

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**MALTODEXTRINA EM RAÇÕES DE LEITÕES DESMAMADOS
COM DIFERENTES PESOS**

REGINA MARIA NASCIMENTO AUGUSTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP
Junho - 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**MALTODEXTRINA EM RAÇÕES DE LEITÕES DESMAMADOS
COM DIFERENTES PESOS**

REGINA MARIA NASCIMENTO AUGUSTO

Médica Veterinária

ORIENTADOR: Prof. Dr. DIRLEI ANTONIO BERTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP
Junho – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Augusto, Regina Maria Nascimento, 1981-
A919m Maltodextrina em rações de leitões desmamados com diferentes pesos / Regina Maria Nascimento Augusto. - Botucatu : [s.n.], 2009.
iv, 79 f. tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009

Orientador: Dirlei Antonio Berto
Inclui bibliografia

1. Leitão (Suíno). 2. Lactose. 3. Pesos. 4. Maltodextrina. I. Berto, Dirlei Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

À memória da amada mãe Vera, e aos
meus queridos pais
Luiz (Gordinho) e tio Gerson;
minha irmã (e mãe) Daniela e ao meu
paciente companheiro Alexandre,
Ofereço!

À querida Vovó Zulmira (*in memoriam*), anjo da minha vida...
A ti confio o sonho em que me leva.
Um instinto de luz, rompendo a treva,
Buscando, entre visões, o eterno Bem.

Dedico!

Agradecimentos

Ao professor Dirlei Antonio Berto, pela amizade, dedicação, orientação segura e muita paciência.

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP/Botucatu, pela oportunidade de realização deste curso.

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

A empresa CORN PRODUCTS Brasil pelo financiamento das pesquisas e pelas matérias primas fornecidas nos experimentos.

Ao Prof. Dr. Francisco Stefano Wechsler, pela disponibilidade na realização das análises estatísticas.

Aos professores Dr. Caio Abércio da Silva, Dra. Silvia Maria Alves Gomes e Dra. Ana Silvia Alves M. T. Moura pelas correções pertinentes e fundamentais da minha dissertação.

À Prof. Dra. Renne Laufer, pela preciosa ajuda com minhas análises de morfometria intestinal.

Aos secretários da Seção de Pós-Graduação em Zootecnia, Seila Cristina Cassinelli Vieira e Danilo Juarez Teodoro Dias, pela atenção e auxílios prestados.

Aos funcionários do Departamento de Produção Animal, Solange Aparecida Ferreira de Souza e José Luis Barbosa de Souza pela amizade e auxílio.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da FMVZ – UNESP, em especial, Paulo Sérgio dos Santos, Dair Vieira, e Wilson (Boca) pela amizade e ajuda na condução dos experimentos.

Às minhas amigas Vivian Lo Tierzo, em especial, e Lucélia Hauptli pela sincera amizade, apoio, paciência, imensa ajuda e participação ativa na condução dos experimentos.

Aos queridos amigos Gabriela Mello e João Paulo Franco pela amizade e auxílio na realização deste trabalho.

Aos estimados amigos Alexandre Garcia, Ligia Gomes, Liege Martins, pela amizade, auxílio e companheirismo.

Ao meu irmão, pelo carinho e amizade.

E a todos aqueles que de alguma maneira, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, a minha enorme gratidão.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| Lista de Tabelas..... | iv |
| Capítulo 1..... | 1 |
| 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS..... | 2 |
| 2. ALTERAÇÕES MORFOFUNCIONAIS E DA MICROBIOTA INTESTINAL DE LEITÕES NO DESMAME..... | 4 |
| 2.1. Altura de vilosidades e profundidade de criptas..... | 6 |
| 2.2. Microbiota e pH gastrintestinal..... | 8 |
| 3. PESO DOS LEITÕES NO DESMAME..... | 12 |
| 4. IMPORTÂNCIA DA LACTOSE NAS RAÇÕES DE LEITÕES..... | 13 |
| 5. MALTODEXTRINA..... | 17 |
| 5.1 Definição e método de obtenção..... | 17 |
| 5.2 Adição em rações de leitões..... | 19 |
| 6. REFERÊNCIAS..... | 22 |
| Capítulo 2..... | 33 |
| MALTODEXTRINA EM RAÇÕES DE LEITÕES DESMAMADOS COM DIFERENTES PESOS: DESEMPENHO E MORFOMETRIA INTESTINAL | |
| Resumo..... | 34 |
| Abstract..... | 35 |
| Introdução..... | 36 |
| Material e Métodos..... | 38 |
| Resultados e Discussão..... | 41 |
| Conclusões..... | 46 |
| Referências..... | 47 |
| Capítulo 3..... | 56 |
| MALTODEXTRINA EM RAÇÕES DE LEITÕES DESMAMADOS COM DIFERENTES PESOS: PH E MICROBIOTA DO TRATO GASTRINTESTINAL | |
| Resumo..... | 57 |
| Abstract..... | 58 |
| Introdução..... | 59 |
| Material e Métodos..... | 61 |
| Resultados e Discussão..... | 63 |
| Conclusões..... | 68 |
| Referências..... | 69 |
| Capítulo 4..... | 78 |
| IMPLICAÇÕES..... | 79 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|---|--------|
| Capítulo 2 | |
| TABELA 1 - Composição percentual e níveis nutricionais das rações..... | 51 |
| TABELA 2 - Médias (erros-padrão) de consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) dos leitões de 0 a 17 e de 0 a 29 dias de experimento..... | 52 |
| TABELA 3 - Médias (erro-padrão) dos valores de altura das vilosidades (μm) do duodeno e jejuno de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame..... | 53 |
| TABELA 4 - Médias (erro-padrão) dos valores de profundidade de criptas (μm) do duodeno e jejuno de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame..... | 54 |
| TABELA 5 - Médias (erro-padrão) dos valores de espessura de mucosas (μm) do duodeno e jejuno de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame..... | 55 |
| Capítulo 3 | |
| TABELA 1 - Composição percentual e níveis nutricionais das rações experimentais | 73 |
| TABELA 2 - Médias (erro-padrão) dos valores de pH do estômago, cólon e reto de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame..... | 74 |
| TABELA 3 - Médias (erro-padrão) da contagem de coliformes totais (\log_{10} UFC/g) no íleo e ceco de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame | 75 |
| TABELA 4 - Médias (erro-padrão) da contagem de <i>E. Coli</i> (\log_{10} UFC/g) no íleo e ceco de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame | 76 |
| TABELA 5 - Médias (erro-padrão) da contagem de <i>Lactobacillus</i> (\log_{10} UFC/g) no íleo e ceco de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame | 77 |

CAPÍTULO - 1

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O crescimento da população mundial tem sido apontado como um dos principais responsáveis pelo aumento na demanda por alimentos, que, por pressão de boa parte da sociedade moderna, são submetidos a processos de produção cada vez mais rigorosos no que diz respeito à segurança alimentar e respeito às questões sociais e de meio ambiente, além da necessidade de serem produzidos com custos acessíveis.

Essa nova realidade impõe um grande desafio à produção suinícola, responsável por mais de 40% da produção de carne no mundo (FAO, 2006), pois deve gerar carcaças pesadas, com baixa deposição de gordura e alto rendimento de carne magra, com o menor custo possível; o que implica na escolha cuidadosa dos alimentos, bem como na formulação precisa das rações, uma vez que a alimentação corresponde, em média, a 65 % dos custos da produção de suínos.

A produção em confinamento tem sido a principal responsável pelo aumento da produtividade, e gerado mais da metade do contingente de suínos abatidos em todo o mundo (D'SILVA, 2000). Para atender o aumento da demanda de carne suína houve a necessidade de adoção de uma série de novas técnicas de manejo, entre as quais merece destaque o desmame dos leitões entre 18 e 28 dias de idade.

A redução no período de aleitamento, usualmente utilizada para aumentar o número médio de partos por porca ao ano, com significativa redução no custo de produção, tornou-se grande preocupação para os nutricionistas, pois para executá-la com eficiência é necessário o conhecimento sobre os ingredientes, bem como, a biodisponibilidade dos nutrientes, de modo a reduzir ou evitar problemas no período pós-desmame (TRINDADE NETO et al., 1994).

Em condições comerciais, o desmame é um dos momentos mais críticos para os leitões, ao contrário do que ocorre em condições naturais, onde transcorre como um processo gradual e sem mudanças dramáticas. Como consequência do desmame, vários fatores levam o animal a um estado de estresse, como separação da mãe, mudança de ambiente, maior desafio imunológico, contato com leitões de outras leitegadas, troca de dieta e dificuldade de adaptação a comedouros e bebedouros (LUDKE et al., 1998).

Do ponto de vista nutricional, o desmame implica na necessidade de consumo da ração, normalmente seca, contendo óleos, amido e proteínas vegetais, devido à supressão do leite da porca, que é altamente digestível e rico em caseína, lactose e gordura, predispondo os animais a problemas gastrointestinais, com queda no desempenho e conseqüente perda econômica. Segundo LE DIVIDICH & HERPIN (1994), os leitões não conseguem consumir a quantidade adequada de alimento para suprir suas necessidades de energia para manutenção nos primeiros cinco dias após o desmame. De acordo com MAVROMICHALIS (2006), a exigência de energia para a manutenção dos leitões, só será adequada, em aproximadamente, oito dias após o desmame.

Para atender às exigências nutricionais dos leitões, especialmente nas primeiras duas semanas após o desmame, têm sido formuladas rações com matérias primas de alta digestibilidade, como os produtos lácteos. Apesar da inclusão desses produtos nas rações pré-iniciais e iniciais ser justificada pelo bom desempenho dos animais, a restrição da oferta no mercado interno brasileiro e a conseqüente elevação dos seus preços nos últimos anos, têm provocado o interesse por pesquisas com alimentos alternativos, como a maltodextrina, proveniente da conversão enzimática do amido,

utilizada como opção para substituir a lactose nas rações de leitões (HAUPTLI et al., 2007; SILVA et al., 2008).

2. ALTERAÇÕES MORFOFUNCIONAIS E DA MICROBIOTA INTESTINAL DE LEITÕES NO DESMAME

Nas granjas comerciais, o desmame é considerado um dos momentos mais críticos para os leitões, pois é realizado quando ainda não possuem o sistema digestório adequadamente desenvolvido, apresentando baixa capacidade de produção de ácido clorídrico e das enzimas necessárias à digestão das frações protéica e energética dos ingredientes de origem vegetal presentes na ração (MAKKINK et al., 1994). Os leitões têm capacidade limitada para digerir amido, sacarose e gordura até os 21 dias de idade, e os níveis adequados de atividade das enzimas digestivas são alcançados, em média, aos 42 dias de idade (LINDEMAN et al., 1986).

A troca do leite materno pela ração predominantemente vegetal exige do leitão a necessidade de adaptar-se ao alimento seco com um novo padrão de preensão, palatabilidade e composição. A gordura do leite e a lactose, principais fontes de energia durante a fase de aleitamento, são substituídas, principalmente, por amido e óleo vegetal; a caseína, altamente digestível, é substituída por proteínas vegetais menos digestíveis. Com o desmame, ocorre também a supressão dos fatores de crescimento presentes no leite e que auxiliam no desenvolvimento e maturação intestinal (KELLY et al., 1990; MELLOR, 2000a).

A nova dieta pode apresentar antígenos que provocam reações de hipersensibilidade transitória no intestino (MILLER et al., 1984), predispondo os leitões às doenças entéricas (KELLY; COUTTS, 2000). Além disso, os leitões ainda não

apresentam seu sistema imunológico totalmente desenvolvido (GASKINS & KELLEY, 1995; MELLOR, 2000 b) e o sistema imune digestivo é um importante mecanismo de proteção, pois auxilia no controle de distúrbios entéricos, uma vez que previne a ação de microrganismos patogênicos e de componentes antigênicos de origem alimentar (GÖRANSSON et al., 1995; NABUURS, 1995).

A fase pós-desmame, portanto, é caracterizada por reduções no consumo de alimento e na taxa de crescimento, e aumento na ocorrência de diarreia nos leitões (ARMSTRONG; CLAWSON, 1980). De acordo com NABUURS et al. (1993), a ocorrência de diarreia pós-desmame está relacionada à arquitetura e à função intestinais, já que nessa fase, ocorrem alterações estruturais e funcionais significativas na mucosa do intestino delgado, como a atrofia das vilosidades e a hiperplasia das criptas de *Lieberkühn*, resultando em menor número de células absorptivas e maior número de células secretoras.

O acúmulo de alimento no lúmen intestinal, ocasionado pelo comprometimento dos processos de digestão e absorção, também contribui para a criação de um gradiente osmótico e para o aumento de secreção de fluidos no lúmen, podendo levar o leitão a um quadro de diarreia osmótica, caso a reabsorção de líquidos pelo intestino grosso não seja suficiente (BOUDRY et al., 2004).

Assim, a necessidade de aumentar a ingestão de ração, sem predispor o leitão a problemas digestivos, implica na utilização precoce de dietas altamente digestíveis (ETHERIDGE et al., 1984; SALMINEN et al., 1998), contendo produtos lácteos, especialmente nas primeiras duas semanas após o desmame (CERA et al., 1988; PARTRIDGE, 1988), adequadas em função do grau de amadurecimento do trato gastrintestinal, que varia com a idade e o peso dos leitões ao desmame (BERTOL et al.,

2000). Porém, de acordo com BRUININX et al. (2004), a preocupação com a ração fornecida aos leitões deve ocorrer antes do desmame, pois deve estimular a ingestão, com o intuito de induzir uma adaptação digestiva e evitar os efeitos prejudiciais do desmame.

2.1. Altura de vilosidades e profundidade de criptas

Segundo SANCHES (2004), o intestino delgado, principal local de digestão dos alimentos nos monogástricos, tem como unidade funcional as vilosidades, que são projeções da mucosa revestidas por células epiteliais colunares, os enterócitos. A maturação dos enterócitos ocorre durante o processo de migração da cripta para o ápice das vilosidades e, quanto maior o número de células, maior o tamanho das vilosidades e maior a eficiência dos processos de digestão e absorção dos nutrientes. Se o processo de reposição celular for adequado, o valor da relação altura da vilosidade e profundidade de cripta é maior, indicando presença de maior número de enterócitos maduros e funcionais (TUCCI, 2003).

Por ocasião do desmame, a mucosa intestinal altera-se, diminuindo a capacidade digestiva e absorptiva do intestino delgado. A maior descamação do epitélio intestinal ocorre em função do baixo consumo de ração, da presença de toxinas bacterianas e de fatores alergênicos de origem alimentar e da adesão de bactérias aos enterócitos (CERA et al., 1988). Essas alterações são as principais responsáveis pelo comprometimento no desempenho dos leitões nesta fase (VENTE-SPREEUWENBERG et al., 2004) e, conseqüentemente, da lucratividade do produtor. Existe uma grande variabilidade individual no consumo de alimento em leitões recém-desmamados (BRUININX et al.,

2001) e uma relação positiva entre o consumo de alimento de 0 a 3 dias após o desmame e a altura das vilosidades (BRUININX et al., 2002). O aumento da perda celular nas vilosidades resulta em aumento na profundidade das criptas (TUCCI, 2003), que devem assegurar uma adequada taxa de renovação celular e garantir a reposição das células da região apical dos vilos (PLUSKE et al., 1997). Desta forma, quanto maior a altura das vilosidades e menor a profundidade das criptas, mais eficientes serão os processos de digestão e absorção de nutrientes e menores as perdas energéticas com o *turnover* celular.

O encurtamento das vilosidades e o aprofundamento das criptas acarretam redução na atividade de algumas enzimas (isomaltase, sacarase e lactase) da borda em escova dos enterócitos (MILLER et al., 1984). NABUURS (1995) relatou que a redução na altura das vilosidades e o aumento na profundidade das criptas estão relacionados com a mortalidade dos leitões após o desmame.

O farelo de soja, principal fonte protéica das rações de suínos, contém glicina e betaconglucina, proteínas capazes de provocar respostas de hipersensibilidade e alterar o epitélio intestinal dos leitões (LI et al., 1990). Desse modo, altos níveis de farelo de soja na ração após o desmame, contribuem para um aumento da ocorrência de distúrbios entéricos e para a redução da taxa de crescimento de leitões (BOURNE & NEWBY, 1981; HANKINS et al., 1992). Por sua vez, a produção de enzimas digestivas é estimulada após o desmame (KELLY et al., 1991), principalmente pela presença do farelo de soja na dieta (EFFIRD et al., 1982), de modo que os leitões devem ser adequadamente alimentados a fim de garantir a saúde e estimular o processo de maturidade gastrintestinal.

2.2. Microbiota e pH gastrintestinal

A microbiota intestinal é composta por diversas espécies bacterianas, que formam um sistema complexo e dinâmico, responsável por influenciar fortemente fatores imunológicos, fisiológicos, nutricionais e bioquímicos no hospedeiro (TANNOCK et al., 1998). De acordo com ROSELL (1992), existem dois tipos de microbiota no trato gastrintestinal, o primeiro, conhecido como indígena, consiste em microrganismos benéficos que se encontram em relações simbióticas com o hospedeiro através de um longo período de evolução, e o segundo, consiste em microrganismos potencialmente patogênicos. Neste contexto, a dieta pode influenciar diretamente as proporções relativas de espécies dominantes e subdominantes, podendo provocar um aumento de espécies potencialmente toxinfeciosas (MITSUOKA et al., 1987).

JENSEN (1999) estudou as espécies de bactérias dominantes no estômago e intestino delgado dos suínos e destacou a presença das Enterobactérias, Estreptococos e Lactobacilos. Também verificou que a maior diversidade de bactérias está no intestino grosso, sendo composta por grupos bacterianos como, Bacterioides, Prevotella, Eubactérias, Lactobacilos, Fusobactérias, Peptostreptococos, Selenomonas, Megasphaera, Veillonella e Estreptococos.

A microbiota do intestino delgado do leitão é dominada por espécies aeróbias e anaeróbias facultativas. Com o crescimento do leitão, a população bacteriana vai mudando gradativamente, ocorrendo diminuição de *Escherichia coli* e o aumento de outros microrganismos anaeróbios facultativos no intestino delgado, como *Lactobacillus* e *Streptococcus*, cujas concentrações estão em torno de $10^5 - 10^9$ UFC/g; e de uma população de anaeróbios estritos no intestino grosso como, Bacterioides,

Eubacterium, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium*, *Fusibacterium*, *Clostridium* (RADESCKI & YOKOYAMA, 1991).

As *Bifidobacterium* estão presentes ao longo do trato gastrintestinal do leitão em uma densidade populacional de 10^4 a 10^6 UFC/g de mucosa estomacal e 10^8 UFC/g de mucosa da porção distal do intestino delgado. A microbiota do ceco e do cólon contém quantidades similares de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* e *Enterococcus*, além de Bacteróides e *Eubacteriaceae* e quantidades variáveis de *Escherichia coli* (JONSSON & CONWAY, 1992).

De acordo com JENSEN (1999), a contagem microbiológica fecal e a população microbiana nas diferentes regiões do trato gastrintestinal dependem das condições físico-químicas do segmento analisado, sendo que quanto maior for o tempo de permanência do alimento na parte terminal do intestino delgado ou grosso, maior será a multiplicação microbiana.

Conforme MORES & AMARAL (2001), durante a fase de aleitamento o colostro e o leite controlam o crescimento bacteriano no intestino. Os lactobacilos exercem um papel fundamental no equilíbrio microbiano do intestino delgado, pois se acredita que a produção de ácido láctico, a associação dos lactobacilos com o epitélio e as propriedades estimuladoras de certos lactobacilos sobre a resposta imune, são benéficas para a saúde intestinal do recém-nascido (MEAD, 1989). FAVIER et al., (2003) concluíram que após o nascimento a composição da microbiota intestinal em leitões muda de uma microbiota simples para uma complexa e estável, mas que é influenciada por fatores como o meio ambiente, dieta e hospedeiro.

O leitão recém-nascido possui o trato gastrintestinal praticamente estéril, porém, dentro de poucas horas após a exposição ao meio ambiente, as superfícies e as mucosas

sofrem colonização por diversos microrganismos, seguindo uma sequência e duração determinadas para cada espécie, bem como, diferindo entre espécies e/ou grupos de animais (SILVA & NÖRNBERG, 2003). A inoculação nos mamíferos se dá no momento do parto, através do muco vaginal de fêmeas sadias e via amamentação. Em leitões a *E. coli* foi detectada no intestino duas horas após o nascimento, enquanto que bactérias benéficas como os *Lactobacillus* spp. só foram observadas após 18 horas (BERTECHINI & HOSSAIN, 1993).

A redução no fornecimento de lactose, associada com o desmame, segundo VIOLA & VIEIRA (2003) provoca uma queda drástica na população de *Lactobacillus* spp e aumento do pH gastrintestinal, pois ainda é insuficiente a produção de ácido clorídrico pelas células parietais do estômago. Isto se deve à presença de carboidratos e proteínas não digeridos e ao elevado pH estomacal que promovem um desequilíbrio da microflora intestinal e favorecem a criação de um ambiente favorável para o desenvolvimento de bactérias patogênicas, como *Escherichia coli*, *Clostridium* e *Enterobacteriaceae* (WALSH et al., 2004).

Tais microrganismos podem se fixar à mucosa intestinal e, durante o processo de fermentação, produzir toxinas (putrescina, cadaverina, tiramina, histamina e outras aminas), agravando ainda mais os danos ao epitélio intestinal, podendo levar os leitões à morte (MOLLY, 2001). Em comparação ao leite da porca, as proteínas da soja têm maior ação tamponante no estômago do leitão e o aumento do pH reduz a atividade da pepsina, transferindo para o intestino delgado maior quantidade de proteínas intactas, favorecendo o crescimento de bactérias patogênicas e, conseqüentemente, a ocorrência de diarreia (MANNERS et al., 1962).

De acordo com ROMERO et al. (2001), a *E. coli* é o agente bacteriano mais frequentemente isolado de quadros clínicos de diarreia nas fases de maternidade, creche e terminação, porém a diversidade da microbiota do sistema digestório pode confundir a caracterização do agente etiológico primário nos quadros de enterite em suínos (FRANCIS, 2002).

O estômago deve apresentar pH de 2,0 a 3,5, pois a acidez estomacal tem a função de estabelecer um pH ideal para a atividade da pepsina e dificultar a entrada de microrganismos patogênicos no intestino delgado, por criar um ambiente que favorece o crescimento de lactobacilos no estômago que, por sua vez, podem inibir a colonização de patógenos, por competição ou pela produção de ácido láctico (FULLER, 1977). Segundo WILSON & LEIBHOLZ (1981), a variação do pH do estômago, devido à dieta, tem relevância decisiva no estado sanitário e digestivo. Todavia, ao longo de sua extensão, os valores de pH do trato gastrintestinal tendem a aumentar, chegando a neutro no reto (ADAMS, 2000).

Em relação à fixação de bactérias no epitélio intestinal, existem dois tipos de populações que podem se estabelecer no trato digestório. O primeiro é formado por bactérias que se associam às células epiteliais, como o *Lactobacillus acidophilus* e a *Escherichia coli*; o segundo, é composto, por exemplo, pelo *Streptococcus faecium*, que se multiplica em taxas suficientemente rápidas, para não ser eliminado pelo peristaltismo (MILES, 1993).

Segundo HENTGES (1992), a resistência da microbiota normal à colonização do intestino por bactérias patogênicas ocorre, principalmente, em duas regiões: no conteúdo luminal, pela produção de metabólitos tóxicos, e na superfície da mucosa intestinal, em razão da ocupação dos sítios de associação pela microbiota normal.

3. PESO DOS LEITÕES NO DESMAME

Na suinocultura, normalmente a produtividade é avaliada pelo número de leitões desmamados por fêmea ao longo do ano (DIAL et al., 1992; MUIRHEAD & ALEXANDER, 1997), entretanto, o número de nascidos por parto, tem efeito direto na qualidade dos leitões, estando correlacionado negativamente com o peso ao nascimento. Segundo MAHAN et al. (1998), os leitões com baixo peso ao nascer apresentam menor potencial muscular e provavelmente consumo mais baixo de fatores de crescimento, obtidos através do colostro e do leite. Portanto, espera-se que os leitões com baixo peso precisem de um tempo maior a fim de alcançar o peso adequado para o abate (HANCOCK et al., 1994).

É reconhecido que leitegadas grandes estão associadas com baixo peso ao nascer (HOLANDA et al, 2005), aumento nas taxas de natimortos e de mumificados, além da diminuição da sobrevivência pré-desmame (DIAL et al., 1992; CUTLER et al., 1999; LEENHOUWERS et al., 1999). Por outro lado, o baixo peso dos leitões ao desmame é determinante no aumento da ocorrência de diarreia e baixo ganho de peso na fase de creche (MADEC et al., 1998; MORES et al., 2000).

Portanto, conforme COLE & VARLEY (2000), um dos fatores relevantes na criação de suínos é a obtenção de bom peso médio dos leitões ao desmame, pois existe uma relação direta entre o peso ao desmame, a eficiência de crescimento e a qualidade de carcaça dos suínos abatidos, conseqüentemente, há redução do custo por kg de carne produzido com o aumento do peso ao desmame. Além disso, os leitões leves ao desmame requerem manejo diferenciado e cuidados especiais no que se refere às instalações e características nutricionais das rações, e apresentam um padrão sanitário

diferente dos demais animais, sendo responsáveis pela difusão e manutenção de problemas clínicos no rebanho.

4. IMPORTÂNCIA DA LACTOSE NAS RAÇÕES DE LEITÕES

O sistema digestório do leitão lactente está naturalmente adaptado para digerir o leite da porca, e a troca deste alimento pela ração, no caso do desmame precoce, pode ocasionar distúrbios gastrintestinais e depressão no crescimento (FERREIRA et al., 1988). Após o desmame, a composição da dieta dos leitões muda radicalmente, uma vez que o leite materno é substituído por uma dieta com maior nível de matéria seca, composta por carboidratos como principais fontes de energia; com a substituição da maior parte da lactose pelo amido (VENTE-SPREEUWENBERG et al., 2003).

O soro de leite em pó, o leite em pó desnatado, a lactose cristalina e o soro de leite desproteinado são os principais ingredientes utilizados como fonte de lactose em dietas de leitões após o desmame. DUNSFORD et al. (1989) constataram que os melhores resultados para a digestibilidade dos nutrientes de rações contendo leite ou derivados lácteos, devem-se ao equilíbrio da composição nutricional, pela presença da lactose e pelo perfil de aminoácidos da proteína desses alimentos. LEPINE et al. (1991) verificaram que independentemente do tipo de dieta, nos primeiros 21 dias após o desmame, a inclusão de produtos lácteos não deve ser inferior a 25%, já, MAHAN & NEWTON (1993) sugeriram níveis mínimos de 35 a 45%.

Dentre os produtos lácteos, o soro de leite, subproduto da fabricação do queijo, é um dos mais utilizados nas rações de leitões desmamados, pois muitas pesquisas demonstraram que a sua utilização na dieta desses animais melhora o crescimento

(NESSMITH et al., 1997; BERTOL et al., 2000; GRINSTEAD et al., 2000). A lactose é a principal fonte de energia do soro de leite e, segundo GARCIA et al. (2003), suas proteínas, apesar de presentes em pequenas quantidades, são valorizadas pelas suas propriedades funcionais e pelo seu alto valor biológico. Segundo LUDKE et al. (1998), o melhor nível de inclusão do soro de leite em pó na dieta deve variar de 10 a 35%, dependendo da idade de desmame.

O leite em pó desnatado contém de 33-36% de proteína bruta (PB), sendo que 80% correspondem à caseína e 20% às proteínas do soro: albuminas, globulinas, lactoferrina e lactoperoxidase (FEDNA, 1999). Em relação ao percentual de carboidratos, contém 50% de lactose (TURLINGTON et al., 1989); não possui proteínas alergênicas e apresenta diferentes fatores de crescimento, como EGF, IGF-I, IGF-II e a insulina, na sua composição, os quais atuam estimulando a divisão e a diferenciação celular no intestino delgado de leitões após o desmame, promovendo a regeneração mais eficiente da mucosa intestinal, desde que não contenha excesso de soja ou subprodutos na ração (ODLE et al., 1996; SOARES et al., 2000).

De acordo com FEDNA (1999), os benefícios dos subprodutos do leite, como o leite desnatado em pó e o soro de leite em pó, se devem tanto a fração hidrocarbonada (lactose) como sua fração protéica; importantes não apenas por sua elevada digestibilidade e palatabilidade, mas também pelo seu alto conteúdo em imunoglobulinas (TEODORO et al., 1998; MEDEL et al., 1999; e CLINE, 2002).

MAHAN & LEPINE (1991) verificaram que leitões com idade de 21 a 28 dias, desmamados com baixo peso (4,1 a 5,0 kg), tiveram um melhor crescimento quando alimentados com rações complexas, contendo farelo de soja e soro de leite seco com suplementação de aminoácidos e dextrose, em relação àqueles alimentados com rações

simples. Os autores sugeriram que a ração destinada a leitões mais pesados por ocasião do desmame (7,3 a 8,6 kg) pode conter menor concentração de produtos lácteos.

Comparando dietas à base de milho e farelo de soja para leitões desmamados aos 23 dias de idade, com ou sem suplementação de soro de leite em pó e níveis de lisina variando de 1,1 a 1,5%, LEPINE et al. (1991) observaram maior ganho de peso nos primeiros 21 dias após o desmame nos animais que receberam ração contendo 25% de soro de leite, independentemente do nível de lisina. Por outro lado, MAHAN et al. (1993) trabalhando com a inclusão de 20% de soro de leite em pó na ração e níveis de lisina de 0,95 ou 1,1% na dieta, sugeriram a possibilidade da lactose ser o dissacarídeo mais limitante em dietas à base de milho e farelo de soja.

Níveis de inclusão de lactose de 25 a 30% durante a primeira semana pós-desmame, ou até 7 kg de peso vivo, 15 a 20% durante o período de 7 a 21 dias, ou até 12,5 kg de peso vivo, e 10 a 15% durante o período de 21 a 35 dias pós-desmame, ou até 25 kg de peso vivo, otimizam o desempenho dos leitões (MAHAN et al., 2004). A lactose é um nutriente considerado indispensável para leitões após o desmame precoce, sendo que seus níveis de inclusão nas rações variam entre 10 e 35%, dependendo da idade (DIJKA et al., 2001). Além do aspecto nutricional, também atua como palatabilizante, estimulando o consumo de ração pelos leitões desmamados (BERTOL et al., 2000).

POWLES & COLE (1993) verificaram que a diminuição do pH intestinal, resultante da fermentação da lactose em ácido láctico pelos *Lactobacillus*, melhora a ação das enzimas, a digestibilidade da matéria seca, da proteína e da energia, aumenta a eficiência na utilização de alimento e proporciona um ambiente adequado para o

crescimento de bactérias acidófilas benéficas, como os *Lactobacillus* (KRAUSE et al., 1995).

A superioridade da lactose sobre outras fontes de carboidratos para leitões desmamados precocemente tem sido relatada também por outros pesquisadores, os quais verificaram efeitos positivos sobre o desempenho (LEPINE et al., 1991; MAHAN, 1992; MAHAN, 1993; MAHAN & NEWTON, 1993; e NESSMITH et al., 1997). Leitões nas fases pré-inicial e inicial respondem muito bem à inclusão de 20 a 40% de lactose ou fontes de lactose nas duas primeiras semanas após o desmame, sendo que, nas semanas subsequentes, estes níveis podem ser reduzidos para 10 a 15%, sem comprometer o desempenho (MAHAN et al., 2004).

Os efeitos benéficos dos produtos lácteos são conhecidos por melhorarem o desempenho e a eficiência alimentar em leitões devido à elevada palatabilidade e digestibilidade da proteína e da energia (THACKER, 1999).

Segundo ROBLES (1993), a identificação dos melhores ingredientes para as dietas dos leitões desmamados deve ser prioridade em qualquer programa de alimentação, considerando-se o preço, a disponibilidade e o valor nutritivo dos alimentos. Portanto, pesquisas com matérias primas alternativas à lactose, como a maltodextrina, têm sido realizadas.

5. MALTODEXTRINA

5.1. Definição e método de obtenção

A maltodextrina é proveniente da conversão ácida (geralmente HCl) e/ou enzimática (alfa amilase) do amido (ZOBEL, 1992) extraído do milho, batata, mandioca ou do arroz. A moagem úmida do milho é o principal processo de extração do amido; trata-se de um processo industrial de fracionamento do grão de milho em seus componentes básicos: germe, fibra, amido e proteína, sendo o alto rendimento na extração do amido o objetivo principal da moagem úmida (LOPES FILHO, 1997). Por possibilitar maior eficiência na separação das frações do grão, a moagem úmida origina produtos de maior pureza, facilitando a produção de hidrolisados (ZOBEL, 1992).

O processo de moagem úmida pode ser dividido em seis etapas principais: maceração, primeira moagem, separação do germe, segunda moagem, separação das fibras e separação glúten-amido (LOPES FILHO, 2006). A maceração é realizada em tanques de aço inoxidável por meio de processo contínuo em contracorrente, com solução de 0,1-0,2% de SO₂ a 50- 55°C, por 24 a 38 horas. Estas condições permitem o desenvolvimento de *Lactobacillus* sp. , que através da utilização dos açúcares solúveis na água de maceração, produzem ácido láctico, reduzindo o pH do meio, promovendo condições favoráveis para a separação dos componentes do grão (LOPES FILHO, 1999).

Segundo ROUSHDI et al. (1981), durante a maceração também ocorre o amolecimento das sementes, a liberação dos grânulos de amido das matrizes de proteínas (através da quebra das pontes de enxofre) e a inibição do crescimento de

microrganismos responsáveis pelo processo de deterioração. Em seguida, durante a moagem, os grãos são reduzidos a pequenos fragmentos para a liberação e posterior separação do germe (através da diferença de densidade entre ele e o restante da massa), usando ciclones apropriados (LOPES FILHO, 1997).

Uma segunda moagem é realizada a fim de liberar todo o amido e proteína que estejam aderidos à parte fibrosa. O próximo passo é a separação da fibra, que ocorre num sistema de peneiras por meio de diversas lavagens com água proveniente do processo, para que, no final reste o menor teor possível de amido e proteína na fração fibrosa (LOPES FILHO, 1997). A separação do amido é obtida por meio da centrifugação, em centrífugas e pequenos hidrociclones encapsulados, que promovem a lavagem final do amido (ZOBEL, 1992; LOPES FILHO, 1997).

STOREY & ZUMBE (1995) classificaram a maltodextrina como um carboidrato complexo que apresenta digestão lenta. Deste modo, fornece energia de forma gradual devido aos mecanismos enzimáticos que a digerem no intestino até sua forma mais simples (glicose), evitando picos glicêmicos.

Por essas características a maltodextrina é bastante utilizada como matéria prima para produção de suplementos alimentares no segmento de nutrição esportiva humana e na indústria em geral, especialmente na produção de sopas e sorvetes. Também pode ser utilizada, como agente carreador e provedor de textura (ALEXANDER, 1992; MARCHAL et al., 1999). Outra utilidade da maltodextrina, segundo SHAHIDI & HAN (1993), é ser um dos agentes encapsulantes mais usados nos processos de microencapsulação de óleos, devido a sua estabilidade, baixo custo e efeito antioxidante.

Em 1983 a maltodextrina foi oficialmente definida pela *Food and Drug Administration* como um polímero sacarídeo nutritivo, sem sabor adocicado, formado por unidades de D-glicose unidas principalmente por ligações α (1 \rightarrow 4) e que possui dextrose equivalente (DE) menor que 20. Apresenta-se como pó branco ou como solução concentrada obtida a partir da hidrólise parcial dos amidos de milho, batata ou arroz, com ácidos e enzimas seguras e adequadas (FDA, 2003).

5.2. Adição em rações de leitões

As características favoráveis da maltodextrina têm despertado interesse de uso na área de nutrição animal (CHRONAKIS, 1988), podendo ser uma fonte alternativa à lactose nas rações de leitões desmamados.

OLIVER et al. (2002) demonstraram que a substituição da lactose pelo amido de milho parcialmente hidrolisado (dextrose equivalente igual a 20) em dietas líquidas para leitões entre 1 e 20 dias de idade não afetou a digestibilidade dos nutrientes na fase pré-inicial, bem como foi capaz de manter ou até mesmo melhorar o desempenho de leitões desmamados aos 21 dias de idade.

SILVA et al. (2008), trabalhando com rações de média complexidade ou complexas para leitões desmamados aos 21 dias de idade, verificaram que a substituição de 66 a 80% da lactose das rações pré-iniciais e iniciais pela maltodextrina não exerceu efeito negativo no desempenho dos animais e nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e da energia bruta, entretanto, os leitões alimentados com rações contendo maltodextrina, durante os 14 dias pós-desmame, apresentaram maior consumo diário de ração e maior ganho diário de peso. HAUPTLI et al. (2007)

promoveram a substituição total da lactose pela maltodextrina, nas rações de leitões desmamados, e não observaram prejuízo no desempenho dos animais.

A maltodextrina também pode ser adicionada na ração a fim de melhorar o efeito benéfico dos probióticos no intestino delgado devido sua associação com o *Lactobacillus casei*, provocando a queda da colonização de *Escherichia coli* no jejuno de leitões, com microbiota previamente conhecida (BOMBA et al., 2002).

Em um experimento realizado por WEBER & EHRLEIN (1998) com minissuínos, foi avaliada a adição de duas dietas enterais compostas por glicose ou maltodextrina, sendo verificada maior absorção dos carboidratos, da gordura e da proteína da dieta contendo maltodextrina. Quando compararam a administração de solução isotônica de maltodextrina à solução hipertônica de glicose, observaram que a primeira provocou a diminuição na taxa de fluxo e maior absorção de água, fatos que contribuíram para o aumento da absorção dos nutrientes.

HAUPTLI et al. (2007), ao conduzirem um experimento com leitões desmamados aos 21 dias de idade, a fim de avaliar duas fontes de óleo (soja e palma), bem como a microencapsulação do óleo de palma com a maltodextrina em dietas pré-iniciais e iniciais, constataram que os animais que receberam rações com óleo de palma e com óleo de palma microencapsulado com a maltodextrina na forma de “blend” apresentaram desempenho semelhante aos que receberam ração com óleo de soja.

O capítulo 2, intitulado “Maltodextrina em rações de leitões desmamados com diferentes pesos: desempenho e morfometria intestinal”, teve por objetivo estudar os efeitos da substituição da lactose pela maltodextrina nas rações de leitões desmamados aos 21 dias, com diferentes pesos, sobre o consumo diário de ração, ganho diário de

peso, conversão alimentar, incidência de diarreia, altura das vilosidades (AV), profundidade das criptas (PC) e espessura de mucosa (EM).

E o capítulo 3, intitulado “Maltodextrina em rações de leitões desmamados com diferentes pesos: pH e microbiota do trato gastrintestinal”, teve por objetivo avaliar os efeitos das fontes de carboidrato (lactose ou maltodextrina) e do peso dos leitões ao desmame, sobre os valores de pH dos conteúdos do estômago, cólon e reto, e contagem de coliformes totais, *Escherichia coli* e *Lactobacillus* spp na digesta do íleo e do ceco.

A redação dos capítulos 2 e 3 foi realizada de acordo com as normas da Revista Ciência Rural.

6. REFERÊNCIAS

ADAMS, A. C. Acidifiers: important components of pig feeds. **Technical Information**, p. 1-6, 2000.

ALEXANDER, R. J. Maltodextrins: production, properties, and applications. In: SCHENCK, F. W.; HEBEDA, R. E. (Eds.). **Starch hydrolysis products: worldwide technology, production and applications**. VCH, 1992, p.233-275.

ARMSTRONG, W. D. & CLAWSON, A. J. Nutrition and management of early weaned pigs: effect of increased nutrient concentrations and (or) supplemental liquid feeding. **Journal of Animal Science**, v. 50, p. 377-384, 1980.

BERTECHINI, A. G.; HOSSAIN, S. M. **O fantástico mundo dos probióticos**. Biotecnal, 1993, p. 97.

BERTOL, T. M. et al. Níveis de suplementação com lactose na dieta de leitões desmamados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1393-1393, 2000.

BOMBA, A. et al. Improvement of the probiotic effect of micro-organisms by their combination with maltodextrins, fructo-oligosaccharides and polyunsaturated fatty acids. **British Journal of Nutrition**, v. 88, p. 95-99, 2002. Supplement 1.

BOUDRY, G. 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.

BOURNE, F. J.; NEWBY, T. J. Mucosal immunity in the pig. **Pig News and Information**, v. 2, n. 2, p. 141-144, 1981.

BRUININX, E. M. et al. Individually assessed creep food consumption by suckled piglets: influence on post-weaning food intake characteristics and indicators of gut structure and hindgut fermentation. **Animal Science**, v. 78, p. 67-75, 2004.

BRUININX, E. M. et al. Associations between individual food intake characteristics and indicators of gut physiology of group-housed weanling pigs differing in genotype. **Animal Science**, v. 75, p. 103-113, 2002.

BRUININX, E. M. et al. Individually measured feed intake characteristics and growth performance of group-housed weanling pigs: effects of sex, initial body weight, and body weight distribution within groups. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 301-308, 2001.

CERA, K. R. et al. Effect of age, weaning and post weaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, v. 66, n. 2, p. 574-584, 1988.

CLINE, T. R. Feeding pigs weaned at three to four weeks of age. In: TRINDADE NETO, M.A. et al. Dietas para leitões nas fases de creche e diferentes idades ao desmame. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 687-695, 2002.

COLE, M.; VARLEY, M. **Recent advances in the feeding and nutrition of the piglet**. 2000. Disponível em: < [http:// www.scanutrition.com](http://www.scanutrition.com) >. Acesso em: 17 fev 2009.

CHRONAKIS, I. S. On the molecular characteristics, compositional properties, and structural-functional mechanisms of maltodextrins: a review. **Critical Reviews in Food Science**, v. 38, p. 599-637, 1988.

CUTLER, R. S. et al. Preweaning mortality. In: STRAW, B. E. et al. (Eds.). **Diseases of swine**, 1999, p. 985-1002.

D'SILVA, J. **Factory farming and developing countries: a compassion in world farming trust briefing**. 2000. Disponível em: <http://www.iwf.co.uk/Pubs/Reports/Developing_Countries_report >. Acesso em: 10 fev. 2009.

DIAL, G. D. et al. Reproductive failure: differential diagnosis. In: LEMAN, A. D. et al (Eds.). **Diseases of swine**, 1992, p. 88-137.

DIJKA, J. F. et al. Growth performance of weanling pigs fed spray-dried animal plasma: a review. **Livestock Production Science**, v. 68, p. 263-274, 2001.

DUNSFORD, B. R. et al. Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early weaned pig. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 7, p.1855-1863, 1989.

EFIRD, R. C. et al. The development of digestive capacity in young pigs: Effects of weaning regimen and dietary treatment. **Journal of Animal Science**, v. 55, n. 6, p. 1370-1379, 1982.

ETHERIDGE, R. D. et al. The effect of diet on performance, digestibility, blood composition and intestinal microflora of weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 6, p. 1396-1411, 1984.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Report 2006. Disponível em: < [http://apps.fao.org/page/collections?subset = agriculture](http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture) >. Acesso em: 15 fev. 2009.

FAVIER, C. F., et al. Development of bacterial and bifidobacterial communities in feces of newborn babies. **Anaerobe**, v. 9, p. 219-229, 2003.

FEDNA. FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL. Normas fedna para la formulación de piensos compuestos. 1999, p. 496.
FERREIRA, A. S. et al. Desaparecimento da ingesta, pH estomacal e duodenal e formação de coágulos de leites de porca e de vaca e de extrato de soja no estômago e intestino delgado de leitões. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 17, n. 3, p. 308-316, 1988.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **21 Code of federal regulations**. 2003. v. 3, sec. 184.1444, p. 523. Disponível em: < <http://www.cfsan.fda.gov/~Ird/FCF184.html> > . Acesso em: 22 jan. 2009.

FRANCIS, D. H. Enterotoxigenic *Escherichia coli* infection in pigs and its diagnosis. **Journal Swine Health Production**, v. 10, n. 4, p. 171-175, 2002.

FULLER, R. The importance of lactobacilli in maintaining normal microbial balance in the crop. **British Poultry Science**, v. 18, p. 85-94, 1977.

GARCIA, G. G. et al. Uso de diferentes níveis de soro de leite integral na dieta de leitões na fase de creche e sua viabilidade econômica. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003. **Anais...** SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

GASKINS, H. R.; KELLEY, K. W. Immunology and neonatal mortality. In: VARLEY, M. A. (Eds.). **The neonatal pig: development and survival**. CAB International, 1995, p. 39-55.

GÖRANSSON, L. et al. Post weaning diarrhea: focus on diet. **Pig News and Information**, v. 16, n. 3, p. 89-91, 1995.

GRINSTEAD, G. S. et al. Effects of a whey protein product and spray-dried animal plasma on growth performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, n. 78, p. 647-657, 2000.

HANKINS, C. C. et al. Effect of soy protein ingestion on total and specific immunoglobulin G concentrations in neonatal porcine serum measured by enzyme-linked immunoabsorbent assay. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 14, p. 3096-3101, 1992.

HAUPTLI, L. et al. Níveis de maltodextrina para leitões desmamados aos 21 dias. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, **Anais...**, SBZ, 2007. v. 1. p. 1-3. 1 CD-ROM.

HENTGES, D. J. Gut flora and disease resistance. In: Fuller, R. (Ed.). **Probiotics**. 1992, p. 87-110.

HOLANDA, M. C. R. et al. Tamanho da leitegada e pesos médios ao nascer e aos 21 dias de idade de leitões da raça Large White. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 539-544, 2005.

JENSEN, B. B. Impact of feed composition and processing on the gastrointestinal ecosystem in pigs. In: JANSMAN, A. J. M. and HUISMAN, J. (Eds.). **Nutrition and gastrointestinal physiology: today and tomorrow**. 1999, p. 43-56.

JONSSON, E.; CONWAY, P. Probiotics for pigs. In: FULLER, R. (Ed.). **Probiotics: the scientific basis**, p. 259-316, 1992.

KELLY, D.; COUTTS, A. G. P. Development of digestive and immunological function in neonates: role of early nutrition. **Livestock Production Science**, v. 66, n. 2, p. 161-167, 2000.

KELLY, D. et al. 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 Nutrition**, v. 5, n. 2, p. 169-180, 1991.

KELLY, D. et al. Effect of creep feeding on structural and functional changes of the gut of early weaned pigs. **Research in Veterinary Science**, v. 48, n. 3, p. 350-356, 1990.

KONSTANTINOV, S. R. et al. *Lactobacillus sobrius* sp nov., abundant in the intestine of weaning piglets. **International Journal of Systematic And Evolutionary Microbiology**, v. 56, p. 29-32, 2006.

KRAUSE, D. O. et al. Effect of weaning diet on the ecology of adherent lactobacilli in the gastrointestinal tract of the pig. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2347-2354, 1995.

LE DIVIDICH, J.; HERPIN, P. Effects of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets: a review. **Livestock Production Science**, v. 38, p. 79-90, 1994.

LEENHOUWERS, J. I. et al. Analysis of stillbirth in different lines of pig. **Livestock Production Science**, v. 57, p. 243-253, 1999.

LEPINE, A. J. et al. Growth performance of weanling pigs fed corn-soybean meal diets with or without dried whey at various L-Lysine-HCl levels. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 5, p. 2026-2032, 1991.

LI, D. F. et al. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early weaned pig. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 6, p. 1790-1799, 1990.

LINDEMAN, M. D. et al. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 5, p. 1298-1307, 1986.

LOPES FILHO, J. F. Difusividades da água, dióxido de enxofre e ácido láctico em grãos de milho durante a maceração para o processo de moagem úmida. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 4, p. 257-263, 2006.

LOPES FILHO, J. F. Avaliação da maceração dinâmica do milho após um curto período de hidratação e subsequente quebra do pericarpo do grão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, p. 322-325, 1999.

LOPES FILHO, J. F. Moagem úmida do milho para produção de amido e subprodutos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, p. 42-47, 1997.

LUDKE, J. V. et al. **Manejo da alimentação: suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. EMBRAPA, SPI; EMBRAPA, CNPSa, 1998, p. 388.

MADEC, F. N. et al. Measurement of digestive disorders in the piglet at weaning and related risk factors. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 35, p. 53-72, 1998.

MAKKINK, C. A. et al. Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme activities and jejunal morphology in newly weaned piglets. **British Journal Nutrition**, v. 72, n. 3, p. 353-368, 1994.

MAHAN, D. C. et al. 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.

MAHAN, D. C. et al. Evolution of the feeding duration of a phase 1 nurse diet to three – week – old pigs of two weaning weights. NCR – 42 Committee on Swine Nutrition. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 578-583, 1998.

MAHAN, D. C. et al. Evaluating two sources of dried whey and the effects of replacing the corn and dried whey component with corn gluten meal and lactose in the diets of weanling swine. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 2860-2866, 1993.

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. **Health Information Management Journal**, v. 70, p. 2182, 1992.

MAHAN, D. C.; LEPINE, A. J. Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding programs on subsequent performance to 105 kilograms body weight. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 4, p. 1370-1378, 1991.

MAHAN, D. C. & NEWTON, E. A. Evaluation of feed grains with dried skim milk and added carbohydrate sources on weanling pig performance. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3376-3382, 1993.

MANNERS, J. H. et al. Effects of isolated soy bean protein in the casein on the gastric pH and rate of passage of food residues on baby pigs. **Journal of Animal Science**, v. 21, n. 1, p. 49-55, 1962.

MARCHAL, L. M. et al. Towards a rational design of commercial maltodextrins. **Trends in Food Science and Technology**, v. 10, n. 11, p. 345-355, 1999.

MAVROMICHALIS, I. **Applied nutrition for young pigs**. CAB International, 2006, p. 297.

MEAD, G. C. Microbes of the avian cecum: Types present and substrates utilized. **The Journal of Experimental Zoology**, p. 48-54, 1989. Supplement 3.

MEDEL, P. et al. Nutrición y alimentación de lechones destetados precozmente. In: AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 1999, p. 147-195. (Curso de especialización, 15).

MELLOR, S. Alternatives to antibiotics. **Pig Progress**, v. 16, n. 1, p. 18-21, 2000a.

MELLOR, S. The way to piglet health is through the gut. **Pig Progress**, v. 16, n. 8, p. 28-29, 2000b.

MILLER, B. G. et al. The importance of dietary antigen in the cause of post weaning diarrhea in pigs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 45, n. 9, p. 1730-1733, 1984.

MILES, R. D. Manipulation of the microflora of the gastrointestinal tract: natural ways to prevent colonization by pathogens. In: ALLTECH'S NINTH ANNUAL SYMPOSIUM, 1993, p. 133-150.

MITSUOKA, T. et al. Effect of fructo-oligosaccharides on intestinal microflora. **Die Nahrung**, v. 31, p. 427-436, 1987.

MOLLY, K. Formulating to solve the intestinal puzzle. **Pig Progress**, v. 17, n. 8, p. 20-22, 2001.

MORES, N. et al. Fatores de risco associados aos problemas dos leitões na fase de creche em rebanhos da região sul do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 3, p. 191-199, 2000.

MORES, N.; AMARAL, A. L. Patologias associadas ao desmame. In: CONGRESSO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10, 2001. **Resumos do X Congresso Nacional da Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos**, 2001, p. 215-224.

MUIRHEAD, M. R.; ALEXANDER, T. J. L. Managing pig health and the treatment of disease. **A Reference for the Farm**, p. 133-226, 1997.

NABUURS, M. J. A. Microbiological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning. **Pig News and Information**, v. 16, n. 3, p.93-97, 1995.

NABUURS M. J. A. et al. Villus height and crypt depth in weaned and unweaned pigs, reared under various circumstances in the Netherlands. **Research in Veterinary Science**, v. 55, p. 78-84, 1993.

NESSMITH, W. B. Jr. et al. Evaluation of the interrelationships among lactose and protein sources in diets for segregated early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 12, p. 3214-3221, 1997.

ODLE, J. et al. Intestinal effects milkborne growth factors in neonates of agricultural importance. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 2509-2522, 1996.

OLIVER, W. T. 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.

PARTRIDGE, I. Atualização dos conceitos europeus de alimentação para leitões e marrãs. In: SIMPÓSIO DE COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1988, **Anais...**: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1988, p. 19-40.

PLUSKE, J. R. et al. 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.

POWLES, J.; COLE, D. J. A. Research examines use of lactose in young pig diets. **Feedstuffs**, v. 65, n. 8, p. 13-16, 1993.

RADESCKI, S. V.; YOKOYAMA, M. T. Intestinal bacteria and their influence on swine nutrition. In: MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. (Eds.). **Swine nutrition**, 1991, p. 439-447.

ROBLES, A. Alimentación del lechón. In: MINISSIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 10, 1993. **Anais...CBNA**, 1993, p. 83-100.
ROMERO, A. M. et al. Bacteriano y parasitário de las diarreas en transición en Francia. Anaporc. **Revista de Porcinocultura**, n. 180, p. 5-30, 2001.

ROSELL, V. Acidification and probiotics in spanish pig and calf rearing. In: FULLER, R. **Probiotics: the scientific basis**, 1992, p. 176-180.

ROUSHDI, M. et al. Factors improving the steeping process of corn grains. Part II. **Effect of enzyme addition**, v. 33, p. 7-9, 1981.

SALMINEN, S. et al. Demonstration of safety of Probiotics: a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 44, n. 1-2, p. 93-106, 1998.

SANCHES, A. L. **Probiótico, prebiótico e simbiótico em rações de leitões ao desmame**, 2004, p. 7. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2004.

SHAHIDI, F.; HAN, X. Q. Encapsulation of food ingredients: critical reviews. **Food Science and Nutrition**, v. 33, n. 6, p. 501-547, 1993.

SILVA, A. M. R. et al. Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 286-295, 2008.

SILVA, L. P.; NÖRNBERG, J. L. Prebióticos na nutrição de não-ruminantes. **Revista Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 55-65, 2003.

SOARES, J. L. et al. Soja integral processada (fermentada e extrusada) e farelo de soja em substituição ao leite em pó em dieta de leitões desmamados aos 14 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1153-1161, 2000.

STOREY, D. M., ZUMBE, A. Physiology, metabolism and tolerance of digestible and low-digestible carbohydrates. In: STOREY, D. M., ZUMBE, A. **Handbook of starch hydrolysis products and their derivatives**, 1995, p. 178-229.

TANNOCK, G. W. Studies of the intestinal microflora: a prerequisite for the development of probiotics. **International Dairy Journal**, v. 8, n. 5-6, p. 527-33, 1998.

TEODORO, M. T. et al. Desempenho de leitões lactentes e desmamados precocemente, alimentados com dietas farelada ou extrusada seca e úmida. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998. **Anais...** SBZ, 1998, p. 91-100.

THACKER, P. A. Nutritional requirements of early weaned pigs: a review. **Pig News and Information**, v. 20, p. 13-24, 1999.

TRINDADE NETO, M. A. T. et al. Dietas e níveis protéicos para leitões desmamados aos 28 dias de idade - fase inicial. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 1, p. 92-99, 1994.

TUCCI, F. M. **Efeitos da adição de agentes tróficos na dieta de leitões desmamados sobre a renovação celular da mucosa intestinal, enzimas digestivas e desempenho**, 2003, p. 84. Tese (Doutorado em Produção Animal pela Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal), 2003.

TURLINGTON, W. H. et al. Effects of protein and carbohydrate sources on digestibility and digesta flow rate in weaned pigs fed a high-fat diet. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 9, p. 2333-2340, 1989.

VENTE-SPREEUWENBERG, M. A. M. et al. Villus height and gut development in weaned piglets receiving diets containing either glucose, lactose or starch. **British Journal of Nutrition**, v. 90, p. 907–913, 2003.

VIOLA E. S.; VIEIRA, S. L. Ácidos orgânicos e suas misturas em dietas de suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS. **Anais...CBNA**, 2003 , p. 255-284.

WALSH, M. C. et al. **Acidification of nurse diets and role of diet buffering capacity**. The Ohio State University, 2004, p. 25-36. Disponível em: <<http://porkinfo.osu.edu/2004%20swine%20Doc.pdf>> . Acesso em: 21 jan. 2009.

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 minipigs. **Deutsche Tierärztliche Wochenschrift**, v. 105, n. 12, p. 446-449, 1998. Resumo.

WILSON, R. H.; LEIBHOLZ, J. Digestion in the between 7 and 35 d of age 3. The digestion of nitrogen in pigs given milk and soya-bean proteins. **British Journal of Nutrition**, v. 45, p. 337-346, 1981.

ZOBEL, H. F. Starch: sources, production, and properties. In: SCHENCK, F.W.; HEBEDA, R. E. (Eds.). **Starch hydrolysis products: worldwide technology, production and applications**. VCH , 1992, p. 23-44.

CAPÍTULO – 2

MALTODEXTRINA EM RAÇÕES DE LEITÕES DESMAMADOS COM DIFERENTES PESOS: DESEMPENHO E MORFOMETRIA INTESTINAL

Maltodextrina em rações de leitões desmamados com diferentes pesos: desempenho e morfometria intestinal

RESUMO: Foram realizados dois experimentos: no primeiro utilizaram-se 96 leitões desmamados com idade média de 21 dias, num delineamento em blocos com arranjo fatorial dos tratamentos 2 x 2 (duas fontes de carboidratos e duas classes de peso ao desmame). No segundo foram utilizados 48 leitões, num delineamento em blocos com arranjo fatorial 2 x 2 x 2 x 3 (duas classes de pesos ao desmame x duas fontes de carboidratos x duas porções do intestino delgado x três épocas de abate). Portanto, no modelo estatístico foram usados os efeitos fixos de peso, fontes de carboidratos, porções do intestino delgado, épocas de abate e suas respectivas interações; e o efeito aleatório de blocos. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da substituição da lactose pela maltodextrina nas rações de leitões desmamados, com diferentes pesos, sobre o consumo diário de ração, ganho diário de peso, conversão alimentar, incidência de diarreia, altura das vilosidades, profundidade das criptas e espessura de mucosa. No primeiro experimento, nos períodos de 0 a 17 e 0 a 29 dias após o desmame constatou-se efeito da classe de peso, no ganho diário de peso e no consumo diário de ração dos leitões, ou seja, os animais mais pesados ao desmame apresentaram maiores consumo diário de ração e ganho diário de peso em relação aos animais mais leves. No segundo experimento, verificou-se que a maltodextrina determinou aumentos na espessura média da mucosa intestinal dos leitões, independente do peso, e na profundidade média das criptas apenas nos animais leves. A maltodextrina pode ser usada como uma alternativa para substituir a lactose nas rações de leitões desmamados, pois não afeta negativamente o desempenho e a maioria dos parâmetros morfométricos do intestino.

Palavras-chave: Altura de vilosidades, espessura de mucosa, incidência de diarreia, lactose, leitões, profundidade de criptas.

Maltodextrin in diets for weaning pigs of different weights: performance and intestinal morphometry

ABSTRACT: Two trials were conducted: in the first trial, were used, 96 weaning pigs at the age of about 21 days, in a 2×2 factorial arrangement (two sources of carbohydrate: lactose and maltodextrin and two weaning weight classes: light, from 4,50 to 5,20 kg, and heavy, from 5,90 to 6,60 kg). In the second trial, 48 pigs, in a $2 \times 2 \times 2 \times 3$ factorial arrangement (two weaning weight classes x two sources of carbohydrate x two portions of the small intestine x three slaughter times). Therefore, in the statistical model the fixed effect of weight, sources of carbohydrate, portions of the small intestine, times of slaughter and its respective interactions; and the random effect of blocks. The objective of this study was to evaluate the effects of maltodextrin diets in weaning pigs of different weights on feed intake, feed:gain ratio, weight gain, diarrhea incidence, villus height, crypt depth and mucous membrane height.

In the first trial, from 0-17 days and from 0-29 days after the weaning effects of weight classes, were detected on daily weight gain, and daily feed intake. The heaviest animals at weaning showed the best results. In the second trial, we verified that maltodextrin determined an increase in the average thickness of the intestinal mucosa, regardless of weight classes, and the increase in the average depth of the crypt, only in the higher animals. Maltodextrin can be used as an alternative to lactose in diets of weaning pigs, as it doesn't affect negatively the performance neither the morfometric parameters of the intestine.

Keywords: Depth of the crypt, diarrhea incidence, lactose, piglets, thickness of the mucosa, villi height.

INTRODUÇÃO

O suíno jovem apresenta alta demanda nutricional a fim de atender o rápido crescimento e acúmulo de massa muscular. Todavia, o maior desafio dos nutricionistas é formular rações que substituam o leite da porca sem predispor o leitão a problemas digestivos, pois, por ocasião do desmame antecipado, a produção de ácido clorídrico no estômago (VIOLA & VIEIRA, 2003) e das enzimas digestivas (KIDDER & MANNERS, 1978) não é suficientemente adequada para garantir a eficiência do processo de digestão.

Logo após o desmame ocorre redução na altura das vilosidades e aumento na profundidade das criptas do intestino delgado, resultando em queda na atividade específica de enzimas como a lactase e sacarase, comprometendo as funções de digestão do alimento e de absorção de nutrientes (MORES et al., 2000).

O desempenho posterior do leitão está condicionado ao seu peso ao desmame, de modo que aqueles desmamados mais leves apresentam maior ocorrência de diarreia e menor ganho de peso na fase de creche (MADEC et al., 1998; MORES et al., 2000). Segundo GONDRET et al. (2005), os leitões leves ao nascimento que são desmamados, à mesma idade, com menor peso, apresentam menor taxa de crescimento nas fases de crescimento e terminação e pior qualidade de carcaça que aqueles nascidos mais pesados.

Na tentativa de assegurar o desempenho satisfatório do leitão e de minimizar os distúrbios digestivos no pós-desmame, vários autores têm estudado alternativas para melhorar o valor nutricional das rações, como o uso de produtos lácteos (MAHAN & NEWTON, 1993; MASCARENHAS et al., 1999; TRINDADE NETO et al., 1999). De acordo com TOKACH et

al. (1995), a adição desses produtos nas rações dos leitões propicia melhorias no desempenho na fase de creche, com reflexos positivos até a terminação.

A princípio, a recomendação de uso dos produtos lácteos nas rações de leitões foi atribuída às elevadas digestibilidade e palatabilidade que proporcionam. Posteriormente, foi demonstrado que a maior ingestão e o maior ganho de peso dos leitões alimentados com rações contendo produtos lácteos decorriam, principalmente, da presença de lactose e menos da fração protéica desses alimentos (MAHAN, 1992). Níveis de inclusão de lactose nas rações de 25 a 30% durante a primeira semana pós-desmame, ou até 7 kg de peso vivo, 15 a 20% durante o período de 7 a 21 dias, ou até 12,5 kg de peso vivo, e 10 a 15% durante o período de 21 a 35 dias pós-desmame, ou até 25 kg de peso vivo, otimizaram o desempenho dos leitões (MAHAN et al., 2004).

Dessa forma, tem sido prática usual fornecer aos leitões recém-desmamados rações contendo fontes de lactose, porém, muitas vezes, o custo elevado dessas matérias primas tem limitado sua utilização, estimulando os pesquisadores a procurarem alimentos alternativos mais baratos, como a maltodextrina, que é proveniente da digestão ácida e/ou enzimática do amido (HAUPTLI et al., 2007; SILVA et al., 2008). Este estudo foi realizado com o intuito de avaliar os efeitos da substituição da lactose pela maltodextrina nas rações de leitões desmamados aos 21 dias, com diferentes pesos, sobre o desempenho, incidência de diarreia e morfometria intestinal.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram realizados nas instalações de creche, na área de produção de suínos da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), *Campus* de Botucatu. Foram usados 144 leitões (machos castrados e fêmeas) híbridos comerciais, desmamados com idade média de 21 dias. Os animais foram alojados em salas de creche, contendo baias metálicas suspensas com piso ripado medindo 1,00 x 1,75m, equipadas com bebedouro tipo chupeta, comedouro e campânula para o aquecimento.

No primeiro experimento utilizaram-se 96 leitões, alojados três por baia, e as variáveis avaliadas foram o consumo médio diário de ração, o ganho médio diário de peso e a conversão alimentar nos períodos de 0 a 17 e de 0 a 29 dias pós-desmame, bem como a incidência de diarreia nas duas primeiras semanas do experimento através da verificação diária (pela manhã e à tarde) da consistência das fezes dos animais por um mesmo observador, que classificou as fezes em normais, pastosas ou aquosas (diarreia). A porcentagem de animais com diarreia por baia foi anotada dia a dia e as médias foram submetidas à transformação angular $p' = \arcsen [rq (p/100)]$, para posterior análise de variância.

O delineamento experimental foi em blocos com arranjo fatorial 2 x 2, sendo duas classes de peso ao desmame (leves com 4,50 a 5,20 kg ou pesados com 5,90 a 6,60 kg) e duas fontes de carboidratos (lactose ou maltodextrina) nas rações. Os tratamentos foram: rações com lactose para leitões leves; rações com lactose para leitões pesados; rações com maltodextrina para leitões leves e rações com maltodextrina para leitões pesados.

A duração do experimento foi de 29 dias, período em que os animais receberam dois tipos de rações, de acordo com o sistema de alimentação por fases: ração pré-inicial nos primeiros 17 dias pós-desmame e ração inicial I nos 12 dias seguintes. As rações foram formuladas para atender, no mínimo, às exigências nutricionais propostas por ROSTAGNO et al. (2005) e foram fornecidas à vontade. A composição percentual e os níveis nutricionais das rações pré-inicial e inicial I estão apresentados na Tabela 1.

No segundo experimento foram usados 48 leitões, alojados um por baia, para avaliar a altura de vilosidades, profundidade de criptas e espessura de mucosa do duodeno e jejuno dos animais abatidos no 7º, 14º e 28º dias após o desmame. Foi utilizado um delineamento em blocos com arranjo fatorial 2 x 2 x 2 x 3 (duas classes de pesos ao desmame: leves com 4,50 a 5,20 kg e pesados com 5,90 a 6,60 kg; duas fontes de carboidratos: lactose ou maltodextrina; duas porções do intestino delgado: duodeno e jejuno e três épocas de abate: 1º abate com os leitões aos sete dias pós-desmame; 2º abate com os leitões aos 14 dias pós-desmame e 3º abate com os leitões aos 28 dias pós-desmame). Tanto no primeiro quanto no segundo experimentos os blocos foram montados em função das subclasses de pesos e da distribuição dos animais dentro do galpão. As práticas de manejo com os animais durante o experimento, a composição percentual e os níveis nutricionais das rações foram os mesmos do experimento I.

Em cada uma das épocas de abate foram sacrificados quatro animais alimentados com cada uma das rações e de cada classe de peso, na respectiva fase, totalizando 16 leitões em cada abate. Imediatamente após o abate, o intestino delgado dos leitões foi dissecado, e uma amostra de cerca de 1,5 cm da porção inicial do duodeno e uma do jejuno foram coletadas e imersas em solução fixadora (solução de *Bouin*), onde permaneceram por 48 horas. O tempo desde o abate até a coleta das amostras e imersão

em solução de *Bouin* não ultrapassou 5 minutos. No final de 48 horas as amostras foram removidas do fixador, lavadas em álcool etílico 70% e em seguida desidratadas em álcool etílico em concentrações crescentes. Após serem desidratados, os segmentos do intestino foram recortados em fragmentos de cerca de 1,0 cm, diafanizados em benzol e incluídos em parafina (JUNQUEIRA & JUNQUEIRA, 1983).

Para cada animal foram obtidos cinco cortes semi-seriados de 5 μ m de espessura de cada um dos segmentos do intestino delgado (duodeno e jejuno), de modo que, entre um corte e o subsequente usado, foram desprezados 12 cortes. Os cortes histológicos foram aplicados sobre lâmina de vidro, corados com hematoxilina e eosina; em seguida, analisados em microscópio de luz para avaliação da espessura média da mucosa, altura média das vilosidades e profundidade média das criptas, utilizando o *software Leica Qwin* com aumento de 10 vezes. Para o cálculo das médias de cada uma das características foram realizadas trinta leituras em cada segmento do intestino.

Os dados de desempenho do experimento I e dos parâmetros morfométricos do experimento II foram submetidos à análise de variância usando o procedimento MIXED do programa SAS (1999). Portanto, no modelo da análise de variância foram usados os efeitos fixos de peso, fontes de carboidratos, porções do intestino delgado, épocas de abate e suas respectivas interações; e o efeito aleatório de blocos. Quando necessário, os resultados da análise morfométrica do intestino delgado foram submetidos ao teste de *Holm* para contraste das médias (HOLM, 1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de consumo diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar dos leitões são apresentados na Tabela 2. Nos períodos de 0 a 17 e 0 a 29 dias após o desmame não houve interação carboidrato x classe de peso ($P < 0,05$) e nem efeito do tipo de carboidrato ($P < 0,05$) sobre os parâmetros de desempenho. Porém, foi verificado efeito da classe de peso ($P < 0,05$) sobre o ganho diário de peso e consumo diário de ração dos leitões em ambos os períodos avaliados, sendo os melhores resultados apresentados pelos leitões mais pesados ao desmame.

Outras pesquisas demonstraram a possibilidade de substituição parcial (SILVA et al., 2008) ou total (HAUPTLI et al., 2007) da lactose pela maltodextrina nas rações de leitões desmamados, sem prejuízo no desempenho dos animais. OLIVER et al. (2002), trabalhando com leitões desmamados entre 1 e 20 dias de idade, demonstraram a viabilidade da substituição da lactose das dietas líquidas por amido de milho parcialmente hidrolisado (dextrose equivalente igual a 20).

Apesar da lactose atuar como palatilizante, estimulando o consumo de ração pelos leitões desmamados (BERTOL et al., 2000), normalmente também onera o seu custo. Por outro lado, SILVA et al. (2008) verificaram que a presença de maltodextrina na ração pré-inicial, como substituto parcial da lactose, determinou maiores consumo e ganho de peso dos leitões, sem, contudo, afetar a conversão alimentar; constataram também que a presença de maltodextrina nas rações determinou menor custo por kg de ganho de peso dos leitões na fase de creche.

A semelhança de resposta entre as rações contendo lactose ou maltodextrina talvez possa estar relacionada ao fato de que a presença de carboidrato no lúmen

intestinal de leitões desmamados induza a atividade de carboidrases específicas. Além disso, PLUSKE et al. (2003) constataram aumento na atividade da maltase e da glicoamilase em resposta a presença de substrato específico no lúmen intestinal.

Segundo SILVA et al. (2008), uma característica importante da maltodextrina é sua menor osmolaridade, devido a maior massa e menores concentração molar e poder osmótico, em comparação à lactose, proporcionando menor secreção de fluidos para o lúmen intestinal dos leitões e maior absorção de água e nutrientes. Assim, de acordo com WEBER & EHRLEIN (1998), ocorreu maior absorção dos carboidratos e da gordura de dietas enterais contendo maltodextrina, administradas a minissuínos, em comparação a dietas contendo glicose, devido a menor taxa de fluxo e a maior absorção de água proporcionada pela menor osmolaridade das dietas com maltodextrina.

Segundo COLE & VARLEY (2000), normalmente os leitões mais pesados ao desmame crescem mais rapidamente logo após este período e são menos susceptíveis a distúrbios digestivos, fatos que foram parcialmente comprovados no presente experimento.

A falta de apetite após o desmame é um problema frequente nos leitões, e segundo BERTOL (1997), está associado à inadequada produção e ativação de enzimas envolvidas nos processos de digestão dos alimentos de origem vegetal até a sexta semana de vida. Por outro lado, é muito importante incentivar o consumo, pois contribuirá para o aumento da atividade das enzimas intestinais e pancreáticas (SHIELDS et al., 1980), resultando em melhora no ganho de peso dos leitões. Portanto, pode-se supor que o melhor desempenho, em termos de ganho diário de peso e consumo diário de ração, apresentado pelos leitões mais pesados, esteja relacionado à maior produção das enzimas digestivas.

Vários fatores podem agravar o estresse do desmame, como a mistura social, a idade dos leitões, a dieta oferecida e o sistema de criação (WEARY et al., 2007), que por sua vez, leva a redução no consumo de ração e predispõe ao surgimento de diarreias, com o conseqüente comprometimento no desempenho dos leitões. No entanto, no presente experimento, não foi verificada a incidência de diarreia nos animais, provavelmente devido ao baixo nível de contaminação ambiental, pois as instalações foram limpas, desinfetadas e passaram por um período de vazio sanitário prolongado antes do início do experimento, aliado às boas características nutricionais das rações utilizadas e a baixa taxa de lotação nas baias.

A fonte de carboidrato (lactose ou maltodextrina) presente nas rações não afetou a altura das vilosidades intestinais dos leitões (Tabela 3), mas verificou-se efeito ($P < 0,05$) da classe de peso, das épocas de abate, da interação classe de peso x porção do intestino delgado e da interação porção do intestino delgado x épocas de abate, sobre essa variável, embora o teste de comparação das médias não tenha conseguido demonstrar diferenças ($P < 0,05$). Quando foi realizado o desdobramento de épocas de abate dentro de porção do intestino delgado, a altura das vilosidades do duodeno e do jejuno aumentou do primeiro para o segundo abate, que por sua vez não diferiu do terceiro abate.

Estes resultados são diferentes dos obtidos por DUNSFORD et al. (1989), que observaram que os leitões após o desmame, alimentados com rações à base de milho e farelo de soja, tiveram redução na altura das vilosidades do intestino delgado até o 12º dia pós-desmame, e desenvolveram deformações das vilosidades. De acordo com NABUURS (1995), a substituição do leite da porca por uma dieta seca por ocasião do

desmame causa redução no tamanho das vilosidades, com uma posterior adaptação e consequente recuperação das mesmas por volta do 14º dia após o desmame.

Tanto os fatores carboidratos quanto classe de peso, não exerceram efeito na profundidade média das criptas do duodeno e do jejuno dos leitões (Tabela 4). Por outro lado, verificou-se interação ($P < 0,05$) carboidrato x classe de peso e porção do intestino delgado x épocas de abate.

A maltodextrina determinou aumento na profundidade média das criptas apenas nos animais leves. Os leitões mais leves ao desmame apresentam pior desempenho e são mais vulneráveis a problemas digestivos no período pós-desmame, em relação àqueles desmamados mais pesados (MADEC et al., 1998; MORES et al., 2000). Portanto, este resultado pode ter sido determinado pela maior fragilidade do trato gastrintestinal de leitões de menor peso, indicando que estão menos preparados fisiologicamente para receber rações contendo produtos não lácteos, como a maltodextrina.

Embora os valores de profundidade média das criptas no duodeno não tenham se alterado em função dos abates, no jejuno os valores foram semelhantes no primeiro e no segundo abate, mas superiores no terceiro abate. Considerando que a atividade mitótica das células das criptas é que renovam as células perdidas das vilosidades intestinais (MACARI, 1995), o aumento de aproximadamente 70% na altura média das vilosidades do jejuno verificado do primeiro para o terceiro abates, demonstra a capacidade de regeneração da mucosa intestinal dos leitões após o desmame, com o consequente aumento da necessidade de produção celular nas criptas, o que pode ter contribuído para o aumento em sua profundidade média. Por outro lado, segundo HAMPSON (1986); PODOLSKY (1993) e MACARI (1995), se as criptas estão mais profundas, é necessário um tempo maior para a migração e diferenciação das células totipotenciais

encontradas na mucosa do intestino delgado, gerando um menor número de enterócitos maduros no ápice da vilosidade, comprometendo o processo de absorção.

Quando a lactose foi substituída pela maltodextrina nas rações, verificou-se aumento ($P<0,05$) na espessura da mucosa intestinal dos leitões (Tabela 5), o que, provavelmente, está relacionado à elevação de aproximadamente 10% na altura média das vilosidades e de 5% na profundidade média das criptas, ocorrida nos leitões que receberam rações com maltodextrina. O aumento na espessura da mucosa é justificado, segundo MOON (1971), quando a proliferação dos enterócitos é maior que a descamação no ápice das vilosidades. Houve efeito ($P<0,05$) da porção do intestino delgado e da interação porção do intestino delgado x épocas de abate, de modo que o valor da espessura de mucosa do duodeno aumentou do primeiro para o segundo abate, mas não diferiu do segundo para o terceiro abates, enquanto no jejuno esses valores foram crescentes e diferentes nos três abates.

Segundo CARLSON & VEUM (2000) e SCANDOLERA et al. (2005), o aumento na espessura média da parede intestinal é influenciado pela idade. MILLER et al. (1984) e HAMPSON (1986) associaram o incremento da espessura da mucosa à maior taxa de multiplicação celular nas criptas; assim pode-se supor que os aumentos verificados na espessura média da mucosa do duodeno até o segundo abate e do jejuno até o terceiro abate, podem ter decorrido, em parte, devido ao espessamento da lâmina própria, onde se concentram as células ligadas ao sistema imunológico e onde ocorre a multiplicação das células das criptas (CERF-BENSUSSAN & GUY-GRAND, 1991).

CONCLUSÕES

A maltodextrina pode ser usada como alternativa para substituir a lactose nas rações de leitões desmamados leves e pesados, pois o desempenho foi equivalente para as duas fontes de carboidratos fornecidas e a maioria dos parâmetros morfométricos do intestino não foi afetada negativamente.

REFERÊNCIAS

BERTOL, T. M. et al. Níveis de suplementação de lactose na dieta de leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1387-1393, 2000.

BERTOL, T. M. Alimentação dos leitões no aleitamento e creche. In: CURSO DE SUINOCULTURA, 1997. **Anais...EMBRAPA Suínos e Aves**, 1997, p. 93-110.

CARLSON, M. S.; VEUM, T. L. **A comparison between feeding peptide and plasma proteins on nursery pig growth performance and intestinal health**. University of Missouri, 2000, p. 3. Report.

CERF-BENSUSSAN, N.; GUY-GRAND, D. Mucosal immunology I: principles: intestinal intraepithelial lymphocytes. **Gastroenterology Clinics of North America**, v. 20, n. 3, p. 549-576, 1991.

COLE, M.; VARLEY, M. **Recent advances in the feeding and nutrition of the piglet**. 2000. Disponível em: < [http:// www.scanutrition.com](http://www.scanutrition.com)>. Acesso em: 17 fev. 2009.

DUNSFORD, B. R. et al. Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early weaned pig. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 12, p. 1855-1863, 1989.

GONDRET, F. et al. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. **Livestock Production Science**, v. 93, p. 137-146, 2005.

HAMPSON, D. J. Alterations in piglet small intestine structure at weaning. **Research in Veterinary Science**, v. 40, p. 32-40, 1986.

HAUPTLI, L. et al. Níveis de maltodextrina para leitões desmamados aos 21 dias. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007. **Anais...**, SBZ, 2007. 1 CD-ROM.

HOLM, S. A simple sequentially rejective multiple test procedure. **Scandinavian Journal of Statistics**, v. 6, p. 54-70, 1979.

JUNQUEIRA, L. C. U.; JUNQUEIRA, L. M. M. S. Técnicas básicas de citologia e Histologia, p. 123, 1983.

KIDDER, D. E.; MANNERS, M. J. **Digestion in the pig**, 1978, p. 201.

MACARI, M. Mecanismos de proliferação e reparação da mucosa gastrintestinal em aves. In: SIMPÓSIO DE COCCIDIOSE E ENTERITE, 1., 1995, **Anais...1995**, v. 1.

MADEC, F. et al. Measurement of digestive disorders in the piglet at weaning and related risk factors. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 35, p. 53-72, 1998.

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. et al. Effects of diet complexity and dietary lactose levels during three starter phases on post weaning pig performance. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 9, p. 2790-2797, 2004.

MAHAN, D. C., NEWTON, E. A. Evaluation of feed grains with dried skim milk and added carbohydrate sources on weaning pig performance. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 12, p. 3376-3382, 1993.

MASCARENHAS, A. G. et al. Avaliação de dietas fornecidas dos 14 aos 42 dias de idade sobre o desempenho e a composição de carcaça de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 6, p. 1319-1326, 1999.

MILLER, B. G. et al. The importance of dietary antigen in the cause of postweaning diarrhea in pigs. **American Journal Veterinary Research**, v. 45, n. 9, p. 1730-1733, 1984.

MOON, H. M. Epithelial cell migration in the migration of the suckling pig. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v. 137, p. 151-154, 1971.

MORES, N. et al. Fatores de risco associados aos problemas dos leitões na fase de creche em rebanhos da região sul do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 3, p. 191-199, 2000.

NABUURS, M. J. A. Morphological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning. **Pig News Information**, v. 16, n. 3, p. 93-97, 1995.

OLIVER, W. T. 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.

PLUSKE, J. R. 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.

PODOLSKY, D. K. Regulation of intestinal epithelial proliferation: a few answers, many questions. **Animal Journal Physiologic**, v. 264, p. 179-186, 1993.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição dos alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed., UFV, 2005, p.186.

SCANDOLERA, A. J. et al. Efeitos de fontes protéicas na dieta sobre a morfologia intestinal e o desenvolvimento pancreático de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2355-2368, 2005. Suplemento.

SHIELDS, J. R. et al. 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.

SILVA, A. M. R. et al. Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 286-295, 2008.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM. **SAS system: SAS/STAT**. version 8.0. Cary, 1999. CD-ROM.

TOKACH, M. D. et al. Effect of adding fat and (or) milk products to the weaning pig diet on performance in nursery and subsequent grow-finishing stages. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 11, p. 3358-3368, 1995.

TRINDADE NETO, M. A. et al. Dietas contendo milho pré-gelatinizado e níveis protéicos para leitões desmamados aos 19 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999. **Anais...**Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. CD-ROM.

VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Ácidos orgânicos e suas misturas nas dietas de suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003. **Anais...**CBNA, 2003, p. 255-284.

WEARY, D. M. et al. Understanding weaning distress. **Applied Animal Behaviour Science**, 2007. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com> >. Acesso em: 19 fev 2009.

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.

Tabela 1: Composição percentual e níveis nutricionais das rações experimentais.

| Ingredientes | Ração Pré-inicial | Ração Inicial I |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------|
| | % | % |
| Milho, Grão | 52,495 | 55,620 |
| Soja, Farelo 45 | 20,000 | 25,800 |
| Plasma AP 920 | 4,000 | 2,000 |
| Célula sanguínea | 1,500 | 1,300 |
| Levedura | 1,300 | - |
| Açúcar | 2,000 | 2,000 |
| Óleo de soja | 1,000 | 2,000 |
| Lactose ou Maltodextrina | 12,000 | 6,000 |
| Calcário | 0,760 | 0,760 |
| Fosfato bicálcico | 2,000 | 2,000 |
| BHT | 0,010 | 0,010 |
| Cloreto de Sódio | 0,260 | 0,300 |
| L-Lisina HCL | 0,550 | 0,350 |
| DL- Metionina | 0,170 | 0,120 |
| L-Treonina | 0,250 | 0,150 |
| L-Triptofano | 0,035 | - |
| Óxido de Zinco | 0,340 | - |
| Sulfato de cobre momo | - | 0,060 |
| Cloreto de colina | 0,065 | 0,065 |
| Sucran 150 | 0,015 | 0,015 |
| Colistina (8%) | 0,050 | - |
| Tetramutin ¹ | - | 0,250 |
| Ácido fumárico | 1,000 | 1,000 |
| Suplemento vitamínico ² | 0,100 | 0,100 |
| Suplemento mineral ³ | 0,100 | 0,100 |
| Níveis nutricionais calculados | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 3300 | 3300 |
| Proteína Bruta (%) | 18,50 | 19,50 |
| Lisina Total (%) | 1,55 | 1,35 |
| Metionina Total (%) | 0,43 | 0,39 |
| Treonina Total (%) | 1,04 | 0,90 |
| Triptofano Total (%) | 0,28 | 0,24 |
| Cálcio (%) | 0,85 | 0,85 |
| Fósforo (%) | 0,68 | 0,68 |
| Lactose ou Maltodextrina (%) | 12,00 | 6,00 |

¹ Associação de oxitetraciclina na forma de cloridrato (10%) e de fumarato de tiamulina hidrogenado (3,5%).

² Suplemento vitamínico fornecendo as seguintes quantidades por kg de ração: 9.000UI vit. A; 2.250UI vit D3; 22,5mg vit. E; 22,5 mg vit. K3; 2,03mg vit. B1; 6mg vit. B2; 3mg vit. B6; 30mcg vit. B12; 0,9mg ác. fólico; 14,03mg ác. pantotênico; 30mg niacina; 0,12mg biotina; 400mg colina.

³ Suplemento mineral fornecendo as seguintes quantidades por kg de ração: 100mg Fe; 10mg Cu; 100mg Zn; 40mg Mn; 1mg Co; 1,5mg I.

Tabela 2: Médias (erros-padrão) de consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) dos leitões de 0 a 17 e de 0 a 29 dias do experimento I.

| Carboidrato | Classe de Peso | Variáveis | | | | | |
|--------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------|-----------|
| | | CDR (g) | | GDP (g) | | CA | |
| | | 0-17 dias | 0-29 dias | 0-17 dias | 0-29 dias | 0-17 dias | 0-29 dias |
| Lactose | Leve | 402,375 | 672,300 | 299,900 | 436,400 | 1,347 | 1,542 |
| | Pesado | 463,875 | 754,500 | 336,300 | 488,300 | 1,384 | 1,545 |
| Maltodextrina | Leve | 411,750 | 659,100 | 306,300 | 428,500 | 1,343 | 1,539 |
| | Pesado | 454,125 | 759,300 | 328,600 | 477,900 | 1,378 | 1,589 |
| Erro-padrão = | | 0,012 | 0,016 | 0,011 | 0,010 | 0,024 | 0,020 |
| Médias dos fatores | | | | | | | |
| Carboidrato: | | | | | | | |
| | | 433 | 713 | 318 | 462 | 1,36 | 1,54 |
| | | 433 | 709 | 317 | 454 | 1,36 | 1,56 |
| Classe de Peso: | | | | | | | |
| | Leve | 407 ^a | 666 ^a | 303 ^a | 432 ^a | 1,34 | 1,54 |
| | Pesado | 459 ^b | 757 ^b | 332 ^b | 483 ^b | 1,38 | 1,57 |
| | Carboidrato | NS | NS | NS | NS | NS | NS |
| | x | | | | | | |
| | Classe de Peso | | | | | | |

^{a, b} Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem (P<0,05).

Tabela 3: Médias (erros-padrão) dos valores de altura das vilosidades (μm) do duodeno e jejuno de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame.

| Carboidrato | Classe de peso | Porção do intestino delgado | |
|---|------------------|-----------------------------|------------------|
| | | Duodeno | Jejuno |
| - Lactose | - Leve | 267 | 325 |
| - Lactose | - Pesado | 302 | 307 |
| - Maltodextrina | - Leve | 300 | 352 |
| - Maltodextrina | - Pesado | 333 | 329 |
| Erro-padrão = 21 | | | |
| Médias dos Fatores: | | | |
| Carboidrato | | NS | |
| Classe de peso | | P< 0,05 | |
| Carboidrato x classe de peso | | NS | |
| Porção do intestino delgado | | P< 0,05 | |
| Carboidrato x porção do intestino delgado | | NS | |
| Classe de peso x porção do intestino delgado | | P< 0,05 | |
| Classe de peso dentro de porção do intestino delgado | | | |
| | | Leve | Pesado |
| - Duodeno | | 283 ^a | 318 ^a |
| - Jejuno | | 339 ^a | 318 ^a |
| Erro-padrão = 15 | | | |
| #Épocas de abate | | P< 0,05 | |
| Carboidrato x épocas de abate | | NS | |
| Classe de peso x épocas de abate | | NS | |
| Porção do intestino delgado x épocas de abate | | P< 0,05 | |
| Épocas de Abate dentro de porção do intestino delgado | | | |
| | 7 dias | 14 dias | 28 dias |
| - Duodeno | 238 ^d | 351 ^c | 312 ^c |
| - Jejuno | 230 ^d | 360 ^c | 395 ^c |
| Erro-padrão = 18 | | | |

^{a,b} Médias seguidas de letras distintas na linha, dentro da interação classe de peso x porção do intestino delgado, diferem (P<0,05).

^{c,d} Médias seguidas de letras distintas na linha, dentro da interação classe de peso x porção do intestino delgado e porção do intestino delgado x épocas de abate, diferem pelo teste de *Holm* (P<0,05).

[#] Épocas de Abate (1° abate com os leitões aos sete dias pós-desmame; 2° abate com os leitões aos 14 dias pós-desmame e 3° abate com os leitões aos 28 dias pós-desmame).

Tabela 4: Médias (erros-padrão) dos valores de profundidade de criptas (μm) do duodeno e jejuno de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame.

| Carboidrato | Classe de peso | Porção do intestino delgado | | |
|---|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| | | Duodeno | Jejuno | |
| - Lactose | - Leve | 246 | 224 | |
| - Lactose | - Pesado | 254 | 254 | |
| - Maltodextrina | - Leve | 278 | 263 | |
| - Maltodextrina | - Pesado | 256 | 232 | |
| Erro-padrão = 12 | | | | |
| Médias dos Fatores: | | | | |
| Carboidrato | | NS | | |
| Classe de peso | | NS | | |
| Carboidrato x classe de peso | | P<0,05 | | |
| Carboidrato dentro de classe de peso | | | | |
| | | Lactose | Maltodextrina | |
| - Leve | | 235 ^a | 271 ^b | |
| - Pesado | | 254 ^a | 244 ^a | |
| Erro-padrão = 10 | | | | |
| Porção do intestino delgado | | P<0,05 | | |
| Carboidrato x porção do intestino delgado | | NS | | |
| Classe de peso x porção do intestino delgado | | NS | | |
| # Épocas de Abate | | P<0,05 | | |
| Carboidrato x épocas de abate | | NS | | |
| Classe de peso x épocas de abate | | NS | | |
| Porção do intestino delgado x épocas de Abate | | P<0,05 | | |
| Épocas de Abate dentro de porção do intestino delgado | | | | |
| | | 7 dias | 14 dias | 28 dias |
| - Duodeno | | 235 ^d | 259 ^d | 282 ^d |
| - Jejuno | | 208 ^d | 227 ^d | 295 ^c |
| Erro-padrão = 10 | | | | |

^{a,b} Médias seguidas de letras distintas na linha, dentro da interação carboidrato x classe de peso, diferem (P<0,05).

^{c,d} Médias seguidas de letras distintas na linha, dentro da interação porção do intestino delgado x épocas de abate, diferem pelo teste de *Holm* (P<0,05).

Épocas de Abate (1° abate com os leitões aos sete dias pós-desmame; 2° abate com os leitões aos 14 dias pós-desmame e 3° abate com os leitões aos 28 dias pós-desmame).

Tabela 5: Médias (erros-padrão) dos valores de espessura de mucosas (μm) do duodeno e jejuno de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame.

| Carboidrato | Classe de peso | Porção do intestino delgado | |
|---|------------------|-----------------------------|------------------|
| | | Duodeno | Jejuno |
| - Lactose | - Leve | 776 | 732 |
| - Lactose | - Pesado | 803 | 742 |
| - Maltodextrina | - Leve | 861 | 801 |
| - Maltodextrina | - Pesado | 855 | 765 |
| Erro-padrão = 21 | | | |
| Médias dos Fatores: | | | |
| Carboidrato | | | |
| - Lactose | | 764 ^B | |
| - Maltodextrina | | 820 ^A | |
| Classe de peso | | NS | |
| Carboidrato x classe de peso | | NS | |
| Porção do intestino delgado | | P < 0,05 | |
| Carboidrato x porção do intestino delgado | | NS | |
| Classe de peso x porção do intestino delgado | | NS | |
| # Épocas de Abate | | P < 0,05 | |
| Carboidrato x épocas de abate | | NS | |
| Classe de peso x épocas de abate | | NS | |
| Porção do intestino delgado x épocas de abate | | P < 0,05 | |
| Épocas de Abate dentro de porção do intestino delgado | | | |
| | 7 dias | 14 dias | 28 dias |
| - Duodeno | 693 ^b | 871 ^a | 908 ^a |
| - Jejuno | 597 ^c | 773 ^b | 910 ^a |
| Erro-padrão = 18 | | | |

^{AB} Médias seguidas de letras distintas dentro de carboidrato, diferem (P < 0,05).

^{a,b,c} Médias seguidas de letras distintas na linha, dentro da interação porção do intestino delgado x épocas de abate, diferem pelo teste de *Holm* (P < 0,05).

Épocas de Abate (1° abate com os leitões aos sete dias pós-desmame; 2° abate com os leitões aos 14 dias pós-desmame e 3° abate com os leitões aos 28 dias pós-desmame).

CAPÍTULO – 3

MALTODEXTRINA EM RAÇÕES DE LEITÕES DESMAMADOS COM DIFERENTES PESOS: PH E MICROBIOTA DO TRATO GASTRINTESTINAL

Maltodextrina em rações de leitões desmamados com diferentes pesos: pH e microbiota do trato gastrointestinal.

RESUMO: Foram utilizados 48 leitões híbridos comerciais, desmamados com idade média de 21 dias, com o objetivo de avaliar os efeitos das fontes de carboidrato e do peso dos leitões ao desmame, sobre os valores de pH dos conteúdos do estômago, cólon e reto, e contagem de coliformes totais, *Escherichia coli* e *Lactobacillus* spp na digesta do íleo e do ceco. Para a avaliação do pH foi utilizado um delineamento em blocos com arranjo fatorial 2 x 2 x 3 x 3 (duas classes de peso ao desmame x duas fontes de carboidratos x três porções do sistema digestório x três épocas de abate). Portanto, no modelo estatístico foram usados os efeitos fixos de peso, fontes de carboidratos, porções do sistema digestório, épocas de abate e suas respectivas interações; e o efeito aleatório de blocos. E para a contagem da microbiota foi utilizado um delineamento em blocos com arranjo fatorial 2 x 2 x 2 x 3 (duas classes de pesos ao desmame x duas fontes de carboidratos x duas porções intestinais x três épocas de abate). Portanto, no modelo estatístico foram usados os mesmos efeitos fixos do pH, exceto as porções intestinais (íleo e ceco). O pH do conteúdo estomacal e intestinal não foi influenciado pelas dietas fornecidas. Verificou-se que a presença de lactose nas rações determinou diminuição na contagem de coliformes totais e de *E. coli*, contudo, a contagem de *Lactobacillus* spp não diferiu em função das fontes de carboidratos estudadas. Em relação à categoria de peso, os leitões mais leves apresentaram menores contagens de coliformes totais e *E. coli*. A maltodextrina pode ser usada como uma alternativa para substituir a lactose nas rações, independente do peso dos leitões ao desmame, pois não afeta negativamente o pH e a população de *Lactobacillus* no trato gastrointestinal.

Palavras - chave: Coliformes, *Escherichia coli*, *Lactobacillus*, lactose, pH, suíno

Maltodextrin in diets for weaning pigs of different weights: pH and microbiota of the gastrointestinal tract.

Abstract: This study used 48 commercial hybrids, weaned at the age of 21 days, with the objective to evaluate the effect of the sources of carbohydrates and the weight of the pigs it weaned, on the values of pH of the contents of the stomach, colon and rectum, and counting of total coliforms, *Escherichia coli* and *Lactobacillus* spp in the digest of the ileum and cecum.

For the pH the experimental design was a block in a 2 x 2 x 3 x 3 factorial (two classes of weights x two sources of carbohydrates x three portions digestive tube x three times slaughter). And for the microbiota was used the experimental design was a block in a 2 x 2 x 2 x 3 factorial (two classes of weights x two sources of carbohydrates x two intestinal portions x three times slaughter). Therefore, in the statistical model the fixed effect of weight, sources of carbohydrates, intestinal portions, times of it abates and its respective interactions; e the random effect of blocks. The pH of the contents of the stomach and intestine were not affected by the diets. The presence of lactose in the diets determined a decrease in total coliforms and *E. coli*. However, the number of *Lactobacillus* spp remained constant when the carbohydrate source changed. In relation to the category of weight, the lighter pigs showed less total coliforms and *E. coli*. Maltodextrin can be used as an alternative to replace lactose in diets, regardless of the weight of the pig at the weaning, as it does not negatively affect the pH and the population of *Lactobacillus* in the gastrointestinal tract.

Keywords: Coliforms, *Escherichia coli*, *Lactobacillus*, lactose, pH, swine.

INTRODUÇÃO

Uma mudança abrupta na dieta dos leitões ocorre com o desmame; quando o leite materno é substituído por ração sólida de menor digestibilidade, composta, principalmente, por grãos de cereais e proteínas vegetais. Como consequência, o período de 10 a 14 dias pós-desmame é considerado crítico, e se caracteriza, normalmente, pelo baixo consumo de ração, acompanhado de uma depressão no *status* sanitário e no desempenho produtivo dos animais (LE DIVIDICH e HERPIN, 1994). Por outro lado, o baixo peso dos leitões ao desmame é um fator determinante no aumento da ocorrência de diarreia e menor ganho de peso na fase de creche (MADEC et al., 1998; MORES et al., 2000).

Os leitões recém-desmamados não são capazes de secretar quantidades suficientes de ácido clorídrico para acidificar adequadamente o conteúdo estomacal (EFIRD et al., 1982), por outro lado, comparadas com as proteínas do leite da porca, as proteínas da soja têm maior ação tamponante no estômago do leitão, levando ao aumento do pH e redução da atividade da pepsina, transferindo para o intestino delgado maiores quantidades de proteínas intactas (MANNERS et al., 1962).

A adequada capacidade de produção de ácido pelas células parietais do estômago somente ocorre entre a sétima e a décima semana de vida dos leitões (BLANCHARD, 2000). De acordo com WILSON & LEIBHOLZ (1981), a variação do pH gástrico devido à dieta tem importância decisiva no estado sanitário e digestivo dos leitões, pois seu aumento resulta na diminuição da atividade proteolítica e bactericida no estômago.

O trato gastrintestinal dos leitões é povoado densamente por bactérias que exercem grande influência na sanidade e no desempenho animal (LESER et al., 2000).

A composição e a densidade da população microbiana gastrointestinal mudam progressivamente de acordo com a idade do animal.

O leitão recém-nascido possui o trato gastrointestinal praticamente estéril, porém, dentro de poucas horas após a exposição ao meio ambiente, as superfícies e as mucosas sofrem colonização por diversos microrganismos (SILVA & NÖRNBERG, 2003). Inicialmente, segundo RADESCKI & YOKOYAMA (1991), a *Escherichia coli* e as espécies de *Streptococos* e Clostrídeos se multiplicam, mas ainda é baixo o desenvolvimento de *Lactobacillus*, devido à secreção insuficiente de ácido clorídrico nas primeiras horas de vida do leitão. Em leitões, a *E. coli* foi detectada no intestino duas horas após o nascimento, enquanto que bactérias benéficas como os *Lactobacillus* spp. só foram observadas após 18 horas (BERTECHINI & HOSSAIN, 1993).

A população bacteriana se altera progressivamente; ocorre a diminuição da predominância de *Escherichia coli*, juntamente com a colonização da população de outros microrganismos anaeróbios facultativos no intestino delgado, como *Lactobacillus* e *Streptococcus*, e de uma população de anaeróbios estritos no intestino grosso como, Bacteróides, *Eubacterium*, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium*, *Fusibacterium*, *Clostridium* (RADESCKI & YOKOYAMA, 1991).

O ceco de suínos contém amplo número de espécies de bactérias, predominantemente anaeróbias. ROBINSON et al. (1981) isolaram as seguintes bactérias gram-negativas do ceco: Bacteróides *ruminicola* (35%), *Selenomonas ruminantion* (21%), *Butyrivibrio fibrisolvens* (6%), Bacteróides *uniformis* (3%); enquanto as gram-positivas predominantes foram os *Lactobacillus acidophilus* (7,6%). Os lactobacilos desempenham um importante papel no mecanismo de defesa graças ao seu crescimento sobre a mucosa intestinal e, além disso, produzem substâncias

microbianas que matam ou inibem o crescimento de potenciais invasores (EDENS et al.,1997).

Segundo PARTANEN (2001), quanto maior a população microbiana do trato gastrointestinal maior é a competição entre os microrganismos e o hospedeiro pelos nutrientes. MACKIE et al. (1999) relataram que as bactérias não são distribuídas ao acaso ao longo do trato gastrointestinal; as diferentes espécies e os níveis populacionais distribuem-se de acordo com características específicas de cada região, como pH, presença de enzimas digestivas e de sais biliares.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar os efeitos das fontes de carboidrato (lactose ou maltodextrina) e do peso dos leitões ao desmame, sobre os valores de pH dos conteúdos do estômago, cólon e reto, e contagem de coliformes totais, *Escherichia coli* e *Lactobacillus spp* na digesta do íleo e do ceco.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi realizado nas instalações de creche do Setor de Suinocultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), *Campus* de Botucatu. Utilizaram-se 48 leitões (machos castrados e fêmeas) híbridos comerciais, desmamados com idade média de 21 dias, com diferentes pesos (24 leves e 24 pesados). Os animais foram alojados na sala de creche em gaiolas metálicas suspensas com piso ripado, medindo 1,00 x 1,75m (um animal/baia), equipadas com bebedouro tipo chupeta, comedouro e campânula para o aquecimento.

Para o pH foi utilizado um delineamento em blocos com arranjo fatorial 2 x 2 x 3 x 3 (duas classes de pesos ao desmame: leves com 4,50 a 5,20 kg e pesados com 5,90

a 6,60 kg; duas fontes de carboidrato: lactose ou maltodextrina; três porções do sistema digestório: estômago, cólon e reto e três épocas de abate: 1° abate com os leitões aos sete dias pós-desmame; 2° abate com os leitões aos 14 dias pós-desmame e 3° abate com os leitões aos 28 dias pós-desmame). E para a microbiota foi utilizado um delineamento em blocos com arranjo fatorial 2 x 2 x 2 x 3 (duas classes de pesos ao desmame x duas fontes de carboidrato x duas porções intestinais x três épocas de abate). Os blocos foram montados em função das subclasses de pesos e da distribuição dos animais dentro do galpão.

A duração do experimento foi de 28 dias, período em que os animais receberam dois tipos de rações de acordo com o sistema de alimentação por fases: ração pré-inicial, nos primeiros 17 dias pós-desmame; e ração inicial I, nos 11 dias seguintes. As rações foram formuladas para atender, no mínimo, as exigências nutricionais propostas por ROSTAGNO et al. (2005) e foram fornecidas à vontade (Tabela 1).

Em cada uma das épocas de abate foram sacrificados, após insensibilização elétrica, quatro animais de cada um dos tratamentos, totalizando 16 leitões em cada abate, para determinações do pH dos conteúdos do estômago, cólon e reto, e contagens de coliformes totais, *Escherichia coli* e *Lactobacillus spp* na digesta do íleo e ceco.

As determinações dos valores de pH foram realizadas imediatamente após o abate dos leitões, no conteúdo de cada uma das três porções do sistema digestório, com auxílio de um medidor de pH portátil, modelo mPA 210 P.

Para as contagens de coliformes totais e *Escherichia coli* foram colhidos 10g dos conteúdos do íleo e do ceco, sendo a seguir adicionados 90mL de solução salina 0,85% e realizada a homogeneização em “stomacher” por dois minutos, obtendo-se assim a diluição 10^{-1} . A partir desta, foram preparadas diluições decimais seriadas, sendo que de

cada uma delas foi transferido 1mL para placas de *Petrifilm EC*TM e, em seguida, incubadas a 35^oC por 24h (AOAC, 2000).

A contagem de *Lactobacillus* spp foi realizada a partir das diluições decimais seriadas descritas para a contagem de *Escherichia coli*, transferindo-se 0,1mL para placas de Petri contendo meio M-Rogosa (semeadura de superfície), sendo as mesmas incubadas a 30^oC por cinco dias em estufa com atmosfera contendo 5% de gás carbônico (DOWNES & ITO, 2001).

Os dados de pH e de contagem de microrganismos foram submetidos à análise de variância usando o procedimento MIXED do programa SAS (1999). Portanto, no modelo estatístico para a análise do pH, foram usados os efeitos fixos de peso, fontes de carboidrato, porção do sistema digestório e épocas de abate e suas respectivas interações; e o efeito aleatório de blocos. E para a microbiota o modelo foi montado de acordo com os mesmos efeitos fixos do pH, exceto às porções (conteúdos do íleo e do ceco). Quando necessário, os resultados foram submetidos ao teste de *Holm* para contraste das médias (HOLM, 1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de pH do estômago, cólon e reto dos leitões são apresentados na Tabela 2. Houve efeito ($P < 0,05$) da porção do sistema digestório, épocas de abate e das interações classe de peso x porção do sistema digestório e porção do sistema digestório x épocas de abate, sobre o pH. Contudo, quando foi realizado o desdobramento categoria de peso dentro de porção do sistema digestório, não foi possível identificar as diferenças. O pH do estômago reduziu ($P < 0,05$) do primeiro para o terceiro abates,

enquanto os valores no cólon e no reto foram semelhantes ($P > 0,05$) no primeiro e no segundo abates, e menores ($P < 0,05$) no terceiro abate.

Os valores de pH medidos no conteúdo estomacal estão de acordo com os relatados por JONSSON & CONWAY (1992), que verificaram uma amplitude de pH de 2,3 a 4,5. Segundo FERREIRA (1986), tem-se verificado na literatura uma grande variação nos valores de pH gástrico de leitões, devido a influência de vários fatores, tais como: a região onde foram feitas as determinações, o tipo de técnica usada para detectar o HCl livre e o tempo após a ingestão do alimento.

LOPES et al. (1986) também constataram diminuição do pH estomacal de leitões com o aumento da idade, assim como elevação gradativa na capacidade de digestão das proteínas da soja a partir dos 28 dias de idade.

O menor pH do conteúdo estomacal é importante para controlar o crescimento de bactérias patogênicas, como *Escherichia coli*, e estimular o crescimento de *Lactobacillus*. Segundo BLANCHARD (2000), a faixa ótima para crescimento da *E. coli* está entre 4,3 e 9,5, e para o *Lactobacillus* sp, entre 3,8 a 7,2. Nesse experimento observou-se que os valores de pH do conteúdo gástrico se mantiveram abaixo do mínimo exigido para o crescimento da *E. coli*, exceto no sétimo dia pós-desmame, enquanto no estômago e cólon, os valores do pH permaneceram dentro da faixa ótima para crescimento de *Lactobacillus*.

De acordo com ADAMS (2000) o pH do conteúdo do trato gastrintestinal tende a aumentar ao longo de sua extensão, chegando a neutro no reto. Entretanto, os valores de pH do conteúdo do ceco estão abaixo de 7,40 e 6,02, segundo VERVAEKE et al. (1973) e ALLISON et al. (1979), respectivamente.

Os resultados das médias de contagem de coliformes totais e de *E. coli* no intestino de leitões, são apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. A contagem de coliformes totais e de *E. coli* foram menores ($P < 0,05$) nos animais que receberam rações com lactose, o que sugere que essa fonte de carboidrato não é importante apenas pela sua elevada palatabilidade e digestibilidade, mas, provavelmente, também pela sua ação no controle do crescimento de microrganismos indesejáveis.

Os valores da contagem microbiológica de *E.coli* encontrados neste experimento são similares aos encontrados por UTIYAMA (2004), quando avaliou o efeito do uso de agentes antimicrobianos sobre a contagem de *E.coli* no jejuno e íleo de leitões recém-desmamados; e obteve um resultado em torno de 4,00 (Log_{10} Unidades Formadoras de Colônias por grama de amostra). Da mesma forma, a contagem de coliformes totais encontrada neste experimento foi semelhante à de BUDINO et al. (2006), quando analisaram o efeito da adição de probiótico e/ou prebiótico em dietas de leitões desmamados sobre a contagem de coliformes, encontrando um valor médio de 5,00 (Log_{10} Unidades Formadoras de Colônias por grama de amostra).

A presença da lactose propicia ambiente adequado para o crescimento de bactérias acidófilas benéficas, como os *Lactobacillus*, que auxiliam na redução do pH intestinal devido a produção de ácido láctico, promovem aumento da digestibilidade da matéria seca, da proteína e da energia, aumentando a eficiência da utilização do alimento (POWLES & COLE 1993; KRAUSE et al., 1995). EWING & COLE (1994) descreveram que os lactobacilos são capazes de influenciar a atividade das enzimas dos microvilos, as quais estão envolvidas no processo de digestão dos alimentos e, dessa forma, beneficiam o hospedeiro.

Sobre o fator classe de peso, verificou-se efeito ($P < 0,05$), sendo que os menores valores para a contagem de coliformes totais e de *E. coli* ocorreram nos leitões mais leves, provavelmente em função do menor volume do trato gastrointestinal e menor ingestão de alimento por esses animais, propiciando, conseqüentemente, condições menos favoráveis para o crescimento microbiano no intestino.

O desdobramento da interação épocas de abate dentro da porção intestinal evidenciou que a menor contagem de coliformes totais, tanto no íleo quanto no ceco, ocorreu no segundo abate ($P < 0,05$). Verificou-se efeito das épocas de abate sobre a contagem de *E. coli*, sendo o menor valor observado no segundo abate. Essas respostas se devem, provavelmente, ao fato dos leitões, por ocasião do segundo abate, já terem alcançado nível elevado de ingestão de ração pré-inicial após um período de limitação de consumo causado pelo desmame. Esta ração contém agentes antimicrobianos, como colistina, óxido de zinco e ácido fumárico, além de apresentar plasma sanguíneo *spray dried* em sua composição. Este último ingrediente possui imunoglobulinas que auxiliam no equilíbrio da microbiota do leitão recém-desmamado, proporcionando melhoras no desempenho e no estado de saúde dos animais (KATS et al., 1994; GATNAU et al., 1995; CAIM & ZIMMERMAN, 1997).

A contagem microbiológica de *Lactobacillus* (Tabela 5) mostrou efeito ($P < 0,05$) da porção intestinal, de modo que o valor dessa variável foi maior no ceco. Este resultado se assemelha com aqueles obtidos por MEDEL et al. (1999), que verificaram predomínio de *Lactobacillus* no cólon.

A composição da população bacteriana ao longo do intestino pode apresentar grandes variações (PEDROSO et al., 2005), pois está em constante modificação, ou seja, as espécies, quantidades e distribuição das bactérias no trato gastrointestinal são

sensíveis à variações como mudanças no pH, secreções enzimáticas e biliares, interações microbianas (sinergismo ou antagonismo) e composição da dieta (HOLZAPFEL et al., 1998).

Houve diferença entre as épocas de abate ($P < 0,05$), mostrando que foi menor o número de *Lactobacillus* no terceiro abate. Essa resposta pode estar associada ao fato de que a quantidade de substrato para o crescimento dessas bactérias, como a lactose e a maltodextrina, ter sido menor na ração inicial. Resultados semelhantes foram encontrados por MCALLISTER et al. (1979), que analisaram segmentos do trato intestinal de leitões com 28 dias de idade e verificaram diminuição na população de *Lactobacillus* (6,5 UFC/g). Segundo GORBACH, NAHAS & LERNER (1967), as bactérias ácido lácticas são habitantes normais do trato gastrintestinal. O número dessas bactérias no estômago é $< 3 \text{ Log UFC. g}^{-1}$; no íleo, 2 a 5 Log UFC.g⁻¹; e no cólon, 4 a 9 Log UFC.g⁻¹.

ROBINSON, WHIPP E BUCKLIN (1984), em condições normais, verificaram que o balanço de bactérias benéficas e patogênicas no epitélio intestinal de suínos, é disposto da seguinte forma: *Lactobacillus acidophilus* (11,9%), *Streptococcus faecium* (54,4%) e *Escherichia coli* (menos de 1%), mas que em episódios de desordens intestinais ocorre redução do número das bactérias benéficas, como os *Lactobacillus*.

Segundo LEEDLE (2000), alguns gêneros de bactérias intestinais, como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, também estão diretamente ligados com o aumento da resposta imune. Altos níveis de lactose favorecem o crescimento desses microrganismos e o decréscimo de *E. coli* (PIERCE et al., 2006, 2007), contudo, no presente experimento, apesar da maltodextrina determinar aumento nas contagens de coliformes totais e de *E. coli*, não alterou a contagem de *Lactobacillus*.

CONCLUSÃO

A maltodextrina pode ser usada como uma alternativa para substituir a lactose nas rações, independente do peso dos leitões ao desmame, pois não afeta negativamente o pH e a população de *Lactobacillus* no trato gastrointestinal.

REFERÊNCIAS

ADAMS, A. C. Acidifiers: important components of pig feeds. **Technical Information**, p. 1-6, 2000.

ALLISON, M. J. et al. Comparison of bacterial populations of the pig cecum and colon based upon enumeration with specific energy sources. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 37, p. 1142-1151, 1979.

AOAC. Method 998.08. In: OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC INTERNATIONAL, p. 39-40

BERTECHINI, A. G.; HOSSAIN, S. M. **O fantástico mundo dos probióticos**. Biotecnal, 1993, p. 66. Manual Técnico.

BLANCHARD, P. Less buffering...more enzymes and organic acids. **Pig Progress**, v. 16, n. 3, p. 23-25, 2000.

BUDINO, F. E. L. et al. Efeito da adição de probiótico e/ou prebiótico em dietas de leitões desmamados sobre o desempenho, incidência de diarreia e contagem de coliformes totais. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, p. 59-67, 2006. Suplemento.

CAIM, C. M.; ZIMMERMAN, D. R. Effect of spray dried plasma (SDP) on faecal shedding of hemolytic *E. coli* (HEC) and rotavirus by pigs in a segregated early-weaned (SEW) environment. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 61, 1997. Supplement 1.

DOWNES, F. P.; ITO, K. Compendium of methods for the microbiological examination of Foods. **American Journal of Public Health**, 2001.

EDENS, F. W. et al. Principles of *ex ovo* competitive exclusion and *in ovo* administration of *Lactobacillus reuteri*. **Poultry Science**, v. 76, p. 179-196, 1997.

EFIRD, R. C. et al. The development of digestive capacity in young pigs: effects of age and weaning system. **Journal of Animal Science**, v. 55, n. 6, p. 1380-1387, 1982.

EWING, W. N.; COLE, D. J. A. **The living gut:** an introduction to micro-organisms in nutrition, 1994, p. 228.

FERREIRA, A. S. **Estimativa de produção e composição de leite de porca e aleitamento artificial de leitões**, 1986. p. 121. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástrico - Universidade Federal de Viçosa), 1986.

GATNAU, R. et al. Mode of action of spraydried porcine plasma in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 82, 1995. Supplement 1.

GORBACH, S. et al. Studies of intestinal microflora. In: Effects of diet, age and periodic sampling on numbers of fecal microorganisms in man. **Gastroenterology**, v. 53, p. 845-855, 1967.

HOLM, S. A simple sequentially rejective multiple test procedure. **Scandinavian Journal of Statistics**, v. 6, p. 54-70, 1979.

HOLZAPFEL, W. H. et al. Overview of gut flora and probiotics. **International Journal of Food Microbiology**, v. 41, n. 2, p. 85-101, 1998.

JONSSON, E.; CONWAY, P. Probiotics for pigs. In: FULLER, R. (Ed.). **Probiotics: the scientific basis**, 1992, p. 259-316.

KATS, L. J. et al. The effect of spray-dried porcine plasma on growth performance in the earlyweaned pig. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 8, p. 2075- 2081, 1994.

KRAUSE, D. O. et al. Effect of weaning diet on the ecology of adherent lactobacilli in the gastrointestinal tract of the pig. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2347-2354, 1995.

LE DIVIDICH, J.; HERPIN, P. Effect of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets: a review. **Livestock Production Science**, v. 38, p. 79-90, 1994.

LEEDLE, J. Probiotics and DFMs: mode of action in the gastrointestinal tract. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL. 2000. **Anais**. CBNA, 2000, p. 25-40.

LESER, T. D. et al. Changes in bacterial community structure in the colon of pigs fed different experimental diets and after infection with *Brachyspira hyodysenteriae*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, n. 8, p. 3290-3296, 2000.

LOPES, D. C. et al. Avaliação de épocas do início do arraçamento de leitões em aleitamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 15, n. 3, p. 219-223, 1986.

MACKIE, R. I. et al. Developmental microbial ecology of the neonatal gastrointestinal tract. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, p. 1035- 1045, 1999. Supplement.

MADEC, F., N. et al. Measurement of digestive disorders in the piglet at weaning and related risk factors. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 35, p. 53-72, 1998.

MANNERS, J. H. et al. Effect of isolated soybean protein and casein on the gastric pH and of passage of food residues on baby pigs. **Journal of Animal Science**, v. 21, p. 49-55, 1962.

MEDEL, P. et al. Nutrición y alimentación de lechones destetados precozmente. Curso de Especialización, 15. **Avances en nutrición y alimentación animal**. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, p. 147-195, 1999.

MORES, N. et al. Fatores de risco associados aos problemas dos leitões na fase de creche em rebanhos da região sul do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 3, p. 191-199, 2000.

PARTANEN, K. H. Organic acids -their efficacy and modes of action in pigs. In: A. PIVA, A. et al. (Eds.) **Gut Environment of Pigs**, 2001, p. 201-218.

PEDROSO, A. A. et al. Variabilidade espacial da comunidade Bacteriana Intestinal de suínos suplementados com antibióticos ou extratos herbais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p.1225-1233, 2005.

PIERCE, K. M. et al. The interaction between lactose level and crude protein concentration on piglet post-weaning performance, nitrogen metabolism, selected faecal microbial populations and faecal volatile fatty acid concentrations. **Animal Feed Science and Technology**, v. 132, p. 267-282, 2007.

PIERCE, K. M. et al. The effect of lactose and inulin on intestinal morphology, selected microbial populations and volatile fatty acid concentrations in the gastrointestinal tract of the weaned pig. **Animal Science**, v. 82, p. 311-318, 2006.

POWLES, J.; COLE, D. J. A. Research examines use of lactose in young pig diets. **Feedstuffs**, v. 65, n. 8, p. 13-16, 1993.

RADESCKI, S. V.; YOKOYAMA, M. T. Intestinal bacteria and their influence on swine nutrition. In: MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. (Eds.). **Swine nutrition**, 1991, p. 439-447.

ROBINSON, J. M. et al. Characterization of predominant bacteria from the colons of normal and dysenteric pigs. **Applied Environmental Microbiology**, v. 48, p. 964-969, 1984.

ROBINSON, I. M. et al. Characterization of the cecal bacteria of normal pigs. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 41, n. 4, p. 950-955, 1981.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição dos alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. UFV, 2005, p. 186.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM. **SAS system: SAS/STAT**. version 8.0. Cary, 1999. CD-ROM.

UTIYAMA, C. E. **Utilização de agentes antimicrobianos, probióticos, prebióticos e extratos vegetais como promotores do crescimento de leitões recém-desmamados.**, 2004, p. 47. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VERVAEKE, I. J. et al. A comparison of two methods for obtaining anaerobic counts in different segments of the gastrointestinal tract of piglets. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 36, p. 397-405, 1973.

WILSON, R. H.; LEIBHOLZ, J. Digestion in the pig between 7 and 35 d of age. 2: the digestion of dry matter and pH of digesta in pigs given milk and soya-bean proteins. **British Journal of Nutrition**, v. 45, n. 2, p. 321-336, 1981.

Tabela 1: Composição percentual e níveis nutricionais das rações experimentais.

| Ingredientes | Ração Pré-inicial | Ração Inicial I |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------|
| | % | % |
| Milho, Grão | 52,495 | 55,620 |
| Soja, Farelo 45 | 20,000 | 25,800 |
| Plasma AP 920 | 4,000 | 2,000 |
| Célula sanguínea | 1,500 | 1,300 |
| Levedura | 1,300 | - |
| Açúcar | 2,000 | 2,000 |
| Óleo de soja | 1,000 | 2,000 |
| Lactose ou Maltodextrina | 12,000 | 6,000 |
| Calcário | 0,760 | 0,760 |
| Fosfato bicálcico | 2,000 | 2,000 |
| BHT | 0,010 | 0,010 |
| Cloreto de Sódio | 0,260 | 0,300 |
| L-Lisina HCL | 0,550 | 0,350 |
| DL- Metionina | 0,170 | 0,120 |
| L-Treonina | 0,250 | 0,150 |
| L-Triptofano | 0,035 | - |
| Óxido de Zinco | 0,340 | - |
| Sulfato de cobre momo | - | 0,060 |
| Cloreto de colina | 0,065 | 0,065 |
| Sucran 150 | 0,015 | 0,015 |
| Colistina (8%) | 0,050 | - |
| Tetramutin ¹ | - | 0,250 |
| Ácido fumárico | 1,000 | 1,000 |
| Suplemento vitamínico ² | 0,100 | 0,100 |
| Suplemento mineral ³ | 0,100 | 0,100 |
| Níveis nutricionais calculados | | |
| Energia Metabolizável (kcal/kg) | 3300 | 3300 |
| Proteína Bruta (%) | 18,50 | 19,50 |
| Lisina Total (%) | 1,55 | 1,35 |
| Metionina Total (%) | 0,43 | 0,39 |
| Treonina Total (%) | 1,04 | 0,90 |
| Triptofano Total (%) | 0,28 | 0,24 |
| Cálcio (%) | 0,85 | 0,85 |
| Fósforo (%) | 0,68 | 0,68 |
| Lactose ou Maltodextrina (%) | 12,00 | 6,00 |

¹ Associação de oxitetraciclina na forma de cloridrato (10%) e de fumarato de tiamulina hidrogenado (3,5%).

² Suplemento vitamínico fornecendo as seguintes quantidades por kg de ração: 9.000UI vit. A; 2.250UI vit D3; 22,5mg vit. E; 22,5 mg vit. K3; 2,03mg vit. B1; 6mg vit. B2; 3mg vit. B6; 30mcg vit. B12; 0,9mg ác. fólico; 14,03mg ác. pantotênico; 30mg niacina; 0,12mg biotina; 400mg colina.

³ Suplemento mineral fornecendo as seguintes quantidades por kg de ração: 100mg Fe; 10mg Cu; 100mg Zn; 40mg Mn; 1mg Co; 1,5mg I.

Tabela 2: Médias (erros-padrão) dos valores de pH do estômago, cólon e reto de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame.

| Carboidrato | Classe de peso | Porção do sistema digestório | | |
|--|----------------|------------------------------|--------------------|-------------------|
| | | Estômago | Cólon | Reto |
| - Lactose | - Leve | 3,98 | 5,94 | 6,33 |
| - Lactose | - Pesado | 4,17 | 5,75 | 6,11 |
| - Maltodextrina | - Leve | 3,95 | 5,90 | 6,40 |
| - Maltodextrina | - Pesado | 4,06 | 5,95 | 6,34 |
| Erro-padrão = 0,99 | | | | |
| Carboidrato | | | NS | |
| Classe de peso | | | | |
| - Leve | | | 5,42 ^A | |
| - Pesado | | | 5,40 ^A | |
| Carboidrato x classe de peso | | | NS | |
| Porção do sistema digestório | | | P<0,05 | |
| Carboidrato x porção do sistema digestório | | | NS | |
| Classe de peso x porção do sistema digestório | | | P<0,05 | |
| Classe de peso dentro de porção do sistema digestório | | | | |
| | | Leve | | Pesado |
| - Estômago | | 3,96 ^a | | 4,11 ^a |
| - Cólon | | 5,92 ^a | | 5,85 ^a |
| - Reto | | 6,37 ^a | | 6,22 ^a |
| Erro-padrão = 0,08 | | | | |
| #Épocas de abate | | | P<0,05 | |
| Carboidrato x épocas de abate | | | NS | |
| Classe de peso x épocas de abate | | | NS | |
| Porção do sistema digestório x épocas de abate | | | P<0,05 | |
| Épocas de abate dentro de porção do sistema digestório | | | | |
| | | 7 dias | 14 dias | 28 dias |
| - Estômago | | 4,29 ^a | 4,04 ^{ab} | 3,79 ^b |
| - Cólon | | 6,30 ^a | 6,20 ^a | 5,16 ^b |
| - Reto | | 6,59 ^a | 6,52 ^a | 5,77 ^b |
| Erro-padrão = 0,10 | | | | |

^a Médias seguidas de mesma letra na linha, dentro da interação classe de peso x porção do sistema digestório, não diferem (P<0,05).

^{a,b} Médias seguidas de letras distintas na linha, dentro da interação porção do sistema digestório x épocas de abate, diferem pelo teste de *Holm* (P<0,05).

Épocas de Abate (1° abate com os leitões aos sete dias pós-desmame; 2° abate com os leitões aos 14 dias pós-desmame e 3° abate com os leitões aos 28 dias pós-desmame).

Tabela 3: Médias (erros-padrão) da contagem de coliformes totais (\log_{10} UFC/g) no íleo e ceco de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame.

| Carboidrato | Classe de peso | Porção intestinal | | |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | Íleo | Ceco | |
| - Lactose | - Leve | 4,31 | 4,69 | |
| - Lactose | - Pesado | 4,98 | 5,11 | |
| - Maltodextrina | - Leve | 4,90 | 5,10 | |
| - Maltodextrina | - Pesado | 5,14 | 5,17 | |
| Erro-padrão = 0,17 | | | | |
| Médias dos Fatores: | | | | |
| Carboidrato | | | | |
| - Lactose | | 4,77 ^B | | |
| - Maltodextrina | | 5,08 ^A | | |
| Classe de peso | | | | |
| - Leve | | 4,75 ^B | | |
| - Pesado | | 5,10 ^A | | |
| Carboidrato x classe de peso | | NS | | |
| Porção intestinal | | P<0,05 | | |
| Carboidrato x porção intestinal | | NS | | |
| Classe de peso x porção intestinal | | NS | | |
| # Épocas de abate | | P<0,05 | | |
| Carboidrato x épocas de abate | | NS | | |
| Classe de peso x épocas de abate | | NS | | |
| Porção intestinal x épocas de abate | | P<0,05 | | |
| Abate dentro de porção intestinal | | | | |
| Porção intestinal | | Abate | | |
| | | 7 dias | 14 dias | 28 dias |
| - Íleo | | 5,86 ^a | 3,03 ^b | 5,62 ^a |
| - Ceco | | 5,89 ^a | 3,74 ^b | 5,42 ^a |
| Erro-padrão = 0,15 | | | | |

^{A,B} Médias seguidas de letras distintas dentro de carboidrato e classe de peso, diferem ($P<0,05$).

^{a,b} Médias seguidas de letras distintas na linha, diferem pelo teste de *Holm* ($P<0,05$).

Épocas de abate (1° abate com os leitões aos sete dias pós-desmame; 2° abate com os leitões aos 14 dias pós-desmame e 3° abate com os leitões aos 28 dias pós-desmame).

Tabela 4: Médias (erros-padrão) da contagem de *E. coli* (\log_{10} UFC/g) no íleo e ceco de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame.

| Carboidrato | Classe de peso | Porção intestinal | |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|------|
| | | Íleo | Ceco |
| - Lactose | - Leve | 3,87 | 4,27 |
| - Lactose | - Pesado | 4,45 | 4,55 |
| - Maltodextrina | - Leve | 4,52 | 4,67 |
| - Maltodextrina | - Pesado | 5,00 | 4,53 |
| Erro-padrão = 0,18 | | | |
| Médias dos Fatores: | | | |
| Carboidrato | | | |
| - Lactose | | 4,29 ^B | |
| - Maltodextrina | | 4,68 ^A | |
| Classe de peso | | | |
| - Leve | | 4,33 ^B | |
| - Pesado | | 4,63 ^A | |
| Carboidrato x classe de peso | | NS | |
| Porção intestinal | | NS | |
| Carboidrato x porção intestinal | | NS | |
| Classe de peso x porção intestinal | | NS | |
| # Épocas de abate | | | |
| - 7 dias | | 5,32 ^a | |
| - 14 dias | | 2,72 ^b | |
| - 28 dias | | 5,40 ^a | |
| Carboidrato x épocas de abate | | NS | |
| Classe de peso x épocas de abate | | NS | |
| Porção intestinal x épocas de abate | | NS | |

^{A,B} Médias seguidas de letras distintas dentro de carboidrato, classe de peso, diferem ($P < 0,05$).

^{a,b} Médias seguidas de letras distintas dentro de épocas de abate, diferem pelo teste de *Holm* ($P < 0,05$).

[#] Épocas de abate (1° abate com os leitões aos sete dias pós-desmame; 2° abate com os leitões aos 14 dias pós-desmame e 3° abate com os leitões aos 28 dias pós-desmame).

Tabela 5: Médias (erros-padrão) da contagem de *Lactobacillus* (\log_{10} UFC/g) no íleo e ceco de leitões aos sete, quatorze e vinte e oito dias pós-desmame.

| Carboidrato | Classe de peso | Porção intestinal | |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|------|
| | | Íleo | Ceco |
| - Lactose | - Leve | 6,25 | 6,80 |
| - Lactose | - Pesado | 6,55 | 7,02 |
| - Maltodextrina | - Leve | 6,67 | 6,75 |
| - Maltodextrina | - Pesado | 6,76 | 7,05 |
| Erro-padrão = 0,18 | | | |
| Médias dos Fatores: | | | |
| Carboidrato | | NS | |
| Classe de peso | | NS | |
| Carboidrato x classe de peso | | NS | |
| Porção intestinal | | | |
| - Íleo | | 6,56 ^B | |
| - Ceco | | 6,90 ^A | |
| Carboidrato x porção intestinal | | NS | |
| Classe de peso x porção intestinal | | NS | |
| # Épocas de abate | | | |
| - 7 dias | | 7,06 ^a | |
| - 14 dias | | 7,14 ^a | |
| - 28 dias | | 6,00 ^b | |
| Carboidrato x épocas de abate | | NS | |
| Categoria de peso x épocas de abate | | NS | |
| Porção intestinal x épocas de abate | | NS | |

^{AB} Médias seguidas de letras distintas dentro de porção intestinal, diferem ($P < 0,05$).

^{a,b} Médias seguidas de letras distintas dentro de épocas de abate, diferem pelo teste de *Holm* ($P < 0,05$).

Épocas de abate (1° abate com os leitões aos sete dias pós-desmame; 2° abate com os leitões aos 14 dias pós-desmame e 3° abate com os leitões aos 28 dias pós-desmame).

CAPÍTULO – 4 IMPLICAÇÕES

IMPLICAÇÕES

Apesar da inclusão de produtos lácteos nas rações pré-iniciais e iniciais ser justificada pelo bom desempenho dos leitões, a restrição da oferta no mercado interno brasileiro e a consequente elevação dos seus preços nos últimos anos têm provocado o interesse por pesquisas com alimentos alternativos, como a maltodextrina, utilizada como opção para substituir a lactose nas rações de leitões. No entanto, a literatura disponibiliza pouca informação a respeito do uso da maltodextrina em rações de leitões desmamados; este trabalho serviu para aumentar o conhecimento disponível.

Através da realização dos experimentos confirmou-se que a maltodextrina pode ser usada como alternativa à lactose nas rações de leitões desmamados, pois não afeta negativamente o pH, a população de *Lactobacillus* no trato gastrintestinal, as características de desempenho e a maioria dos parâmetros morfométricos do intestino. Contudo, o fato de determinar aumento na profundidade média das criptas do intestino delgado dos animais leves, sugere que eles estão menos preparados para receber rações contendo maltodextrina. Este estudo permitiu confirmar que os leitões leves ao desmame requerem manejo diferenciado e cuidados especiais no que se refere às instalações e características nutricionais das rações.