



Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados

Anália Maria Ribeiro da Silva¹, Dirlei Antonio Berto², Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima³, Francisco Stefano Wechsler², Pedro de Magalhães Padilha⁴, Vanessa Sousa Castro¹

¹ Pós-graduação em Zootecnia, UNESP - FMVZ, Departamento de Produção Animal, CP: 560, Faz. Lageado, CEP: 18618-000, Botucatu-SP, Brasil.

² UNESP - FMVZ, Departamento de Produção Animal, Botucatu - SP, Brasil.

³ Embrapa Suínos e Aves, Concórdia - SC, Brasil.

⁴ UNESP - IBB, Departamento de Química, Botucatu - SP, Brasil.

RESUMO - Para avaliar os efeitos da suplementação dietética de maltodextrina em substituição parcial à lactose e de acidificante sobre o desempenho, a digestibilidade e a viabilidade econômica em leitões desmamados, foram utilizados 144 leitões Dalling com pesos iniciais de $6,0 \pm 0,45$ kg no ensaio 1, no qual foram utilizadas rações mais complexas, e de $5,8 \pm 0,53$ kg no ensaio 2. Os delineamentos experimentais foram em blocos ao acaso, com arranjo fatorial 2×2 dos tratamentos (ausência ou presença de maltodextrina \times ausência ou presença de acidificante). Não houve interação maltodextrina \times acidificante e efeito do acidificante sobre o desempenho dos leitões em ambos os ensaios. A maltodextrina determinou maior consumo diário de ração e ganho diário de peso de 0 a 14 dias no ensaio 1, mas não influenciou o desempenho na fase de 0 a 28 dias e nos períodos de 0 a 16 e de 0 a 30 dias do ensaio 2. Não houve interação maltodextrina \times acidificante nem efeitos desses fatores sobre os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das rações pré-iniciais do ensaio 2. As rações com maltodextrina e maltodextrina + acidificante proporcionaram melhor resultado econômico. A maltodextrina e o acidificante não influenciaram o valor nutricional das rações. A maltodextrina constitui alternativa às fontes de lactose para leitões desmamados.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, análise econômica, carboidratos, produtos lácteos, suínos

Nutritional value and economical viability of diets supplemented with maltodextrin and acid mix for weanling pigs

ABSTRACT - To evaluate the effects of the dietary supplementation of maltodextrin in partial replacement of lactose and acidifiers on performance, digestibility and economical viability of weanling pigs, 144 Dalling piglets with initial weights of 6.0 ± 0.45 kg were used in trial 1, where more complex diets were used, and 5.8 ± 0.53 kg in trial 2. A completely randomized block design in a 2×2 factorial arrangement was used for the treatments (absence or presence of maltodextrin \times absence or presence of acidifiers). There was no maltodextrin \times acidifiers interaction or acidifiers effects on piglet performance in both trials. Maltodextrin determined higher daily feed intake and average daily gain from 0 to 14 days of trial 1, however no effect on pig performance in the phase from 0 to 28 days and in the periods from 0 to 16 and 0 to 30 days of trial 2 was observed. There were no significant effects of either maltodextrin \times acidifiers interaction or factors on nutrient apparent digestibility coefficients of the pre-starter diets of the trial 2. Diets containing maltodextrin and maltodextrin + acidifier mix provided best economical results. Neither maltodextrin nor acidifiers affected the nutritional value of the diets. Maltodextrin is an alternative to replace lactose sources in diets for weanling pigs.

Key Words: carbohydrates, economical analysis, milk products, organic acids, swine

Introdução

A suinocultura moderna tem como finalidade atender à demanda dos consumidores por produtos cárneos de qualidade e com segurança alimentar, aumentando a quantidade de carne produzida por matriz e, ao mesmo tempo, reduzindo

os custos de produção. Apesar de diversos fatores influenciarem o resultado financeiro, a nutrição é o de maior importância, uma vez que o gasto com alimentação representa 60 a 70% do custo total de produção.

O desmame antecipado dos leitões, por volta dos 21 dias de idade, possibilita a diminuição do número de dias

não-produtivos por fêmea e o aumento do número de leitões por matriz por ano (Morés et al., 1998). Contudo, o período de creche acaba se tornando crítico na produção de suínos, em virtude dos fatores estressantes que ocorrem simultaneamente por ocasião do desmame, relacionados à separação dos leitões da matriz, à mudança de ambiente e à mudança brusca na alimentação (Santos et al., 2003).

Além disso, a imaturidade do sistema digestório e as drásticas alterações na fisiologia intestinal dos leitões com duas a três semanas de idade (Boudry et al., 2004) prejudicam os processos digestivo e absorptivo, comprometem o desempenho e predisõem os leitões a problemas de saúde (Pluske et al., 1997), fazendo com que o período pós-desmame represente grande desafio para os nutricionistas.

A acidificação da dieta de leitões desmamados com ácidos orgânicos tem ajudado a contornar os problemas de desempenho que caracterizam a fase imediatamente após o desmame (Radcliffe et al., 1998) e mostra-se como medida profilática promotora de crescimento semelhante aos aditivos antimicrobianos (Tsiloyiannis et al., 2001), fato importante, considerando a proibição do uso desses produtos nas rações como promotores de crescimento na Europa (CEU, 2003).

Diversos estudos também comprovam os benefícios da utilização de produtos lácteos nas rações pré-iniciais e iniciais sobre o desempenho e/ou a digestibilidade em leitões, quando comparado a rações unicamente à base de milho e farelo de soja. Entre os benefícios, destaca-se a significativa melhora no consumo de ração, na conversão alimentar e no ganho de peso (Mahan, 1992; Bertol et al., 2000; Mahan et al., 2004). De acordo com Turlington et al. (1989), esse melhor desempenho pode ser creditado à capacidade dos leitões desmamados antecipadamente em utilizar de forma mais eficiente as frações energética e protéica do leite em relação aos componentes vegetais da ração.

Dos constituintes nutricionais do soro de leite, a lactose é o principal responsável pelo aumento no consumo de ração e no ganho de peso dos leitões desmamados (Mahan, 1992), o que poderia estar relacionado, além de sua ação palatilizante, à sua fermentação e conseqüente acidificação do trato gastrintestinal, melhorando a ação das enzimas digestivas e promovendo o equilíbrio da microflora intestinal por meio da inibição do crescimento de bactérias patogênicas (Powles & Cole, 1993), uma vez que favorece o crescimento de bactérias acidófilas benéficas, como os *Lactobacillus*. Outras fontes de carboidratos simples, como a maltodextrina (Fiumana & Scipioni, 1981), todavia, têm sido avaliadas em dietas para leitões desmamados.

Objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos da inclusão de maltodextrina em substituição parcial a lactose e de acidificante em rações sobre o desempenho viabilidade econômica e a digestibilidade em leitões na fase de creche.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois ensaios na Universidade Estadual Paulista, nas instalações de creche do Setor de Suinocultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, nos meses de junho e julho (ensaio 1) e de setembro e outubro de 2005 (ensaio 2), totalizando 28 e 30 dias, respectivamente.

Em cada ensaio, foram utilizados 72 leitões Daland (machos castrados e fêmeas), desmamados aos 21 dias de idade e com pesos iniciais de $6,0 \pm 0,45$ kg (ensaio 1) e $5,8 \pm 0,53$ kg (ensaio 2). Os leitões foram alojados em creche construída em alvenaria, com pé-direito de 3,5 m e cortinas laterais, onde foram confinados em baias metálicas suspensas de $1,70 \text{ m}^2$ equipadas com comedouro, bebedouro tipo chupeta e campânula com resistência elétrica para aquecimento. Durante os períodos experimentais, as temperaturas médias, mínima e máxima, foram de $18,5 \pm 2,3$ e $25,1 \pm 2,9^\circ\text{C}$ (ensaio 1) e de $19,5 \pm 2,8$ e $25,8 \pm 3,4^\circ\text{C}$ (ensaio 2).

Os leitões foram alimentados com dois tipos de ração: pré-inicial: de 0 a 14 (ensaio 1) e de 0 a 16 dias (ensaio 2); e inicial: de 15 a 28 (ensaio 1) e de 17 a 30 dias pós-desmame (ensaio 2). As rações foram formuladas conforme recomendações de Rostagno et al. (2005) adequando-se os níveis ao peso dos animais ($\pm 6,0$ a $11,0$ kg e $\pm 11,0$ a $20,0$ kg para as fases pré-inicial e inicial, respectivamente), exceto quanto aos níveis de cálcio e fósforo total, que foram mantidos em 0,48 e 0,46% durante a fase pré-inicial de ambos os ensaios e em 0,68 e 0,65% e 0,66 e 0,66% para a fase inicial dos ensaios 1 e 2, respectivamente, com o intuito de diminuir o poder tamponante. Rações e água foram oferecidas à vontade durante os períodos experimentais.

Foram testados quatro tratamentos em ambos os ensaios: ausência de maltodextrina e de acidificante; ausência de maltodextrina e presença de acidificante; presença de maltodextrina e ausência de acidificante; presença de maltodextrina e de acidificante. No ensaio 1, foram utilizadas rações mais complexas (Tabelas 1 e 3) e no ensaio 2, rações menos complexas (Tabelas 2 e 3), de acordo com os ingredientes utilizados.

O delineamento experimental utilizado em ambos os ensaios foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos, seis repetições e três animais por unidade experimental,

Tabela 1 - Composição em ingredientes das rações pré-iniciais (0 - 14 dias) e iniciais (15 - 28 dias) utilizadas no ensaio 1

Item	Pré-inicial				Inicial			
	Maltodextrina							
	-	-	+	+	-	-	+	+
	Acidificante							
	-	+	-	+	-	+	-	+
Ingrediente	%				%			
Milho	53,80	53,80	53,80	53,80	56,01	56,01	56,01	56,01
Farelo de soja	20,00	20,00	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Protenose	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Plasma sanguíneo	4,00	4,00	4,00	4,00	1,50	1,50	1,50	1,50
Amido	0,75	0,70	-	-	0,80	0,59	-	-
Soro de leite	5,00	5,00	5,00	5,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Lactose	9,00	9,00	0,70	0,70	6,86	6,86	0,25	0,25
Maltodextrina ¹	-	-	9,00	9,00	-	-	7,20	7,20
Óleo de soja	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Caulim	0,21	-	0,26	-	-	-	0,21	-
Calcário	0,42	-	0,42	-	0,33	-	0,33	-
Fosfato bicálcico	0,71	0,39	0,71	0,39	1,71	1,45	1,71	1,45
Sal comum	0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30
L-Lys·HCl	0,63	0,63	0,63	0,63	0,43	0,43	0,43	0,43
DL-Met	0,12	0,12	0,12	0,12	0,08	0,08	0,08	0,08
L-Thr	0,23	0,23	0,23	0,23	0,12	0,12	0,12	0,12
L-Trp	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
Óxido de zinco	0,31	0,31	0,31	0,31	-	-	-	-
Sulfato de cobre	-	-	-	-	0,06	0,06	0,06	0,06
Acidificante ²	-	1,00	-	1,00	-	0,80	-	0,80
Sucram 150 - edulcorante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Antibiótico ³	-	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25
Suplemento vitamínico e mineral ⁴	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

¹ Maltodextrina com 90% de equivalente lactose.

² Cada kg do produto contém: 6,3 g ácido propiônico; 196 g ácido fórmico; 196 g ácido acético; 8,5 g ácido cítrico e 210 g de ácido fosfórico, fornecendo 24,00% Ca e 6,00% P.

³ Associação de oxitetraciclina na forma de cloridrato (10%) e de fumarato de tiamulina hidrogenado (3,5%)

⁴ Cada kg do suplemento vitamínico e mineral contém: vit. A - 2.000.000 UI; vit. D3 - 440.000 UI; vit. E - 4.000 mg; vit. K3 - 490 mg; vit. B1 - 300 mg; vit. B2 - 1.000 mg; vit. B6 - 600 mg; vit. B12 - 4.000 mcg; ácido fólico - 100 mg; ácido pantotênico - 3.100 mg; niacina - 6.000 mg; biotina - 30 mg; colina - 80.000 mg; Ca - 47.280 mg; Fe - 16.000 mg; Cu - 3.000 mg; Mn - 4.000 mg; Zn - 20.000 mg; I - 40 mg; Se - 20 mg; Co - 40 mg.

segundo arranjo fatorial 2×2 , em que o primeiro fator foi a ausência ou presença de maltodextrina e o segundo, a ausência ou presença de acidificante. Os critérios adotados na formação dos blocos foram o peso e o sexo dos leitões.

Amostras das rações utilizadas em cada ensaio foram analisadas, em duplicata, quanto ao pH, conforme descrito por Giesting & Easter (1985), e a média foi considerada valor do pH. Para avaliação do consumo diário de ração, do ganho diário de peso e da conversão alimentar nos períodos de 0 a 14 e 0 a 28 dias do ensaio 1 e de 0 a 16 e 0 a 30 dias do ensaio 2, foram registrados a quantidade de ração consumida e o peso dos leitões ao início, ao 14^o e ao 28^o dias e ao início, aos 16^o e 30^o dias dos ensaios 1 e 2, respectivamente. A incidência de diarreia foi avaliada diariamente, de manhã e à tarde (7h e 17h), de acordo com o escore: 0 - fezes normais; 1 - fezes pastosas; 2 - fezes líquidas.

A viabilidade econômica foi avaliada por meio do custo de ração por quilograma de peso ganho pelos leitões em

cada tratamento nos períodos de 0 a 14 e 0 a 28 dias do ensaio 1 e de 0 a 16 e 0 a 30 dias do ensaio 2 utilizando-se a fórmula proposta por Bellaver et al. (1985).

O ensaio de digestibilidade foi realizado durante a primeira fase do ensaio 2 empregando-se o método da coleta parcial de fezes e utilizando-se o óxido crômico (Cr_2O_3) como marcador na concentração de 0,1% nas rações. As rações marcadas foram oferecidas a partir do 7^o dia do período experimental e as coletas das fezes realizadas entre o 11^o e o 14^o dias, de manhã e à tarde (7h30 e 17h30). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e imediatamente congeladas. Após as coletas, as fezes remanescentes nas baias foram descartadas. Ao final do período experimental, as amostras de cada baia foram descongeladas e levadas à estufa com ventilação forçada a 65°C por 48 horas. Posteriormente, foram moídas, assim como as de rações, em moinho de facas com peneira de 30 *mesh* (0,595 mm) para realização das análises.

Tabela 2 - Composição em ingredientes das rações pré-iniciais (0 a 16 dias) e iniciais (17 a 30 dias) utilizadas no ensaio 2

Item	Pré-inicial				Inicial			
	Maltodextrina							
	-	-	+	+	-	-	+	+
	Acidificante							
	-	+	-	+	-	+	-	+
Ingrediente	%				%			
Milho	54,66	54,66	54,66	54,66	57,98	57,98	57,98	57,98
Farelo de soja	20,00	20,00	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Protenose	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Levedura	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Células sangüíneas	1,60	1,60	1,60	1,60	0,53	0,53	0,53	0,53
Amido	0,83	0,74	-	-	0,60	0,44	-	-
Soro de leite	2,72	2,72	2,72	2,72	1,63	1,63	1,63	1,63
Lactose	8,27	8,27	-	-	4,96	4,96	-	-
Maltodextrina ¹	-	-	9,00	9,00	-	-	5,40	5,40
Óleo de soja	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,10	1,10
Caulim	0,66	0,49	0,76	0,50	0,49	0,49	0,65	0,49
Calcário	0,42	-	0,42	-	0,25	-	0,25	-
Fosfato bicálcico	0,73	0,41	0,73	0,41	1,74	1,55	1,74	1,55
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
L-lisina-HCl	0,60	0,60	0,60	0,60	0,41	0,41	0,41	0,41
DL-metionina	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
L-triptofano	0,23	0,23	0,23	0,23	0,11	0,11	0,11	0,11
L-triptofano	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02
Óxido de zinco	0,31	0,31	0,31	0,31	-	-	-	-
Sulfato de cobre	-	-	-	-	0,06	0,06	0,06	0,06
Acidificante ²	-	1,00	-	1,00	-	0,60	-	0,60
Sucram 150 - edulcorante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Antibiótico ³	-	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,25
Suplemento vitamínico e mineral ⁴	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

¹ Maltodextrina com 90% de equivalente lactose.

² Cada kg do produto contém: ácido propiônico - 6,3 g; ácido fórmico - 196 g; ácido acético - 196 g; ácido cítrico - 8,5 g; ácido fosfórico - 210 g; fornecendo 24,00% Ca e 6,00% P.

³ Associação de oxitetraciclina na forma de cloridrato (10%) e de fumarato de tiamulina hidrogenado (3,5%)

⁴ Cada kg do suplemento vitamínico e mineral contém: vit. A - 2.000.000 UI; vit. D3 - 440.000 UI; vit. E - 4.000 mg; vit. K3 - 490 mg; vit. B1 - 300 mg; vit. B2 - 1.000 mg; vit. B6 - 600 mg; vit. B12 - 4.000 mcg; ácido fólico - 100 mg; ácido pantotênico - 3.100 mg; niacina - 6.000 mg; biotina - 30 mg; colina - 80.000 mg; Ca - 47.280 mg; Fe - 16.000 mg; Cu - 3.000 mg; Mn - 4.000 mg; Zn - 20.000 mg; I - 40 mg; Se - 20 mg; Co - 40 mg.

A concentração de cromo nas rações e nas fezes foi quantificada pela técnica de espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS) após digestão nítrico-perclórica, de acordo com as condições operacionais descritas no manual do fabricante do equipamento (Cookbook Shimadzu, 2002). As análises dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) das rações e das fezes foram realizadas de acordo com a AOAC (1995) e a determinação da energia bruta (EB) foi realizada em bomba calorimétrica automática PARR. Todas as amostras foram analisadas em duplicata.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da MS, PB e EB foram calculados com base nos teores de óxido crômico e dos nutrientes na ração e nas fezes, de acordo com a fórmula:

$$CDA (\%) = 100 - [100 \times (\% Cr_2O_{3R} \div \% Cr_2O_{3F}) \times (\% N_F \div \% N_R)]$$

em que: %Cr₂O_{3R} = porcentagem de óxido crômico na

ração; %Cr₂O_{3F} = porcentagem de óxido crômico nas fezes; %N_F = porcentagem de MS, PB ou energia nas fezes; %N_R = porcentagem de MS, PB ou energia na ração.

Para análise estatística, os dados de desempenho e digestibilidade foram submetidos à análise de variância utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do *Statistical Analysis System* (SAS, 2001), de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + b_i + m_j + a_k + ma_{jk} + \varepsilon_{ijk},$$

em que: Y_{ijk} = variável medida na baía correspondente ao i-ésimo bloco, j-ésimo nível de maltodextrina e k-ésimo nível de acidificante; μ = média geral; b_i = efeito fixo do i-ésimo bloco (i = 1, ..., 6); m_j = efeito fixo do j-ésimo nível de maltodextrina (j = 1, 2); a_k = efeito fixo do k-ésimo nível de acidificante (k = 1, 2); ma_{jk} = efeito fixo da interação do j-ésimo nível de maltodextrina (j = 1, 2) × k-ésimo nível de acidificante (k = 1, 2); ε_{ijk} = efeito aleatório do erro experimental, NID (0, σ^2).

Tabela 3 - Composição nutricional calculada das rações utilizadas nos ensaios 1 e 2

Item	Pré-inicial				Inicial			
	Maltodextrina							
	-	-	+	+	-	-	+	+
	Acidificante							
	-	+	-	+	-	+	-	+
Ensaio 1								
EM (kcal/kg)	3.366	3.364	3.378	3.378	3.317	3.310	3.321	3.321
PB (%)	20,15	20,15	20,15	20,15	20,27	20,27	20,27	20,27
Lisina (%)	1,55	1,55	1,55	1,55	1,35	1,35	1,35	1,35
Metionina (%)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,40	0,40	0,40	0,40
Triptofano (%)	1,04	1,04	1,04	1,04	0,90	0,90	0,90	0,90
Triptofano (%)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,26	0,26	0,26	0,26
Lactose (%)	12,32	12,32	12,29	12,29	8,12	8,12	8,13	8,13
Ensaio 2								
EM (kcal/kg)	3.331	3.328	3.342	3.342	3.294	3.288	3.297	3.297
PB (%)	19,84	19,84	19,84	19,84	20,06	20,06	20,06	20,06
Lisina (%)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,31	1,31	1,31	1,31
Metionina (%)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,37	0,37	0,37	0,37
Triptofano (%)	1,01	1,01	1,01	1,01	0,88	0,88	0,88	0,88
Triptofano (%)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,24	0,24	0,24	0,24
Lactose (%)	10,00	10,00	10,00	10,00	6,00	6,00	6,00	6,00

Resultados e Discussão

Não foi verificada ocorrência de diarreia nos leitões em ambos os ensaios. O uso do acidificante determinou reduções médias de 0,37 e 0,29, e de 0,28 e 0,25 unidade no pH das rações pré-iniciais e iniciais utilizadas nos ensaios 1 e 2, respectivamente (Tabela 4).

O consumo diário de ração, o ganho diário de peso e a conversão alimentar dos leitões não foram influenciados ($P>0,05$) pela interação maltodextrina \times acidificante em ambos os ensaios (Tabelas 5 e 6). Na avaliação isolada dos fatores principais, a suplementação de acidificante não favoreceu o desempenho dos leitões durante as fases estudadas em ambos os ensaios ($P>0,05$). Esses resultados confirmam os obtidos por Risley et al. (1992), mas diferem dos reportados por Giesting & Easter (1985).

Tabela 4 - pH das rações pré-iniciais e iniciais utilizadas nos ensaios 1 e 2

Item	Acidificante	Ensaio 1		Ensaio 2	
		Pré-inicial	Inicial	Pré-inicial	Inicial
Ausente	Ausente	6,35	5,63	6,03	5,60
	Presente	5,97	5,32	5,73	5,34
Presente	Ausente	6,21	5,54	5,94	5,55
	Presente	5,86	5,28	5,68	5,32

No período de 0 a 14 dias do ensaio 1, os leitões alimentados com rações contendo maltodextrina apresentaram maior consumo diário de ração ($P = 0,009$) e maior ganho diário de peso ($P = 0,009$). O uso de maltodextrina não influenciou a conversão alimentar ($P>0,05$) em ambos os períodos estudados; também não afetou o consumo diário de ração e o ganho diário de peso no período de 0 a 28 dias ($P>0,05$). No ensaio 2, não houve efeito de maltodextrina ($P>0,05$) sobre o desempenho dos leitões nos primeiros 16 dias e no período total de 0 a 30 dias.

Não foi verificada influência da interação maltodextrina \times acidificante nos coeficientes de digestibilidade aparente de MS, PB e EB ($P>0,05$) (Tabela 7). Na avaliação isolada dos fatores, a suplementação de acidificante não melhorou as variáveis avaliadas ($P>0,05$). Outros pesquisadores também não verificaram alterações nos coeficientes de digestibilidade aparente da MS (Radcliffe et al., 1998; Blank et al., 1999), PB e EB (Blank et al., 1999) quando as rações para leitões desmamados foram suplementadas com ácidos orgânicos. Do mesmo modo, não foi verificado efeito de maltodextrina sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB e EB das rações ($P>0,05$).

Radecki et al. (1988) e Radcliffe et al. (1998) sugeriram que o melhor desempenho dos leitões alimentados com rações contendo ácidos orgânicos seria decorrente da acidificação do conteúdo gástrico. De acordo com Radecki et al. (1988), a acidificação da dieta compensaria o baixo nível de secreção de ácido clorídrico apresentado pelos

Tabela 5 - Desempenho dos leitões de 0 a 14 e de 0 a 28 dias do ensaio 1

Item	Acidificante	Consumo diário de ração (g)		Ganho diário de peso (g)		Conversão alimentar	
		0 a 14 dias	0 a 28 dias	0 a 14 dias	0 a 28 dias	0 a 14 dias	0 a 28 dias
Maltodextrina	Ausente	433	740	307	470	1,42	1,58
	Presente	441	779	323	498	1,37	1,56
Presente	Ausente	489	817	354	504	1,38	1,62
	Presente	469	787	341	505	1,38	1,56
Média							
Maltodextrina							
	Ausente	437a	759	315a	484	1,39	1,57
	Presente	479b	802	347b	504	1,38	1,59
Acidificante							
	Ausente	461	779	330	487	1,40	1,60
	Presente	455	783	332	501	1,37	1,56
Maltodextrina × acidificante		ns ¹	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)		7,50	8,55	8,10	8,00	5,13	4,54

Medias seguidas de letras distintas na coluna diferem (P = 0,009) pelo teste F.

¹ Não-significativo (P>0,05).

Tabela 6 - Desempenho dos leitões de 0 a 16 e de 0 a 30 dias do ensaio 2

Item	Acidificante	Consumo diário de ração (g)		Ganho diário de peso (g)		Conversão alimentar	
		0 a 16 dias	0 a 30 dias	0 a 16 dias	0 a 30 dias	0 a 16 dias	0 a 30 dias
Ausente	Ausente	399	721	263	458	1,53	1,58
	Presente	384	667	259	434	1,48	1,54
Presente	Ausente	420	731	268	452	1,57	1,62
	Presente	384	706	252	444	1,53	1,59
Média							
Maltodextrina							
	Ausente	392	694	261	446	1,50	1,56
	Presente	402	719	260	448	1,55	1,60
Acidificante							
	Ausente	410	726	265	455	1,55	1,60
	Presente	384	686	255	439	1,51	1,56
Maltodextrina × Acidificante		ns ¹	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)		10,76	7,21	11,88	7,13	6,28	3,85

¹ Não-significativo (P>0,05).

leitões desmamados, auxiliando-os nos processos digestivos e minimizando o comprometimento no crescimento, característico dessa fase.

A magnitude da resposta aos acidificantes, entretanto, é influenciada pelos níveis utilizados. Giesting & Easter (1985) observaram redução linear no pH das rações e aumento linear no ganho de peso e na eficiência alimentar dos leitões com o aumento da suplementação de fumarato de 1,0 até 4,0%. Radecki et al. (1988), ao suplementarem 1,5 e 3,0% de ácido fumárico, e Tsioloyannis et al. (2001), incluindo 1,6% de ácido lático ou 1,5% de ácido cítrico em dietas para leitões

desmamados, verificaram melhora significativa quanto ao ganho de peso e à eficiência na utilização da ração. Assim, os níveis de 1,0% do acidificante nas rações pré-iniciais de ambos os ensaios, e de 0,8 e 0,6% nas rações iniciais dos ensaios 1 e 2, respectivamente, podem não ter sido suficientes para reduzir satisfatoriamente o pH gastrintestinal e favorecer o desempenho, uma vez que acarretaram pequena redução no pH das rações.

Ravindran & Kornegay (1993) e Radcliffe et al. (1998) sugeriram que desafios impostos pelas condições ambientais e de alojamento existentes, como temperatura, higiene,

Tabela 7 - Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia bruta das rações pré-iniciais do ensaio 2

Item		Coeficiente de digestibilidade		
Maltodextrina	Acidificante	MS (%)	PB (%)	EB (%)
Ausente	Ausente	80,61	72,27	79,75
	Presente	80,33	71,04	79,11
Presente	Ausente	79,67	71,35	78,78
	Presente	80,46	72,57	79,18
Média				
Maltodextrina				
	Ausente	80,47	71,66	79,43
	Presente	80,07	71,96	78,98
Acidificante				
	Ausente	80,14	71,81	79,26
	Presente	80,40	71,81	79,14
Maltodextrina × Acidificante		ns ¹	ns	ns
CV (%)		1,10	2,59	1,28

¹ Não-significativo (P>0,05).

doenças, entre outros fatores estressantes, poderiam favorecer a ação dos ácidos orgânicos e potencializar seus efeitos no desempenho de leitões desmamados. Considerando que os ensaios foram conduzidos em instalação adequadamente limpa e mantida por no mínimo 15 dias de vazio após desinfecção; que as rações continham óxido de zinco, sulfato de cobre e antibiótico; e que a temperatura foi mantida na zona de conforto térmico dos animais, pressupõe-se que o desafio imposto aos leitões foi mínimo, o que pode ter contribuído para que a inclusão dos ácidos orgânicos às rações não acarretasse melhora no desempenho.

Outro fator que pode ter interferido na resposta à suplementação dos ácidos orgânicos foram os ingredientes e a composição das dietas utilizadas, conforme sugerido por Ravindran & Kornegay (1993) e Partanen & Mroz (1999). A adição de ácidos orgânicos é mais efetiva em melhorar o desempenho dos leitões desmamados quando realizada em dietas simples, à base de cereais e farelo de soja, que em rações de maior complexidade, com proteínas de origem animal e produtos lácteos (Owsley et al., 1988), uma vez que são mais digestíveis; além disso, a fermentação da lactose em ácido lático reduz a necessidade de acidificação da dieta. Dessa forma, a complexidade das rações utilizadas neste estudo, inclusive as do segundo ensaio, apesar de menos complexas que as do primeiro por conterem menores quantidades de soro de leite e lactose, e maior quantidade de proteínas de menor valor nutricional, pode não ter permitido a ação favorável dos ácidos orgânicos sobre o desempenho dos leitões – resultados que concordam com os obtidos

por Weeden et al. (1991) – e sobre a digestibilidade dos nutrientes das rações pré-iniciais do ensaio 2.

De acordo com Radecki et al. (1988), a disponibilidade de ração aos leitões na fase lactente poderia afetar a resposta aos ácidos orgânicos, pois, conforme relatado por Shields Jr. et al. (1980), o consumo de ração auxilia no desenvolvimento da atividade das enzimas digestivas, melhorando o aproveitamento da dieta pelos leitões desmamados. Considerando que os animais utilizados neste estudo receberam ração pré-inicial na maternidade, este fator também pode ter contribuído para a ausência de efeitos do acidificante no desempenho dos leitões e nas variáveis de digestibilidade.

Embora a inclusão de produtos lácteos às rações pré-iniciais e iniciais seja prática comum pelo comprovado benefício ao desempenho dos leitões, o custo desses produtos onera o custo das rações. Assim, torna-se interessante a opção de ingredientes alternativos que possam substituir as fontes de lactose sem causar prejuízos ao desempenho dos animais e à qualidade das rações.

Os resultados obtidos demonstram que a maltodextrina é uma fonte de carboidrato adequada para substituir, pelo menos parcialmente, a lactose das rações e que não afeta a digestibilidade dos nutrientes na fase pré-inicial; além disso, é capaz de manter ou até mesmo melhorar o desempenho de leitões desmamados aos 21 dias de idade. Estes resultados corroboram parcialmente os obtidos por Oliver et al. (2002) com leitões entre 1 e 20 dias de idade alimentados com dietas líquidas contendo amido de milho parcialmente hidrolisado (dextrose equivalente igual a 20) em substituição à lactose.

De acordo com Bertol et al. (2000), a lactose atua como palatabilizante, estimulando o consumo de ração pelos leitões desmamados. Apesar de ser um sacarídeo sem sabor adocicado, a maltodextrina não diminuiu a palatabilidade das rações quando utilizada em substituição parcial à lactose, uma vez que estimulou o consumo de ração pelos leitões. O maior ganho diário de peso, na fase pré-inicial do ensaio 1, dos leitões alimentados com dietas contendo maltodextrina ocorreu, provavelmente, em razão do maior consumo de ração em relação àqueles que não receberam essa fonte de carboidrato, pois não houve diferenças na conversão alimentar.

Apesar de os leitões desenvolverem adequadamente a capacidade de produção e ativação das enzimas envolvidas na digestão dos alimentos de origem vegetal somente após a sexta semana de vida (Bertol, 1997) e a falta de apetite após o desmame ser problema freqüente, fatores que estimulem o consumo podem contribuir para o aumento da atividade das enzimas intestinais e pancreáticas (Shields et al., 1980), resultando em melhora do desempenho dos animais. Assim,

pode-se supor que o melhor desempenho, em termos de ganho diário de peso, apresentado pelos leitões que receberam maltodextrina nas rações durante o período de 0 a 14 dias do ensaio 1 pode estar relacionado ao aumento na atividade das enzimas digestivas proporcionado pelo maior consumo de ração por esses animais.

Além disso, vários trabalhos relatam a indução da atividade das carbohidrases intestinais maltase e glicoamilase pela presença de substrato específico no lúmen intestinal de leitões desmamados aos 14 dias de idade (McCracken & Kelly, 1984; Kelly et al., 1991; Pluske et al., 2003). De acordo com Kelly et al. (1991), o aumento acentuado na atividade dessas enzimas já no terceiro dia após o desmame é interessante tanto do ponto de vista fisiológico quanto prático, uma vez que as dietas de desmame contêm grandes quantidades de carboidratos de origem vegetal e baixo teor de lactose em comparação ao leite materno.

Desse modo, o fato de os leitões alimentados com rações contendo maltodextrina terem apresentado consumo semelhante, ou mesmo superior ao daqueles que não receberam essa fonte de carboidrato, pode ter contribuído para a indução da atividade das carbohidrases intestinais, o que possibilitou aos leitões aproveitar de maneira semelhante as rações contendo ou não maltodextrina.

Outro fator que pode ter contribuído para a resposta favorável dos leitões e para a ausência de diarreia com a suplementação de maltodextrina é a menor osmolaridade dessa fonte de carboidrato em comparação à lactose. Considerando que a maltodextrina tem maior massa, porém menor concentração molar e menor poder osmótico em comparação à lactose, isso poderia ter proporcionado menor secreção de fluidos para o lúmen intestinal dos leitões e

maior absorção de água e nutrientes, possibilitando que os leitões alimentados com rações suplementadas com maltodextrina apresentassem desempenho semelhante ou superior, sem a ocorrência de diarreia osmótica. Weber & Ehrlein (1998) verificaram maior absorção dos carboidratos e da gordura de dietas enterais contendo maltodextrina em comparação a dietas contendo glicose administradas a minissuínos, em razão da menor taxa de fluxo e da maior absorção de água, favorecidas pela menor osmolaridade das dietas com maltodextrina.

Nos períodos de 0 a 14 dias do ensaio 1 e de 0 a 16 e 0 a 30 dias do ensaio 2, o tratamento contendo maltodextrina foi o mais eficiente economicamente e proporcionou economia de, respectivamente, 7,10; 4,00 e 2,60% no custo por unidade de peso ganho pelos leitões em relação ao tratamento sem maltodextrina e sem acidificante (Tabelas 8 e 9). No período de 0 a 28 dias do ensaio 1, no entanto, o uso da ração contendo maltodextrina e acidificante foi mais econômico e acarretou redução de 4,30% no custo por quilograma de peso ganho em relação ao tratamento sem maltodextrina e com acidificante.

Considerando as médias dos fatores, a inclusão do acidificante nas rações nos períodos avaliados nos ensaios 1 e 2 praticamente não alterou o custo de ração por unidade de peso ganho pelos leitões, enquanto a inclusão da maltodextrina substituindo parcialmente a lactose proporcionou reduções de 5,38 e 3,19% no custo por unidade de peso ganho pelos leitões nos períodos de 0 a 14 e 0 a 28 dias do ensaio 1, e de 3,64 e 2,06% nos períodos de 0 a 16 e 0 a 30 dias do ensaio 2, respectivamente.

Essas reduções no gasto com ração por quilograma de peso ganho pelos leitões são importantes e de interesse,

Tabela 8 - Custo por quilograma de ração (R\$/kg ração) e por quilograma de peso ganho (R\$/kg GP) no ensaio 1

Item		Fase			
		0 a 14 dias		0 a 28 dias	
Maltodextrina	Acidificante	R\$/kg ração ¹	R\$/kg GP	R\$/kg ração	R\$/kg GP
Ausente	Ausente	R\$ 1,1885	R\$ 1,6864	R\$ 0,9934	R\$ 1,5642
	Presente	R\$ 1,2134	R\$ 1,6601	R\$ 1,0088	R\$ 1,5785
Presente	Ausente	R\$ 1,1351	R\$ 1,5670	R\$ 0,9464	R\$ 1,5322
	Presente	R\$ 1,1603	R\$ 1,5996	R\$ 0,9676	R\$ 1,5104
Média					
Maltodextrina					
	Ausente	R\$ 1,2010	R\$ 1,6733	R\$ 1,0011	R\$ 1,5714
	Presente	R\$ 1,1477	R\$ 1,5833	R\$ 0,9570	R\$ 1,5213
Acidificante					
	Ausente	R\$ 1,1618	R\$ 1,6267	R\$ 0,9699	R\$ 1,5482
	Presente	R\$ 1,1869	R\$ 1,6299	R\$ 0,9882	R\$ 1,5445

¹ Calculado com base no preço das matérias-primas em 9/2/06, com o dólar a R\$ 2,1956.

Tabela 9 - Custo por quilograma de ração (R\$/kg ração) e por quilograma de peso ganho (R\$/kg GP) no ensaio 2

Item		Fase			
		0 a 16 dias		0 a 40 dias	
Maltodextrina	Acidificante	R\$/kg ração ¹	R\$/kg GP	R\$/kg ração	R\$/kg GP
Ausente	Ausente	R\$ 0,8132	R\$ 1,2423	R\$ 0,7499	R\$ 1,1819
	Presente	R\$ 0,8378	R\$ 1,2440	R\$ 0,7682	R\$ 1,1786
Presente	Ausente	R\$ 0,7600	R\$ 1,1931	R\$ 0,7120	R\$ 1,1508
	Presente	R\$ 0,7852	R\$ 1,2029	R\$ 0,7290	R\$ 1,1612
Média					
Maltodextrina	Ausente	R\$ 0,8255	R\$ 1,2432	R\$ 0,7591	R\$ 1,1803
	Presente	R\$ 0,7726	R\$ 1,1980	R\$ 0,7205	R\$ 1,1560
Acidificante	Ausente	R\$ 0,7866	R\$ 1,2177	R\$ 0,7310	R\$ 1,1664
	Presente	R\$ 0,8115	R\$ 1,2235	R\$ 0,7486	R\$ 1,1699

¹ Calculado com base no preço das matérias-primas em 9/2/06, com o dólar a R\$ 2,1956.

pois podem representar grande economia no caso de produções comerciais em larga escala.

Conclusões

A maltodextrina e o acidificante não influenciaram o valor nutricional das rações. A utilização da maltodextrina, combinada ou não com o acidificante nas rações, resultou em maior vantagem econômica em comparação à lactose. No nível estudado, a maltodextrina pode ser considerada alternativa às fontes de lactose para leitões desmamados.

Agradecimento

À Rosana Gottmann, aluna de pós-graduação em Zootecnia da UNESP, FMVZ, Campus de Botucatu, pelo importante auxílio na condução dos ensaios.

Literatura Citada

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- BERTOL, T.M. Alimentação dos leitões no aleitamento e creche. In: CURSO DE SUINOCULTURA, 1997, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1997. p.93-110.
- BERTOL, T.M.; SANTOS FILHO, J.I.; LUDKE, J.V. Níveis de suplementação de lactose na dieta de leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1387-1393, 2000.
- BLANK, R.; MOSENTHIN, R.; SAUER, W.C. 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, n.11, p.2974-2984, 1999.
- BOUDRY, G.; NEMCOVA, R.; GARCANCIKOVA, S. et al. Weaning induces both transient and long-lasting modifications of absorptive, secretory, and barrier properties of piglets intestine. **Journal of Nutrition**, v.134, n.9, p.2256-2262, 2004.
- COOKBOOK SHIMADZU. **Operation manual**: atomic absorption spectrophotometer AA 6800. Osaka: 2002. 157p.
- COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION - CEU. **Council regulation on the authorisation of the additive avilamycin in feedingstuffs**. [2003]. Disponível em: <http://register.consilium.eu.int/pdf/en/03/st06/st06120en03.pdf>. Acesso em: 29/3/2006.
- FIUMANA, D.; SCIPIONI, R. Effects of the presence of hydrolysed amides in the diets of weaned piglets on the digestive utilization of various nutrients. **Bollettino della Società Italiana di Biologia Sperimentale**, v.57, n.16, p.1731-1737, 1981.
- GIESTING, D.W.; EASTER, R.A. Response of starter pigs to supplementation of corn-soybean meal diets with organic acids. **Journal of Animal Science**, v.60, n.5, p.1288-1294, 1985.
- KELLY, D.; SMYTH, J.A.; McCracken, K.J. Digestive development of the early-weaned pig. 1. Effect of continuous nutrient supply on the development of the digestive tract and on changes in digestive enzyme activity during the first week post-weaning. **British Journal of Nutrition**, v.65, n.2, p.169-180, 1991.
- MAHAN, D.C. Efficacy of dried whey and its lactalbumin and lactose components at two dietary lysine levels on postweaning pig performance and nitrogen balance. **Journal of Animal Science**, v.70, n.7, p.2182-2187, 1992.
- MAHAN, D.C.; FASTINGER, N.D.; PETERS, J.C. Effects of diet complexity and dietary lactose levels during three starter phases on postweaning pig performance. **Journal of Animal Science**, v.82, n.9, p.2790-2797, 2004.
- McCRACKEN, K.J.; KELLY, D. Effect of diet and post-weaning food intake on digestive development of early-weaned pigs. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.43, n.3, p.110A, 1984.
- MORÉS, N.; MARQUES, J.L.L.; SOBESTIANSKY, J. et al. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L.A.C. (Eds.). **Suinocultura intensiva – Produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: Embrapa-SPI, 1998. p.135-161.
- OLIVER, W.T.; MATHEWS, S.A.; PHILLIPS, O. et al. Efficacy of partially hydrolyzed corn syrup solids as a replacement for lactose in manufactured liquid diets for neonatal pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, n.1, p.143-153, 2002.

- OWSLEY, W.F.; HAYDON, K.D.; JONES, R.D. Effects of organic acid addition and diet complexity on performance of pigs weaned at 28d. **Journal of Animal Science**, v.66, p.41, 1988 (suppl. 1).
- PARTANEN, K.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, v.12, n.1, p.117-145, 1999.
- PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J.; WILLIAMS, I.H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, v.51, n.1, p.215-236, 1997.
- PLUSKE, J.R.; KERTON, D.J.; CRANWELL, P.D. et al. Age, sex, and weight at weaning influence organ weight and gastrointestinal development of weanling pigs. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.54, n.5, p.515-527, 2003.
- POWLES, J.; COLE, D.J.A. Research examines use of lactose in young pig diets. **Feedstuffs**, v.65, n.8, p.13-16, 1993.
- RADCLIFFE, J.S.; ZHANG, Z.; KORNEGAY, E.T. The effects of microbial phytase, citric acid, and their interaction in a corn-soybean meal-based diet for weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v.76, n.7, p.1880-1886, 1998.
- RADECKI, S.V.; JUHL, M.R.; MILLER, E.R. Fumaric and citric acids as feed additives in starter pig diets: effect on performance and nutrient balance. **Journal of Animal Science**, v.66, n.10, p.2598-2605, 1988.
- RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, E.T. Acidification of weaner pig diets: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.62, n.4, p.313-322, 1993.
- RISLEY, C.R.; KORNEGAY, E.T.; LINDEMANN, M.D. et al. Effect of feeding organic acids on selected intestinal content measurements at varying times postweaning in pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, n.1, p.196-206, 1992.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 186p.
- SANTOS, W.G.; FILGUEIRAS, E.P.; BERTECHINI, A.G. et al. Manose na alimentação de leitões na fase de creche (desempenho, pH do trato gastrointestinal e peso dos órgãos). **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.3, p.696-702, 2003.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS language reference**. Version 8, Cary: 2001. 1042p.
- SHIELDS JR., R.G.; EKSTROM, K.E.; MAHAN, D.C. Effect of weaning age and feeding method on digestive enzyme development in swine from birth to ten weeks. **Journal of Animal Science**, v.50, n.2, p.257-265, 1980.
- TSILOYIANNIS, V.K.; KYRIAKIS, S.C.; VLEMMAS, J. et al. The effect of organic acids on the control of post-weaning oedema disease of piglets. **Research in Veterinary Science**, v.70, n.3, p.281-285, 2001.
- TURLINGTON, W.H.; ALLEE, G.L.; NELSEN, J.L. Effects of protein and carbohydrate sources on digestibility and digesta flow rate in weaned pigs fed a high-fat, dry diet. **Journal of Animal Science**, v.67, n.9, p.2333-2340, 1989.
- WEBER, E.; EHRLEIN, H.J. Glucose and maltodextrin in enteral diets have different effects on jejunal absorption of nutrients, sodium and water and on flow rate in mini pigs. **Deutsche Tierärztliche Wochenschrift**, v.105, n.12, p.446-449, 1998. (Abstract).
- WEEDEN, T.L.; NELSEN, J.L.; HANSEN, J.A. et al. The effect of diet acidification on starter pig performance and nutrient digestibility. **Journal of Animal Science**, v.69, p.105-106, 1991 (suppl. 1).