

Acidificação da dieta e a digestibilidade de nutrientes em leitões

Effect of the dietary acidification on the digestibility of nutrients in piglets

Joseane Crystina Costa Rego^[a], Rosana Adriane Skorei Ferreira^[b], Carolina Fernandes Brito^[c], Gabriela Bettega Moressi^[d], Antonio João Scandolera^[e], Marson Bruck Warpechowski^[f]

^[a] Zootecnista, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR - Brasil. e-mail: joseane@zootecnista.com.br

^[b] Zootecnista, mestre em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: rosana.skorei@gmail.com

^[c] Zootecnista pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: krolcap@hotmail.com

^[d] Médica-veterinária, Curitiba, PR - Brasil, e-mail: gabibettega@gmail.com

^[e] Professor adjunto do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR- Brasil, e-mail: ajscandolera@ufpr.br

^[f] Professor adjunto do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR- Brasil, e-mail: marson@ufpr.br

Resumo

A capacidade de digestão dos ingredientes de dietas predominantemente vegetais pode ser restrita na fase de desmame de leitões. Os acidificantes são aditivos usados nessa fase, com possível efeito sobre a digestibilidade das frações nutricionais. O presente estudo objetivou avaliar a digestibilidade aparente total de nutrientes de dietas com níveis crescentes de acidificante, em leitões na fase de creche. Para isso, foram avaliadas 18 leitões com 28 ± 2 dias de idade e $12,3 \pm 1,6$ kg de peso vivo, alojadas individualmente em gaiolas metabólicas, e distribuídas em tratamentos com 0, 1 e 2 kg de acidificante (3% de ácido cítrico, 9% de ácido fumárico e 50% de ácido fosfórico) por tonelada da dieta, com seis repetições por tratamento. A dieta basal era composta por milho pré-cozido e soja integral desativada, calcário, fosfato bicálcico, cloreto de colina, cloreto de sódio, suplementos vitamínico e mineral e os três primeiros aminoácidos limitantes. A análise de variância dos resultados não demonstrou alteração significativa da digestibilidade dos nutrientes com a adição do acidificante ($p > 0,05$), exceto para a fibra em detergente ácido, que foi maior com a adição de 1 kg do que com 2 kg do acidificante ($p < 0,05$), embora sem diferença em relação à dieta controle ($p > 0,05$). Conclui-se que para a dieta e a fase avaliadas, não houve alteração na digestibilidade com a adição de até 2 kg/t do acidificante testado, exceto para a fração fibrosa, melhor digerida com a adição de 1 kg/t do acidificante.

Palavras-chave: Ácidos orgânicos. Fibra. Pós-desmame. Suínos.



Abstract

Feed digestion capacity of ingredients from vegetable sources is usually low in weaned piglets. Acidifiers are additives frequently used in this phase, which may affect the digestibility of nutritional fractions. The aim of the present study was to evaluate the digestibility of diets containing increasing levels of acidifiers fed to nursery piglets. Eighteen gilts (age, 28 ± 2 days; weight, 12.3 ± 1.6 kg), were housed individually in metabolic cages, and distributed in three dietary regimens with respective addition of 0, 1 and 2 kg/t of acidifiers (3% citric acid, 9% of fumaric acid and 50% phosphoric acid). Six replicates per treatment were used in this experiment. The basal diet was formulated with precooked corn and precooked integral soybean, limestone, dicalcium phosphate, choline chloride, sodium chloride, mineral and vitamin supplement, and the three first limiting amino acids. Results showed that nutrient digestibility was not altered by the addition of acidifiers ($p > 0.05$), except for the acid detergent fiber, which was higher when the diet was added with 1 kg than 2 kg of acidifier per ton of feed ($p < 0.05$). However, this fraction was not different when compared to the control diet ($p > 0.05$). Therefore, it can be concluded that there is no alteration on feed digestibility with the addition of up to 2 kg/t of the acidifier tested in pigs during the nursery phase. However, the fiber fraction is better digested with the addition of 1 kg/t of acidifier.

Keywords: *Organic acids. Fiber. Post-weaning. Swine.*

Introdução

As glândulas gástricas de leitões recém-nascidos apresentam baixa atividade proteolítica da mucosa ao nascimento e nas duas primeiras semanas de vida. Essa situação é adequada, pois de outro modo os anticorpos do colostro poderiam ser expostos à digestão antes de serem absorvidos pelo intestino. Os níveis de pepsina no estômago indicam que, após duas semanas de vida, sua atividade aumenta. Coincidindo com o aumento na liberação da pepsina, há um aumento na produção de ácido clorídrico (HCl) pelas células parietais (SWENSON; REECE, 1996). A estimulação da atividade enzimática coincide com a mudança de uma dieta líquida, altamente digestível, com baixo conteúdo de matéria seca, rica em gordura e lactose para uma dieta seca, menos palatável, composta em sua maioria por carboidratos e proteínas de origem vegetal e disponível à vontade (HANSEN et al., 1993).

Fisiologicamente, esses animais não estão preparados para se alimentar com dietas à base de vegetais, em virtude, principalmente, da limitada produção de HCl no estômago (GABERT et al., 1995). A secreção desse ácido é baixa após o nascimento (CRANWELL; NOAKES; HILL, 1976) e, assim como a secreção de enzimas digestivas, sofre mudanças do nascimento até a terceira semana de idade e desmame (EFIRD; ARMSTRONG; HERMAN et al., 1982).

O pH baixo do conteúdo estomacal, além de ser importante na atividade da pepsina, estimula a

secreção e a atividade enzimática pancreática e intestinal, levando a uma maior digestão e absorção de nutrientes (HARPER, 1968). Em estudos com humanos e cães (MEYER; KELLY, 1976), foi verificado que os produtos finais da digestão por pepsina (peptídeos e aminoácidos) estimulam a secreção de suco pancreático. Isso pode ser uma das razões para a baixa secreção de enzimas em leitões recém-desmamados (EFIRD; ARMSTRONG; HERMAN et al., 1982). Por outro lado, a digestibilidade da dieta e, conseqüentemente, o desempenho dos leitões podem estar diretamente relacionados com o grau de liberação dessas enzimas no intestino e com as condições que ali existem (LINDEMANN et al., 1986).

A adição de acidificantes (ácidos orgânicos ou inorgânicos) em dietas para leitões vem sendo estudada com a finalidade de redução do pH do trato digestório e, por possuírem efeitos antibacterianos, especialmente contra bactérias gram-negativas (SILVA JR., 2009), melhorando a digestão (BELLAYER, 2000), o que pode resultar na melhoria de desempenho dos animais. A melhora na digestibilidade dos nutrientes da dieta de suínos com a adição de 2% de ácido fumárico também já foi relatada por Blank et al. (1999), assim como a melhora no desempenho relatada por Braz et al. (2011), utilizando misturas de acidificantes (propiónico, acético, fórmico, fosfórico, cítrico e benzoico). Contudo, outros estudos mostram que nem sempre os resultados com o uso de acidificantes são satisfatórios. Gabert et al. (1995) não observaram efeito do ácido

fórmico na dieta sobre a digestibilidade de proteína e aminoácidos. Segundo Blank et al. (1999), uma das razões para as controvérsias nos resultados com o uso dos acidificantes é a não consideração da capacidade tamponante da dieta.

O objetivo deste estudo foi verificar se a adição de níveis crescentes de acidificantes na dieta melhorou a digestibilidade de nutrientes para leitões no período pós-desmame.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, em dezembro de 2007, após aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (protocolo n. 009/2007).

Foram utilizadas 18 leitões com 28 ± 2 dias de idade e $12,316 \pm 1,603$ kg de peso vivo, que não receberam dieta especial antes do desmame. As leitões foram alojadas individualmente em gaiolas metabólicas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, para controle das diferenças iniciais de peso, com três tratamentos: 0, 1 e 2 kg/t de acidificante na dieta, que corresponderam, respectivamente, a 0,0; 0,17 e 0,35 mEq de H⁺/kg da dieta. Foram utilizadas seis repetições (leitões) por tratamento, totalizando 18 unidades experimentais. O acidificante utilizado continha 3% de ácido cítrico, 9% de ácido fumárico e 50% de ácido fosfórico. A dieta experimental basal continha milho pré-cozido e soja integral desativada (Tabela 1), com energia metabolizável calculada de 3.500 kcal/kg, e foi formulada para atender às necessidades nutricionais dos animais segundo recomendações feitas por Rostagno et al. (2005). O milho pré-cozido e a soja integral desativada, provenientes de fonte comercial, foram obtidos de acordo com o processamento descrito por Bisewski (2009).

Os animais permaneceram nas gaiolas por nove dias e receberam as dietas em duas refeições diárias, com livre acesso à água. Os quatro primeiros dias foram para adaptação e estimativa de consumo diário à vontade e os cinco dias seguintes para colheita total de fezes, utilizadas na determinação da digestibilidade aparente total. Foi utilizado 1% de óxido férrico (Fe₂O₃), para identificar o início e o fim da colheita.

Durante o período de colheita de fezes, a quantidade de dieta fornecida diariamente foi calculada com base no peso metabólico (PM: kg de peso vivo elevado à potência 0,60) de cada animal, e ajustada diariamente, conforme equação (NOBLET; PEREZ, 1993):

$$\text{Alimento diário (kg)} = \frac{550 \text{ kcal} \times [\text{Peso vivo inicial (kg)} + \text{Ganho de peso (kg)}]^{0,6}}{\text{Energia metabolizável calculada da dieta (kcal/kg)}}$$

Tabela 1 - Composição da dieta experimental e níveis nutricionais analisados (na matéria natural)

Ingredientes	%
Milho pré-cozido	39,69
Soja integral desativada 35%	30,78
Açúcar	5,14
Plasma AP920	5,14
Leite pó desnatado	4,63
Soro de leite doce	10,94
Demais ingredientes ¹	3,33
L-treonina 98,5%	0,06
L-Lisina 78%	0,16
DL-Metionina 99%	0,13
Acidificante ²	
Caulim (inerte)	1,03
Nutrientes analisados	%
Matéria seca	91,71
Resíduo mineral	6,02
Matéria orgânica	85,69
Proteína bruta	20,08
Extrato etéreo	10,65
Fibra bruta	2,90
Fibra em detergente ácido	5,39
Ca	0,79
P	0,54

Legenda: ¹ = Calcário, 1,16%; fosfato bicálcico, 0,82%; sal comum, 0,03%; cloreto de colina, 0,07%; BHT, 0,02%; mistura vitamínica, 0,10%; mistura micromineral, 0,10%; ² = Adicionado nas dosagens de 0, 1 e 2 kg/ton, substituindo-se em quantidade proporcional no inerte.

Fonte: Dados da pesquisa.

As sobras de ração foram quantificadas diariamente. As fezes de cada animal foram recolhidas duas

vezes ao dia, armazenadas em um único recipiente e congeladas. Ao final do período experimental, as fezes foram descongeladas, homogeneizadas, e retirada amostra correspondente a 30% do peso total úmido; depois foram secas em estufa com ventilação forçada (60 °C por 72h) e, finalmente moídas para análises posteriores. Nas amostras de ração e fezes, foram analisadas: matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), resíduo mineral (RM) cálcio (Ca), fósforo (P), de acordo com a AOAC (1990); e fibra detergente ácido (FDA) (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991). Tais análises foram utilizadas para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CD), de acordo com a seguinte equação:

$$CD \text{ nutriente} = \frac{(\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado})}{\text{nutriente ingerido}} \times 100$$

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Não houve diferença no consumo de ração com o aumento dos níveis de acidificante ($p > 0,05$). Os resultados de digestibilidade aparente total dos nutrientes encontram-se na Tabela 2. Não houve efeito significativo da adição do acidificante sobre a digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FB, RM, Ca e P ($p > 0,15$).

Os resultados obtidos com o uso de acidificantes sobre a digestibilidade de nutrientes em leitões são bastante controversos, com efeitos positivos ou nulos. Blank et al. (1999), utilizando ácido fumárico em dieta com baixa capacidade tamponante para leitões desmamados aos 14 dias, relataram aumento na digestibilidade da PB, na energia bruta e na maioria dos aminoácidos; nesse estudo, os melhores resultados foram obtidos com a adição de 2%, que equivale a 3,45 mEq de H⁺/kg. Kil et al. (2006) não observaram melhoria na digestibilidade de MS, PB, EE, RM, Ca e P com a adição de ácido acético, fórmico e láctico em dietas para leitões desmamados aos 23 dias.

Segundo Blank et al. (1999), uma das razões para os resultados conflitantes com o uso de acidificantes

pode estar relacionada com a capacidade tampicante da dieta, propriedade físico-química que pode influenciar no efeito dos acidificantes sobre a redução no pH gástrico. Em trabalho recente (BOCKOR, 2009), foi verificado que a capacidade tamponante do milho aumentou após o pré-cozimento a 100 °C por 30 minutos. A presença de diversos ingredientes que, de acordo com o trabalho de Bockor (2009), possuem alta capacidade tamponante sugere que a dieta basal utilizada poderia apresentar capacidade tamponante elevada.

A ausência de efeitos da mistura dos acidificantes na dieta sobre a digestibilidade dos nutrientes pode estar relacionada à idade dos animais. Os animais utilizados foram desmamados aos 28 dias, com início do experimento aos 32 dias; nessa idade, o trato digestório está mais desenvolvido, se comparado com um animal desmamado aos 21 dias. Segundo Blank et al. (1999), o aumento na digestibilidade com a idade pode resultar de um maior desenvolvimento do trato digestório dos leitões. Esses autores apresentaram resultados de digestibilidade fecal e ileal maiores em leitões desmamados aos 14 dias, no período de 24 dias pós-desmame do que no período de 11 dias pós-desmame. Isso sugere que o uso dos acidificantes em dietas com alguma restrição de digestibilidade pode ser mais evidente para leitões nessa fase.

Resultados melhores de ganho de peso diário (GPD) com a adição de 0,5% de ácido fumárico, correspondente a 0,86 mEq de H⁺/kg, comparados à dieta controle, foram relatados por Gomes et al. (2007), para leitões no período de 15 a 30 dias de idade. Esses autores utilizaram também a combinação de ácido fumárico (1,0%) + ácido fórmico (0,5%), totalizando-se 2,80 mEq de H⁺/kg e observaram que os leitões que receberam dietas com a associação dos dois ácidos apresentaram menor consumo e GPD em relação aos que receberam dieta com apenas ácido fumárico. Isso mostra que o desempenho dos animais e a digestibilidade dos nutrientes também dependem da dose e da mistura de ácidos utilizada, que podem interferir no consumo. Sendo assim, a dose e a mistura de acidificantes pode não ser suficiente para acidificar o meio ou pode liberar quantidades excessivas de H.

Por outro lado, a adição de 0,17 mEq de H⁺/kg resultou em maior digestibilidade da FDA que a adição de 0,35 mEq de H⁺/kg ($p < 0,05$), embora

Tabela 2 - Coeficientes de digestibilidade aparente total (%) das frações bromatológicas de dietas com diferentes níveis de acidificantes para leitões

Variáveis	0 kg/ton	1 kg/ton	2 kg/ton	Valor de P	CV(%) ¹
Matéria seca	90,00	90,04	89,41	0,33	0,38
Resíduo mineral	61,96	63,74	62,52	0,68	1,47
Matéria orgânica	91,97	91,89	91,30	0,19	0,40
Proteína bruta	88,90	88,19	87,61	0,28	0,73
Extrato etéreo	89,17	87,85	87,79	0,19	0,89
Fibra bruta	75,71	77,87	74,14	0,16	2,47
Fibra detergente ácido	70,52 ^{ab}	75,29 ^a	69,22 ^b	0,02	4,45
Ca	59,08	67,16	62,54	0,17	6,44
P	63,59	66,01	64,94	0,57	1,87

Legenda: CV = Coeficiente de variação.

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

sem diferenças significativas em relação à dieta controle ($p > 0,05$). A adição de acidificantes pode influenciar a fermentação bacteriana para mais (HARA et al., 1994) ou para menos (PARTANEN; JALAVA, 2005), mas o efeito pode ser dose-dependente, uma vez que a modulação do pH em cada segmento depende não só da quantidade de ácidos orgânicos presentes, mas também da capacidade tamponante do meio (BOCKOR et al., 2007; CALSAMIGLIA et al., 2007; KRAUSE; COMBS; BEAUCHEMIN, 2002). Isso poderia explicar o aumento na digestibilidade de frações da fibra com a dose mais baixa e diminuição com a dose mais alta de acidificantes.

Trabalhos sobre a digestibilidade das frações da fibra em leitões na fase de creche são escassos e esperar-se-ia uma baixa digestibilidade da FDA na faixa etária dos animais estudados. Entretanto, tanto a digestibilidade da FDA quanto da FB foram maiores que 69%, resultado que pode ser considerado alto. Moreira et al. (1994) utilizando milho e soja processados em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade, mostraram que o coeficiente de digestibilidade da FB foi superior para alimentos processados. Esses autores obtiveram valores de digestibilidade da FB de 78,3% para o milho pré-cozido e de 84,4% para a soja extrusada, valores esses ainda mais altos que os obtidos nesse estudo.

Os resultados de digestibilidade fecal dos nutrientes da dieta controle foram superiores aos obtidos por Mendes et al. (2004), que avaliaram o efeito de diferentes processamentos sobre a digestibilidade aparente total dos nutrientes da soja para leitões em crescimento. Esses autores obtiveram menor digestibilidade da MS (74,40%), PB (73,87%), e energia bruta (75,15%) para a soja integral expandida que para outros produtos da soja, incluindo o farelo de soja; esse resultado foi atribuído ao processamento insuficiente. A comparação com os resultados de Mendes et al. (2004) pode indicar que o pré-cozimento da soja no presente trabalho foi mais eficiente para melhorar sua digestibilidade.

Conclusões

A digestibilidade dos nutrientes não foi alterada significativamente com a adição de acidificantes na dieta, com exceção da fibra detergente ácido.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 15. ed. Arlington: AOAC, 1990.

- BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. In: CONGRESSO MERCOSUR DE PRODUCCIÓN PORCINA, 2000, Buenos Aires. **Memória...** Buenos Aires: [s.n]. p. 93-108.
- BISEWISKI, L. **Milho pré-cozido e soja integral desativada na alimentação de leitões recém-desmamados**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BLANK, R. et al. Effect of fumaric acid and dietary buffering capacity on ileal and fecal amino acid digestibilities in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 2974-2984, 1999.
- BOCKOR, L. **Avaliação da capacidade tamponante de alimentos para animais**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BOCKOR, L. et al. Comparação de medidas da capacidade tamponante de matérias-primas e dietas utilizadas para leitões. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n. 3, p. 71-76, 2007.
- BRAZ, D. B. et al. Acidificantes como alternativa aos antimicrobianos promotores de crescimento de leitões. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, p. 745-756, 2011.
- CALSAMIGLIA, S. et al. Changes in rumen microbial fermentation are due to a combined effect of type of diet and pH. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 702-711, 2007.
- CRANWELL, P. D.; NOAKES, D. E.; HILL, K. J. Gastric secretion and fermentation in the suckling pig. **British Journal of Nutrition**, v. 36, p. 71-86, 1976.
- EFIRD, R. C.; ARMSTRONG, W. D.; HERMAN, D. L. The development of digestive capacity in young pigs: effects of age and weaning system. **Journal of Animal Science**, v. 55, p. 1380-1387, 1982.
- GABERT, V. M. et al. The effect of formic acid and buffering capacity on the ileal digestibilities of amino acids and bacterial populations and metabolites in the small intestine of weanling pigs fed semipurified fish meal diets. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 615-623, 1995.
- GOMES, F. E. et al. Ácido fumárico e sua combinação com os ácidos butírico ou fórmico em dietas de leitões recém desmamados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 5, p. 1270-1277, 2007.
- HANSEN, J. A. et al. Evaluation of animal protein supplements in diets of early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 7, p. 1853-1862, 1993.
- HARPER, H. A. **Manual de química fisiológica**. São Paulo: Atheneu, 1968.
- HARA, H. et al. Evaluation of fermentability of acid-treated maize husk by rat caecal bacteria in vivo and in vitro. **British Journal of Nutrition**, v. 71, p. 719-729, 1994.
- KIL, D. Y. Effects of organic or inorganic acid supplementation on growth performance, nutrient digestibility and white blood cell counts in weanling pigs. **Asiana Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 19, n. 2, p. 252-261, 2006.
- KRAUSE, K. M.; COMBS, D. K.; BEAUCHEMIN, K. A. Effects of forage particle size and grain fermentability in midlactation cows. II. Ruminal pH and chewing activity. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 1947-1957, 2002.
- LINDEMANN, M. D. et al. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. **Journal of Animal Science**, v. 62, p. 1298-1307, 1986.
- MEYER, J. H.; KELLY, G. A. Canine pancreatic responses to intestinally perfused proteins and protein digests. **American Journal of Physiology**, v. 231, p. 682-691, 1976.
- MENDES, W. S. et al. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 207-213, 2004.
- MOREIRA, I. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processadas a calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, p. 916-929, 1994.
- NOBLET, J.; PEREZ, J. M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3389-3398, 1993.

PARTANEN, K.; JALAVA, T. Effects of some organic acids and salts on microbial fermentation in the digestive tract of piglets estimated using an in vitro gas production technique. **Agricultural and Food Science**, v. 14, n. 4, p. 311-324, 2005.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005.

SILVA JR., A. Interações químico-fisiológicas entre acidificantes, probióticos, enzimas e fosfolípidios na digestão de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. especial, p. 238-245, 2009.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes - fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

Recebido: 02/07/2012

Received: 07/02/2012

Aprovado: 01/10/2012

Approved: 10/01/2012