

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

**MALTODEXTRINA E ÓLEOS COMO FONTES DE ENERGIA
PARA LEITÕES**

LUCÉLIA HAUPTLI

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Doutor.

BOTUCATU – SP
Junho de 2009

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

**MALTODEXTRINA E ÓLEOS COMO FONTES DE ENERGIA
PARA LEITÕES**

LUCÉLIA HAUPTLI

Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. DIRLEI ANTONIO BERTO

Tese apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Doutor.

BOTUCATU – SP

Junho de 2009

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

H374m Hauptli, Lucélia, 1978-
Maltodextrina e óleos como fontes de energia para leitões / Lucélia Hauptli. - Botucatu : [s.n.], 2009. v, 57 f.: tabs.

Tese (Doutorado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009.
Orientador: Dirlei Antonio Berto
Inclui bibliografia.

1. Desempenho. 2. Lactose. 3. Rações simples. 4. Rações complexas. I. Berto, Dirlei Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

Dedico

À minha querida mãe, ROSANA FERREIRA, e meu pai, LÚCIO HAUPTLI, que sempre me apoiaram, em todos os momentos com fé e amor.

Ao meu Orientador Dirlei Antonio Berto pelo aprendizado e apoio na minha jornada.

Ao meu amigo, irmão de coração e colega de profissão Berilo de Souza Brum Júnior, por sempre estar presente no meu caminho acadêmico, me apoiando com toda a amizade.

Agradecimentos

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.

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

À Prof. Dra. Margarida Maria Barros, pelas excelentes aulas e amizade.

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

À funcionária do Departamento de Produção Animal, Solange Aparecida Ferreira de Souza pela atenção e auxílio.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da FMVZ – UNESP, Sérgio e Vilson, pela amizade e ajuda na condução dos experimentos.

Às minha amigas, colegas e irmãs: Kátia, Regina e Vivian pela amizade, apoio, inestimável ajuda e participação ativa na condução dos experimentos.

Aos amigos Guilherme Badini e Diego Peres, pela amizade e auxílio em todos momentos ao longo do Doutorado.

À querida Mayra Saleh pela dedicação nas análises laboratoriais.

Aos amigos de empresa Ulisses, Jane e Simone pelo apoio, amizade e compreensão nessa minha jornada.

E a todos que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	V
CAPÍTULO 1.....	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
1 Desmame de leitões.....	2
2 Aspectos fisiológicos e nutricionais no pós-desmame	3
3 Lactose.....	5
3.1. Alternativas a lactose.....	6
4. Maltodextrina.....	6
4.1 Definição e aplicação	6
4.2 Maltodextrina na nutrição de suínos	9
5. Uso de óleos na dieta de leitões.....	10
5. 1 Óleo de palma.....	11
6. Dietas simples e complexas para leitões.....	12
7. Referências bibliográficas.....	14
CAPÍTULO 2.....	21
NÍVEIS DE MALTODEXTRINA PARA LEITÕES DESMAMADOS AOS 21	
DIAS.....	22
Resumo	22
Abstract	23
Introdução	24
Material e Métodos	25
Resultados e Discussão	27
Conclusões	30
Agradecimentos.....	30
Referências.....	31
CAPÍTULO 3.....	38
MALTODEXTRINA E ÓLEOS EM DIETA DE LEITÕES DESMAMADOS	39
Resumo	39
Abstract	40

Introdução	41
Material e Métodos	42
Resultados e Discussão	44
Conclusões	47
Agradecimentos.....	48
Referências	49
CAPÍTULO 4	56
IMPLICAÇÕES.....	57

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 2	
TABELA 1 – Níveis de lactose e maltodextrina nas rações simples e complexas nas fases pré-inicial e inicial para leitões nos diferentes tratamentos.....	33
TABELA 2 – Composição centesimal e valores nutricionais calculados das rações pré-iniciais.....	34
TABELA 3 – Composição centesimal e valores nutricionais calculados das rações iniciais.....	35
TABELA 4 – Efeito dos níveis de substituição da lactose pela maltodextrina sobre o consumo diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar de leitões desmamados.....	36
TABELA 5 – Custo por quilograma de ração (R\$/kg ração) e custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (R\$/kg GP) nas fases de 0 a 15 e de 16 a 30 dias do experimento.....	37
CAPÍTULO 3	
TABELA 1 - Composição centesimal e valores nutricionais calculados das rações pré-iniciais (0 – 16 dias) e iniciais (17-32 dias) utilizadas no experimento.....	53
TABELA 2 – Efeito das fontes de óleo sobre o desempenho de leitões nos período de 0 a 16 dias e 0 a 32 dias pós-desmame.....	54
TABELA 3 – Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDA MS), proteína bruta (CDA PB) e extrato etéreo (CDA EE) das rações pré-iniciais.....	55

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A produção mundial de carne suína aumentou em 75% durante o período de 1980 até meados do ano 2000 e deverá atingir 100,32 milhões de toneladas em 2009, volume 1,91% superior ao produzido em 2008 (USDA, 2009).

A suinocultura brasileira produz anualmente cerca de 3,0 milhões de toneladas de carne, sendo o Brasil o quarto maior exportador mundial de carne suína (EMBRAPA, 2009). É considerada atividade de grande importância nacional por gerar empregos, volume em exportações e por produzir proteína de alta qualidade em área reduzida e curto espaço de tempo.

O rebanho de suínos no Brasil tem mantido número constante de animais. O número de matrizes suínas nas suinoculturas industriais está em torno de 1,52 milhões de cabeças, com um crescimento de 3,4% no ano de 2008. O crescimento da oferta de suínos para abate foi de 3,8% do ano de 2007 para 2008, passando de 34,2 milhões para 35,5 milhões de cabeças (ABIPECS, 2009).

O Brasil atingiu US\$ 1,48 bilhão em exportações de carne suína em 2008, 20% a mais do que em 2007 (US\$ 1,23 bilhão), porém, houve uma queda de 77 mil toneladas, sendo o volume exportado em 2008 de 529,41 mil toneladas. Os preços altos no mercado mundial e a opção estratégica das empresas, que priorizaram preço em detrimento de volume, explicam o bom desempenho das receitas. A redução das quantidades exportadas se deve, em primeiro lugar, ao bom desempenho do mercado interno e, em segundo lugar, à crise financeira internacional e à paralisação de portos, responsáveis pelo escoamento da produção, nos dois últimos meses do ano de 2008 (ABIPECS, 2009).

1. Desmame de leitões

O sistema intensivo de criação de suínos tem o objetivo de maior produção em menor tempo. Logo, com o objetivo de elevar a produtividade das porcas, aumentando o número de leitões/porca/ano e kg de suíno/ano, é prática comum desmamar leitões em idade precoce, em média aos 21 dias. Ao contrário do que ocorre em condições naturais, quando é um processo gradual, sem mudanças drásticas, o desmame passa a ser um dos momentos mais críticos na vida dos suínos. Nesta fase, vários fatores concorrem para causar estresse nos animais, tais como separação da mãe, mudança

de ambiente, deficiência no controle ambiental, dificuldade de adaptação a comedouros e bebedouros e misturas de leitegadas (QUADROS et al., 2002).

A troca de dieta é uma das situações mais marcantes para o leitão nesta fase, pois a dieta líquida (leite) de alta digestibilidade é substituída por dieta sólida, composta por carboidratos como principais fontes de energia, substituindo a lactose pelo amido. Além disso, as dietas com altos níveis de farelo de soja levam ao desenvolvimento de reações de hipersensibilidade e, conseqüentemente, à ocorrência de diarréias nesta fase (SPREEUWENBERG et al., 2003).

Deste modo, o efeito imediato do desmame é uma acentuada redução no consumo alimentar, que conduz a desnutrição e comprometimento do crescimento. O leitão nos primeiros dias pós-desmame não consegue consumir energia necessária para a sua manutenção. A primeira refeição após o desmame é consumida geralmente dentro de 24 horas por 50% dos leitões, para 10% só após 48 horas pós-desmame. Assim, o leitão recém desmamado necessita de três dias para atingir as exigências de energia para a manutenção e de oito a 14 dias para recuperar o nível de consumo de energia que ele tinha na fase de pré-desmame (BROOKS et al., 2001).

O principal objetivo nessa situação crítica é, portanto, manter maior ganho de peso possível, pois além do peso ao desmame, o ganho de peso nos primeiros dias pós-desmame são determinantes para o desempenho subsequente e influenciam na eficiência alimentar do suíno até o abate.

2. Aspectos fisiológicos e nutricionais no pós-desmame

Na fase pós-desmame, as quantidades de enzimas secretadas pelo sistema digestório e de ácido clorídrico pelas células parietais do estômago são limitadas (GEARY et al., 1999), o que promove digestão incompleta de carboidratos e proteínas, alterando a osmolaridade do conteúdo intestinal e propiciando condições favoráveis para o desenvolvimento de bactérias patogênicas, predispondo à ocorrência de diarréias. Nesta fase de vida dos leitões a enzima lactase diminui gradativamente e a maioria das outras enzimas digestivas aumenta seus níveis, atingindo grau satisfatório de atividade somente por volta dos 42 dias de idade (LINDEMAN et al., 1986).

A ocorrência de diarréia pós-desmame está relacionada à arquitetura e função intestinais, uma vez que vilosidades mais curtas e criptas mais profundas representam menor número de células absorptivas e maior número de células secretoras (NABUURS

et al., 1993). O acúmulo de alimento no lúmen intestinal, ocasionado pela digestão e absorção comprometidas, contribui para a criação de gradiente osmótico e para o aumento da secreção de fluidos no lúmen, que tem como consequência a diarreia osmótica, devido a reabsorção de líquidos pelo intestino grosso não ser eficiente (BOUDRY et al., 2004).

Além disso, a presença de carboidratos e proteínas não digeridos e o elevado pH estomacal dos leitões provocam desequilíbrio da microflora intestinal propiciando ambiente favorável para o crescimento de bactérias patogênicas, como *Escherichia coli*, *Clostridium* e *Enterobacteriaceae* (WALSH et al., 2004). Como consequência da adesão bacteriana à mucosa e da fermentação dos nutrientes, ocorre produção de toxinas que irritam o epitélio intestinal e interferem no processo homeostático de absorção de água e sais, agravando o quadro nutricional e desencadeando diarreia infecciosa que pode ser fatal (MOLLY, 2001).

A transição no sistema digestivo do leitão, para produção enzimática adequada, que possibilite digestão eficaz das moléculas complexas dos cereais, é mais lenta nos leitões desmamados com 14 a 21 dias de idade do que naqueles desmamados com 28 dias em diante (LEPINE et al., 1991). Nos suínos, o desenvolvimento adequado da capacidade de produção e ativação das enzimas digestivas ocorre entre seis e oito semanas de idade (MAHAN & NEWTON, 1993; BERTOL, 1997). Ao passo que a capacidade plena de produção de ácido clorídrico pelas células parietais do estômago é alcançada apenas entre a sétima e a décima semana de vida dos leitões (BLANCHARD, 2000).

No trato digestivo dos leitões as atividades das enzimas lipase, amilase, quimotripsina e tripsina na primeira semana após o desmame apresentam queda, o contrário ocorre com a atividade proteolítica gástrica, que apresenta aumento (LINDEMANN et al., 1986). Hampson & Kidder (1986) verificaram máxima perda da atividade enzimática da borda em escova intestinal de leitões desmamados aos 21 dias, entre quatro e cinco dias após o desmame. Os autores também observaram redução significativa da capacidade absorptiva e queda no ganho de peso quando os leitões foram comparados a animais não desmamados, independente do acesso ou não à ração pré-inicial na maternidade.

O leite da porca, principal alimento consumido pelo leitão até o momento do desmame, apresenta como principais fontes de energia a gordura e a lactose (XU, 2003). A composição do leite da porca normalmente serve como referência para a escolha das matérias-primas para elaboração de dietas pós-desmame.

Por este motivo, para leitões desmamados, devem ser oferecidas na dieta fontes de energia prontamente disponíveis ou de fácil absorção, portanto, as dietas devem ser compostas por gorduras, sucedâneos lácteos, cereais processados ou açúcares simples, para que os animais possam atender as necessidades energéticas até que estejam plenamente capacitados em utilizar o amido dos alimentos de origem vegetal. Dentre as fontes de energia utilizadas nas dietas de leitões recém desmamados, destaca-se a lactose, por ser o carboidrato presente no leite.

3. Lactose

A lactose, dissacarídeo formado por uma molécula de glicose e outra de galactose, é o principal açúcar na primeira idade dos mamíferos e faz parte de um grande número de produtos destinados a alimentação animal e humana.

A lactose é importante fonte de energia para a sobrevivência dos leitões após o nascimento, em razão de possuírem baixas reservas de gordura e baixa capacidade de reter calor (BIRD et al., 1995).

A maior parte da galactose absorvida é utilizada pelo fígado para repor o glicogênio hepático, enquanto a maior parte da glicose absorvida passa pelo fígado sem ser metabolizada, ficando disponível para corrigir a hipoglicemia e servir como fonte de energia para tecidos como o cérebro (BIRD & HARTMANN, 1994). Possivelmente, a lactose desempenha o mesmo papel, quando os leitões perdem parte de suas reservas de gordura, devido ao baixo consumo de alimento nos primeiros dias após o desmame.

Sempre prevaleceu o consenso de que a lactose deve ser constituinte obrigatório na dieta de leitões desmamados, por ser de fácil digestão. Pesquisas documentaram efeito positivo de sua presença nas rações de leitões, sobre o ganho de peso e desenvolvimento dos animais (BERTOL et al., 2000). As pesquisas para a definição do melhor nível de lactose mostraram que a inclusão deve ser em torno de 15 a 30% nas dietas pré-iniciais e de 10 a 15% nas dietas iniciais (MAHAN et al., 2004). Os ingredientes mais utilizados com fonte de lactose em dietas de leitões são: a lactose cristalina (98% de lactose), o soro de leite em pó (70% de lactose) e o leite em pó desnatado (50% de lactose).

No entanto, nos últimos anos os preços dos produtos lácteos têm aumentado demasiadamente, em parte, pelo uso na indústria de alimentação humana, obrigando

a busca por novos alimentos que sirvam de opção como fonte de energia para suínos jovens.

3.1. Alternativas a lactose

Estudos indicam que leitões desmamados preferem a lactose ao amido, mas outras formas de açúcares simples também podem ser oferecidas sem prejuízos ao desempenho dos animais, como a frutose, glicose e maltose, e também sacarose e maltodextrinas. Os açúcares simples por serem mais doces podem influenciar a palatabilidade das dietas. A ordem de preferência dos suínos para os açúcares simples em relação a palatabilidade é primeiramente a sacarose, em seguida a frutose, após estes dois açúcares os animais preferem igualmente a maltose e a lactose e finalizam optando por glicose seguida pela galactose (GLASER et al., 2000). Apesar da aceitação pelos leitões e de serem facilmente utilizados, altas concentrações de açúcares simples podem predispor os animais a diarreias, devido a influência sobre a osmolaridade do lúmen intestinal (MAVROMICHALIS, 2006).

Outras fontes de energia podem ser utilizadas nas dietas para leitões e vários pesquisadores têm mostrado resultados positivos com milho extrusado e micronizado (MEDEL et al., 1999), milho pré-gelatinizado (MOREIRA et al., 2001). Fontes de proteína previamente processadas ou de fácil utilização também tem sido utilizados, como soja integral extrusada (COFFEY, 2000), isolado protéico de soja (JUNQUEIRA et al., 2004). Dentre os produtos alternativos a lactose, destaca-se a maltodextrina (SILVA et al., 2008), para uso em dieta de leitões.

4. Maltodextrina

4.1 Definição e aplicação

A maltodextrina é definida como polímero sacarídeo nutritivo, sem sabor adocicado, constituído por unidades de D-glicose unidas principalmente por ligações $\alpha(1-4)$. 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).

Sendo a maltodextrina produto derivado da hidrólise do amido, ela é caracterizada pelo seu grau de hidrólise, expresso como DE, que indica a porcentagem de açúcares redutores calculados como dextrose com base na matéria seca (MARCHAL et al., 1999; OLIVER et al., 2002). A maltodextrina possui dextrose equivalente (DE) entre 3 e 20.

A DE é indicadora do peso molecular médio dos polímeros de glicose da maltodextrina. Conforme a hidrólise avança, o peso molecular médio das cadeias de glicose diminui, e o valor de DE aumenta. O grau de hidrólise do amido determina a composição do produto final. A hidrólise completa do amido gera dextrose, e sendo o amido e a dextrose, portanto, os extremos do processo, esses produtos são usados como referências para a escala de DE. Ao amido não hidrolisado é atribuído valor zero de DE, enquanto à dextrose é atribuído valor 100. À maltodextrina e aos demais produtos hidrolisados, constituídos por uma mistura de polímeros de diferentes tamanhos, são atribuídos valores intermediários de DE, que representam, justamente, os vários graus de quebra do amido (ALEXANDER, 1992).

As propriedades da maltodextrina como matéria-prima, assim como as dos demais produtos hidrolisados, estão relacionadas com a DE. Segundo Kuntz (1997), maltodextrinas com baixa DE tendem a apresentar características semelhantes às do amido, por conterem grande quantidade de longas cadeias lineares e ramificadas de glicose, enquanto maltodextrinas com alta DE, isto é, com maior número de cadeias de baixo peso molecular, assemelham-se mais aos xaropes de glicose.

A utilização de diferentes técnicas de hidrólise (ácida, enzimática ou a combinação de ambas) possibilita a obtenção de diversos produtos com mesma DE, mas com diferente composição de carboidratos e com diferentes propriedades (KEARSLEY & DZIEDZIC, 1995). Assim, a composição de açúcares da maltodextrina determina suas características funcionais tanto físicas como biológicas, tais como higroscopicidade, fermentabilidade nos produtos alimentícios, viscosidade, estabilidade, doçura, gelatinização, osmolaridade e absorção pelos organismos (MARCHAL et al., 1999).

As características físicas da maltodextrina, ou seja, a higroscopicidade e a osmolaridade são de interesse na produção de rações para leitões desmamados. A higroscopicidade diz respeito a capacidade de uma substância de absorver umidade do meio em que se encontra, enquanto a osmolaridade de uma solução refere-se à quantidade de partículas de soluto dissolvidas por litro de solução. Estas duas características estão diretamente relacionadas com a DE, sendo que quanto menor a

DE do produto, menores serão a higroscopicidade e a osmolaridade (ALEXANDER, 1992; KEARSLEY & DZIEDZIC, 1995).

As maltodextrinas apresentam baixa higroscopicidade e são usadas para manter baixo o nível de umidade e o empedramento em produtos em pó, características importantes para boa qualidade e homogeneidade das rações (ALEXANDER, 1992).

Se a osmolaridade no lúmen intestinal dos leitões for elevada, principalmente nos dias subsequentes ao desmame, quando o estresse é maior, aumenta-se o risco da ocorrência de diarreia osmótica, provocada pela maior passagem de fluido para o lúmen intestinal. Logo, a inclusão de maltodextrina às rações de desmame pode ser interessante, pois conforme Alexander (1992) e Kearsley & Dziedzic (1995), produtos com baixa DE, como a maltodextrina, apresentam alto peso molecular e, conseqüentemente, baixa concentração molecular, exercendo baixa pressão osmótica.

As maltodextrinas têm aplicações em diversas áreas industriais, podendo ser utilizadas como agentes carreadores, provedores de textura, substitutos de gordura, agentes controladores do congelamento para prevenção da cristalização, dentre outros usos (MARCHAL et al., 1999).

Uma das utilizações da maltodextrina na indústria é como agente encapsulante em processos de microencapsulação. A microencapsulação é um procedimento que pode englobar sólidos, líquidos ou gases em corpos que liberam gradualmente os elementos imobilizados. Este procedimento é bastante empregado pelas indústrias farmacêuticas, químicas e alimentares (ABURTO et al., 1998). A microencapsulação de alimentos emprega formulações contendo o ingrediente a ser preservado em mistura com agentes encapsulantes dos mais variados. Sendo a maltodextrina estável, de baixa higroscopicidade e de baixo custo, apresenta-se como agente encapsulante dos mais utilizados nos processos de microencapsulação de óleos, porque apresenta efeito antioxidante, preservando o produto (SHAHIDI & HAN, 1993). Neste processo, os óleos, após serem emulsificados, são microencapsulados pela maltodextrina pelo processo de atomização.

4.2. Maltodextrina na nutrição de suínos

A bibliografia sobre sua utilização da maltodextrina em rações de suínos é escassa, sendo que em trabalhos recentes têm sido avaliada a utilização deste produto em dietas de leitões.

Fiumana & Scipioni (1981) em estudo com substituição parcial do milho e cevada, em dietas de leitões desmamados aos 19 dias, por amido hidrolisado (5% de dextrose, ou 5% de maltodextrina, ou 5% de dextrose mais 5% de maltodextrina), observaram que a dextrose e a maltodextrina sozinhas melhoraram a digestibilidade da matéria seca, da matéria orgânica e da energia.

Bomba et al. (2002) observaram que a combinação de *Lactobacillus casei* com maltodextrina reduziu a colonização de *Escherichia coli* no jejuno de leitões gnotobióticos, demonstrando que maltodextrina pode ser utilizada na ração para aumentar o efeito benéfico dos probióticos no intestino delgado.

Oliver et al. (2002) avaliou a substituição da lactose por amido de milho submetido a dois níveis de hidrólise parcial, DE igual a 20 e DE igual a 42, na alimentação artificial líquida de leitões até os 20 dias de idade. Não foi observada diferença no desempenho dos animais, na digestibilidade da matéria seca, na morfologia intestinal e na atividade enzimática dos leitões submetidos aos diferentes tratamentos, concluindo que o amido de milho hidrolisado é uma alternativa à lactose nas dietas líquidas de leitões.

Silva et al. (2008) em dois estudos, avaliaram o desempenho e digestibilidade de leitões desmamados aos 21 dias, submetidos a rações complexas no experimento I, e semi-complexas no experimento II, suplementadas com maltodextrina substituindo parcialmente a lactose e acidificantes, até 28 dias pós desmame. Os leitões que receberam as dietas com maltodextrina apresentaram maior consumo diário de ração e ganho diário de peso no experimento I, no período de zero a 14 dias. No segundo experimento não foram observadas diferenças de desempenho e digestibilidade. Entretanto as rações que continham maltodextrina e maltodextrina mais acidificante foram mais econômicas.

A maltodextrina, portanto, pode ser excelente fonte de açúcares simples para leitões jovens, podendo substituir a lactose desde que seja de alta qualidade, ou seja, que sua DE esteja entre 3 e 20 e que cuidados sejam tomados durante o preparo das rações (MAVROMICHALIS, 2002).

5. Uso de óleos na dieta de leitões

As fontes energéticas, como os lipídios, têm sido usadas pelos nutricionistas, visando melhorar o desempenho dos leitões desmamados, contudo, é grande o número de substâncias classificadas como lipídios. A mais ampla definição para lipídios é que são substâncias encontradas nos organismos vivos, insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos (NUNES, 1998).

Os óleos e gorduras são lipídios, ésteres de ácidos graxos de alto peso molecular e glicerol. A diferenciação entre óleos e gorduras se faz pelo seu estado físico em temperatura ambiente, de modo que os óleos se apresentam líquidos e as gorduras se apresentam sólidas em temperatura ambiente (NUNES, 1998).

O uso de gorduras e óleos na alimentação de leitões tem sido bastante pesquisado nas últimas décadas (CERA et al., 1990; HOWARD et al., 1990; JONES et al., 1992); entretanto, os resultados no período pós-desmame têm se mostrado inconsistentes e, normalmente, não melhoram o desempenho, principalmente durante as primeiras semanas pós-desmame. Os óleos vegetais são os mais utilizados nas rações de leitões, por terem maior proporção de ácidos graxos insaturados e apresentarem maior digestibilidade aparente em relação às fontes de gordura animal (CERA et al., 1989).

Os leitões têm o sistema digestivo imaturo, portanto, as dietas pós-desmame devem ser formuladas para atender as restrições digestivas do suíno jovem. A adição de produtos lácteos às dietas pós-desmame resultam em melhores taxas de crescimento dos leitões, maior consumo de ração e melhores índices de eficiência alimentar quando comparadas a leitões alimentados com dieta a base de milho e soja. A adição da gordura às dietas da fase inicial da vida de suínos geralmente não resultam em melhores taxas de crescimento durante as semanas iniciais quando comparadas a dietas com inclusão de produtos de leite.

Embora os óleos vegetais apresentem digestibilidade mais elevada para os leitões, em relação aos óleos de origem animal, durante as semanas iniciais pós-desmame, as diferenças entre os lipídios diminuem a medida que os leitões atingem maior idade (CERA et al., 1989).

Em estudo realizado por Dove (1993), leitões desmamados aos 21 dias receberam dieta basal (sem adição de óleo), dieta basal com 5% de triacilglicerol de cadeia média (abundante na gordura de coco), dieta basal com 5% do óleo de soja e dieta basal com 5% de gordura animal. O autor observou que a adição de triacilglicerol

de cadeia média aumentou o ganho de peso dos animais nas duas primeiras semanas pós-desmame, comparado às outras fontes. Por outro lado, Cera et al. (1990) avaliaram a mesma fonte de lipídios, na mesma taxa de inclusão, observando que o consumo de ração e a taxa de crescimento não apresentaram melhoras em relação aos leitões que receberam dieta basal. Esse fato pode ser explicado pela diferença na composição dos ácidos graxos do triacilglicerol, bem como, outros fatores, incluindo composição da dieta, idade dos suínos, ambiente da creche e manejo, que também podem influenciar nas respostas dos leitões ao triacilglicerol de cadeia média (DOVE, 1993),

Os óleos derivados de soja, coco e milho têm, entretanto, resultado em taxas de crescimento mais elevadas em leitões durante as últimas semanas de creche (CERA et al., 1989, 1990; HOWARD et al., 1990).

Howard et al. (1990) encontraram efeito positivo da adição de óleo de soja bruto na dieta de leitões em um de seus experimentos, porém, não encontraram nenhum benefício ao realizar novos trabalhos. É possível que o processo de extração usado no refinamento do óleo de soja melhore seu valor nutricional para leitões pós-desmame (HOWARD et al., 1990). Pelos resultados desses experimentos (HOWARD et al., 1990), infere-se que a resposta do suíno ao óleo de soja degomado e refinado se aproxima do desempenho de suínos que receberam gordura de coco. Os autores estabeleceram que para uma dieta que contenha qualquer óleo vegetal até o nível de 6%, para leitões, o crescimento e a eficiência alimentar melhoram no final da fase de creche, comparado com a dieta-controle.

O óleo de soja, em função da maior disponibilidade e do menor custo é, atualmente, a fonte de lipídio mais usada nas dietas de leitões. Este óleo contém predominantemente ácidos graxos insaturados de cadeia longa, com uma relação insaturados/saturados (I/S) de 5,42 (NRC, 1998).

5.1. Óleo de palma

O óleo de palma é composto por 44% de ácido palmítico que funciona como precursor dos ácidos graxos naturais saturados, enquanto que o óleo de amendoim, por exemplo, possui entre 6 a 12% de ácido palmítico, além disso, o óleo de palma possui em torno de 50% de ácidos graxos saturados, enquanto o óleo de soja possui 15% e o óleo de canola 6% (GUNSTONE, 1999).

A relação ácidos graxos insaturados / saturados do óleo de palma é de 0,15 (LI et al., 1990). A alta proporção de ácidos graxos de cadeia média (acima de 80%), segundo Henry et al. (1999) pode tornar o óleo de palma fonte de lipídio mais eficientemente utilizada pelos leitões desmamados, pois tem-se constatado que ácidos graxos de cadeia média são absorvidos mais rapidamente no lúmen intestinal e mais rapidamente metabolizados que os ácidos graxos de cadeia longa (CERA et al., 1989; WIELAND et al., 1993).

6. Dietas simples e complexas para leitões

A elaboração de rações adequadamente balanceadas para atender às exigências nutricionais dos leitões tem se constituído, portanto, num grande desafio para os nutricionistas à medida que se diminui a idade ao desmame.

O consumo de ração é pequeno e variável na primeira semana pós-desmame, sendo insuficiente para atender as exigências de manutenção dos leitões (PLUSKE et al., 1995). As dietas complexas definidas como dietas de alta porcentagem de produtos lácteos, associados a fontes protéicas de origem animal, apresentam maior digestibilidade e determinam maior ingestão, por serem palatáveis, sem predispor os leitões a problemas digestivos (LOPES et al. 2004). Por outro lado, a utilização de dietas simples, definidas com aquelas sem alta inclusão de lactose e com fontes de proteína exclusivamente vegetal, diminui os custos da alimentação (NELSEN et al. 1997), tornando-as de interesse, especialmente em períodos de crise econômica na suinocultura.

Quando se compara o fornecimento de dietas simples ou complexas na fase pós-desmame dos leitões, observa-se que não ocorre crescimento compensatório, de modo que o desempenho dos suínos até a idade de abate é superior quando recebem dietas altamente digestíveis logo após o desmame (MAHAN & LEPINE, 1991).

As dietas complexas são adequadas para unidades de produção de suínos intensivamente manejadas, nas quais é importante maximizar o número de animais que ocupam as instalações no ano. Nesse caso, para reduzir o custo da alimentação, devem-se fornecer estas dietas pelo menor período de tempo possível, trocando-as por outras menos complexas, em média a cada 14 dias, até o final da fase de creche (CARVALHO et al., 1999).

Os Capítulos 2 e 3, intitulados: Níveis de maltodextrina em dietas de leitões desmamados aos 21 dias e Maltodextrina e óleos em dietas de leitões desmamados, respectivamente, foram elaborados de acordo com as normas para publicação da Revista Ciência Rural.

7. Referências bibliográficas

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. Relatório Anual 2009. Disponível em <www.abipecs.com.br>. Acessado em 15.05.2009.

ABURTO, L.C., TAVARES, D.Q, MARTUCCI, E.T. Microencapsulação de óleo essencial de laranja. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.18, n.1, p. 45-48, 1998.

ALEXANDER, R.J. Maltodextrins: production, properties, and applications. In: SCHENCK, F.W.; HEBEDA, R.E. (Ed.). **Starch Hydrolysis Products: Worldwide Technology, Production and Applications**. New York: VCH Publishers, 1992. p. 233-275.

BERTOL, T. M., SANTOS FILHO, J.I., LUDKE, V.I, et al. Níveis de suplementação com 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, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1997. p. 93-110.

BIRD, P.H., ATWOOD, C.S., HARTMANN, P.E. The responses of blood galactose to oral doses of lactose, galactose plus glucose and milk to piglets. **British Journal of Nutrition**, v.7, n.35, p.753-761, 1995.

BIRD, P.H., HARTMANN, P.E. The response in the blood of piglets to oral doses of galactose and glucose and intravenous administration of galactose. **British Journal of Nutrition**, v.71, p.553-561, 1994.

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

BOMBA, A.; NEMCOVA, R.; GARCANCIKOVA, S.; HERICH, R.; GUBA, P; MUDRONOVA, D. Improvement of the probiotic effect of micro-organisms by their

combination with maltodextrins, fructo-oligosaccharides and polyunsaturated fatty acids. **British Journal of Nutrition**, London, v. 88 (Suppl. 1), p. S95-S99, Sep. 2002.

BOUDRY, G.; PÉRON, V.; LE HUËROU-LURON, I.; LALLÈS, J.P.; SÈVE, B. Weaning induces both transient and long-lasting modifications of absorptive, secretory, and barrier properties of piglets intestine. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 134, n. 9, p. 2256-2262, Sep. 2004.

BROOKS, P. H., BEAL, J.D., MORAN, C. Liquid feeding of pigs: potential for reducing environmental impact and for improving productivity and food safety. **Recent Advances Animal Nutrition, Australia**, v.13, p.49-63, 2001.

CARVALHO, L.E.; KRONKA, R.N.; THOMAZ, M.C. Níveis de proteína e tipos de dietas na fase inicial de leitões desmamados com alto peso e possíveis efeitos na fase de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre : SBZ, 1999. p.206.

CERA, K. R., MAHAN, D.C., REINHART, G.E. Evaluation of various extracted vegetable oils, roasted soybeans, medium-chain triglyceride and an animal vegetable fat blend for post weaning swine. **Journal of Animal Science**, v.68, n.9, p. 2756-2765, 1990.

CERA, K. R., MAHAN, D.C., REINHART, G.E. Apparent fat digestibilities and performance responses of post weaning swine fed diets supplemented with coconut oil, corn oil or tallow. **Journal of Animal Science**, v. 67, n.8, p. 2040-2047, 1989.

COFFEY, R.D.. Feeding and Managing the Weanling Pig. 2000. Disponível em: <<http://www.uky.edu/Ag/AnimalSciences/pubs/asc149.pdf>>. Acessado em 15.12.2008.

DOVE, C.R. The effect of adding cooper and various fat sources to the diets of weanling swine on growth-performance and serum fatty-acid profiles. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n.8, p.2187-2192, 1993.

EMBRAPA - Suínos e Aves. Levantamento sistemático da produção e abate de suínos, 2009. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/FCKeditor/editor/cotacao/LSPS_producao_carne_suina.pdf>. Acessado em: 08.05.2009.

FIUMANA, D.; SCIPIONI, R. Effects of the presence of hydrolyzed amides in the diets of weaned piglets on the digestive utilization of various nutrients. **Bollettino della Società Italiana di Biologia Sperimentale**, Napoli, v. 57, n. 16, p. 1731-1737, Aug. 1981. (Resumo).

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). **21 Code of Federal Regulations**, Rockville, 2003. v. 3, sec. 184.1444, p. 523. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/FCF184.html>>. Acessado em: 20.12.2008.

GEARY, T.M.; BROOKS, P.H.; BEAL, J.D.; CAMPBELL, A. Effect on weaner pig performance and diet microbiology of feeding a liquid diet acidified to pH 4 with either lactic or through fermentation with *Pediococcus acidilactici*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, p.633-640, 1999.

GLASER, D.; WANNER, M.; TINTI, J.M.; NOFRE, C. Gustatory responses of pigs to various natural and artificial compounds known to be sweet in man. **Food Chemistry**, v.68, p.375 – 385, 2000.

GUNSTONE, F.D. Enzymes as biocatalysts in the modification of natural lipids. **Journal Science Food Agriculture**, Bognor Regis, v.79, n.12, p.1535-1549, 1999.

HAMPSON, D.J.; KIDDER, D.E. Influence of creep feeding and weaning on brush border enzyme activities in the piglet small intestine. **Research in Veterinary Science**, London, v. 40, n. 1, p. 24-31, 1986.

HENRY, C.J.; GHUSAIN-CHOUEIRIA; GURR, M.I. Influence of palm olein on protein utilization in the growing rat. **International Journal Food Science Nutrition**, v.50, p.85-94, 1999.

HOWARD, K. A.; FORSYTH, D.M.; CLINE, T.R. The effect of an adaptation period to soybean oil additions in the diets of young pigs. **Journal of Animal Science**, v. 68, n.

3, p. 678-688, 1990.

JONES, D. B.; HANCOCK, J.D.; HARMON, D.C.; WALKER, C.E. Effects of exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility, serum-lipids, and growth-performance in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3473- 3482, 1992.

JUNQUEIRA, O.M.; SILZ, L.E.T.; ARAÚJO, L.F.; LOPES, E.L.; DUARTE, K.F. Níveis de substituição do leite em pó desnatado pelo isolado protéico de soja na dieta de leitões desmamados. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33 n.6. p.2283-2291 (supl. 3), 2004.

KEARSLEY, M.W.; DZIEDZIC, S.Z. Physical and chemical properties of glucose syrups. In: **Handbook of Starch Hydrolysis Products and Their Derivatives**. 1st ed. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 129-154.

KENNEDY, J.F.; KNILL, C.J.; TAYLOR, D.W. Maltodextrins. In: KEARSLEY, M.W.; DZIEDZIC, S.Z. (Ed.).**Handbook of Starch Hydrolysis Products and Their Derivatives**. 1st ed. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 65-82.

KUNTZ, L.A. Making the most of maltodextrins. **Food Product Design**, Phoenix, Aug. 1997. Disponível em: <<http://www.foodproductdesign.com/articles/0897DE.html>>. Acessado em: 20.04.2006.

LEPINE, A.J.; MAHAN, D.C.; CHUNG, Y.K. 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, F.D.; NELSEN, J.L.; REDDY, P.G.; BLECHA, F.; HANCOCK, J.D.; ALLEE, G.L.; GOODBAND, R.D.; KLEMM, R.D. Effect of fat sources and combinations on starter pig performance, nutrient digestibility and intestinal morphology. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3694-3704, 1990.

LINDEMANN, M.D.; CORNELIUS, S.G.; EL KANDELGY, S.M.; MOSER, R.L.; PETTIGREW, J.E. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the

piglet. **Journal of Animal Science**, v.5, n.62, p.1298-1307, 1986.

LOPES, E.L., JUNQUEIRA, O.M., ARAÚJO, L.F., NUNES, R.C., DUARTE, K.F. Fontes e Níveis de Proteína em Rações Iniciais para Leitões Desmamados aos 21 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 2292-2299, (Supl. 3), 2004.

MAHAN, D.C.; FASTINGER, N.D.; PETERS, J.C. 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 weanling pig performance. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 12, p. 3376-3382, 1993.

MAHAN, D.C.; LEPINE, A.J. Effect of pig weaning 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.

MARCHAL, L.M.; BEEFTINK, H.H.; TRAMPER, J. Towards a rational design of commercial maltodextrins. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 10, n. 11, p. 345-355, Nov. 1999.

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

MAVROMICHALIS, I. **Ways to replace lactose in diets for young pigs: a review**. 2002. Disponível em: <www.feedinfo.com>. Acessado em: 15.12.2008.

MEDEL P.; SALADO, S.; DE BLAS, J.C.; MATEOS, G.G. Processed cereals in diets for early -weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v.89, p.145-156. 1999.

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

MOREIRA, I.; OLIVEIRA, G.C.; FURLAN, A.C.; PATRICIO, V.M.I.; JUNIOR, M.M. Utilização da farinha pré-gelatinizada de milho na alimentação de leitões na fase de creche. Digestibilidade e Desempenho. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.440- 448. 2001.

NABUURS, M.J.A.; HOOGENDOORN, A.; VAN DER MOLEN, E.J.; VAN OSTA, A.L.M. Villous height and crypt depth in weaned and unweaned pigs, reared under various circumstances in the Netherlands. **Research in Veterinary Science**, London, v. 55, n. 1, p. 78-84, Jul. 1993.

NELSEN, J.L.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. Nutritional programs for early-weaned pigs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. p.126-136.

National Research Council – NRC. **Nutrients requirement of swine**. National Academic Press, 1998.

NUNES, I.J. **Nutrição Animal Básica**. 2 ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ Editora, 1998.

OLIVER, W.T.; MATHEWS, S.A.; PHILLIPS, O.; JONES, E.E.; ODLE, J; HARREL, R.J. 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.; WILLIAMS, I.H.; AHERNE, F.X. **Nutrition of neonatal pig: development and survival**. London: CAB International, p.187-235, 1995.

QUADROS, A. R. B., KIEFER, C., HENN, J.D., SCARIOT, G., SILVA, J.H.S. Dietas simples e complexa sobre o desempenho de leitões na fase de creche. **Revista Ciência Rural**, v.32, n.1, p.109-114, 2002.

SHAHIDI, F., HAN, X.Q. Encapsulation of Food Ingredients. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**; v.33, n.6, p.501-547, 1993.

SILVA, A.M.R.; BERTO, D.A.; LIMA, G.J.M.M.; WECHSLER, F.S.; PADILHA, P.M.; CASTRO, V.S. 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.

SPREEUWENBERG, M.A.M.; VERDONK, J.M.A.J.; GASKINS, H.R.; VERSTEGEN, M.W.A. Villus height and gut development in weaned piglets receiving diets containing either glucose, lactose or starch. **British Journal of Nutrition**, v.90, n.4, p.907-913, 2003.

USDA – United States Department of Agriculture. **Animal Production**, 2009. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/dlp/livestock_poultry.asp>. Acessado em: 08.05.2009.

XU, R.J. Composition of porcine milk. In: **The neonatal pig. Gastrointestinal physiology and nutrition**, Xu, R. J. Cranwell, P.D. (Ed.), p. 213-244, Nottingham University Press, Nottingham, 2003.

WALSH, M.C.; PEDDIREDDI, L.; RADCLIFFE, J.S. **Acidification of nursery diets and the role of diet buffering capacity**. Ohio: The Ohio State University, 2004. p. 25-36. Disponível em: <<http://porkinfo.osu.edu/2004%20swine%20Doc.pdf>>. Acessado em: 15.12.2008.

WIELAND, T.M.; LIN, X.; ODLE, J. Utilization of medium-chain triglycerides by neonatal pigs: Effects of emulsification and dose delivered. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1863-1868, 1993.

CAPÍTULO 2

Níveis de maltodextrina em dietas de leitões desmamados aos 21 dias

Dietary levels of maltodextrin for 21days weaned pigs

RESUMO

Para avaliar os efeitos da suplementação dietética de maltodextrina em substituição a lactose para leitões dos 21 aos 51 dias de idade, foram utilizados 120 animais, distribuídos em um delineamento experimental de blocos ao acaso com arranjo fatorial 2x4 (duas dietas: simples e complexa e níveis de maltodextrina substituindo a lactose: 0,0%; 33,5%; 66,5% e 100,0%). Foram avaliados o consumo diário de ração (CDR), o ganho diário de peso (GDP) e a conversão alimentar (CA) em dois períodos pós-desmame (0-15 dias e 0-30 dias). Não houve interação entre os níveis de maltodextrina e as dietas para as variáveis de desempenho. Os leitões que consumiram as dietas complexas apresentaram maior GDP ($P = 0,016$) no período de 0 a 15 dias e melhor CA nos períodos de 0 a 15 dias ($P = 0,010$) e de 0 a 30 dias ($P = 0,020$) pós-desmame. Não foram observados efeitos dos níveis de maltodextrina sobre o CDR e GDP nos dois períodos e na CA no período de 0 a 15 dias. O aumento do nível de maltodextrina na dieta dos leitões determinou efeito quadrático na CA no período de 0 a 30 dias ($\hat{Y} = 1,530000 + 0,002287X + 0,000022X^2$; $R^2 = 0,64$). As rações contendo somente maltodextrina em sua composição proporcionaram melhor resultado econômico. A maltodextrina pode substituir totalmente a lactose nas dietas pré-iniciais e iniciais, simples ou complexas, sem afetar o desempenho de leitões dos 21 aos 51 dias de idade.

Palavras-chave: desempenho, lactose, rações simples, rações complexas

ABSTRACT

One hundred and twenty piglets were used to evaluate the effects of dietary supplementation of maltodextrin as a replacement of lactose for weaned piglets from 21 to 51 days of age, in a randomized complete block design, according to a 2x4 factorial (two diet types: simple or complex; and levels of maltodextrin as a replacement of lactose: 0.0%, 33.5%, 66.5% and 100,0%). The daily feed intake (DFI), daily weight gain (DWG) and feed conversion (FC) were measured. No interaction between maltodextrin levels and diet type was observed. The pigs fed complex diets showed higher DWG from 0 to 15 days ($P = 0.016$) and better FC from 0 to 15 days ($P = 0.010$) and from 0 to 30 days ($P = 0.020$) post-weaning period. No effect of maltodextrin levels on DWG or DFI was observed from 0 to 15 days or from 0 to 30 days; on FC from 0 to 15 days. Maltodextrin showed a quadratic effect on FC from 0 to 30 days ($\hat{Y} = 1.53000 + 0.002287X + 0.000022X^2$; $R^2 = 0.64$). Diets containing only maltodextrin provided the best economical results. The maltodextrin can fully replace lactose in simple or complex pre-starter or starter diets without affecting performance weanling pigs from 21 and 51 days of age.

Keywords: complex diets, lactose, performance, simple diets

INTRODUÇÃO

O desmame é um dos momentos mais críticos para os leitões, pois vários fatores causadores de estresse (troca de dieta, mudança de ambiente, imaturidade do sistema digestório, entre outros) levam à queda da imunidade e redução do consumo alimentar, favorecendo a manifestação de doenças e reduzindo a taxa de crescimento (QUADROS et al., 2002). Os leitões apresentam o sistema digestório em desenvolvimento e, à medida que o nível da enzima lactase reduz gradativamente com a idade, ocorre aumento na atividade das outras enzimas digestivas, que atingem grau de atividade satisfatório somente por volta dos 42 dias de idade (LINDEMAN et al., 1986). Por este motivo, as dietas pós-desmame, normalmente, apresentam produtos lácteos em sua formulação, que são fontes de lactose, carboidrato considerado de alta digestibilidade para leitões.

A lactose é fonte importante de energia para a sobrevivência dos leitões lactentes, em razão destes animais possuírem baixas reservas de gordura e baixa capacidade de reter calor, mas, nos primeiros dias após o desmame, desempenha papel semelhante, pois os leitões catabolizam parte de suas reservas de gordura, devido ao baixo consumo de alimento (BIRD et al., 1995).

A possibilidade da utilização de outros carboidratos de fontes não lácteas nas rações de leitões desmamados tem sido pesquisada (SILVA et al., 2008). Dentre estes carboidratos, destaca-se a maltodextrina, que é o produto obtido da hidrólise parcial ácida e/ou enzimática do amido, sendo constituída por unidades de D-glicose (MARCHAL et al., 1999). De acordo com MAVROMICHALIS (2006) e SILVA et al. (2008), a maltodextrina parece ser boa fonte de carboidrato, em substituição a lactose

nas rações para leitões jovens. Por outro lado, não estão bem definido quais os níveis de substituição podem ser utilizados.

A elaboração de rações adequadamente balanceadas para leitões tem se constituído, portanto, num grande desafio para os nutricionistas à medida que se diminui a idade ao desmame. As dietas complexas com alta porcentagem de produtos lácteos, associadas a fontes protéicas de origem animal, apresentam maior digestibilidade e maior ingestão, com menor risco de predispor os leitões a problemas digestivos. Por outro lado, a utilização de dietas simples, com menor inclusão de ingredientes lácteos, diminui os custos da alimentação, tornando-as de interesse, especialmente em períodos de crise econômica na suinocultura.

Deste modo, este trabalho teve como objetivo definir qual o melhor nível de maltodextrina a ser utilizado em dietas simples e complexas para leitões desmamados aos 21 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Estadual Paulista (UNESP), nas instalações experimentais de creche da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Câmpus de Botucatu. Foram utilizados 120 leitões híbridos comerciais (machos castrados e fêmeas) desmamados com idade média de 21 dias, e peso inicial médio de $6,29 \pm 0,51$ kg.

Os leitões foram alojados em sala creche, construída em alvenaria com pé-direito de 3,5 m e cortinas laterais, onde foram confinados em baias metálicas suspensas de $1,70 \text{ m}^2$, equipadas com comedouro, bebedouro tipo chupeta e campânula com resistência elétrica para aquecimento. Durante o período experimental de 30 dias, as temperaturas médias, mínima e máxima, foram de 18,9 e 27,7°C, respectivamente.

Foram avaliados dois tipos de dietas (simples e complexas) e quatro níveis de maltodextrina em substituição a lactose (0,0; 33,5%; 66,5%; 100,0%) nas rações da fase de creche, em arranjo fatorial 2x4, totalizando oito tratamentos com cinco repetições e três leitões por repetição (baia). Utilizou-se o programa de alimentação por fases, de modo que os leitões receberam rações pré-inicial nos primeiros 15 dias e inicial dos 16 aos 30 dias pós-desmame. Os níveis correspondentes a 100% de lactose nas dietas simples foram de 8,0% e 4,0% para as rações pré-inicial e inicial, respectivamente, e os níveis correspondentes a 100% de lactose nas dietas complexas foram de 15,0% e 8,0% para as rações pré-inicial e inicial, respectivamente, de acordo com a Tabela 1.

As rações foram formuladas conforme recomendações de ROSTAGNO et al. (2005). As composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais pré-iniciais e iniciais estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente. Os leitões receberam ração e água à vontade durante todo o período experimental.

Foram avaliados o consumo diário de ração (CDR), o ganho diário de peso (GDP) e a conversão alimentar (CA) nos períodos de 0-15 dias e de 0-30 dias. O CDR foi determinado pela pesagem das rações fornecidas, descontando o peso das sobras, o GDP foi determinado pelas pesagens dos leitões no início do experimento, aos 15 dias e aos 30 dias pós-desmame.

Nos primeiros 15 dias do experimento, foi verificada a ocorrência de diarreia nos leitões por um único observador no período da manhã, uma vez ao dia. Considerou-se diarreia quando, visualmente, as fezes apresentavam consistência fluída.

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância e de regressão pelo procedimento GLM (General Linear Models) do pacote estatístico SAS (2001). A viabilidade econômica da substituição da lactose pela maltodextrina foi avaliada pela

determinação do custo de ração por quilograma de peso vivo ganho pelos leitões em cada tratamento nos períodos experimentais de 0 a 15 e 16 a 30 dias, utilizando-se a fórmula proposta por BELLAVÉR et al. (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho são apresentados na Tabela 4. Não houve interação entre os níveis de maltodextrina e as dietas (simples e complexa). Os leitões que consumiram as dietas complexas apresentaram maior ganho diário de peso (GDP) no período de 0 a 15 dias ($P = 0,016$) e melhor conversão alimentar (CA) nos períodos de 0 a 15 dias ($P = 0,010$) e de 0 a 30 ($P = 0,020$) dias pós-desmame. Em relação ao consumo diário de ração (CDR) não foram encontradas diferenças significativas entre as duas dietas.

Os resultados obtidos concordam parcialmente com aqueles encontrados em estudo comparando dietas simples e complexas para leitões desmamados aos 21 dias, onde os leitões que consumiram as dietas complexas apresentaram maior ganho de peso em relação àqueles que consumiram dietas simples nas duas primeiras semanas pós-desmame (QUADROS et al., 2002). Em trabalho comparando dietas simples, semi-complexas e complexas, MAHAN et al. (2004) observaram que leitões que consumiram rações complexas e semi-complexas apresentaram maior GDP e melhor CA durante os 28 dias pós-desmame em relação aos leitões que consumiram dietas simples, e não observaram diferenças em relação ao CRD, resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo. As dietas complexas se destacam em relação as dietas simples pois em sua composição há maior teor de proteínas de origem animal e maiores níveis de lactose, o que proporciona melhor digestibilidade pelos leitões.

Não foram observados efeitos dos níveis de maltodextrina nas dietas sobre o CDR e GDP dos leitões nos períodos de 0 a 15 e 0 a 30 dias, nem na CA no período de 0 a 15 dias. O aumento dos níveis de maltodextrina na dieta, porém, determinou efeito quadrático na CA no período de 0 a 30 dias ($\hat{Y} = 1,530000 + 0,002287X + 0,000022X^2$), de modo que a maltodextrina piorou a CA dos leitões até o nível de 52% de substituição da lactose (ponto de máxima da equação de regressão) e a partir daí melhorou até o nível de 100% de substituição (Tabela 4). SILVA et al. (2008), verificaram que a maltodextrina pode substituir a lactose nas dietas pré-iniciais e iniciais de leitões desmamados aos 21 dias, até o nível máximo estudado que foi de 80% de substituição, sem afetar o desempenho.

Entretanto, é necessário avaliar com cautela o efeito quadrático na CA, pois segundo SAKOMURA & ROSTAGNO (2007) o uso do modelo quadrático pode não proporcionar bom ajuste dos dados, causando falsa segurança, uma vez que a curvatura é muito sensível a variações nos intervalos dos tratamentos e o modelo pode se tornar fisiologicamente incorreto.

O presente estudo mostra que os leitões que consumiram rações com a associação da maltodextrina e lactose, não apresentaram melhor desempenho em relação àqueles que consumiram rações somente com a lactose ou com a maltodextrina, o que prova que a maltodextrina pode substituir completamente a lactose em dietas de leitões desmamados sem o comprometimento do desempenho. Estes resultados podem ser explicados pela indução da atividade das carboidrases intestinais (como as maltases) pela presença de substrato específico no lúmen intestinal dos leitões (McCRACKEN & KELLY, 1984; KELLY et al., 1991; PLUSKE et al., 2003). Existe a hipótese de que ocorre aumento acentuado na atividade dessas enzimas já no terceiro dia após o

desmame, o que é de interesse fisiológico, em função das dietas de desmame apresentarem altas quantidades de carboidratos de origem vegetal e baixo teor de lactose em comparação ao leite da porca (KELLY et al., 1991).

Não houve ocorrência de diarreia no período avaliado de 15 dias pós-desmame. A ausência de diarreia nos leitões que consumiram dietas contendo maltodextrina em substituição a lactose, pode ser devido ao fato da maltodextrina apresentar menor osmolaridade em comparação à lactose. Nos dias subsequentes ao desmame a osmolaridade do conteúdo intestinal dos leitões normalmente é elevada, devido a menor digestibilidade dos constituintes da dieta, predispondo-os a diarreia osmótica, causada pelo afluxo de água para o lúmen intestinal. Segundo ALEXANDER (1992) a maltodextrina possui alto peso molecular, exercendo, portanto, menor pressão osmótica no conteúdo do lúmen intestinal, contribuindo para a redução na ocorrência de diarreia.

MARCHAL et al., (1999) e WEBER & EHRLEIN, (1998) verificaram maior absorção de carboidratos e gorduras em dietas enterais contendo maltodextrina, em relação a dietas contendo glicose, administradas para mini suínos, o que, segundo os autores, ocorreu devido a menor taxa de afluxo e maior absorção de água, favorecidas pela baixa osmolaridade das dietas com maltodextrina.

O resultado da análise econômica está apresentado na Tabela 5. O tratamento contendo apenas maltodextrina foi o mais eficiente economicamente, tanto para as dietas simples quanto complexas. Para os períodos de 0 a 15 dias e 16 a 30 dias pós-desmame, a substituição de 100% da lactose pela maltodextrina nas dietas simples, proporcionou economia de 8,72% e 3,91% no custo por unidade de peso vivo ganho, respectivamente. Reduções semelhantes de 5,60% e 4,06% foram observadas nas dietas complexas, nos períodos de 0 a 15 dias e 16 a 30 dias pós-desmame, respectivamente.

Os resultados encontrados concordam com os obtidos por SILVA et al. (2008), que observaram que dietas com a inclusão da maltodextrina, substituindo parcialmente a lactose, proporcionaram reduções no custo por unidade de peso ganho dos leitões no período pós-desmame em dois ensaios. Estas reduções no custo de alimentação acarretam importante economia no custo total de produção, principalmente, quando considerada a produção industrial de suínos.

CONCLUSÕES

Leitões desmamados alimentados com dietas complexas apresentam melhor conversão alimentar em relação aos que recebem dietas simples.

A maltodextrina pode substituir totalmente a lactose nas dietas pré-iniciais e iniciais, simples e complexas, sem afetar o desempenho de leitões desmamados aos 21 dias de idade, além de determinar melhor resultado econômico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Doutorado concedida a primeira autora e a Corn Products Brasil Ingredientes Industriais Ltda; pelo auxílio na realização do experimento.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, R.J. Maltodextrins: production, properties, and applications. In: Schenck, F.W.; Hebeda, R.E. (Ed.). **Starch Hydrolysis Products: Worldwide Technology, Production and Applications**. New York: VCH Publishers, p. 233-275, 1992.

BELLAVER, C. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.

BIRD, P.H. et al. The responses of blood galactose to oral doses of lactose, galactose plus glucose and milk to piglets. **British Journal of Nutrition**, v.7, n.35, p.753-761, 1995.

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 of Nutrition**, v.65, n.2, p.169 - 180, 1991.

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

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.

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

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

McCRACKEN, K.J.; KELLY, D. Effect of diet and post-weaning food intake on digestive development of early-weaned pigs. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.43, n.3, p.110A, 1984.

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.

QUADROS, A.B. et al. Dietas simples e complexa sobre o desempenho de leitões na fase de creche. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.109-114, 2002.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras)**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2005. Cd rom.

SAKOMURA, N, K. e ROSTAGNO, H. S. Método dose-resposta para determinar as exigências nutricionais. In: SAKOMURA, N, K. e ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. Cap.5, p163-164.

SAS INSTITUTE. **SAS Language Reference**. Version 8, Cary: 2001. 1042p.

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.

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.

Tabela 1 - Níveis de lactose e maltodextrina nas rações simples e complexas nas fases pré-inicial e inicial para leitões nos diferentes tratamentos

Ração	Nível de maltodextrina% ¹	Fases			
		Pré-inicial (0-15 dias)		Inicial (16-30 dias)	
		Níveis nas Rações		Níveis nas Rações	
		Lactose	Maltodextrina	Lactose	Maltodextrina
Simple	0,00	8,0%	0,0%	4,0%	0,0%
Simple	33,50	5,3%	2,7%	2,7%	1,3%
Simple	66,50	2,7%	5,3%	1,3%	2,7%
Simple	100,00	0,0%	8,0%	0,0%	4,0%
Complexa	0,00	15,0%	0,0%	8,0%	0,0%
Complexa	33,50	9,9%	5,1%	5,3%	2,7%
Complexa	66,50	5,1%	9,9%	2,7%	5,3%
Complexa	100,00	0,0%	15,0%	0,0%	8,0%

1- Percentual de maltodextrina em relação a lactose

Tabela 2 - Composição centesimal e valores nutricionais calculados das rações pré-iniciais

Ingredientes (%)	Níveis de Maltodextrina							
	Rações Simples				Rações Complexas			
	0,0%	2,7%	5,3%	8,0%	0,0%	5,1%	9,9%	15,0%
Milho, grão	50,741	50,741	50,741	50,741	47,833	47,833	47,833	47,833
Soja, farelo	24,200	24,200	24,200	24,200	20,000	20,000	20,000	20,000
Glúten 60, farelo	2,600	2,600	2,600	2,600	0,500	0,500	0,500	0,500
Levedura seca	4,000	4,000	4,000	4,000	-	-	-	-
Células sangüíneas	-	-	-	-	1,600	1,600	1,600	1,600
Plasma sanguíneo	-	-	-	-	4,500	4,500	4,500	4,500
Açúcar	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Ácido fumárico	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Lactose	8,000	5,300	2,700	0,000	15,000	9,900	5,100	0,000
Maltodextrina	0,000	2,700	5,300	8,000	0,000	5,100	9,900	15,000
Óleo de soja	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Calcário	0,758	0,758	0,758	0,758	0,733	0,733	0,733	0,733
Fosfato bicálcico	1,950	1,950	1,950	1,950	2,100	2,100	2,100	2,100
Cloreto de sódio	0,300	0,300	0,300	0,300	0,250	0,250	0,250	0,250
L-Lisina HCL (78,4%)	0,550	0,550	0,550	0,550	0,500	0,500	0,500	0,500
DL-Metionina (99,0%)	0,075	0,075	0,075	0,075	0,150	0,150	0,150	0,150
L-Treonina (98,5%)	0,192	0,192	0,192	0,192	0,208	0,208	0,208	0,208
L-Triptofano (98%)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,017	0,017	0,017	0,017
Antioxidante ¹	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Antibiótico ²	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
Óxido de zinco	0,342	0,342	0,342	0,342	0,342	0,342	0,342	0,342
Cloreto de colina (50%)	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042
Suplemento vitamínico ³	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ⁴	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Valores Calculados							
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.354	3.358	3.362	3.366	3.397	3.367	3.412	3.419
Proteína bruta (%)	19,50	19,50	19,50	19,50	19,10	19,10	19,10	19,10
Lisina total (%)	1,40	1,40	1,40	1,40	1,53	1,53	1,53	1,53
Metionina total (%)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,43	0,43	0,43	0,43
Treonina total (%)	0,94	0,94	0,94	0,94	1,01	1,01	1,01	1,01
Triptofano total (%)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,26	0,26	0,26	0,26
Cálcio (%)	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Fósforo (%)	0,68	0,68	0,68	0,68	0,66	0,66	0,66	0,66

1- Butil-hidroxi-tolueno (BHT); 2 -Sulfato de colistina; 3- Suplemento vitamínico fornecendo as seguintes quantidades por Kg de ração: 9000 UI vit. A; 2250 UI vit D3; 22,5 mg vit. E; 22,5 mg vit. K3; 2,03 mg vit. B1; 6 mg vit. B2; 3 mg vit. B6; 30 mcg vit. B12; 0,9 mg ác. fólico; 14,03 mg ác. pantotênico; 30 mg niacina; 0,12 mg biotina; 400 mg de colina; 4- Suplemento mineral fornecendo as seguintes quantidades por Kg de ração : 100 mg de Fe; 10 mg de Cu; 40 mg de Mn; 100 mg de Zn; 1mg de Co; 1,5 mg de I.

Tabela 3 - Composição centesimal e valores nutricionais calculados das rações iniciais

Ingredientes (%)	Níveis de Maltodextrina							
	Rações Simples				Rações Complexas			
	0,0%	1,3%	2,7%	4,0%	0,0%	2,7%	5,3%	8,0%
Milho, grão	55,200	55,200	55,200	55,200	54,270	54,270	54,270	54,270
Soja, farelo	26,000	26,000	26,000	26,000	24,200	24,200	24,200	24,200
Gúten 60, Farelo	1,450	1,450	1,450	1,450	-	-	-	-
Levedura de cana	3,600	3,600	3,600	3,600	-	-	-	-
Células sangüíneas	-	-	-	-	1,600	1,600	1,600	1,600
Plasma sanguíneo	-	-	-	-	2,000	2,000	2,000	2,000
Açúcar	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Ácido fumárico	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Lactose	4,000	2,700	1,300	0,000	8,000	5,300	2,700	0,000
Maltodextrina	0,000	1,300	2,700	4,000	0,000	2,700	5,300	8,000
Óleo de soja	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Calcário	0,700	0,700	0,700	0,700	0,760	0,760	0,760	0,760
Fosfato bicálcico	1,870	1,870	1,870	1,870	1,840	1,840	1,840	1,840
Cloreto de sódio	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Lisina HCL (78,4%)	0,280	0,280	0,280	0,280	0,320	0,320	0,320	0,320
DL-Metionina (99%)	0,030	0,030	0,030	0,030	0,080	0,080	0,080	0,080
L-Treonina (98,5%)	0,060	0,060	0,060	0,060	0,120	0,120	0,120	0,120
Antioxidante ¹	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Antibiótico ²	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Cloreto de colina (50%)	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Suplemento vitamínico ³	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ⁴	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores Calculados								
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.336	3.338	3.340	3.342	3.363	3.367	3.371	3.375
Proteína bruta (%)	19,49	19,49	19,49	19,49	19,27	19,27	19,27	19,27
Lisina total (%)	1,23	1,23	1,23	1,23	1,36	1,36	1,36	1,36
Metionina total (%)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,37	0,37	0,37	0,37
Treonina total (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,89	0,89	0,89	0,89
Triptofano total (%)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24
Cálcio (%)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Fósforo (%)	0,68	0,68	0,68	0,68	0,64	0,64	0,64	0,64

1- Butil-hidroxi-tolueno (BHT); 2 -Tetramutim (oxitetraciclina + tiamulina); 3- Suplemento vitamínico fornecendo as seguintes quantidades por Kg de ração: 9000 UI vit. A; 2250 UI vit D3; 22,5 mg vit. E; 22,5 mg vit. K3; 2,03 mg vit. B1; 6 mg vit. B2; 3 mg vit. B6; 30 mcg vit. B12; 0,9 mg ác. fólico; 14,03 mg ác. pantotênico; 30 mg niacina; 0,12 mg biotina; 400 mg de colina; 4- Suplemento mineral fornecendo as seguintes quantidades por Kg de ração : 100 mg de Fe; 10 mg de Cu; 40 mg de Mn; 100 mg de Zn; 1mg de Co; 1,5 mg de I.

Tabela 4 - Efeito dos níveis de substituição da lactose pela maltodextrina sobre o consumo diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar de leitões desmamados

Dieta	Nível de substituição (%) ¹	Variáveis					
		Consumo diário de ração (g)		Ganho diário de peso (g)		Conversão alimentar	
		0-15 dias	0-30 dias	0-15 dias	0-30 dias	0-15 dias	0-30 dias
Simples	0,0	397	669	275	409	1,44	1,63
	33,5	370	623	252	372	1,45	1,67
	66,5	396	640	267	379	1,47	1,68
	100,0	407	657	291	405	1,39	1,62
Complexa	0,0	426	659	325	413	1,30	1,59
	33,5	407	655	304	405	1,34	1,62
	66,5	427	686	302	408	1,41	1,68
	100,0	397	643	293	397	1,36	1,61
Médias dos fatores							
<i>Dieta</i>							
Simples		393	648	272	391	1,44	1,66
Complexa		415	661	306	406	1,36	1,63
Efeito		NS	NS	P< 0,05	NS	P< 0,05	P< 0,05
<i>Nível de Substituição (%)¹</i>							
	0,0	412	665	300	411	1,38	1,61
	33,5	389	640	278	388	1,40	1,65
	66,5	412	663	285	394	1,45	1,68
	100,0	402	650	292	401	1,38	1,62
Efeito		NS	NS	NS	NS	NS	Q*
Dieta x Níveis		NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)		12,63	8,98	12,35	9,79	5,30	2,23

¹Nível de substituição da Lactose pela Maltodextrina; NS: Não significativo (P>0,05); Q: Efeito quadrático (P<0,05); CV: Coeficiente de variação; * $\hat{Y} = 1,530000 + 0,002287X + 0,000022X^2$ (R² = 0,64)

Tabela 5 - Custo por quilograma de ração (R\$/kg ração) e custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (R\$/kg GP) nas fases de 0 a 15 e de 16 a 30 dias do experimento¹

<i>Dieta</i>	<i>Nível de Substituição (%)</i> ²	Fases			
		R\$/kg ração		R\$/kg de GP	
		0-15 dias	16-30 dias	0-15 dias	16-30 dias
Simples	0,0	1,905	1,765	2,750	2,887
	33,5	1,868	1,747	2,742	2,926
	66,5	1,832	1,728	2,717	2,918
	100,0	1,794	1,710	2,510	2,774
Complexa	0,0	2,385	2,005	3,127	3,199
	33,5	2,315	1,968	3,099	3,182
	66,5	2,249	1,932	3,188	3,248
	100,0	2,178	1,895	2,952	3,069

¹Custos calculados com base nos preços das matérias-primas em 16/12/08, com o dólar a R\$ 2,378; ² Nível de substituição da Lactose pela Maltodextrina

CAPÍTULO 3

Maltodextrina e óleos em dietas de leitões desmamados **Dietary maltodextrin and oils for weanling pigs**

RESUMO

Realizou-se um experimento com 162 leitões híbridos comerciais, desmamados com médias de 21 dias de idade e peso de $5,42 \pm 0,55$ kg. Durante o período experimental de 32 dias, foram avaliadas três rações nas fases pré-inicial e inicial I: rações com óleo de soja e maltodextrina; rações com óleo de palma e maltodextrina; rações com óleo de palma microencapsulado pela maltodextrina (*blend*). Os leitões foram distribuídos num delineamento de blocos ao acaso, com dezoito repetições por tratamento e três animais por baía, para avaliação dos parâmetros de desempenho. Durante a segunda semana do período experimental foi realizada coleta parcial de fezes dos leitões de dez dos blocos, utilizando-se o óxido crômico (Cr_2O_3) a 0,1% como marcador nas rações. Não foram encontradas diferenças no consumo diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar dos leitões entre os tratamentos nos períodos de 0 a 16 e 0 a 32 dias pós-desmame. O processo de microencapsulação do óleo de palma com maltodextrina reduziu o coeficiente de digestibilidade da matéria seca da ração, enquanto a presença do óleo de palma, microencapsulado ou não nas rações, afetou negativamente a digestibilidade do extrato etéreo. O óleo de palma, microencapsulado ou não com maltodextrina, pode substituir o óleo de soja nas rações, sem prejuízo no desempenho de leitões desmamados, entretanto, o óleo de palma afetou negativamente a digestibilidade do extrato etéreo da ração pré-inicial.

Palavras-chave: desempenho, digestibilidade, óleo de palma, óleo de soja, suínos

ABSTRACT

An experiment was carried with 162 piglets (commercial hybrids) weaned at 21 days of age and initial body weight of $5.42 \text{ kg} \pm 0.55$. During the experimental period of 32 days, were evaluated three diets during pre-starter and starter periods. Diets with soybean oil and maltodextrin; diets with palm oil and maltodextrin; and diets with palm oil microencapsulate with maltodextrin (formed a *blend*). A randomized complete block design was applied with three treatments and eighteen replication per treatment and three pigs per experimental unit (pen). During the second week, chromic oxide (0.1%) was added in the pre starter rations as indigestible marker. No difference was found for average feed intake, average daily gain and feed: gain-ratio of pigs during 0 to 16 and 0 to 32 days post weaning. The palm oil microencapsulation with maltodextrin decreased dry matter apparent digestibility coefficient. The presence of palm oil microencapsulated and not microencapsulate in the diets showed negative effect on digestibility of ether extract. The palm oil can replace soybean oil in the diets, and no prejudice weaned piglets performance, however, the palm oil shower negative effect on the digestibility of ether extract of pre-starter diets.

Keywords: digestibility, performance, palm oil, soybean oil, swine

INTRODUÇÃO

A lactose é importante fonte de energia para os leitões lactentes, pois possuem baixa reserva de gordura e grande facilidade de perder calor após o nascimento (BIRD et al., 1995). Em relação aos produtos da digestão da lactose, a galactose é absorvida e utilizada para repor o glicogênio hepático, enquanto a maior parte da glicose absorvida passa pelo fígado sem ser metabolizada, ficando disponível para corrigir a hipoglicemia e servir como fonte de energia para órgãos como o cérebro (BIRD & HARTMANN, 1994). Possivelmente, a lactose suplementada via dieta desempenhe o mesmo papel quando os leitões perdem parte de suas reservas de gordura, devido ao baixo consumo de alimento nos primeiros dias após o desmame, pois, segundo MAHAN et al. (1992) a lactose é a principal responsável pela resposta positiva no desempenho de leitões recém-desmamados, alimentados com ração contendo produtos lácteos.

Outras fontes de carboidratos vêm sendo pesquisadas para utilização nas dietas pós-desmame de leitões, como a maltodextrina, que é proveniente da hidrólise do amido (SWINKELS, 1985). A maltodextrina é classificada como carboidrato complexo e que apresenta digestão lenta, deste modo, fornece energia de forma gradual, devido ao mecanismo enzimático que a digere até glicose no intestino (STOREY & ZUMBE, 1995). As características favoráveis da maltodextrina têm despertado interesses na nutrição animal (CHRONAKIS, 1988) e no caso específico dos leitões, pode ser utilizada com o objetivo de substituir a lactose nas dietas pós-desmame (SILVA et al., 2008).

Os leitões jovens digerem eficientemente a gordura do leite, mas, após o desmame, a digestão de óleos normalmente é limitada, especialmente nas duas primeiras semanas (CERA et al., 1988). De acordo com DOVE (1993), os óleos são

mais eficientemente digeridos pelos leitões que as gorduras animais durante a primeira semana pós-desmame.

Visando aumentar a densidade calórica, as dietas de leitões normalmente são suplementadas com óleos vegetais, principalmente óleo de soja, em função da maior disponibilidade e do menor custo. Porém, o óleo de palma possui maior quantidade de ácidos graxos de cadeia média, que apresentam maior taxa de absorção intestinal (HENRY et al., 1999), podendo ser alternativa ao óleo de soja nas rações.

A microencapsulação é um processamento bastante empregado pelas indústrias de alimentos e visa englobar produtos sólidos, líquidos ou gases com agentes encapsulantes, formando um *blend* que libera gradualmente os elementos imobilizados com necessidade de preservação (ADAMIEC & MARCINIAK, 2004). A maltodextrina é um dos agentes encapsulantes mais utilizados nos processos de microencapsulação de óleos, porque é estável, apresenta baixo custo e tem efeito antioxidante (SHAHIDI & HAN, 1993). A maltodextrina como agente encapsulante de óleos resulta num produto final definido como *blend*, que é uma associação de fontes de energia, com a vantagem de se apresentar na forma de pó, o que facilita a incorporação nas rações, pois dispensa a necessidade de uso equipamentos de aplicação específicos, como no caso dos óleos.

Deste modo, o objetivo do experimento foi avaliar duas fontes de óleos (soja e palma), bem como a microencapsulação do óleo de palma com a maltodextrina como agente encapsulante em dietas pré-iniciais e iniciais, sobre o desempenho e digestibilidade em leitões desmamados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Estadual Paulista (UNESP), nas instalações de creche da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de

Botucatu. Foram utilizados 162 leitões híbridos comerciais, desmamados com médias de 21 dias de idade e peso de $5,42 \pm 0,55$ kg.

Os leitões foram distribuídos num delineamento de blocos ao acaso em três tratamentos e dezoito repetições, com três animais por unidade experimental. Foram avaliados o consumo médio diário de ração, o ganho médio diário de peso e a conversão alimentar nos períodos de 0-16 dias e de 0-32 dias da fase de creche.

Utilizou-se o programa de alimentação por fases; os leitões receberam rações pré-inicial (PI) nos primeiros 16 dias e inicial I (II) nos últimos 16 dias do período experimental. Em cada uma das fases foram avaliadas três rações: Rações com óleo de soja (3,03% na PI e na II) e maltodextrina (10,00% na PI e 5,93% na II); Rações com óleo de palma (3,03% na PI e na II) e maltodextrina (10,00% na PI e 5,93% na II); Rações com óleo de palma microencapsulado pela maltodextrina na forma de *blend* (10,00% na PI e na II) e maltodextrina adicional ao *blend* (4,07% na PI e 0,00% na II).

O *blend* foi produzido em uma unidade industrial para fins de pesquisa, continha 30,30% de óleo de palma, 10,40% de leite desnatado em pó e 59,30% de maltodextrina, e foi obtido pela secagem por atomização (*spray dried*).

As rações foram formuladas conforme recomendações de ROSTAGNO et al. (2005) e foram fornecidas à vontade. As composições centesimais das rações experimentais estão apresentadas na Tabela 1.

Durante a segunda semana do período experimental, foi realizada coleta parcial de fezes dos leitões de dez blocos, utilizando-se o óxido crômico (Cr_2O_3) a 0,1% como marcador nas rações pré-iniciais (BREMER NETO, 1999), para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo. As rações marcadas com óxido crômico foram fornecidas aos leitões a partir do 7º dia

do período experimental, sendo as coletas de fezes realizadas entre o 11º e o 14º dia. Após as coletas, realizadas pela manhã e à tarde (8:00 h e 16:00 h), as fezes foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e em seguida congeladas. Ao final do experimento, as amostras de fezes de cada baía foram descongeladas à temperatura ambiente, levadas à estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 48 horas, e moídas em moinho de facas tipo Willye, em peneira de Mesh 30 (0,595 mm) para análises posteriores. A concentração de cromo nas rações e nas fezes foi quantificada pela técnica de espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS) após digestão das amostras em ácido nítrico e perclórico (COOKBOOK SHIMADZU, 2002).

Os dados de desempenho foram submetidos a análise Mixed Procedure e os dados de digestibilidade foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM (General Linear Models) do pacote estatístico SAS (2001), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de desempenho estão apresentados na Tabela 2. Não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) no consumo diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar dos leitões submetidos aos diferentes tratamentos. Os resultados do presente experimento concordam parcialmente com aqueles encontrados em estudo que, comparando fontes de óleos em dietas de leitões desmamados aos 28 dias de idade, demonstrou que os animais que receberam óleo de palma ou de soja não apresentaram diferenças em relação ao ganho de peso e consumo de ração (TARTRAKOON et al., 1999). Resultados semelhantes também foram obtidos por PÉLISSIER et al. (2002) em

um trabalho que teve como objetivo avaliar porquinhos-da-índia em situação de desnutrição, desmamados aos 14 dias, recebendo ração a base de óleo de soja ou óleo de palma, não sendo observadas diferenças no ganho de peso e tempo de recuperação dos animais.

Os resultados verificados no presente estudo, diferem daqueles encontrados em experimento realizado com suínos na fase de crescimento, alimentados com rações com níveis crescentes de óleo de palma, onde foi observada melhora linear no consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, até o nível de máximo estudado de 3% na dieta (OCAMPO et al., 1990),

Os resultados do ensaio de digestibilidade são apresentados na Tabela 4. Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta não diferiram entre as rações avaliadas. Resultados semelhantes foram obtidos por LI et al. (1990) em estudo de digestibilidade comparando dietas de leitões contendo óleos vegetais compostos de ácidos graxos de cadeia longa, média e curta, contudo, o valor médio do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta verificado por LI et al. (1990) (78,80%) foi superior ao observado no presente estudo (69,70%), o que pode estar relacionado às diferenças na composição em matérias primas das rações, idade e peso dos animais envolvidos nas pesquisas.

O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) foi menor ($P < 0,05$) para a ração contendo *blend* de maltodextrina com óleo de palma (73,21%) comparado com as rações contendo óleo de soja (76,46%) ou óleo de palma (75,76%), o que está relacionado a diferença também verificada nos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo (CDAEE), pois para a ração com óleo de soja o CDAEE (53,10%) foi superior ($P < 0,05$) ao CDAEE da ração com óleo de palma (24,65%), que por sua vez

foi maior ($P < 0,05$) que o CDAEE da ração contendo óleo de palma microencapsulado (15,46%).

CERA et al. (1990), avaliando fontes de óleos vegetais na dieta de leitões desmamados aos 21 dias, encontraram valores médios, durante três semanas de avaliação, de 78,77% e de 80,12% para o CDAEE das rações contendo óleo de soja e óleo de palma, respectivamente. Estes resultados se mostram superiores aos valores determinados no presente estudo, o que pode estar relacionado ao fato de ter-se determinado, neste estudo, os coeficientes de digestibilidade com animais na segunda semana pós-desmame, pois, segundo FROBISH et al. (1970) e CERA et al. (1988), esse é um período crítico no qual é baixa a eficiência de digestão de lipídios pelos leitões.

Os baixos valores dos CDAEE para as rações que continham óleo de palma sugerem a ocorrência de possíveis problemas com essa matéria prima no presente estudo, pois tem sido relatado para suínos valores de CDAEE de rações, com teor médio de 5% de óleo de palma, da ordem de 76,80% (CERA et al., 1990; LI et al., 1990; YELITZA et al., 2003).

Os óleos são suscetíveis a diversos tipos de transformações químicas que podem ocorrer nas fases de extração, durante o transporte ou na estocagem. Embora o óleo de palma seja altamente estável a oxidação, devido à presença de antioxidantes naturais (tocotrienóis) e seu baixo teor de ácido linolênico (C18:3) (KAMAT & DEVASAGAYAM, 1995) o óleo utilizado, neste estudo, possivelmente sofreu oxidação, com o conseqüente aumento nos teores de ácidos graxos livres (AGL). O aumento do conteúdo de AG, por outro lado, diminui a digestibilidade e o conteúdo de energia dos lipídios. Segundo POWLES et al. (1995), na média, para cada aumento de

10% de unidades de AGL do lipídio, ocorre redução de 1,5 % no valor de energia digestível para leitões desmamados.

O menor valor do CDEE, no presente estudo, foi determinado para a ração contendo óleo de palma microencapsulado, o que não era esperado, pois segundo BARESFORT (1976) e ASCHERI (1999) o processo de microencapsulação, além de manter as características iniciais, protege o óleo das condições adversas do meio externo devido ao agente encapsulante. Assim há de se considerar a possibilidade de que, embora tenha sido utilizado óleo de palma de mesma partida e com bons padrões de qualidade na origem, é provável que as condições de transporte e armazenamento não tenham sido adequadas, especialmente até o momento de produção do *blend*.

Embora os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo das rações com óleo de palma tenham sido menores que o determinado para a ração com óleo de soja, o desempenho dos leitões não foi comprometido, provavelmente, pelo fato do nível de inclusão das fontes de óleo nas rações ter sido relativamente baixo (3,03%) e pelo fato dos animais, considerando sua origem genética e as boas condições experimentais utilizadas, terem apresentado desempenho aquém do esperado nos períodos avaliados.

CONCLUSÕES

O óleo de palma microencapsulado ou não com maltodextrina pode substituir o óleo de soja nas rações, sem prejuízo no desempenho de leitões desmamados, entretanto, o óleo de palma afetou negativamente a digestibilidade do extrato etéreo da ração pré-inicial.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica (CNPq) pela bolsa de Doutorado concedida a primeira autora e a Corn Products Brasil Ingredientes Industriais Ltda pelo auxílio na realização do experimento.

REFERÊNCIAS

ADAMIEC, J.; MARCINIAK, E. Microencapsulation of oil/matrix/water system during spray drying process. In:14th INTERNATIONAL DRYING SYMPOSIUM (IDS 2004), São Paulo, Brasil, Agosto/2004. **Proceedings...** São Paulo, p.2043-2050, 2004.

ASCHERI, D.P.R. Estudo das características de adsorção de água e da estabilidade das microcápsulas de óleo essencial de laranja na seleção do material de parede. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.19, n3, p.367-373, 1999.

BARESFORT, H. Recent development in spray drying. **Journal of Society Darcy Technology**,v. 29, p.181- 186. 1976.

BIRD, P.H. et al. The responses of blood galactose to oral doses of lactose, galactose plus glucose and milk to piglets. **British Journal of Nutrition**, v.7, n.35, p.753-761, 1995.

BIRD, P.H., HARTMANN, P.E. The response in the blood of piglets to oral doses of galactose and glucose and intravenous administration of galactose. **British Journal of Nutrition**, v.71, p.553-561, 1994.

BREMER NETO, H. **O método da s-difenilcarbazida na determinação espectrofotométrica do crômio (III) em fezes, após sua utilização como marcador biológico na forma de óxido de crômio (III)**: Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1999. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 1999.

CERA, K.R. et al. Weekly digestibilities of diets supplemented with corn oil, lard or tallow by weanling swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n.6, p.1430-1438, 1988.

CERA, K. R., et al. Evaluation of various extracted vegetable oils, roasted soybeans, medium-chain triglyceride and an animal vegetable fat blend for postweaning swine. **Journal of Animal Science**, v.68, n.9, p. 2756-2765, 1990.

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.

COOKBOOK SHIMADZU – **Operation manual: atomic absorption spectrophotometer AA 6800**, 2002. 157p.

DOVE, C.R. The effect of adding cooper and various fat sources to the diets of weanling swine on growth-performance and serum fatty-acid profiles. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n.8, p.2187-2192, 1993.

FROBISH, L.T. et al. Effect of fat source and level on utilization of fat by young pigs. **Journal of Animal Science**, v.30, n.2, p.197-204, 1970.

HENRY, C.J., et al. Influence of palm olein on protein utilization in the growing rat. **International Journal Food Science Nutrition**, v.50, p.85-94, 1999.

KAMAT, J. P.; DEVASAGAYAM, T.P. Tocotrienols from palm oil as potent inhibitors of lipid peroxidation and protein oxidation in rat brain mitochondria. **Neuroscience Letters**, v.195, n.3, p.179-82, 1995.

LI, D.F., et al. Effect of fat sources and combinations on starter pig performance, nutrient digestibility and intestinal morphology. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3694-3704, 1990.

MAHAN, D.C., et al. Efficacy of dried whey and its lactalbumin and lactose components at two dietary lysine levels on post weaning pig performance and nitrogen balance. **Journal of Animal Science**, v.70, p.2182-2187, 1992.

OCAMPO, A. et al. Utilización de la cachaza de palma africana como fuente de energía en el levante, desarrollo y ceba de cerdos. **Livestock Research for Rural Development**, v.2, n.1, p. 43-50, 1990.

PÉLISSIER, M. et al. Palm versus soybean oil on intestinal recovery from malnutrition in guinea pigs. **Pediatric Research**, v. 52, n.1, p. 119-124, 2002.

POWLES, J. et al. Prediction of the apparent digestible energy values of fats given to pigs. **Animal Science**, v. 61, p. 149–154, 1995.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras)**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2005. Cd rom.

SAS INSTITUTE. **SAS Language Reference**. Version 8, Cary: 2001. 1042p.

SHAHIDI, F.; HAN, X.Q. Encapsulation of Food Ingredients. **Critical Reviews in 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.

STOREY, D.M., ZUMBE, A. Physiology, Metabolism and Tolerance of Digestible and Low-digestible Carbohydrates. **Handbook of Starch Hydrolysis Products and their Derivatives**. p.178-229, Blackie Academic & Professional, London, 1995.

SWINKELS, J.J.M. Composition and Properties of Commercial Native Starches. **Starch**, v.37, p.1-5, 1985.

TARTRAKOON, W. et al. Productive Performance of Weanling Pigs Fed with Different Fat Sources. In: DEUTSCHER TROPENTAG, SESSION: SUSTAINABLE

TECHNOLOGY DEVELOPMENT IN ANIMAL AGRICULTURE, 1999, Berlin.
*Proceedings...*Berlin: Humbolt University. Berlin, Germany, p.544, 1999.

YELITZA S. et al. The effect of crude palm oil on total tract digestibility of pigs fed trichanthera (*Trichanthera gigantea*) foliage meal. **Livestock Research for Rural Development**, n.15, v.5, 2003. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/5/yelitz155>>. Acessado em: 19/01/2009.

Tabela 1 - Composição centesimal e valores nutricionais calculados das rações pré-iniciais (0 – 16 dias) e iniciais (17-32 dias) utilizadas no experimento.

	Rações pré-iniciais			Rações iniciais		
	Óleo de soja	Óleo de palma	Blend ¹	Óleo de soja	Óleo de palma	Blend ¹
Milho, grão	52,215	52,215	52,215	57,413	57,413	57,413
Soja, farelo	20,000	20,000	20,000	25,000	25,000	25,000
Glúten 60, farelo	2,850	2,850	2,850	0,650	0,650	0,650
Levedura de cana	4,000	4,000	4,000	2,000	2,000	2,000
Células sangüíneas	1,500	1,500	1,500	1,000	1,000	1,000
Blend ¹	0,000	0,000	10,000	0,000	0,000	10,000
Ácido fumárico	0,600	0,600	0,600	0,000	0,000	0,000
Leite em pó desnatado	1,040	1,040	0,000	1,040	1,040	0,000
Maltodextrina	10,000	10,000	4,070	5,930	5,930	0,000
Óleo de soja	3,030	0,000	0,000	3,030	0,000	0,000
Óleo de palma	0,000	3,030	0,000	0,000	3,030	0,000
Amoxicilina, 20%	0,040	0,040	0,040	0,760	0,760	0,760
Calcário	0,750	0,750	0,750	1,760	1,760	1,760
Fosfato bicálcico	2,000	2,000	2,000	0,300	0,300	0,300
Cloreto de sódio	0,300	0,300	0,300	0,390	0,390	0,390
L-Lisina HCL (78,4%)	0,620	0,620	0,620	0,057	0,057	0,057
DL-Metionina (99%)	0,110	0,110	0,110	0,140	0,140	0,140
L-Treonina (98,5%)	0,270	0,270	0,270	0,000	0,000	0,000
L-Triptofano (98%)	0,045	0,045	0,045	0,000	0,000	0,000
Óxido de zinco	0,340	0,340	0,340	0,000	0,000	0,000
Antioxidante ²	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Colistina ³	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000
Acidificante ⁴	0,000	0,000	0,000	0,020	0,020	0,020
Edulcorante ⁵	0,020	0,020	0,020	0,250	0,250	0,250
Cloreto de colina	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Suplemento vitamínico ⁶	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ⁷	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Valores Calculados					
En. metabolizável (kcal/kg)	3406	3387	3386	3397	3379	3379
Proteína bruta (%)	19,54	19,54	19,46	19,51	19,51	19,51
Lisina total (%)	1,50	1,50	1,50	1,36	1,36	1,36
Metionina total (%)	0,42	0,42	0,42	0,36	0,36	0,36
Treonina total (%)	1,03	1,03	1,03	0,90	0,90	0,90
Triptofano total (%)	0,26	0,26	0,26	0,23	0,23	0,23
Cálcio (%)	0,88	0,88	0,88	0,84	0,84	0,84
Fósforo (%)	0,68	0,68	0,68	0,65	0,65	0,65

1 - Blend contendo: 30,30% de óleo de palma, 10,40% de leite em pó e 59,30% de maltodextrina; 2 - Butil-hidroxi-tolueno; 3 - Sulfato de colistina; 4 - Calprona PP6[®] (6,30% de ac. Propiônico; 19,60% de ac. Fórmico; 19,60% de ac. Acético; 8,50% de ac. Cítrico; 21,00% de ac. Fosfórico, fornecendo 24,00% de Ca e 6,00% de P); 5 - Sucran[®]; 6- Suplemento vitamínico fornecendo por Kg de ração: 9000 UI vit. A; 2250 UI vit D3; 22,5 mg vit. E; 22,5 mg vit. K3; 2,03 mg vit. B1; 6 mg vit. B2; 3 mg vit. B6; 30 mcg vit. B12; 0,9 mg ác. fólico; 14,03 mg ác. pantotênico; 30 mg niacina; 0,12 mg biotina; 400 mg de colina; 7- Suplemento mineral fornecendo por Kg de ração: 100 mg Fe; 10 mg Cu; 40 mg Mn; 100 mg Zn; 1mg Co; 1,5 mg I.

Tabela 2 - Efeito das fontes de óleo sobre o desempenho de leitões nos período de 0 a 16 dias e 0 a 32 dias pós-desmame.

Parâmetros	Fontes de óleo das rações			CV (%)	Efeito
	Óleo de soja	Óleo de palma	Blend ¹		
<i>Período de 0 a 16 dias</i>					
Consumo diário de ração (g)	316	342	329	11,16	NS
Ganho diário de peso (g)	202	217	212	13,95	NS
Conversão alimentar	1,58	1,59	1,57	4,64	NS
<i>Período de 0 a 32 dias</i>					
Consumo diário de ração (g)	504	509	499	9,05	NS
Ganho diário de peso (g)	284	290	281	10,71	NS
Conversão alimentar	1,79	1,76	1,78	7,06	NS

¹ Blend contendo 30,30% de óleo de palma; 10,40 de leite desnatado em pó e 59,30% de maltodextrina ; CV- Coeficiente de variação; NS- Não significativo (P>0,05).

Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDA MS), proteína bruta (CDA PB) e extrato etéreo (CDA EE) das rações pré-iniciais.

Variáveis	Fontes de óleo das rações			CV (%)
	Óleo de soja	Óleo de palma	<i>Blend</i> ¹	
CDA MS (%)	76,46 ^a	75,76 ^a	73,21 ^b	1,82
CDA PB (%)	69,76 ^a	70,49 ^a	68,77 ^a	2,77
CDA EE (%)	53,10 ^a	24,65 ^b	15,46 ^c	22,07

¹ *Blend* contendo: 30,30% de óleo de palma, 10,40% de leite em pó e 59,30% de maltodextrina; CV, coeficiente de variação; NS, não significativo (P>0,05); ^{a,b} Médias seguidas de letras distintas na linha, diferem pelo teste de Tukey (P< 0,05).

CAPÍTULO 4

IMPLICAÇÕES

A maltodextrina se apresenta como alternativa viável nutricionalmente para a substituição da lactose em dieta de leitões desmamados. Do ponto de vista econômico, a maltodextrina é mais viável economicamente quando sua inclusão nas rações é de 100% em substituição a lactose.

Para consolidar os resultados, é de importância a realização de novos estudos, em condições de maior desafio sanitário, bem como com leitões de categorias de pesos diferentes, separados em leves e pesados, para avaliar se, nestes casos, a maltodextrina poderá ser utilizada nas dietas de leitões numa substituição de 100% da lactose.

A utilização de óleo de palma em dietas de leitões desmamados não parece melhorar o desempenho zootécnico. O critério de escolha de fontes de lipídios para dieta de leitões, neste caso, deve ser feito observando o custo. Normalmente, o óleo de soja apresenta-se mais vantajoso economicamente em relação ao óleo de palma.

O processo de microencapsulação de óleos com a maltodextrina apresenta-se vantajoso do ponto de vista de manipulação, uma vez que o *blend* é um ingrediente na forma de pó com alta inclusão de óleo. Deste modo, esse ingrediente torna-se mais prático para incorporação em rações do que as matéria-prima na forma líquida. Entretanto, o estudo deste processo com outros óleos (soja, milho, coco) além do palma, é necessário para a avaliação nutricional e econômica do produto final (*blends*) para leitões desmamados.