *Swine nutrition*. Boca Raton: CRC Press, 2001. chap. 40, p. 903-916.
- BAKER, D.H. Bioavailability of minerals and vitamins in swine nutrition. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. (Ed.). *Swine nutrition*. Boca Raton: CRC Press, 2001. chap. 16, p. 357-379.
- BATAGLIA, O.G. *Métodos de análises químicas de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983.
- BRONNER, F. Intestinal calcium absorption: mechanisms and applications. *J. Nutr.*, Bethesda, v. 117, p. 1347-1352, 1987.
- CASE, C.L.; CARLSON, M.S. Effect of feeding organic and inorganic sources of additional zinc on growth performance and zinc balance in nursery pigs. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 80, p. 1917-1924, 2002.
- CRENSHAW, T.D. Calcium, phosphorus, vitamin D and vitamin K in swine nutrition. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. (Ed.). *Swine nutrition*. Boca Raton: CRC Press, 2001. chap. 10, p. 187-212.
- GILLIAND, S.E. Probiotics: fact or fancy? In: INTERNATIONAL BIOTECHNOLOGY SYMPOSIUM, 1988, Paris. *Anais...* Paris: Société Française de Microbiologie, 1988. v. 2, p. 923-933.
- GUILLOT, J.F. The pros and cons of probiotics – make probiotics work for poultry. *Feed Mix*, Doetinchem, v. 23, n. 8, p. 28-30, 2000.
- GOMBO, S. *et al.* Effects of probiotics and yeast culture on the performance of pigs and dairy cows. *Krmiva*, Zagreb, v. 37, p. 13, 1995.
- HUAYNATE, R.A.R. *et al.* Effect of adding macro and micro minerals in pig feces fed diets with different levels of probiotic. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, Curitiba, v. 49, n. 3, p. 385-392, 2006.
- JIN, L.Z. *et al.* Probiotics in poultry: modes of action. *World Poultry Sci. J.*, The Netherlands, v. 53, p. 351-368, 1997.
- KORNEGAY, E.T.; RISLEY, C.R. Nutrient digestibilities of a corn-soybean meal diet as influenced by *Bacillus* products fed to finishing swine. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 74, p. 799-805, 1996.
- MENTEN, J.F.M. Aditivos alternativos em nutrição de aves: probióticos e prebióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001. p. 141-157.
- NRC-National Research Council. *Nutrient requirements of swine*. 10th ed. Washington, D.C.: National Academic Science, 1998.
- PATIENCE, J.F. The physiological basis of electrolytes in animal nutrition. In: COLE, D.G. A.; HARESIGN, W.; GARNSWORTHY, P.C. (Ed.). *Recent developments in pig nutrition*. Loughborough: Nottingham University Press, 1993. p. 225.
- PATIENCE, J.F.; ZIJLSTRA, R.T. Sodium, potassium, chloride, magnesium and sulfur in swine nutrition. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. (Ed.). *Swine nutrition*. Boca Raton: CRC Press, 2001. chap. 11, p. 903-916.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 27, n. 5, p. 1303-1309, 1968.
- ROSTAGNO, H.S. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos*. Viçosa: UFV, 2000.
- SCHUEERMANN, S.E. Effect of de probiotic Paciflor (CIP 5832) on energy and protein metabolism in growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 41, p. 181-189, 1993.
- SCHNEIDER, K.M. *et al.* Short-term study of calcium of phosphorus absorption in sheep fed on diets high and low in calcium and phosphorus. *Australian J. Agr. Res.*, Collingwood, v. 36, p. 91-105, 1985.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SAS-Statistical Analysis System Institute. *SAS user's guide: statistics*. Cary. SAS Inst., 1998.
- UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. *The mineral nutrition of livestock*. Wallingford Oxon: Cabi Publishing, 1999.
- UTIYAMA, R.A. *Utilização de agentes antimicrobianos, probióticos, prebióticos e extratos vegetais como promotores do crescimento de leitões recém-desmamados*. 2004. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- VASSALO, M. *et al.* Probióticos para leitões dos 10 aos 30 kg de peso vivo. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 131-138, 1997.

Received on June 07, 2006.

Accepted on October 26, 2007.