

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

PLANOS DE NUTRIÇÃO UTILIZANDO LACTOSE EM DIETAS
PARA LEITÕES DESMAMADOS EM DIFERENTES IDADES

Dalton César Milagres Rigueira

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG
2014

Dalton César Milagres Rigueira

**Planos de nutrição utilizando lactose em dietas para leitões desmamados
em diferentes idades**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia.

Área: Nutrição e Alimentação Animal
Orientador: Dalton de Oliveira Fontes

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG
2014

R572p

Rigueira, Dalton César Milagres, 1971-

Planos de nutrição utilizando lactose em dietas para leitões desmamados em diferentes idades / Dalton César Milagres Rigueira. – 2014.

56 p. : il.

Orientador: Dalton de Oliveira Fontes

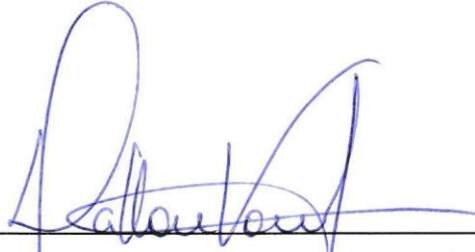
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária

Inclui bibliografia


1. Leitão (Suíno) – Alimentação e rações – Teses. 2. Leitão (Suíno) – Desempenho – Teses. 3. Dieta em veterinária – Teses. 4. Lactose – Teses. 5. Nutrição animal – Teses. I. Fontes, Dalton de Oliveira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.408 5


TESE defendida e aprovada em 28/04/2014 pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:




Prof.^o Dr. Dalton de Oliveira Fontes
(Orientador)



Prof.^a Dra. Ana Paula Gomes Caríssimo



Prof.^o Dr. Leonardo Boscoli Lara



Dr. Leandro César Milagres Rigueira



Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva

DECICATÓRIA a minha esposa, as minhas filhas
aos meus irmãos e ao meu pai e à minha mãe por
abraçarem meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me guiar nesta caminhada.

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária pela oportunidade de cursar o Doutorado.

À Agrocerec Multimix por abrir as portas da empresa para realização do experimento.

Ao Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM pelo apoio e financiamento de parte do experimento.

Ao prof. Dalton de Oliveira Fontes pela orientação, respeito e confiança.

Ao prof. Roberto Guedes pelas análises da morfologia intestinal.

A minha esposa Valdirene Lopes Rigueira pelos incentivos nas horas mais difíceis as minhas filhas Bianca e Raíssa, essa vitória é por vocês, amo vocês.

Aos meus pais Vanir José David Rigueira e Maria das Graças Milagres Rigueira pelo exemplo de amor e apoio incondicional e por me ensinarem o valor do trabalho.

Aos meus irmãos Evandro, Leandro e Vanessa pelo apoio e confiança. Em especial ao Leandro, sem seu apoio não teria conseguido realizar esse trabalho, e a Vanessa por ter me hospedado em Belo Horizonte.

Aos Profs. Valdir Peres e Antônio Taranto, pelas caronas e pelo exemplo de professores.

A Prof. Vanessa Pereira Tolentino Felício pelo auxílio nas análises sanguíneas dos animais.

A TODOS os funcionários da Granja Paraíso que me ajudaram na execução do experimento. Sem vocês eu não teria conseguido muito obrigado!

Aos amigos Bruno Oliver e Andressa Formigoni por ter colaborado em diversas etapas do trabalho.

Muito obrigada a todos!

Aos suínos meu eterno respeito.

“A gente pode morar numa casa mais ou menos, numa rua mais ou menos, numa cidade mais ou menos, e até ter um governo mais ou menos.

A gente pode dormir numa cama mais ou menos, comer um feijão mais ou menos, ter um transporte mais ou menos, e até ser obrigado a acreditar mais ou menos no futuro.

A gente pode olhar em volta e sentir que tudo está mais ou menos...

TUDO BEM!

O que a gente não pode mesmo, nunca, de jeito nenhum...

é amar mais ou menos, sonhar mais ou menos, ser amigo mais ou menos, namorar mais ou menos, ter fé mais ou menos, e acreditar mais ou menos.

Senão a gente corre o risco de se tornar uma pessoa mais ou menos.”

Chico Xavier

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Processo de desmame.....	15
2.2. Desmame precoce	15
2.3. Adaptação fisiológica do trato digestório por ocasião do desmame	16
2.4. Alterações morfológicas do trato digestivo dos leitões desmamados.....	19
2.5. Ureia plasmática.....	20
2.6. Sistema imune e proteínas de fase aguda	21
2.7. Uso da lactose ao desmame.....	23
2.8. Idade ao desmame	24
2.9. Complexidade da dieta	27
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1. Local e instalações	29
3.2. Animais e delineamento experimental	30
3.3. Dietas experimentais, planos nutricionais e manejo alimentar	30
3.4. Avaliação de desempenho	33
3.5. Dosagem de ureia e haptoglobina	33
3.6. Morfologia intestinal	33
3.7. Peso do fígado	34
3.8. Análises estatísticas.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Desempenho	35
4.2. Ureia Sérica	40
4.3. Haptoglobina	41
4.4. Microvilosidades Intestinais.....	42
4.5. Peso do fígado	43
5. CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais para leitões do desmame aos 35 dias	31
Tabela 2. Composição nutricional e centesimal das dietas experimentais para leitões dos 36 aos 49 dias	32
Tabela 3. Pesos iniciais (PI) e finais (PF), consumo de ração médio diário (CRMD), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) aos 35 dias em função dos níveis lactose em diferentes idades de desmame	35
Tabela 4. Pesos iniciais (PI) e finais (PF), consumo de ração médio diário (CRMD), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) aos 49 dias em função dos níveis lactose em diferentes idades de desmame	38
Tabela 5. Concentrações de ureia sérica (US) em função dos níveis lactose em diferentes idades de desmame	40
Tabela 6. Haptoglobina em função dos níveis lactose em diferentes idades de desmame	41
Tabela 7. Altura de vilosidade (AV), profundidade de cripta (PC) e relação altura de vilosidade/ profundidade de cripta (AV/PC) do jejuno de leitões aos 49 dias de idade.....	42
Tabela 8. Peso absoluto do fígado (PAF) e peso relativo do fígado (PRF) em função dos níveis lactose em diferentes idades de desmame.....	44

LISTA ABREVIATURAS

‰: Percentual;

AV: altura de vilosidade;

CA: conversão alimentar;

CDR: consumo diário de ração;

CRMD: consumo de ração médio diário;

FAO: Food and Agriculture Organization;

g: gramas;

GPMD: ganho de peso médio diário;

HCL: ácido clorídrico

Kg: quilograma;

MJ: Megajoule;

NUP: nitrogênio ureico plasmático;

PAF: peso absoluto do fígado;

PC: profundidade de cripta;

PCR: proteína C reativa;

PF: peso final;

PFA: proteína de fase aguda;

pH: potencial hidrogeniônico;

PI: peso inicial;

PRF: peso relativo do fígado;

US: concentração de ureia sérica.

PLANOS DE NUTRIÇÃO UTILIZANDO LACTOSE EM DIETAS PARA LEITÕES DESMAMADOS EM DIFERENTES IDADES

RESUMO

Visando-se determinar níveis e sequências de teores de lactose em dietas para suínos desmamados em diferentes idades, foram realizados três experimentos, onde cada idade ao desmame correspondeu a um experimento (18, 21 e 24 dias). Foram utilizados 576 leitões em três experimentos, distribuídos em delineamento em blocos ao acaso, com quatro teores de lactose, seis repetições e oito animais por unidade experimental, totalizando 48 leitões por tratamento. No primeiro período pós-desmame, do desmame aos 35 dias, os animais receberam ração pré-inicial II contendo 0,0; 5,0; 10 e 15% de lactose, sendo que os níveis reduziram a metade no segundo período (dos 36 aos 49 dias), em rações iniciais I, porém combinados de forma a constituir as sequências de lactose de 0,0:0,0; 5,0:2,5; 10:5,0 e 15,0:7,5. No 49º dia de idade, no período da manhã, foram separados dois animais de cada baia, aqueles que representavam o peso médio da baia, esses leitões foram contidos e retirado 10 ml de sangue da veia jugular para mensuração do teor de ureia sanguínea e haptoglobina. Aos 35 dias de idade houve efeito linear sobre o peso final, consumo de ração médio diário e ganho de peso médio diário em função do aumento da inclusão de lactose nas dietas dos animais com desmame feito nas três idades, enquanto que a conversão alimentar apresentou efeito quadrático somente nos animais desmamados aos 18 e 21 dias de idade. Aos 49 dias, quando os tratamentos foram comparados ao tratamento isento de lactose (0,0:0,0%), observou-se diferença estatística sobre o peso final de todos os animais alimentados com rações contendo lactose ($P < 0,05$) e desmamados aos 18 dias, e apenas nos animais que consumiram ração contendo 15:7,5% de lactose desmamados aos 21 dias. Nos leitões desmamados aos 18 e 21 dias, o consumo de ração médio diário diferiu nos que receberam rações contendo 10:5,0 e 15:7,5% de lactose ($P < 0,05$), e o ganho de peso médio diário foi maior apenas nos animais que receberam a dieta contendo 15:7,5% de lactose ($P < 0,05$). Não foram observadas diferenças estatísticas quanto à conversão alimentar ($P > 0,05$). A concentração sérica de uréia e haptoglobina apresentaram diferenças estatísticas ($P > 0,05$) nos animais desmamados aos 21 dias que consumiram rações contendo 15:7,5% de lactose. Foi observado efeito no peso absoluto do fígado ($P < 0,05$) dos animais que receberam o tratamento com 15:7,5% de lactose desmamados aos 18 e 21 dias. Em relação à microestrutura intestinal, somente os animais que receberam rações com 15:7,5% de lactose

desmamados aos 18 dias diferiram estatisticamente do tratamento sem lactose, obtendo maiores medidas de vilosidades ($P < 0,05$). Já a profundidade de cripta e relação altura de vilosidade/profundidade de cripta do jejuno não foram influenciados por nenhum dos planos nutricionais estudados ($P > 0,05$). Não foi observada diferença estatística em nenhum parâmetro estudado nos leitões desmamados aos 24 dias de idade. Conclui-se que a sequência de lactose a ser usada para leitões desmamados aos 18 e 21 dias de idade é 15:7,5%, e para leitões desmamados aos 24 dias não é necessária a inclusão de lactose.

Palavras chaves: desempenho, idade ao desmame, peso do fígado, sistema imune, ureia sérica

NUTRITION PLANS USING LACTOSE IN DIETS FOR PIGLETS WEANED AT DIFFERENT AGES

ABSTRACT

In order to determine sequences of lactose levels in diets for weaned piglets in different ages, three experiments were performed, where each weaning age corresponded to one experiment (18, 21 and 24 days). It were used 192 piglets for each experiment, distributed in a randomized block designed with four lactose levels, six replicates and eight piglets in each experimental unit, totaling 48 piglets for treatment. In the first period post weaning, from weaning to 35 days, the piglets received pre-initial II feed containing 0,0; 5,0; 10 and 15% of lactose and the levels have reduced by half in the second period (from 36 to 49 days), at initial I, however combined to constitute the sequences of lactose of 0,0:0,0; 5,0:2,5; 10:5,0 and 15,0:7,5. At 49 days, in the morning, were separated two animals per stalls, those representing the average weight of the bay, these piglets were contained and removed 10 ml of blood from the jugular vein for measuring the blood level of urea and haptoglobin. At 35 days of age, there was a linear effect on the final weight, average daily feed intake and average daily weight gain due to the increased inclusion of lactose in the diets with weaning done in the three ages, while the feed conversion showed a quadratic effect only in the weaned piglets at 18 and 21 days of age. At 49 days, when the treatments were compared to the lactose-free treatment (0,0:0,0%), statistical difference was observed on the final weight of all piglets fed with lactose diets ($P < 0,05$) and weaned at 18 days, and only in piglets that consume feed containing 15:7,5% of lactose weaned at 21 days. In the piglets weaned at 18 and 21 days, the average daily feed intake differed on who received feed containing 10:5,0 and 15:7,5% of lactose ($P < 0,05$), and the average daily weight gain was higher only in piglets that received a diet containing 15:7,5% of lactose ($P < 0,05$). No statistical differences were observed regarding the feed conversion ($P > 0,05$). The serum urea and haptoglobin concentration showed statistical differences ($P > 0,05$) in the piglets weaned at 21 days which consumed feed containing 15:7,5% of lactose. Effect was observed in absolute liver weight ($P < 0,05$) of piglets who received the treatment with 15:7,5% of lactose which were weaned at 18 and 21 days. In relation to intestinal microstructure, only the piglets which received feed with 15:7,5% of lactose which were weaned at 18 days differed statistically from lactose-free treatment, obtaining greater measures of villi ($P < 0,05$). The crypt depth against villus height/crypt depth of the jejunum were not influenced by any of the nutritional plans studied

($P > 0,05$). No statistical difference was observed in any parameter studied in weaned piglets at 24 days of age. It is concluded that the sequence of lactose being used for weaned piglets at 18 and 21 days of age is 15:7,5%.

Keywords: performance, age at weaning, liver weight, immune system, serum urea

1. INTRODUÇÃO

A população mundial estimada para 2050 é de 9,1 bilhões de habitantes (FAO) e com o aumento demográfico, a questão que vem sendo discutida é a disponibilidade de alimento. Para suportar tamanho crescimento populacional é preciso que se criem avanços tecnológicos dos sistemas de produção agrícola objetivando o aumento na produção de alimentos.

A solução não é o aumento do número animais do rebanho, mas sim a implantação de medidas que melhorem a taxa de crescimento e a eficiência produtiva. Dessa forma, a intensificação da suinocultura trouxe consigo a prática do desmame precoce, manejo que permite aumentar o número de leitões por porca/ano.

A fase após o desmame é a etapa do ciclo de produção onde ocorrem os maiores problemas nutricionais. Neste período os suínos estão sujeitos a vários fatores estressantes que são refletidos em: baixo consumo de ração, baixo índice de crescimento e diarreia.

Nessa fase, o sistema digestório dos leitões, devido ao seu perfil enzimático que apresenta altas concentrações de lactase, confere ao animal capacidade de digerir apenas o leite materno. Dietas à base de milho e farelo de soja provocam problemas digestivos, devido à baixa concentração de enzimas como amilase e protease, diminuindo o desempenho dos animais.

As alterações morfológicas no intestino delgado dos leitões estão mais associadas à qualidade dos alimentos empregados na formulação das dietas do que à fase em que o animal se encontra (Dunsford et al., 1989). Por isso, a necessidade de trabalharmos com dietas que protejam e estabeleçam às estruturas e o funcionamento do trato digestório.

A utilização racional dos diferentes subprodutos da agroindústria na alimentação de suínos representa uma alternativa para a diminuição nos custos com alimentação, sendo que a utilização destes depende basicamente da composição química, dos valores de digestibilidade e da disponibilidade dos nutrientes (Ferreira et al., 1997).

Os problemas pós-desmame têm sido alvo de muitas pesquisas na tentativa de reduzi-los através da utilização de inúmeros ingredientes, que permitem aos nutricionistas manipular a dieta de maneira que os nutrientes neles contidos possam alcançar as exigências nutricionais dos animais.

O baixo consumo de ração pelos animais na fase inicial pós desmame deve ser superado pela utilização de alimentos palatáveis e digestíveis além de alimentos que também atuem na preservação das microestruturas do trato gastrointestinal dos leitões.

A lactose é um dissacarídeo redutor, composto de galactose e outra glicose (Lucchesi et al., 2008), sendo que, em nutrição de leitões, é considerado indispensável em rações pré-iniciais, por ser uma fonte de energia importante, uma vez que esses animais possuem baixas reservas de gordura e baixa capacidade de reter calor.

Nos leitões lactentes a produção de HCl no estômago já existe aos 8 dias de idade, mas o pH é alto devido a sua pequena quantidade produzida, assim, falta acidez suficiente para desnaturação de proteína, que é suprida com a produção de ácido láctico a partir da fermentação da lactose pela ação dos lactobacilos. Nesta fase, o sistema enzimático dos leitões está voltado para a digestão dos nutrientes do leite e absorção de proteínas lácteas, lactose e lipídeos de cadeia curta.

Ao desmame, a oferta de lactose normalmente tem sido diminuída provocando aumento da capacidade tamponante dos alimentos no estômago, com concomitante aumento do pH e, em decorrência disso pode ocorrer ineficiência no processo de digestão da proteína (Easter, 1988) propiciando ambiente favorável para o aumento de colônias patogênicas nos intestinos delgado e grosso (Mayes et al., 1990).

Dessa forma, a importância da adição de lactose na ração de leitões desmamados tem sido atribuída à melhora da palatabilidade (Bertol, 2000); manutenção da integridade da mucosa ao longo do intestino delgado e acidificação do trato gastrointestinal dos animais (Pierce et al., 2005); e efeitos prebióticos e antipatogênicos (Boehm & Stahl, 2007); sendo o soro de leite em pó, a lactose cristalina e o soro de leite desproteinado os três principais ingredientes utilizados como fonte de lactose.

Estes subprodutos são amplamente utilizados nas dietas de desmame, porém, não há um indicador claro sobre quais níveis de lactose devem ser utilizados em cada idade de desmame, pois com o aumento da idade de desmame os leitões podem estar com o sistema trato gastrointestinal mais maduro, e apresentando menor absorção de lactose.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho, determinar qual a sequência de níveis de lactose a serem incluídos em rações para leitões desmamados aos 18, 21 e 24 dias de idade.

1. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Processo de desmame

No desmame natural, onde não existe um manejo imposto pelo homem, os leitões gradualmente convertiam sua dieta, do leite para uma dieta sólida, entre 9 e 16 semanas de idade. Nos últimos 30 anos, a idade de desmame na produção de suínos vem diminuindo de 8 para 3 a 4 semanas e, mais recentemente, com as estratégias de desmame precoce segregado e, ou, medicado, a idade de desmame dos leitões chega entre 7 e 14 dias (Carroll et al., 1998).

O processo de desmame é extremamente difícil para os leitões, resulta em uma série de fatores estressantes, tais como: perda de contato com as porcas, mistura das leitegadas, modificações na dieta, supressão da imunidade passiva e mudanças no ambiente (Le Dividich & Herpin, 1994).

Sendo assim, o período pós-desmame é crítico, visto que o comportamento dos leitões, durante esse período, irá influenciar, em grande parte, a idade e o peso ao abate e, em geral, a lucratividade da produção suinícola (Mahan et al., 1998).

2.2. Desmame precoce

A prática do desmame precoce vem sendo utilizada na suinocultura, devido ao aumento dos índices produtivos da granja, como o número de partos/porca/ano e número de leitões desmamados/porca/ano. A redução nos dias de lactação foi umas das mudanças que ocorreram nos sistemas produtivos após a década de 90. Segundo Rodrigues et al. (2001), a idade de desmame diminuiu de 60 dias por volta do ano de 1960 para em torno dos 17 a 24 dias de idade no ano de 2000.

O desmame é considerado uma fase crítica para os leitões em razão de vários fatores causadores de estresse, principalmente pela troca de uma dieta líquida com alta digestibilidade, rico em gordura, lactose e caseína, os quais são facilmente digeridos pelas enzimas do trato gastrintestinal.

Quando desmamados precocemente, devido à imaturidade do sistema digestivo, não são capazes de digerir todos os nutrientes encontrados nos alimentos tradicionais que recebem logo após o desmame, pois, o sistema digestório do leitão ainda não está adaptado ao novo regime alimentar.

Portanto, fatores nutricionais são de grande importância para a qualidade dos leitões desmamados precocemente, sendo que o fornecimento de dietas com elevado valor

nutricional e alta digestibilidade e palatabilidade, que são estimuladoras do consumo, apresentam-se como um recurso efetivo para minimizar os efeitos deletérios do pós-desmame (Cera et al., 1988).

2.3. Adaptação fisiológica do trato digestório por ocasião do desmame

Ao nascimento, o trato digestivo dos leitões está completamente adaptado à digestão e utilização do leite da porca, sendo que a digestão aparente da gordura nessa fase é de 96% (Jensen et al., 1997).

Porém ao desmame, ocorre uma importante modificação na natureza da dieta o que requer a presença de secreções apropriadas do estômago, pâncreas e intestino, as quais, geralmente, não são desenvolvidas durante o período de lactação, o que leva à redução da ingestão de alimento e à redução do ganho de peso.

Após o desmame, os leitões ficam submetidos às rações secas, passam a conviver com amidos, óleos e proteínas vegetais, para os quais não possuem um sistema digestivo adequadamente desenvolvido (Roppa, 1998), como consequência, o desmame acarreta um estresse fisiológico e nutricional.

Frente a essa situação, o sistema digestivo dos leitões tem que se adaptar ao novo regime alimentar, no que diz respeito ao pH, à secreção de enzimas e motilidade do intestino (Makkink et al., 1994). A antecipação do desmame faz com que os animais apresentem dificuldades em secretar ácido clorídrico suficiente para reduzir o pH estomacal em níveis adequados para o início do processo de digestão (Fontes, 2003).

Armstrong & Clawson (1980) citaram como um dos maiores problemas do desmame precoce dos leitões, o baixo desempenho durante o período de transição de uma dieta líquida, fornecida a cada 60 - 90 minutos pela porca, para uma dieta seca fornecida *ad libitum*, sendo que esse período de baixo desempenho é caracterizado por perda de peso, baixa ingestão e diarreia.

No início da digestão, a produção de ácido clorídrico e de pepsina é pequena, porém, evolui gradativamente, a ponto de atingir quantidades satisfatórias na época do desmame. Durante a fase lactante, não há necessidade de grandes quantidades de HCl, pois os leitões consomem pequena quantidade de leite altamente digestível, várias vezes ao dia.

Quando o animal é desmamado, e passa a receber rações contendo ingredientes como o leite em pó, o soro de leite, o calcário, etc., que têm a capacidade de neutralizar os ácidos dificultando a obtenção de um pH=2 e comprometendo a eficiência da produção de pepsina (Roppa, 1998).

A falta de pepsina ocasiona um acúmulo de proteínas não digeridas e, essas se tornam substrato para o desenvolvimento de bactérias patogênicas como *Escherichia coli* e *Salmonella* spp., que secretam enterotoxinas, causando diarreia e outros distúrbios fisiológicos (Chamone et al., 2010).

O pâncreas produz enzimas e hormônios, por isso conhecido como uma glândula mista apresentando funções endócrinas e exócrinas. Contribui de modo essencial para a digestão dos alimentos ingeridos, produzindo o suco pancreático que possui enzimas que atuam na digestão das proteínas (tripsina e quimiotripsina), do amido (amilase) e das gorduras (lipases). A produção do suco pancreático é praticamente constante durante a lactação, porém diminui ao desmame devido à queda no consumo de alimento (Roppa, 1998).

Pierzynowski et al. (1995) relataram que a função do pâncreas exócrino é aumentada ao desmame e Rantzer et al. (1997) sugeriram que seu maior desenvolvimento ocorre dentro dos primeiros cinco dias após o desmame, sendo que a idade, a frequência de alimentação e a natureza da dieta são importantes fatores para a indução da maturação pancreática.

Corring et al. (1978) citados por Rantzer et al. (1997), relataram que o pâncreas apresenta baixa capacidade de síntese de enzimas digestivas durante a fase de lactação dos leitões, exceto para a lipase.

Segundo Makkink et al. (1994), a quantidade total de tripsina e de quimiotripsina no pâncreas e no jejuno, no sexto dia após o desmame, é positivamente influenciada pela ingestão de ração. No 10º dia após o desmame, a atividade da tripsina na digesta do jejuno era sete a oito vezes maior que no dia do desmame. A atividade da quimiotripsina no mesmo local também aumentou após o desmame, porém de forma mais lenta. Este aumento das proteases pancreáticas é influenciado pelas fontes de proteínas da dieta, bem como pela quantidade de ração ingerida.

A característica da dieta no que diz respeito a sua composição, fonte de proteína, matéria seca e viscosidade, parece ser o fator responsável mais importante para essas mudanças (Rantzer et al., 1997), sugerindo que a energia consumida não determina o nível de secreção pancreática. A quantidade diária de leite consumida na fase de lactação é de aproximadamente 900 g/dia (2,5 MJ de energia metabolizável), dessa forma, esses valores são compatíveis com a quantidade consumida nos primeiros cinco dias pós-desmame onde os leitões ingerem 223 g/dia (2,7 MJ de energia metabolizável).

Entretanto, ainda não está claro se é a remoção do leite ou a introdução de dieta sólida que leva ao aumento da secreção pancreática exócrina. Especula-se que o leite leva à supressão da secreção pancreática antes do desmame (Rao et al., 1995), possivelmente, os

componentes do leite tunicamente suprimem a função do pâncreas exócrino durante o período anterior ao desmame. Entretanto, os altos níveis de glucagon podem contribuir para a baixa secreção pancreática em leitões lactantes (Rantzer et al., 1997). Essa hipótese tem sustentação pelo fato de que durante o primeiro dia pós-desmame, quando os leitões consomem muito pouco, a secreção pancreática não declina (Pierznowski et al., 1990).

Makkink et al. (1994) avaliando distúrbios digestivos ocorridos em animais ao desmame, observaram que o nível de lactase diminuiu gradativamente enquanto que, ocorreu um aumento na produção de enzimas pancreáticas e dos órgãos auxiliares da digestão. Concluíram também, que o consumo baixo e irregular dos leitões precocemente desmamados, pode prejudicar o desenvolvimento e a adaptação do sistema digestivo. Um consumo imediato de ração, durante o período pós-desmame, estimularia o desenvolvimento e adaptação do sistema digestivo.

Hampson & Kidder (1986) descreveram a redução da função absorptiva depois do desmame, o que era constatado pelo teste da xilose. Relataram também diminuição das atividades da lactase e da sucrase e presumivelmente, de todas as outras enzimas situadas na região da borda em escova do intestino delgado. Ambos os fatos eram vistos como evidências de distúrbios da capacidade digestiva e absorptiva, após o desmame. Segundo esses mesmos autores, houve redução inicial da atividade da lactase, sendo que os valores mínimos foram alcançados quatro a cinco dias após o desmame e recuperavam-se com 11 dias após o desmame.

Esses mesmos autores sugeriram que a perda da atividade das enzimas intestinais coincidia com a redução da altura das vilosidades e com o aumento da profundidade das criptas intestinais. A perda na altura das vilosidades resultou em menos enterócitos nas vilosidades e, provavelmente, em menor quantidade de enzimas na borda em escova por vilosidade.

Lindemann et al. (1986) sugeriram que maior entendimento da fisiologia digestiva dos leitões em vários momentos de sua vida, a partir do seu nascimento, bem como as modificações que ocorrem ao desmame, é necessário para maximizar o desempenho dos leitões. Thacker (1999) sugere que os ingredientes fornecidos para os leitões desmamados precocemente, devem ser compatíveis com o padrão de secreção enzimática.

2.4. Alterações morfológicas do trato digestivo dos leitões desmamados

A mudança da dieta, provoca mudanças na histologia e morfologia intestinal (Lopes et al. 2005), ocasionando uma queda brusca na produção de enzimas apropriadas para digestão de proteínas lácteas. Dessa forma, os leitões podem perder conteúdos proteicos da mucosa intestinal e sofrerem sensíveis alterações da profundidade das criptas e na altura das vilosidades intestinais (Jiang et al., 2000; Schimidt et al., 2003; Torrallardona et al., 2003 e Lenehan, 2007).

Após o desmame, os leitões apresentam baixo consumo de ração, podendo causar atrofia das vilosidades intestinais, reduzindo as funções de digestão e de absorção no intestino, resultando em diarreia (Crenshaw, 2007). O fornecimento de dietas com elevado valor nutricional e alta digestibilidade podem minimizar os efeitos deletérios do pós-desmame (Cera et al., 1988).

Cera et al. (1988), analisando as alterações no jejuno de leitões desmamados aos 21 dias de idade, consumindo ração à base de farelo de soja, verificaram acentuada redução na altura das vilosidades no 3º e 7º dia pós-desmame, e que a superfície das vilosidades do intestino delgado foi drasticamente alterada por um período de 7 a 14 dias após o desmame.

Pluske et al. (1996) verificaram que o encurtamento das vilosidades e a redução na atividade das enzimas digestivas após o desmame, podem estar mais relacionados à falta de suprimento contínuo de substrato, do que a algum efeito antigênico da dieta ou a baixos níveis das dissacaridases. Estes autores sustentaram a hipótese de que, mantendo a alimentação dos leitões em níveis adequados após o desmame, há prevenção da atrofia das vilosidades e do aumento na profundidade das criptas.

De acordo com Teodoro et al. (1998), o consumo e a composição da dieta pré e pós-desmame favorecem a produção de enzimas digestivas e a proliferação das células do epitélio intestinal, por meio de efeito trófico, impedindo a diminuição na altura das vilosidades após o desmame.

Teixeira et al. (2003), avaliaram o efeito de dietas simples e complexas sobre a morfologia gastrintestinal de leitões, concluíram que as dietas simples ou complexas, em razão da qualidade e quantidade dos ingredientes, afetaram a profundidade das criptas do intestino delgado. De acordo com o autor, as vilosidades são maiores no recém-nascido e diminuem gradualmente com a idade, apesar dos leitões ainda estarem mamando, assim a

maior redução ocorre por ocasião do desmame, período que o leitão diminui o consumo de matéria seca e a taxa de crescimento.

Nas vilosidades da superfície da mucosa intestinal de suínos, há intensa atividade enzimática e transporte de nutrientes. São acompanhadas por glândulas adjacentes chamadas criptas de Lieberkuhn, onde ocorre secreção de muco e proliferação celular (Frappier, 2006). Com o estresse natural causado no desmame, ocorrem mudanças no trato gastrointestinal, onde há atrofia das vilosidades e hiperplasia das criptas, apresentando uma redução de células absorptivas e mais células secretórias, levando a diminuição no processo de absorção. Assim, a ração no intestino delgado será pouco absorvida, transformando-se em substrato para as bactérias patogênicas como a *Escherichi. coli*. (Pluske et al., 1996), resultando em diarreia.

Quando o consumo é satisfatório, há aumento global na secreção de hormônios gastrointestinais, resultando em maior proliferação celular nas criptas do epitélio intestinal acompanhado por um aumento no comprimento das vilosidades (Herdt, 1999). Com isso, torna-se necessário assegurar o consumo de alimentos e minimizando os distúrbios digestivos no pós-desmame.

Em relação à microestrutura intestinal, quanto maior o tamanho das vilosidades, maior é a capacidade de digestão e de absorção de nutrientes, pois são produzidas várias enzimas digestivas em suas bordas e por onde os nutrientes digeridos são transportados até a circulação sanguínea.

2.5. Ureia plasmática

Parte dos aminoácidos absorvidos são utilizados para formação de proteínas e de compostos não nitrogenados essenciais ao metabolismo, no fígado e tecido extra-hepático. Em mamíferos, devido a sua limitada capacidade de armazenamento de aminoácidos, todo o excesso ingerido é desaminado e o grupo amina é usado para síntese de ureia nos hepatócitos (Lohmann, 2012).

O metabolismo do nitrogênio em suínos tem sido utilizado como um indicador rápido de resposta da concentração dos aminoácidos nas dietas (Brown & Cline, 1974) e utilizado para testar a qualidade da proteína dietética (Pedersen & Boisen, 2001). O nitrogênio ureico plasmático (NUP) também pode ser usado como um indicador dos requisitos de aminoácidos para suínos (Coma et al., 1995. ; Pedersen & Boisen, 2001) e, as alterações nas concentrações de NUP indicam alterações na eficiência da utilização dos aminoácidos.

A dosagem do NUP é uma forma rápida de avaliação e determinação das exigências de aminoácidos em suínos por permitir avaliação do metabolismo proteico (Coma et al., 1995).

As concentrações de NUP já foram anteriormente utilizadas para fornecer uma estimativa da exigência de lisina para suínos em crescimento (Brown & Cline, 1974; Lewis et al., 1980) em gestação (Woerman & Speer, 1976) e em lactação (Lewis & Speer, 1973).

Figueroa et al. (2002) observaram redução linear do NUP à medida que a proteína da ração foi reduzida de 16% para 11% com suplementação de aminoácidos sintéticos. Segundo Fraga et al. (2008), o NUP é um eficiente parâmetro para indicar a utilização dos aminoácidos dietéticos pelo suíno, bem como Wei & Zimmerman (2003) afirmam que a concentração de ureia no sangue pode ser utilizada para avaliar a qualidade da proteína consumida. Assim, o aumento do NUP pode indicar ineficiência na utilização de aminoácidos (Gasparotto et al., 2001).

2.6. Sistema imune e proteínas de fase aguda

Além do problema nutricional, existem outros fatores como, por exemplo, a resposta imunológica que multiplicam os problemas pós-desmame (Lora Graña et al., 2010).

O leitão não é capaz de produzir sua própria atividade imunológica em quantidades adequadas antes dos 28 a 35 dias de idade. Portanto, o estresse causado pelo processo de desmame pode afetar, do ponto de vista imunológico, a saúde dos leitões.

A ativação do sistema imune afeta os processos metabólicos e o crescimento, mediante liberação de citocinas (peptídeos imunoreguladores) pelos leucócitos (Klasing et al., 1991).

Pupa et al. (2004) relataram que os principais efeitos das citocinas são a diminuição do consumo de alimento, o aumento da degradação muscular, a redução na deposição proteica em nível de músculo esquelético, o aumento da síntese proteica hepática, o aumento da letargia, febre e mudança no comportamento social dos animais.

A nutrição de leitões é intimamente ligada ao sistema imune. Nas vilosidades da superfície da mucosa intestinal de suínos, há intensa atividade enzimática e transporte de nutrientes. São acompanhadas por glândulas adjacentes chamadas criptas de Lieberkuhn, onde ocorre secreção de muco e proliferação celular (Frappier, 2006). Sabe-se que o desmame precoce é relacionado com imunossupressão, redução do consumo voluntário e suscetibilidade a distúrbios intestinais.

O desenvolvimento inicial inadequado da imunidade podem ter custos significativos ao longo do ciclo de produção. Células intestinais bem nutridas significam ainda, sanidade de

mucosa que por sua vez, garantem a sua melhor estrutura, funcionalidade secretora e absorptiva e capacidade imunológica, que são capazes de responder prontamente aos desafios no nível de mucosa (Carrer, 2011).

As proteínas de fase aguda (PFA) são um grupo de proteínas plasmáticas que desempenham um importante papel na defesa contra patógenos e na modulação da resposta imune. Estas são relativamente ricas em aminoácidos aromáticos (fenilamina, triptofano e tirosina) se comparada às proteínas musculares, sendo esta a principal fonte deste aminoácidos em situações de baixo consumo alimentar, sendo 1,5 a 2,0 g de proteína muscular degradada para a liberação de quantidades de aminoácidos para síntese de 1g de proteínas de fase aguda. Contribuem para restaurar a homeostase, modificando suas concentrações em resposta à infecção, inflamação, trauma cirúrgico e estresse (Murata et al., 2004).

Elas são sintetizadas principalmente no fígado, por intermédio das citocinas pró-inflamatórias e sua concentração pode aumentar ou diminuir (PFA negativa), como consequência dos estímulos inflamatórios (Black, 2002; Petersen et al., 2004; Piñeiro et al., 2007).

Quando essas proteínas estão aumentadas, indicam comprometimento do bem estar animal (Piñeiro et al., 2007). O efeito do estresse sobre a concentração sérica das PFAs é controverso, pois é difícil diferenciá-lo do efeito de um trauma ou infecção subclínica (Petersen et al., 2004).

Sabe-se que a PCR é uma importante proteína de fase aguda no suíno, e tem sido utilizada em diversas pesquisas como marcador do “*status*” de saúde. Na verificação de diferentes “*status*” sanitários entre rebanhos, observa-se que a concentração de PCR é significativamente mais alta em rebanhos com alto desafio sanitário ($252,93 \pm 11,62 \mu\text{g/mL}$) quando comparados aos rebanhos com baixo desafio ($84,88 \pm 2,61 \mu\text{g/mL}$) (Franek & Bilkei 2004).

Moya et al. (2005), observaram que leitões ao desmame apresentam $13,91 \pm 3,72 \mu\text{g/ml}$ e $338,95 \pm 52,65 \text{ ng/ml}$ com concentração plasmática de PCR e cortisol, respectivamente. Estes mesmos pesquisadores observaram que os leitões sob condição de estresse, estas concentrações atingiram picos de $229,47 \mu\text{g/ml}$ para PCR e $495,56 \text{ ng/ml}$ de cortisol.

Entretanto, a haptoglobina também é considerada uma proteína de fase aguda importante em suínos. Ela é sintetizada no fígado em resposta à ativação por citocinas inflamatórias como IL-1 e IL-6 (Wassell, 2000). O aumento da concentração plasmática de haptoglobina tem sido considerado indicador de infecções (Knura-Deszczk et al., 2002) e

inflamação (Eckersall et al., 1996; Melchior et al., 2004), porque em resposta à infecção, a haptoglobina permanece em maiores concentrações no plasma por um longo tempo em comparação a outras proteínas de fase aguda como a proteína C reativa (Heegaard et al., 1998). Mensurações plasmáticas da haptoglobina podem demonstrar o status sanitário de uma suinocultura (Harding et al., 1997; Lipperheide et al., 2000).

2.7. Uso da lactose ao desmame

A maior porção da dieta de suínos é constituída de carboidratos e sua composição varia bastante do nascimento até a maturidade. O principal carboidrato do leite é a lactose, ao passo que animais adultos possuem uma dieta com carboidratos mais complexos em estrutura e composição química. A alteração da dieta na ocasião do desmame proporciona uma alteração na atividade enzimática digestiva (Bach-Knudsen & Jorgensen, 2001).

Sabe-se que a inclusão de produtos lácteos nas dietas de leitões desmamados melhora o desempenho dos animais em relação àqueles que foram alimentados com dietas simples à base de milho e farelo de soja (Nessmith et al., 1996). Sua importância tem sido atribuída à melhora da palatabilidade da ração, ao aumento do consumo de matéria seca e da digestibilidade do nitrogênio e energia (Mahan, 1992), além da manutenção da integridade da mucosa ao longo do intestino delgado e acidificação do trato-gastrintestinal (Pierce et al., 2005), incluindo efeitos prebióticos e antipatogênicos (Boehn & Stahl, 2007).

Bertol et al. (2000), estudando o efeito de níveis de lactose (0,0; 7,0; 14 e 21%) sobre o ganho de peso dos leitões, verificaram que houve efeito linear do nível de lactose sobre esta variável. O aumento no ganho de peso obtido na primeira fase com o acréscimo dos níveis de lactose da dieta, ocorreu principalmente em consequência de aumento no consumo de ração, indicando que a lactose atua como uma espécie de palatilizante, estimulando o consumo de ração. Uma das possíveis explicações para a melhora da conversão alimentar pode ser o fato de o intestino dos leitões jovens não estar adaptado ao transporte dos monossacarídeos aos desafios qualitativos e quantitativos da dieta e, portanto, poder processar apenas quantidades limitadas de produtos não lácteos (Vega et al., 1992).

O nível de lactose a ser utilizado para maximizar o desempenho depende da fonte proteica contida na dieta (Bertol et al., 2000). Por outro lado, Lopes et al. (2005) constataram que o melhor desempenho dos leitões alimentados com ração à base de milho e farelo de soja foi observado quando a inclusão de lactose foi combinada ao maior nível de lisina (1,50%), da fonte de lactose.

Além disso, dietas com altos níveis de lactose tendem a aumentar a população de *Lactobacillus* ssp. e diminuir a população de coliformes, ao mesmo tempo que o pH do trato gastrointestinal é reduzido devido ao aumento da produção de lactato (Pierce et al., 2006).

Pollmann et al. (1980), avaliando o efeito da inoculação com *Lactobacillus acidophilus* (LA) em dietas para leitões, constataram que os maiores valores de ganho de peso foram obtidos quando a inoculação foi combinada com a inclusão de lactose na dieta. Entretanto, após o período de inoculação, os animais que receberam lactose com ou sem inoculação apresentaram contagem de LA similares, indicando que a atividade microbiana é diretamente dependente do carboidrato fornecido.

A acidificação do trato gastrointestinal também está associada com melhora da saúde da mucosa e com a redução da proliferação de *Escherichia coli* (Thomlinson & Lawrence, 1981). Além dos efeitos sobre a microbiota, a inclusão de lactose na ração de leitões na fase pré-inicial é capaz de manter a integridade da estrutura da mucosa do intestino delgado (Pluske et al., 1996), devido à manutenção do consumo de alimento.

Spreeuwenberg et al. (2001) relatam que dietas com elevada relação de lactose:proteína proporcionaram aumento na altura das vilosidades nos primeiros quatro dias pós-desmame, embora o consumo de alimento neste período tenha decrescido independente da composição da dieta. Entretanto, Vente-Spreeuwenberg et al. (2003) não encontraram efeito significativo da inclusão de lactose na dieta sobre a altura de vilosidades de leitões, quando comparados com dietas contendo glicose ou amido como fonte de carboidrato.

Sabendo-se que o desmame implica em perdas em desempenho dos leitões, e que os efeitos dessas perdas podem ser atenuados com a alimentação, é interessante a pesquisa por ingredientes que enriqueçam a dieta, cujos efeitos fisiológicos tenham reflexo no desempenho (Molino, 2009).

2.8. Idade ao desmame

Dentre as diversas técnicas que têm sido implementadas nos sistemas modernos de produção de suínos, o desmame precoce tem se destacado, recentemente, como importante ferramenta de manejo. Um dos principais motivos para a crescente adoção dos regimes de desmame precoce refere-se à possível melhoria do padrão sanitário dos leitões em relação ao rebanho de origem (Machado, 2005).

Dritz et al. (1996) também relataram que o desmame precoce está se tornando uma prática comum na suinocultura industrial, por ter se mostrado eficiente no controle de

doenças. Esse procedimento, segundo esse mesmo autor, originou-se na década de 50 para eliminar a pneumonia enzoótica e, a partir daí, foi sendo modificado durante a década de 80.

Segundo Machado (2005), existe uma relação muito íntima entre as técnicas de desmame precoce e os sistemas de produção segregada. Em grande parte dos casos, esses dois conceitos são inseparáveis. Para cada agente etiológico que se pretende eliminar ou controlar, a duração da imunidade passiva dos leitões deve ser considerada, de tal forma que esses níveis de anticorpos possam impedir ou minimizar a contaminação dos leitões. É esta duração, determinada tanto pelo programa de imunização ativa adotado no plantel, quanto pelo nível de aquisição de imunidade passiva dos leitões, que irá definir os parâmetros de idade máxima para o desmame precoce.

Levis (1996) sugeriu que o desmame precoce pode ser uma forma de prevenir a transmissão vertical de alguns agentes patogênicos. Portanto, quando se diminui a idade de desmame de 21 para 14 dias, há redução da mortalidade dos leitões, justamente pelo fato de se conseguir uma melhoria do status sanitário dos animais (Sesti & Moreno, 1997).

O desmame precoce medicado e, ou, segregado, são técnicas utilizadas para otimizar a sanidade e a produtividade dos suínos e melhorar sua eficiência econômica. Existem relatos de avanço nas características de crescimento, como melhora na eficiência alimentar e na taxa de crescimento (Hohenshell et al., 2000).

Porém, existem também relatos de desvantagens do desmame precoce, como, desempenho de crescimento inconsistente durante o período pós-desmame imediato (Efird et al., 1982) que se prolonga até a fase de terminação (Hohenshell et al., 2000), ingestão anormal de alimento, o que pode trazer reflexos negativos ao metabolismo do animal (Pittaway & Brown, 1974) e redução no ganho de peso após o desmame (Leibbrandt et al., 1975). Além disso, outros autores relataram que o desmame precoce pode contribuir para o aumento de comportamentos agressivos como mordidas no flanco, focinhadas, dentre outros, os quais podem ser fortes indicadores de estresse (Gonyou & Whittington, 1997).

Main et al. (2002) realizaram trabalho no qual os leitões foram desmamados com 12, 15, 18, 21 e 22 dias de idade e foram, então, segregados. Esses autores notaram que à medida que a idade de desmame ia aumentando, o peso ao desmame ia aumentando linearmente e a variação do peso ao desmame ia reduzindo, à medida que se desmamava mais velho. Além disso, a taxa de mortalidade, o ganho de peso médio diário, a ingestão média diária de ração e o peso corporal, 42 dias após desmame, aumentavam com o aumento da idade de desmame. A relação entre a ingestão de ração e o ganho de peso, após 42 dias de desmame, aumentou com o aumento da idade de desmame. A eficiência alimentar e a variação de peso 42 dias após o

desmame, eram menores para os leitões desmamados com 12 dias. Porém, foi observado um aumento da variação do peso, aos 42 dias depois do desmame, com o aumento da idade ao desmame. Os autores sugeriram que essas melhorias nas características de crescimento, observadas com o aumento da idade de desmame, são provavelmente, relacionadas ao aumento do peso ao desmame e à maior maturidade fisiológica dos leitões desmamados mais tardiamente.

Já Hohenshell et al. (2000), não encontraram diferenças entre os tratamentos (desmame com 10 dias de idade e desmama com 30 dias de idade, ambos sem segregação) para os comportamentos de sentar/deitar e beber/comer nas observações feitas por câmaras de filmagem, nos primeiros cinco dias após o desmame. Porém, os leitões desmamados mais 14 precocemente passavam mais tempo brincando/brigando que os desmamados mais tarde, mas sem nenhum dano ao desempenho e bem estar desses animais. Aos 40 dias de idade, os leitões desmamados com 10 dias ainda manipulavam mais freqüentemente uns aos outros, que os desmamados aos 30 dias de idade. Já aos 50 dias, nenhuma diferença foi encontrada entre os tratamentos. A ausência de comportamentos aberrantes, tanto nos desmamados com 10 dias como nos desmamados com 30 dias de idade, indica que quando os leitões são desmamados em ambientes semelhantes, o estresse do desmame por si só tem mais impacto sobre o comportamento dos leitões que a idade com a qual eles vivenciaram esse estresse. Portanto, o desmame precoce não afeta negativamente a habilidade dos leitões superarem o estresse. Esses autores também não perceberam diferenças no peso corporal, entre os leitões desmamados mais cedo e mais tarde, aos 165 dias de idade (abate), na porcentagem de rendimento de carcaça, porcentagem de carne magra, na profundidade do músculo do lombo, e na espessura de toucinho na região lombar. Nesse mesmo trabalho, os leitões desmamados precocemente tinham ganho diário acumulado e periódico maiores, logo depois do desmame. O ganho de peso diário periódico era maior para os desmamados precocemente até os 42 dias de idade, e se equiparava aos desmamados mais tarde entre os 65 e 165 dias de idade. Essa vantagem no ganho diário de peso dos leitões desmamados com 10 dias de idade, deve ter sido consequência do fornecimento de alimentação mais rica em nutrientes na fase inicial. Essa dieta mais rica pode, então, ter alterado o padrão de crescimento e a fisiologia dos leitões até a idade de abate.

Dayton et al. (1995), citados por Hohenshell et al. (2000) concluíram que os leitões podem ser desmamados em idades precoces com mínimos efeitos adversos sobre seu bem-estar. Esses mesmos autores relataram que os leitões manejados pelo desmame precoce

segregado, exibiram aumento de 35% na taxa de crescimento, resultando em mais proteína e gordura na carcaça com sete semanas de idade.

Leibbrandt et al. (1975) observaram que a queda de desempenho na primeira semana após o desmame, ocorre tanto nos leitões desmamados com duas, três ou quatro semanas de idade. Porém, os ganhos de peso e os 15 consumos de ração tendem a se recuperar mais lentamente à medida que a idade de desmame é reduzida.

Ao contrário, Fangman et al. (1996) citados por Hohenshell et al. (2000), encontraram que os leitões desmamados entre 16 e 21 dias de idade apresentavam maior ganho de peso diário e maior eficiência alimentar que aqueles desmamados com 11 e 16 dias de idade, efeito esse que persistiu ao longo dos 42 dias de acompanhamento. Assim, os autores concluíram que o sistema de múltiplos sítios não tem influência sobre o ganho de peso diário ou sobre a eficiência alimentar e, portanto não há necessidade da creche ser separada do sítio de parição.

Patience et al. (2000) consideram o desmame precoce segregado como a prática de desmamar os leitões em idade precoce e colocá-los em uma creche que é fisicamente isolada do rebanho reprodutivo. Esses mesmos autores verificaram que os leitões desmamados com 12 dias de idade e segregados, eram 12,5% e 8% mais pesados, aos 56 dias de idade, que os leitões desmamados aos 12 e 21 dias sem segregação, respectivamente. Entre os desmamados convencionalmente, aos 12 dias eram mais leves que os de 21 dias.

O desmame precoce segregado é praticado comercialmente como forma de prevenir a transmissão vertical de patógenos, particularmente aqueles associados às pneumonias, dos animais mais velhos para os desmamados. Os resultados indicam claramente que a resposta ao desmame segregado pode ocorrer quando doenças respiratórias e gastrintestinais estão ausentes. Se o benefício está relacionado à exposição de patógenos, então os patógenos mais comuns, encontrados na maioria das unidades de produção, estão envolvidos. Observam-se mudanças significativas na população microbiana comensal do intestino dos leitões submetidos a essa prática sendo que, essas modificações podem contribuir para o avanço no desenvolvimento intestinal (Fangman et al., 1996).

2.9. Complexidade da dieta

Outro fator importante da produção é a interação existente entre o animal e a microbiota existente no trato digestivo, pois, quando a composição da dieta é alterada, altera-se também a composição da microbiota intestinal (Pluske, 1997). Assim, torna-se necessária a utilização de alimentos que promovam o crescimento das populações de organismos benéficos, em detrimento da diminuição da população de organismos causadores de doenças.

Vários autores têm estudado alternativas para melhorar as características das dietas fornecidas na fase inicial de crescimento pós-desmame (Mahan & Newton, 1993; Mascarenhas et al., 1999; Trindade Neto et al., 2003).

Em geral, o aumento na complexidade da dieta aumenta a ingestão diária, o que resulta em maior ganho de peso diário, do desmame até os 7 kg de peso corporal. Entretanto, a complexidade não estimula a ingestão diária no período que vai dos 7 aos 18,9 kg de peso corporal. Isso ilustra que o efeito da complexidade da dieta no estímulo do consumo é mais pronunciado no período imediato ao desmame precoce. Esses dados indicam que a complexidade da dieta é crítica para a 1ª semana após o desmame, porém, a complexidade pode ser reduzida mais rapidamente, sem prejudicar o desempenho dos leitões. Dietas sem produtos de leite podem ser fornecidas com três a cinco semanas após o desmame, sem redução no desempenho de crescimento (Dritz et al., 1996).

Himmelberg et al. (1985) sugeriram que os leitões desmamados, com três semanas de idade e alimentados com dieta inicial complexa, cresceram mais rápido, consumiam mais ração e mostravam uma melhoria na conversão alimentar, quando comparados com aqueles alimentados com dieta simples. Os leitões alimentados com dieta complexa por um período de 24 dias após o desmame, ganharam peso mais rápido e melhoraram a conversão alimentar, quando comparados com aqueles que receberam dietas complexas por apenas 10 dias após o desmame. Baseado nesses resultados, os autores concluíram que as dietas complexas devem ser fornecidas aos leitões desmamados com 25 três semanas de idade e por mais de 10 dias, para obterem desempenho máximo. Porém, para leitões desmamados com quatro semanas de idade, não houve vantagem no fornecimento de dietas complexas por mais de 10 dias após o desmame.

Os mesmos autores relataram que o ganho de peso diário aumentava linearmente com a extensão de tempo do fornecimento de dietas complexas, para os leitões com peso corporal de 5 kg ao desmame, mas não para aqueles com mais de 6,6 kg. Então, o peso ao desmame deve ser usado como um critério para minimizar o tempo que a dieta complexa deve ser fornecida aos leitões, precocemente desmamados. Parece que os leitões mais pesados ao desmame, com três semanas de idade, são menos dependentes das dietas complexas para maximizar o consumo diário de ração.

A ausência de resposta compensatória, na fase de recria e terminação, nesses leitões mais leves ao desmame e alimentados com dietas simples na creche, justifica o uso de dietas complexas na creche. A vantagem de ganho no final da fase de creche, sustentada pela dieta complexa inicialmente fornecida, era mantida ao longo da fase de recria e terminação. A

justificativa econômica do fornecimento de dietas complexas aos leitões desmamados precocemente deve ser avaliada por cada suinocultor, individualmente. Há nítida vantagem no ganho diário de peso para os leitões alimentados com dietas complexas. A vantagem deve ser pesada contra o custo adicional dessas dietas. Vantagens como aumento no ganho de peso, redução nos dias para atingir o peso de abate e vantagens de manejo, devem ser comparadas com o custo econômico adicional. Se justificar, as dietas complexas servem como valiosa ferramenta de manejo na produção de suínos (Himmelberg et al., 1985).

Mahan (1993) também relatou que os leitões de menores pesos dentro do grupo de desmame, possuem desempenho mais pobre durante os períodos de creche, recria e terminação, que os mais pesados e levam mais tempo para atingirem o peso de abate. Por isso, sugeriu que os leitões mais leves precisam de vantagens fornecidas pelos componentes da dieta da fase 1, por um período mais longo do que os mais pesados. Dessa forma, o fornecimento de ração da fase 1, por duas ou três semanas após o desmame, resulta em redução no tempo de alimentação de aproximadamente três dias, para alcançar os 105 kg de peso vivo, comparado com os leitões alimentados 26 com essa dieta por apenas uma semana.

O ganho era maior durante a recria-terminação e do desmame-105kg, quando a dieta de fase 1 tinha sido fornecida por duas ou três semanas. A eficiência alimentar foi aumentada, durante os períodos de creche, recria-terminação e no período total do desmame-105kg, quando a dieta de fase 1 era fornecida por 2 ou 3 semanas. Esses resultados sugerem que o fornecimento da dieta de fase 1 acarretam em benefícios durante o período de creche e o efeito subsequente de ganho de peso e eficiência alimentar parecem continuar ao longo da recria-terminação

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e instalações

Foram utilizados 576 leitões em três experimentos na Granja Paraíso da Agrocerec Multimix[®] localizada no município de Patos de Minas-MG rodovia BR 365 km 429, no período setembro de 2012 a janeiro de 2013.

Os animais foram mantidos em três salas de alvenaria contendo 8 baias cada, coberto com telha de cerâmica, com pé direito de 2,80 metros e laterais protegidas por tela e cortinas plásticas. Cada baia possuía uma área de 4,84 m² com piso semi-ripado, o que proporciona uma área de 0,65 m²/animal, bebedouro tipo chupeta e comedouro tipo basculante (20 x 110

cm). Essas instalações foram limpas, porém, não desinfetadas, mas que passaram por período de vazio sanitário.

A temperatura da sala foi monitorada durante todo período experimental, por meio de termômetro de máxima e mínima instalado no centro do galpão, e a conferência diária da temperatura foi feita sempre às 7 horas da manhã.

3.2. Animais e delineamento experimental

Em cada experimento foram utilizados 192 leitões machos castrados oriundos da própria granja, de linhagem comercial fêmea Camborough 25 e macho AGPIC 337 da Agrocere PIC[®], distribuídos em delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro tratamentos, seis repetições e oito leitões por unidade experimental, totalizando 48 leitões por tratamento. Os blocos foram formados para controlar diferenças iniciais de peso.

3.3. Dietas experimentais, planos nutricionais e manejo alimentar

Foram avaliadas quatro sequências de níveis de lactose em três idades de desmame distintos 18, 21 e 24 dias.

Os tratamentos consistiram em quatro teores de lactose por período, de acordo com a idade dos animais: fase pré-inicial II (do desmame aos 35 dias de idade), onde as dietas diferenciaram apenas nos níveis de lactose (LAC=0,0%, LAC=5,0%, LAC=10% e LAC=15%), e fase inicial I (entre 36 e 49 dias de idade), que tiveram os níveis de lactose reduzidos à metade (LAC=0,0%, LAC= 2,5%, LAC= 5,0% e LAC= 7,5%) respectivamente.

As dietas experimentais foram formuladas a base de milho e farelo de soja e suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos industriais para atender as exigências nutricionais dos animais nas devidas fases, de acordo com as recomendações contidas em Rostagno et al. (2011). As dietas foram isoenergéticas e isoaminoacídicas, sendo que os níveis de lactose foram obtidos através da adição de soro de leite. Ração e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental, sendo o trato feito duas vezes ao dia (8:00 e 16:00 horas).

As composições centesimais e nutricionais das dietas estão apresentadas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais para leitões do desmame aos 35 dias

	TRATAMENTOS			
	LAC-0	LAC-5	LAC-10	LAC-15
Milho	45,060	38,193	31,321	24,480
Concentrado Proteico de Soja 60%	6,090	6,280	6,470	6,660
Farelo de Soja	12,000	12,000	12,000	12,000
Farelo de Bolacha	7,000	7,000	7,000	7,000
Plasma Bovino Desidratado	4,000	4,000	4,000	4,000
Soro de Leite	0,00	6,950	13,890	20,830
Açúcar	5,000	5,000	5,000	5,000
Núcleo Pré 1	10,000	10,000	10,000	10,000
Flavorizante 2	4,000	4,000	4,000	4,000
Suplemento Energético 3	4,000	4,000	4,000	4,000
Adsorvente 4	0,300	0,300	0,300	0,300
Óleo de Soja Degomado	1,990	1,776	1,572	1,350
DL-Metionina	0,080	0,076	0,074	0,070
L-Lisina	0,260	0,225	0,195	0,150
L-Treonina	0,130	0,115	0,095	0,080
L-Triptofano	0,090	0,085	0,083	0,080
TOTAL kg	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada				
Energia Metabolizável, kcal/kg	3,450	3,450	3,450	3,450
Proteína Bruta, %	18,49	18,66	18,82	18,99
Cálcio, %	0,85	0,84	0,83	0,82
Fósforo Total, %	0,68	0,68	0,67	0,67
Fósforo Disponível, %	0,63	0,63	0,62	0,62
Sódio, %	0,50	0,51	0,52	0,52
Lisina Digestível, %	1,48	1,48	1,48	1,48
Metionina Digestível, %	0,62	0,62	0,62	0,62
Treonina Digestível, %	0,94	0,94	0,94	0,94
Triptofano Digestível, %	0,23	0,23	0,23	0,23

Lactose Total, %	0,00	5,00	10,00	15,00
Gordura, %	6,29	6,07	5,85	5,63
Fibra Bruta, %	2,69	2,62	2,55	2,48

Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A – 4.000 U.I.; Vit. D3 – 220 U.I.; Vit. E – 22 mg; Vit. K – 0,5 mg; Vit B2 – 3,75 mg; Vit. B12 – 20 mcg; Colistina – 40 mg; Pantotenato de cálcio – 12 mg; Niacina – 20 mg; Colina – 60 mg; Iodo – 140 µg; Selênio – 300 µg; Manganês – 10 mg; Zinco – 100 mg; Cobre – 10 mg; Ferro – 99 mg. Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por ROSTAGNO et al. (2011).

Tabela 2. Composição nutricional e centesimal das dietas experimentais para leitões dos 36 aos 49 dias

	TRATAMENTOS			
	LAC-0	LAC-2,5	LAC-5,0	LAC-7,5
Milho	48,590	45,156	41,712	38,291
Farelo de Soja	23,840	23,867	23,894	23,920
Bolacha	7,000	7,000	7,000	7,000
Plasma	2,000	2,000	2,000	2,000
Soro de Leite	0,000	3,475	6,950	10,425
Açúcar	2,000	2,000	2,000	2,000
Núcleo Inicial I 1	10,000	10,000	10,000	10,000
Flavorizante 2	2,000	2,000	2,000	2,000
Suplemento Energético 3	3,000	3,000	3,000	3,000
Adsorvente 4	0,300	0,300	0,300	0,300
Óleo de Soja Degomado	0,910	0,874	0,837	0,800
DL-Metionina	0,050	0,051	0,053	0,054
L-Lisina	0,210	0,190	0,175	0,150
L-Treonina	0,090	0,080	0,075	0,060
L-Triptofano	0,010	0,007	0,004	-
TOTAL kg	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada				
Energia Metabolizável, kcal/kg	3.380	3.380	3.380	3.380
Proteína Bruta, %	19,10	19,19	19,27	19,36
Cálcio, %	0,73	0,72	0,72	0,71
Fósforo Total, %	0,55	0,55	0,54	0,54
Fósforo Disponível, %	0,52	0,52	0,52	0,52
Sódio, %	0,35	0,35	0,36	0,36

Lisina Digestível, %	1,33	1,33	1,33	1,33
Metionina Digestível, %	0,52	0,52	0,52	0,52
Met + Cis Digestível, %	0,77	0,77	0,77	0,77
Treonina Digestível, %	0,85	0,85	0,85	0,85
Triptofano Digestível, %	0,22	0,22	0,22	0,22
Lactose Total, %	0,00	2,50	5,00	7,50
Gordura, %	5,02	4,90	4,77	4,65
Fibra Bruta, %	3,07	3,02	2,96	2,91

Níveis de garantia por kg de ração: Vit. A – 4.000 U.I.; Vit. D3 – 220 U.I.; Vit. E – 22 mg; Vit. K – 0,5 mg; Vit B2 – 3,75 mg; Vit. B12 – 20 mcg; Colistina – 40 mg; Pantotenato de cálcio – 12 mg; Niacina – 20 mg; Colina – 60 mg; Iodo – 140 µg; Selênio – 300 µg; Manganês – 10 mg; Zinco – 100 mg; Cobre – 10 mg; Ferro – 99 mg. Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por ROSTAGNO et al. (2011).

3.4. Avaliação de desempenho

Os animais foram pesados no início, aos 35 dias e no final do experimento. Toda a ração fornecida foi pesada e colocada em sacos em frente às baias e a coleta das sobras foi feita duas vezes ao dia no período da manhã e da tarde e pesadas para determinação do consumo diário de ração (CDR).

3.5. Dosagem de ureia e haptoglobina

No 49º dia de idade, no período da manhã, foram separados dois animais de cada baia, aqueles que representavam o peso médio da baia, esses leitões foram contidos e retirado 10 ml de sangue da veia jugular para mensuração do teor de ureia sanguínea e haptoglobina. Após a coleta o sangue foi centrifugado (CENTRIBIO 80-2B) durante 10 minutos com 4000 rpm, para a obtenção do soro. As amostras foram mantidas sob refrigeração e encaminhadas para o laboratório de análises clínica do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

A análise de nitrogênio ureico plasmático (NUP) foi realizada por meio de método enzimático por Kit específico (Synermed[®]) no aparelho Cobas Mira[®] (Roche Products), e as concentrações sorológicas da haptoglobina foram determinadas por ensaio de nefelometria através do kit comercial N Antisera to Human Transferrin and Haptoglobin (Siemens[®]), sendo que a sensibilidade foi determinada como 8 mg/dL de haptoglobina.

3.6. Morfologia intestinal

Para a confecção das lâminas e análises da altura de vilosidades intestinais e da profundidade de cripta, 72 leitões (o de peso médio de cada repetição) foram abatidos aos 49

dias, sendo um animal por unidade experimental. O número de leitões abatidos utilizados no experimento foi o menor possível de forma a assegurar precisão nas análises estatísticas e atender aos Princípios Éticos da Experimentação Animal do COBEA de 1991 e à Lei 6.638 de maio de 1979 que está relacionada às Normas Para Prática Didático-Científica da Vivisseção de Animais. O abate ocorreu por meio de secção da veia jugular.

Amostras da porção do jejuno de aproximadamente 4 cm de comprimento, e a 1,68 m do estômago, foram coletadas de cada animal, abertas pela borda mesentérica, lavadas, estendidas pela túnica serosa e fixadas em solução de Bouin, em frascos de plástico opaco, devidamente identificados para posterior processamento.

Depois de 24 horas na solução fixadora de Bouin, as amostras foram lavadas em álcool etílico a 70%, e posteriormente desidratadas em série crescente de alcoóis. Após desidratação, foram recortadas, diafanizadas em benzol e incluídas em parafina, de modo a se obter cortes longitudinais da mucosa intestinal.

Em cada lâmina histológica, foram colocados seis cortes semi-seriados com 5 mm de espessura, sendo que entre um corte e o subsequente foram desprezados seis cortes. Os cortes foram corados segundo as técnicas da hematoxilina de Harris-eosina. Com as lâminas prontas, foram efetuadas 30 medidas de altura de vilosidades (micra) e 30 de profundidade de cripta (micra) para o segmento do duodeno coletado.

As medidas de vilosidades foram tomadas a partir da região basal, que coincide com a porção superior das criptas, percorrendo-a longitudinalmente até seu ápice, e as criptas, da sua base até a região de transição cripta-vilo. A análise morfométrica do intestino delgado foi realizada em um sistema analisador de imagens da KONTRON ELEKTRONIK (Vídeo Plan) por meio de microscopia de luz, com aumento de 230 vezes.

3.7. Peso do fígado

Para determinação do peso do fígado, foram retirados e pesados o fígado de cada animal, com objetivo de determinar o peso absoluto e relativo do órgão. O peso absoluto foi determinado fazendo a leitura em uma balança da marca filizola® modelo BPS 15 e o peso relativo foi obtido dividindo o peso do órgão pelo peso do animal.

3.8. Análise estatística

Do desmame aos 35 dias de idade, utilizou-se a análise de regressão, enquanto que os dados de desempenho aos 49 dias, da dosagem de ureia e haptoglobina no soro sanguíneo, da

morfologia intestinal e do fígado de cada experimento foram submetidos à análise de variância utilizando o pacote computacional Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG (UFV, 2000). Os efeitos das sequências dos níveis de lactose foram obtidos pelo Dunnett a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das temperaturas máximas no interior das salas de creche manteve-se entre $29,0 \pm 1,8$; $30,0 \pm 2,8$ e $30,5 \pm 2,0$ enquanto que a média das temperaturas mínimas foram de $24,2 \pm 1,9$; $26,0 \pm 2,0$ e $25,0 \pm 1,5$ respectivamente para cada experimento. Portanto as diferenças entre os tratamentos obtidas no presente estudo não podem ser atribuídas à temperatura.

4.1. Desempenho

Os resultados relativos ao desempenho dos leitões submetidos aos tratamentos em cada período encontram-se apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Observou-se efeito linear para PF, CRMD e GPMD aos 35 dias de idade nos leitões desmamados em todas as idades avaliadas, em função do aumento da inclusão de lactose nas dietas. Já a CA apresentou efeito linear apenas nos leitões desmamados aos 18 e 21 dias.

Nos leitões desmamados aos 18 dias, a inclusão de 15% de lactose na dieta proporcionou melhoria de 43,87% no GPMD, 32,18% no CRMD e 20,71% na CA em relação ao tratamento com 0,0% de lactose.

Tabela 3. Pesos iniciais (PI) e finais (PF), consumo de ração médio diário (CRMD), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) aos 35 dias em função dos níveis lactose em diferentes idades de desmame

Variáveis	Teores de Lactose (%)				CV (%)	Probabilidade	
	0,0	5,0	10	15		Linear	Quadrático
<i>Desmame aos 18 dias</i>							
PI (kg)	5,56	5,57	5,63	5,51	3,74		
PF (kg) ⁽¹⁾	7,44	7,58	8,72	8,85	5,99	0,00002	*
CRMD (g) ⁽²⁾	177	208	250	261	8,90	0,00000	*
GPMD (g) ⁽³⁾	110	118	182	196	14,30	0,00000	*
CA (g/g) ⁽⁴⁾	1,69	1,84	1,38	1,34	14,92	0,00320	*

<i>Desmame aos 21 dias</i>							
PI (kg)	7,24	7,27	7,29	7,29	1,90		
PF (kg) ⁽¹⁾	8,92	9,24	10,03	10,29	5,99	0,00006	*
CRMD (g) ⁽²⁾	201	264	299	306	8,90	0,00009	*
GPMD (g) ⁽³⁾	119	141	196	214	14,30	0,00003	*
CA (g/g) ⁽⁴⁾	1,75	1,85	1,54	1,47	14,92	0,00511	*
<i>Desmame aos 24 dias</i>							
PI (kg)	7,98	7,95	7,94	7,95	0,96		
PF (kg) ⁽¹⁾	9,08	9,27	9,46	9,67	3,44	0,01051	*
CRMD (g) ⁽²⁾	146	165	185	207	22,28	0,00676	*
GPMD (g) ⁽³⁾	100	120	139	156	12,33	0,00051	*
CA (g/g)	1,67	1,42	1,34	1,34	24,92	0,19064	*
<i>Desmame aos 18 dias</i>							
(1) Efeito Linear (p = 0,494): $y = 7,34015 + 0,107592x$ ($R^2 = 0,88$)							
(2) Efeito Linear (p = 0,0001): $y = 0,103480 + 0,00643722x$ ($R^2 = 0,96$)							
(3) Efeito Linear (p = 0,0007): $y = 0,179832 + 0,00588431x$ ($R^2 = 0,90$)							
(4) Efeito Linear (p = 0,0052): $y = 1,78837 - 0,0298688x$ ($R^2 = 0,64$)							
<i>Desmame aos 21 dias</i>							
(1) Efeito Linear (p = 0,0320): $y = 8,68723 + 0,116577x$ ($R^2 = 0,96$)							
(2) Efeito Linear (p = 0,0002): $y = 0,210916 + 0,00737002x$ ($R^2 = 0,89$)							
(3) Efeito Linear (p = 0,0000): $y = 0,114439 + 0,00713232x$ ($R^2 = 0,96$)							
(4) Efeito Linear (p = 0,0105): $y = 1,181349 - 0,0232731x$ ($R^2 = 0,76$)							
<i>Desmame aos 24 dias</i>							
(1) Efeito Linear (p = 0,2162): $y = 9,22639 + 0,314815x$ ($R^2 = 1,0$)							
(2) Efeito Linear (p = 0,0000): $y = 0,145490 + 0,00422180x$ ($R^2 = 1,0$)							
(3) Efeito Linear (p = 0,0009): $y = 0,0996313 + 0,00372264x$ ($R^2 = 1,0$)							

*(P>0,05).

Mahan et al. (2004) avaliando níveis de lactose de 10 a 35% nas duas primeiras semanas pós-desmame sobre o desempenho de leitões desmamados aos 19 dias de idade observaram que houve um aumento linear no GPMD na primeira e na segunda semana pós-desmame, e

que, embora o CRMD nas duas primeiras semanas não tenha diferido entre os tratamentos, a CA diminuiu linearmente apenas nos sete primeiros dias após o desmame e não no período subsequente.

Nessmith et al. (1997) avaliaram as inter-relações entre lactose cristalina (0,0; 20,0% e 40,0%) e farelo de soja (0,0% e 20,0%) na dieta de leitões desmamados aos 19 dias de idade e observaram que até os 14 dias pós-desmame o GPMD e CRMD aumentaram com o aumento dos níveis de lactose das dietas que continham farelo de soja.

Cronwell (2008) avaliaram o efeito de diferentes níveis de lactose da segunda à quarta semana pós-desmame na dieta de leitões desmamados entre 15 e 20 dias de idade e observou que, nas semanas 2 e 3 a inclusão de níveis de lactose aumentou linearmente o GPMD e o CRMD sem afetar a CA, atingindo um platô com o nível de 7,5% durante a terceira semana, este nível resultou em aumento de 350g no peso corporal dos animais e um adicional de 240g foi mantido por 14 dias quando os animais foram alimentados com uma dieta comum.

Nos leitões desmamados aos 21 dias, foram observados ganhos de 44,39% no GPMD, 34,31% no CRMD e 16% na CA. Bertol et al. (2000), testando quatro níveis de inclusão de lactose (0, 7, 14 e 21%) em dietas pré-iniciais de leitões desmamados aos 21 dias de idade, observaram que aos 35 dias de idade, o ganho de peso diário, consumo de ração diário e conversão alimentar melhoraram linearmente em consequência do aumento dos níveis de lactose.

Entretanto, Molino et al. (2011) avaliando quatro níveis de inclusão de lactose (0, 4, 8, 12%) em leitões desmamados aos 21 dias de idade, observaram que não houve efeito dos níveis de lactose sobre as variáveis de desempenho aos 35 dias. Porém, apesar de não ter sido observado diferença estatística, observou-se que em valores absolutos, os animais com tratamento com 0% de lactose apresentaram desempenho inferior aos animais alimentados com rações contendo lactose, que foram de 21% para GPMD e 19,2% para CRMD, sendo que os leitões que receberam o tratamento com 12% de lactose obtiveram o melhor valor absoluto de CA e GPMD.

Os leitões desmamados aos 24 dias apresentaram valores de 35,90% no GPMD, 32,18% no CRMD e 29,46% na CA melhores em relação aos que receberam dieta isenta de lactose. Gahan et al. (2008) avaliaram a interação entre níveis de lactose (0,6%; 15,0% e 25%) e extrato de alga (0,0%; 0,01%; 0,02% e 0,04%) em dietas para leitões desmamados aos 24 dias de idade nas três primeiras semanas pós desmame e observaram que na segunda semana pós desmame houve aumento no GPMD dos suínos com o aumento dos níveis de lactose (273g x 343g x 368g) e nos sete dias subsequentes houve efeito quadrático sobre o GPMD

com o aumento dos níveis de lactose na dieta (438g x 508g x 495g). Estes mesmos autores observaram que para CRMD houve um efeito quadrático na segunda semana pós-desmame (455g x 530g x 525g) e durante a fase total do experimento (474g x 532 x 539).

O aumento observado no GPMD no presente experimento se deve ao aumento do CRMD dos animais. A lactose é uma espécie de palatilizante que estimula o consumo de ração (Bertol et al., 2000), além disto ela mantém a integridade da mucosa do intestino delgado (Pluske et al., 1996) e melhora a saúde intestinal (Williams et al., 2001), estes conjunto de fatores também contribuem para o aumento do GPMD dos animais alimentados com dieta contendo lactose.

As melhores conversões alimentar nos tratamentos com a inclusão de 15% de lactose pode ter-se dado pelo menor dispêndio de energia pelo animal para a construção do sistema imune, já que a lactose proporciona aos animais uma melhor condição imunitária.

O intestino de leitões jovens não conseguem adaptar o transporte de monossacarídeos aos desafios qualitativos e quantitativos das dietas a base de milho e soja (Vega et al., 1992), pois o trato gastrintestinal destes animais e secreções enzimáticas ainda estão imaturos. Quando os leitões são alimentados com uma fonte de lactose observa-se melhor atividade da amilase, quimotripsina e tripsina intestinais (Owsley et al., 1986), com isto podem melhorar a hidrólise da fração protéica e dos carboidratos da dieta resultando em um melhor aproveitamento dos nutrientes e conseqüentemente melhor CA (Tse et al., 2010).

A lactose é um substrato para *Lactobacillus* spp. que estão presentes abundantemente no intestino de leitões recém-desmamados, eles rapidamente convertem a lactose em ácido láctico e ácidos graxos de cadeia curta através da fermentação intestinal no intestino grosso (Pierce et al., 2006), o que pode ter contribuído de modo positivo na CA dos suínos desmamados dos 18 aos 21 dias com dietas que continham lactose.

Os planos nutricionais aos 49 dias de idade foram delineados com base na inclusão de lactose nos períodos do desmame aos 35 dias de idade (0,0; 5,0; 10,0 e 15,0%) e dos 36 aos 49 dias de idade (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5%). Os quatro planos nutricionais foram então compostos pelas inclusões de lactose de 0,0:0,0%; 5,0:2,5%; 10,0:5,0% e 15,0:7,5%.

Tabela 4. Pesos iniciais (PI) e finais (PF), consumo de ração médio diário (CRMD), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) aos 49 dias em função dos níveis lactose em diferentes idades de desmame

Variáveis	Teores de Lactose (%)				CV (%)	Valor-P*
	0,0:0,0	5,0:2,5	10:5,0	15:7,5		
<hr/>						

<i>Desmame aos 18 dias</i>						
PI (kg)	5,56	5,57	5,63	5,51	3,74	
PF (kg) ⁽¹⁾	14,41a	15,28b	15,21b	16,13b	3,95	P=0,00186
CRMD (g) ⁽²⁾	366a	402a	407b	456b	6,96	P=0,00070
GPMD (g) ⁽³⁾	280a	313a	309a	342b	7,28	P=0,00541
CA (g/g) ⁽⁴⁾	1,28	1,28	1,32	1,33	6,16	P>0,05
<i>Desmame aos 21 dias</i>						
PI (kg)	7,24	7,27	7,29	7,29	1,90	
PF (kg)	14,87a	15,22a	15,54a	16,36b	3,91	P=0,00984
CRMD (g)	399a	439a	460b	482b	6,04	P=0,00223
GPMD (g)	272a	284a	294a	324b	7,21	P=0,01067
CA (g/g)	1,47	1,54	1,56	1,49	5,04	P=0,21262
<i>Desmame aos 24 dias</i>						
PI (kg)	7,98	7,95	7,94	7,95	0,96	
PF (kg)	15,08	14,96	14,85	14,98	4,14	P>0,05
CRMD (g)	418	451	436	461	7,78	P=0,26908
GPMD (g)	284	280	277	281	8,80	P>0,05
CA (g/g)	1,47	1,61	1,58	1,65	7,10	P=0,12169

Médias nas mesmas linhas seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste DUNNETT a 5,0%.

Nos animais desmamados aos 18 dias de idade, o PF de todos os tratamentos contendo lactose foram melhores estatisticamente em relação ao tratamento sem lactose (P=0,00186), tendo melhora de até 10,66% nos animais do tratamento com inclusão de 15,0:7,5% de lactose. O CRMD foi maior dos animais que receberam os tratamentos contendo 10:5,0 e 15:7,5% de lactose (P=0,00070) em relação aos animais que receberam dietas isentas de lactose, sendo que foi superior 19,74 e 10,07% respectivamente. Já o GPMD foi superior somente nos animais que receberam o tratamento com 15:7,5% de lactose em relação aos animais que receberam dietas sem lactose (P=0,00541), com aumento de 18,13%.

Em relação ao desmame aos 21 dias de idade, o PF dos animais diferiu estatisticamente somente nos que receberam dieta com 15,0:7,5% de lactose (P=0,00984), melhorando em 9,11% o PF. O CRMD foi melhor estatisticamente nos animais que se alimentaram com

rações contendo 10,0:5,0 e 15,0:7,5 % de lactose ($P < 0,05$), apresentando melhora de 13,26% e 17,22% respectivamente, em relação aos que receberam dieta com 0,0:0,0% de lactose. O GPMD apresentou melhora significativa de 16,05% nos animais que receberam ração contendo 15,0:7,5% de lactose ($P = 0,01067$).

Já os leitões desmamados aos 24 dias de idade não apresentaram diferença significativa nas variáveis de desempenho aos 49 dias ($P > 0,05$). Não foram observadas diferenças estatísticas quanto à CA ($P > 0,05$) em função dos níveis de lactose em nenhuma idade avaliada.

Segundo Mahan et al. (2004) o nível de lactose para atingir o desempenho máximo em leitões decresce com o aumento da idade e peso corporal dos animais, provavelmente porque o trato digestivo de suínos estará mais desenvolvido e as enzimas necessárias para realizar a digestão de alimentos mais complexos estarão sendo secretadas para realizar a hidrólise dos mesmos.

A recomendação para inclusão de lactose em dietas para leitões desmamados entre 18 e 21 dias de idade varia de 12% a 35%, sendo a recomendação feita por Bertol et al. (1999) é de 12% a 14%.

4.2. Ureia Sérica

Os resultados relativos às concentrações de ureia sérica em função dos níveis de lactose são demonstrados na tabela 5.

Tabela 5. Concentrações de ureia sérica (US) em função dos níveis lactose em diferentes idades de desmame

Planos nutricionais	Tratamento				CV	Valor-P*
	0,0:0,0%	5:2,5%	10:5,0%	15:7,5%		
<i>Desmame aos 18 dias</i>						
US (mL/dL)	17,67	18,55	13,83	21,24	38,13	P=0,41455
<i>Desmame aos 21 dias</i>						
US (mL/dL)	19,50a	25,33a	23,00a	38,83b	36,96	P=0,02042
<i>Desmame aos 24 dias</i>						
US (mL/dL)	20,18	18,67	19,17	19,40	25,76	P>0,05

Médias nas mesmas linhas seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Dunnet a 5%.

Houve diferença estatística apenas na avaliação dos leitões desmamados aos 21 dias de idade, onde os animais que receberam ração contendo 15:7,5% de lactose apresentaram maiores concentrações de ureia sérica ($P=0,02042$) quando comparados aos que receberam ração isenta de lactose.

Avaliando os efeitos da substituição parcial do farelo de soja por hidrolisado proteico do conteúdo celular de levedura, proteína isolada de soja e da mucosa intestinal de suínos em dietas com leite em pó integral com redução dos níveis de lactose, Scandolera et al. (2008) observaram que após o desmame aos 21 dias de idade não verificaram efeito ($P>0,05$) das rações sobre os níveis de ureia.

4.3. Haptoglobina

Os resultados relativos à haptoglobina em função dos níveis de lactose em diferentes idades de desmame são demonstrados na tabela 6.

Tabela 6. Haptoglobina em função dos níveis lactose em diferentes idades de desmame

Planos nutricionais	Tratamento				CV	Valor-P*
	0,0:0,0%	5:2,5%	10:5,0%	15:7,5%		
<i>Desmame aos 18 dias</i>						
Haptoglobina (g L ⁻¹)	0,46	0,48	0,46	0,44	12,73	P>0,05
<i>Desmame aos 21 dias</i>						
Haptoglobina (g L ⁻¹)	0,55a	0,50a	0,55a	0,47b	8,62	P=0,01950
<i>Desmame aos 24 dias</i>						
Haptoglobina (g L ⁻¹)	0,49	0,51	0,55	8,38	8,62	P=0,14730

Médias nas mesmas linhas seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Dunnet a 5%.

Foi observada diferença estatística apenas nos leitões desmamados aos 21 dias de idade, onde os animais que receberam ração contendo 15:7,5% de lactose apresentaram menor ativação do sistema imune ($P=0,0195$) quando comparados aos que receberam ração isenta de lactose. Entretanto, não foi observada diferença nos valores de haptoglobina para as demais idades ($P>0,05$).

Como os experimentos ocorreram em períodos distintos, apesar dos leitões terem sido criados em instalações limpas, pode ser que tenha tido alguma contaminação em dado momento desse período, dessa forma, a ativação do sistema imune dos animais que receberam rações com maiores níveis de lactose foi mais amenizada.

4.4. Microvilosidades Intestinais

Os resultados referentes à microestrutura intestinal encontram-se apresentados na Tabela 7.

Somente os animais desmamados aos 18 dias e que receberam rações 15:7,5% de lactose diferiram estatisticamente do tratamento controle, obtendo maiores medidas de vilosidades ($P=0,00034$).

Durante o desmame, a composição da dieta dos leitões muda drasticamente, uma vez que o leite da porca é substituído por uma dieta com maior nível de matéria seca, composta por carboidratos como as principais fontes de energia, com a substituição da lactose pelo amido (Spreeuwenberg et al., 2003). Desse modo, a menor idade ao desmame juntamente com essa transição foi acompanhada por um período de menor ingestão de alimentos que resultou em redução da altura das vilosidades (Puskle et al., 1996; Verdonk et al., 2001). Assim, com a redução da idade ao desmame, os leitões podem sofrer choques fisiológicos, mudanças físicas na mucosa intestinal, alterações na dieta e imaturidade imunológica, o que pode agravar os distúrbios digestivos (Robles, 1993; Whittemore, 1993).

Tabela 7. Altura de vilosidade (AV), profundidade de cripta (PC) e relação altura de vilosidade/ profundidade de cripta (AV/PC) do jejuno de leitões aos 49 dias de idade

Planos nutricionais	Tratamento				CV	Valor-P*
	0,0:0,0%	5:2,5%	10:5,0%	15:7,5%		
<i>Desmame aos 18 dias</i>						
AV	353,32a	351,37a	346,47a	389,29b	2,94	$P=0,00034$
PC	195,93	190,07	195,57	210,51	5,76	$P=0,12800$
AV/PC	1,86	1,89	1,82	1,86	7,25	$P>0,05$
<i>Desmame aos 21 dias</i>						
AV	337,00	342,60	359,63	374,12	8,50	$P=0,17382$

PC	187,85	193,38	201,73	205,92	7,45	P=0,18308
AV/PC	1,82	1,78	1,80	1,85	8,00	P>0,05
<i>Desmame aos 24 dias</i>						
AV	349,30	346,64	351,04	338,93	3,93	P>0,05
PC	171,05	176,88	185,68	170,51	5,23	P=0,05847
AV/PC	2,07	1,98	1,93	2,03	4,52	P=0,11549

Médias nas mesmas linhas seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Dunnet a 5%.

Entretanto, os animais desmamados aos 21 e 24 dias não apresentaram diferença significativa em relação à altura AV ($P>0,05$). A profundidade de cripta e relação altura de vilosidade/profundidade de cripta do jejuno aos 49 dias de idade não foram influenciados por nenhum dos planos nutricionais estudados em nenhuma idade de desmame ($P>0,05$).

De acordo com Cline (1992), os leitões nascem com o trato gastrointestinal relativamente imaturo, mas conseguem digerir eficientemente os nutrientes presentes no leite. No desmame, com as mudanças morfológicas no intestino, e a digestão é aparentemente comprometida; entretanto, os animais recuperam-se rapidamente, graças aos processos normais de maturação e indução da produção enzimática em resposta aos componentes da dieta. Neste caso, com a idade mais avançada ao desmame, os leitões abatidos com 49 dias teriam mais tempo para recuperação da estrutura da parede intestinal.

Portanto, fatores como idade ao desmame e composição das dietas fornecidas (Junqueira, 1991; Cole, 1997) devem ser considerados, porque interferem na capacidade digestiva e absorptiva dos leitões.

4.5. Peso do fígado

Os resultados relativos ao peso do fígado em função dos níveis de lactose em diferentes idades de desmame estão apresentados na tabela 8.

Houve aumento de 14,36% do peso absoluto do fígado dos animais que receberam o tratamento com 15:7,5% de lactose ($P=0,01001$), quando estes foram desmamados aos 18 dias de idade, e de 27,85% dos que receberam ração contendo 10:5,0% de lactose ($P=0,01594$) e que foram desmamados aos 21 dias. O aumento do peso do fígado pode ter ocorrido devido ao aumento do peso dos leitões e, conseqüentemente, peso da carcaça. Estes valores sugerem que o conteúdo de lactose melhorou a taxa de crescimento dos animais.

Tabela 8. Peso absoluto do fígado (PAF) e peso relativo do fígado (PRF) em função dos níveis lactose em diferentes idades de desmame

Planos nutricionais	Tratamento				CV	Valor-P*
	0,0:0,0%	5:2,5%	10:5,0%	15:7,5%		
<i>Desmame aos 18 dias</i>						
PFA (g)	328a	298a	332a	383b	8,73	P=0,01001
PRF (g)	268	265	251	278	8,22	P=0,31739
<i>Desmame aos 21 dias</i>						
PFA (g)	372a	415a	495b	438a	13,42	P=0,01594
PRF (g)	259	276	307	270	11,08	P=0,08217
<i>Desmame aos 24 dias</i>						
PFA (g)	373	423	332	409	13,72	P=0,04520
PRF (g)	257	260	251	272	9,78	P>0,05

Médias nas mesmas linhas seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Dunnet a 5%.

Ao estudarem o fornecimento de dietas simples e complexas nas fases de maternidade (7 aos 21 dias) e pós-desmame (21 aos 35 dias de idade), Teixeira et al. (2003) verificaram que os tratamentos exerceram influência ($P < 0,05$) sobre o peso relativo e absoluto do fígado aos 35 dias de idade. Os animais alimentados com a dieta complexa basicamente composta por fontes proteicas de origem animal e vegetal tiveram os órgãos mais leves.

Em contrapartida, um estudo realizado por Tse et al. (2010), ao avaliarem os efeitos da utilização de proteína láctea ou zinco sobre o peso de órgãos, evidenciando o fígado, em leitões desmamados aos 21 dias de idade, eles observaram que não houve influência e nem interação entre os tratamentos sobre o peso do fígado ($P > 0,05$) em nenhum dos períodos estudados.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que o plano nutricional a ser utilizado para leitões desmamados aos 18 e aos 21 dias de idade é de 15% de lactose até os 35 dias e de 7,5% dos 36 aos 49 dias de vida, e para leitões desmamados aos 24 dias não é necessária a inclusão de lactose na dieta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMSTRONG, W. D., CLAWSON, A. J. Nutrition and management of early weaned pigs: Effect of increased nutrient concentrations and (or) supplemental liquid feeding. *Journal of Animal Science.*, v.50, p. 377-384, 1980.
- ARTHINGTON, J. A.; WEAVER, E.; CHI, F. The use of concentrated spray dried plasma protein in preweaned and neonatal pig. *American Association of Swine Practitioners*, p.123-124, 1997.
- BACH KNUDSEN, K.E.; JØRGENSEN, H. Intestinal degradation of dietary carbohydrates – from birth to maturity. In: LINDBERG, J.E.; OGLE, B. Digestive Physiology of Pigs: *Proceedings... of the 8th Symposium*. CABI PUBLISHING, 2001. p.109-120.
- BACHINI, F.; BASSINI-CAMERON, A.; CAMERON, L.C. Nutrition, Metabolism and Exercise in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Brazilian Journal Investigating Pathological Morphological Morphometry*, v.22, n.46, p.7-14, 2006.
- BARBOSA, F.F.; FERREIRA, A.S.; GATTAS, G. et al. Níveis de plasma sanguíneo em pó em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.4S, p.1052-1060, 2007.
- BERTOL, T. M. Alimentação dos leitões na creche de acordo com a idade de desmame. Instrução Técnica para o Suinocultor. *Embrapa Suínos e Aves*, Concórdia SC, 1999.
- BERTOL, T.M.; SANTOS FILHO, J.I. LUDKE, J.V. Níveis de suplementação com lactose na dieta de leitões desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.5, p.1387-1393, 2000.
- BLACK, P.H. Stress and the inflammatory response: a review of neurogenic inflammation. *Brain, behavior and immunity*, v.16, n.6, p.622-53, 2002.
- BOEHM, G.; STHAHL, B. Oligosacharides from milk. *Journal of Nutrition*, v.137, n.3, p.847-849, 2007.
- BROWN, J. A.; CLINE, T.R. Urea excretion in the pig: an indicator of protein quality and amino acid requirements. *Journal of Nutrition*, v.104, n.5, p.542-545, 1974.

CARRER, S. *Alimentação biodinâmica na nutrição de leitões*. 2011. Disponível em <<http://www.pecnordeste.com.br/pec2011>>. Acessado em: 16/01/2014.

CARROLL, A. J.; VEUM, T. L.; MATTERI, R. L. Endocrine responses to weaning and changes in post-weaning diet in the young pig. *Domestical Animal Endocrinology.*, v. 15, p. 183-194, 1998.

CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; CROOS, R.F. et al. Effect of age, weaning and post-weaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. *Journal of Animal Science*, v.66, n.5, p.74-84, 1988.

CHAMONE, J.M.A.; MELO, M.T.P.; AROUCA, C.L.C. et al. Fisiologia digestiva de leitões. *Nutritime*, v.7, n.5, p.1353-1363, 2010.

COMA, J.; CARRION, D.; ZIMMERMAN, D.R. Use of plasma urea nitrogen as a rapid responde criterion to determine the lysine requirement of pigs. *Journal of Animal Science*, v.73, n.2, p.472-481, 1995.

CRENSHAW, J.D. *Como estimular o consumo de ração e a imunidade de leitões recém-desmamados*. 2007. Disponível em: <<http://www.porkworld.com.br>> Acessado em: 22/12/2013.

CROMWELL, G. L.; ALEE, G. L.; MAHAN, D. C. Assesment of lactose levels in the mid-to late-nursey phase on performance of weanling pigs. *Journal of Animal Science*, v.86, p.127-133, 2008.

DAYTON, W. R., M. R. Hathaway, and M. E. White. 1995. Effect of medicated early weaning on serum-bone and locally-produced growth factors and on muscle satellite cell responsiveness to growth factors. Research Investment Report, *National Pork Producers Council*, Des Moines, IA.

DRITZ, S. S.; OWEN, K. Q.; NELSSSEN, J. L.; GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D. Influence of weaning age and nursery diet complexity on growth performance and carcass characteristics and composition of high-health status pigs from weaning to 109 kilograms. *Journal of Animal Science.*, v.74, p.2975-2984, 1996.

DUNSFORD, B. R.; KNABE, D. A.; HAENSLY, W. E. Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. *Journal of Animal Science.* , v.67, n.7, p.1855- 1863,1989.

EASTER, R.A. *Acidification in diets for pigs*. In: HARESIGN, W. e COLE, D. J. A. (Ed). Recent Advances Animal Nutrition. LONDON, 1988. p.61-72.

ECKERSALL, P.D.; SAINI, P.K.; MCCOMB, C. The acute phase response of acid soluble glycoprotein, α 1 acid glycoprotein, ceruloplasmin, haptoglobin and C-reactive protein, in the pig. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v.51, n.3, p.377-385, 1996.

EFIRD, R. C.; ARMSTRONG, D. L.; HERMAN, D. L. The development of digestive capacity in young pigs. *Journal of Animal Science*, v.55, n.6, p.1380-1387, 1982.

ETHERIDGE, R. D., SEERLEY, R. W., WYATT, R. D. The Effect of Diet on performance, Digestibility, Blood Composition and Intestinal Microflora of Weaned Pigs. *Journal of Animal Science*, v.58, n.6, p.1396-1402, 1984.

FANGMAN, T. J.; TUBBS, R. C.; HENNINGSEN-DYER, K. Influence of weaning site, weaning age and viral exposure on production performance in early-weaned pigs. *Swine Health Production*, v. 4, p. 223-229, 1996.

FERREIRA, E.R.A.; FIALHO, E.T.; TEIXEIRA, A.S. et al. Avaliação da composição química e determinação de valores energéticos e equação de predição de alguns alimentos para suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, n.3, p.514-523, 1997.

FERREIRA, R.A.; SOUSA, A.V. O desenvolvimento do sistema imune de leitões e suas correlações com as práticas de manejo. *Boletim Agropecuário*, v.39, p.1-39, 2002.

FIGUEROA, J.L.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S. et al. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard cornsoybean meal diets or low-crude protein, amino acid-supplemented diets. *Journal of Animal Science*, v.80, n.11, p.2911-2919, 2002.

FONTAINE, J. Acidifying pig started rations. *Feed Mix*, v.2, n.3, p.23-25, 1994.

FONTES, D. O. Avanços na nutrição de leitões. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2003, Itapetinga. *Anais...* Itapetinga: [s.n.] 2003. p.253-268.

FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Lysine requirement of starting barrows from two genetic groups fed low crude protein diets. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.51, n.1, p.49-56, 2008.

FRANEK, S. P., BILKEI, G., Influence of non-confinement rearing under high infectious pressure from *Mycoplasma hyopneumoniae*: Pig performance, acute phase proteins and cortisol assessment. *Acta Veterinaria Brno*, v.73, n.3, p.335-340, 2004.

FRANK, J.W.; CARROLL, J.A.; ALLEE, G.L.; ZANNELLI, M.E. The effects of thermal environments and spray-dried plasma on the acute-phase response of pigs challenged with lipopolysaccharide. *Journal of Animal Science*, v.81, n.5, p.1166-1176, 2003.

FRAPPIER, B.L. *Digestive Sistem*. In: EURELL, J.A.; FRAPPIER, B.L. (Ed). Textbook of Veterinary Histology. BLACKWELL PUBLISHING, 2006. p.170 – 211.

GAHAN, D. A.; LYNCH, M. B.; CALLAN, J. J.; et al. Performance of weanling piglets offered low- medium- or high-lactose diets supplemented with a seaweed extract from *Laminaria spp*. *Animal*, v.3, p.24–31, 2009.

GASPAROTTO, L.F.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Exigência de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.1742-1749, 2001.

GONYOU, H. W., WHITTINGTON, D. L. *Segregated early weaning: Effects of weaning at 12 days-of-age on subsequent behavior of piglets*. 3rd North American Regional Mtg. Of International Society For Applied Ethology. Lennoxville, Quebec, Canada (Abstr.), 1997 (available at : <http://duke.usask.ca/~stookey/ISRAEAsbtrt/gonyou.html>, 2003).

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*., v.40, p. 24-31, 1986.

HARDING, J.C.; BAARSCH, M.J.; MURTAUGH, M.P. Association of tumour necrosis factor and acute phase reactant changes with post arrival disease in swine. *Journal Veterinary Medicine*, v.44, n.7, p.405-413, 1997.

HEEGAARD, P.M.H.; KLAUSEN, J.; NIELSEN, J.P. et al. The porcine acute phase response to infection with *Actinobacillus pleuropneumoniae*. Haptoglobin, C-reactive protein, major acute phase protein and serum amyloid A protein are sensitive indicators of infection. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v.119, n.2, p.365-373, 1998.

HERDT, T. *Fisiologia gastrointestinal e metabolismo*. In: CUNNINGHAM, J.P. (Ed). Tratado de Fisiologia Veterinária. Editora Guanabara – RIO DE JANEIRO, 1999. p.213-305.

HIMMELBERG, L. V.; PEO, E. R.; LEWIS, A. J.; CRENSHAW, J. D. Weaning weight response of pigs to simple and complex diets. *Journal of Animal Science.*, v. 61, p.18-26, 1985.

HOHENSHELL, L. M.; CUNNICK, J. E.; FORD, S. P.; KATTESH, H. G.; ZIMMERMAN, D. R.; WILSON, M. E.; MATTERIS, R. L.; CARROLLS, J. A.; LAY, D. C. Few differences found between early- and late-weaned pigs raised in the same environment. *Journal of Animal Science.*, v. 78, p. 38-49, 2000.

JENSEN, P.; ALGERS, B.; STEINWALL, L. Behavior and weight changes at weaning and regrouping of pigs in relation to teat quality. *Animal Science*, v.26, n.1, p.143-155, 1997.

JIANG, R.; CHANG, X.; FRAN, M.Z. et al. Dietary plasma protein reduces small intestinal growth and lamina propria cell density in early weaned pigs. *Journal of Nutrition*, v.130, n.1, p.21-26, 2000.

KANURA-DESZCK, S.; LIPPERHEIDE, C.; PETTERSEN, C. et al. Plasma haptoglobin concentration in swine after challenge with *Streptococcus suis*. *Journal of Veterinary Medicine B infectious Disease Veterinary Public Health*, v.49, n.5, p.240-244.

KLASING, K.C.; JOHNSTONE, B.J.; BENSON, B.N. *Implications on and immune response on growth and nutrient requirements of chicken*. In: HARESIGN, W. e COLE, D.J.A. (Ed). *Recent Advances in Animal Nutrition*. LONDON, 1991. p.135-146.

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

LEIBBRANDT, V. D.; EWAN, R. C.; SPEER, V. C.; ZIMMERMAN, D. R. Effect of weaning and age at weaning on baby pig performance. *Journal of Animal Science.*, v.40, p. 1077-1080, 1975.

LENEHAN, N. A. Evolution of soy protein concentrates in nursery pig diets. *Journal of Animal Science*, v.85, p.3013-3021, 2007.

LEVIS, D. G. Effect of lactation length on sow reproductive performance. University of Nebraska Cooperative Extension, p. 1-12, 1996.

LEWIS, A. J.; PEO, E.R. JR., MOSER, B. D.; CRENSHAW, T. D. Lysine requirement of pigs weighing 5 to 15 kg fed practical diets with and without added fat. *Journal of Animal Science*, v.51, n.2, p.361-366, 1980.

LEWIS, A.J.; SPEER, V.C. Lysine requirement of the lactating sow. *Journal of Animal Science*. v.37, n.1, p.104-110, 1973.

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

LINDEMANN, M. D.; CORNELIUS, S. G.; EL KANDELGY, S. M.; MOSER, R. L.; PETTIGREW, J. E. Effect of age and weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. *J. Anim. Sci.* ,v. 62, p. 1298-1307, 1986.

LIPPERHEIDE, C.; RABE, M.; KNURA, S. et al. Effects of farm hygiene on blood chemical variables in fattening pigs. *Tierarzt Umschau*, v.55, n.1, p.30-36, 2000.

LOHMANN, A.C.; POZZA, P.C.; POZZA, M.S.S. et al. Níveis de valina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. *Archivos de Zootecnia*, v.61, n.234, p. 267-278, 2012.

LOPES, E.L.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, L.F. et al. 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, 2004.

LOPES, E.L.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAUJO, L.F. Fontes de lactose, níveis de lisina dietéticos e peso dos leitões ao desmame. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2340-2347, 2005.

LORA GRAÑA, G. ; FERREIRA, A.S. ; SILVA, F.C.O. et al. Plasma sanguíneo em dietas sem antibiótico para leitões desmamados aos 21 dias de idade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.11, n.3, p.815-826, 2010.

LUCCHESI, L.; TOLEDO, A.L.; CARDOSO, T.A. Ingredientes substitutos para a lactose para leitões. In: V SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS – CBNA. 2008, Cascavel. *Anais...* Cascavel: [s.n.] 2008, p.143-148.

MACHADO, G.S.; FONTES, D.O. Relação entre as exigências nutricionais e o sistema imune em suínos. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS

NUTRICIONAIS DE AVES E SUINOS. 2005, Viçosa. *Anais...* Viçosa [s.n.] 2005. p.293-314.

MAHAN, D. C.; FASTINGER, N. D.; PETERS, J. C. Effects of diet complexity and dietary lactose levels during three starter phases on postweaning pig performance. *Journal of Animal Science*, v.82, p.2790-2797, 2004.

MAHAN, D.C. Efficacy of dried whey and its lactalbumin and lactose components at two dietary lysine levels on postweaning pig performance and nitrogen balance. *Journal of Animal Science*, v.70, n.7, p.2182-2187, 1992.

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

MAIN, R. G.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L. Effects of weaning age on pig performance in three-site production. Swine Day, p. 1-11, 2002.

MAKKINK, C.A.; NEGULESCU, G.P.; QIN, G.X. et al. Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme activities and jejunal morphology in newly-weaned piglets. *British Journal of Nutrition*, v.72, n.2, p.353-368, 1994.

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

MAYES, P.A.; MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K. et al. Digestion and absorption. *Harper's Biochemistry Connecticut*, 580p, 1990.

MELCHIOR, D.; SEVE, B.; LE FLOC'H, N. Chronic lung inflammation affects plasma amino acid concentrations in pigs. *Journal Animal Science*, v.82, n.4, p.1091-1099, 2004.

MOLINO, J. P.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; et al. Lactose levels in diets for piglets weaned at 21 days of age. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.1233-1241, 2011.

MOLINO, J.P. *Lactose e glutamina mais ácido glutâmico em rações para leitões desmamados aos 21 dias de idade*. 2009. 71f. Dissertação (Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MOYA, L., BOYLE, L., LYNCH, B., ARKINS, S. Effects of two teeth resection methods on plasma C-reactive protein and cortisol pigs. In: 5th INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON ANIMAL ACUTE PHASE PROTEINS, 2005, Dublin. *Anais...* Dublin: [s.n.] 2005. p.26.

MURATA, H.; SHIMADA, N.; YOSHIOKA, M. Current research on acute phase proteins in veterinary diagnosis: an overview. *Veterinary Journal*, v.168, n.1, p.28-40, 2004.

NESSMITH, W. B.; NELSEN JR, J. L. ; TOKACH M D, R. D.; et al. Evaluation of the interrelationships among lactose and protein sources in diets for segregated early-weaned pigs. *Journal of Animal Science*, v. 75, p.3214-3222, 1997.

NESSMITH, W.B.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D. Evaluation of various specialty proteins sources as replacement for spray-dried animal plasma in diets for segregated early-weaned pigs. *State University Swine: KANSAS Day Research Report*, p.34-39, 1996.

OWSLEY, W.F.; ORR JR., D.E.; TRIBBLE, L.F. Effects of age and diet on the development of the pancreas and the synthesis and secretion of pancreatic enzymes in young pig. *Journal of Animal Science*, v.63, p.497-504, 1986.

OWUSU-ASIEDU, A.; BAIDOO, S. K.; NYACHOTI, C. M. Response of early-weaned pigs to spray-dried porcine or animal plasma-based diets supplemented with egg-yolk antibodies against enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Journal of Animal Science*, v.80, n.11, p.2895-2903, 2002.

OWUSU-ASIEDU, A.; NYACHOTI, C.M.; MARQUARDT, R.R. Response of earlyweaned pigs to an enterotoxigenic *Escherichia coli* (K88) challenge when fed diets containing spray-dried porcine plasma or pea protein isolate plus egg yolk antibody, zinc oxide, fumaric acid, or antibiotic. *Journal of Animal Science*, v.81, n.7, p.1790–1798, 2003.

PATIENCE, J. F.; GOYOU, H. W.; WHITTINGTON, D. L.; BELTRANEMA, E.; RHODES, C. S.; VAN KESSEL, A. G. Evaluation of site and age of weaning on pig performance. *J. Anim. Sci.*, v. 78, p. 1726-1731, 2000.

PEDERSEN C.; BOISEN S. Estudos sobre o tempo de resposta para nitrogênio da uréia plasmática como uma medida rápida para a Qualidade proteína dietética em porcos. *Acta Agriculturae Scandinavica*, v.51, n.4, p. 209-216, 2001.

PEDROSO, S.A. *Níveis de lisina e relações treonina:lisina no desempenho e metabolismo de leitões desmamados*. 2002. 110f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PETERSEN, H.H.; NIELSEN, J.P.; HEEGAARD, P.M. Application of acute phase protein measurements in veterinary clinical chemistry. *Veterinary Research*, v.35, n.2, p.163-187, 2004.

PIERCE, J.L.; CROMWELL, G.L.; LINDEMANN, M.D. et al. Effects of spray-dried animal plasma and immunoglobulins on performance of early weaned pigs. *Journal of Animal Science*, v.83, n.12, p.2876-2885, 2005.

PIERCE, K. M.; CALLAN, J. J.; McCARTHY, P.; et al. The interaction between lactose level and crude protein concentration on piglet post-weaning performance, nitrogen catabolism and faecal volatile fatty acid concentrations. *Animal Feed Science and Technology*, v.132, p.267-282, 2006.

PIERZYNOWSKI, S. G.; WEATRÖM, B.; SVENDSEN, J.; SVENDSEN, L.; KARLSSON, B. Development of exocrine pancreas function in chronically cannulated pigs during 1-13 weeks of postnatal life. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, v. 10, p. 206-212, 1990.

PIERZYNOWSKI, S. G.; WEATRÖM, B.; SVENDSEN, J.; SVENDSEN, L.; KARLSSON, B. Development and regulation of porcine pancreatic function. *International Journal Pancreatology*, v. 18, p. 81-94, 1995.

PIÑEIRO, M.; PIÑEIRO, C.; CARPINTEIRO, R. et al. Characterisation of the pig acute phase protein response to Road transport. *Veterinary Journal*, v.173, n.3, p.669-674, 2007.

PITTAWAY, M. J.; BROWN, P. L. Early weaning and cage rearing. *Pig farming*, v. 22, p. 26-29, 1974.

PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J.; WILLIAMS, I.H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livestock Production Science*, v.51, n.1, p.215-236, 1997.

PLUSKE, J.R.; THOMPSON, M.J.; ATWOOD, C.S. et al. Maintenance of villus height and crypt depth, and enhancement of disaccharide digestion and monosaccharide absorption, in

piglets fed on cow's whole milk after weaning. *British Journal of Nutrition*, v.76, n.3, p.409-422, 1996.

POLLMANN, D.S.; DANIELSON, D.M.; PEO JUNIOR, E.R. Effect of *Lactobacillus spp. acidophilus* on starter pigs fed a diet supplemented with lactose. *Journal of Animal Science*, v.51, n.3, p.638-644, 1980.

PUPA, J.M.R.; HANNAS, M.I.; ALVARENGA E MELO, R.C. Nutrição, imunidade e reprodução. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DOS NEGÓCIOS PECUÁRIO, 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: [s.n.] 2004. p.23.

QUADROS, A.R.B.; KIEFER, C.; HENN, J.D. 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.

RANTZER, D.; KIELA, P.; THAELA, M-J.; SVENDSEN, J.; AHRÉN, B.; KARLSSON, S.; PIERZYNOWSKI, S. G. Pancreatic esocrine secretion during the first days after weaning in pigs. *Journal of Animal Science*, v. 75, p. 1324-1331, 1997.

RAO, R. K.; PEPERL, S.; PORRECA, F. The suppression of gastric acid secretion by endogenous peptide in neonatal rats. *American Journal Physiology*, v. 269, p. G721-728, 1995.

RODRIGUES, N.E.B; DONZELE, J.L; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de treonina em rações para leitões dos 6 aos 15 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.2033-2038, 2001.

ROPPA, L. Nutrição de leitões na fase pós-desmame. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1, 1998, Fortaleza, *Anais...*, Fortaleza: [s.n] 1998. p. 265-271.

SCANDOLERA, A. J.; THOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N. et al. Hidrolisados proteicos de mucosa intestinal, levedura e proteína isolada de soja em dietas com leite em pó integral para leitões desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.4, p.653-659, 2008.

SCHIMIDT, L.S.; NYCCHOLI, C.M; SLOMINSTY, B.A. Nutritional evaluation of egg by products in diets for early-weaned pigs. *Journal of Animal Science*, v.81, n.9, p.2270-2278, 2003.

SESTI, L.; MORENO, A. M. Fisiologia reprodutiva da fêmea suína em sistemas de produção com desmame precoce segregado (DPS). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8, 1997, Foz do Iguaçu. *Anais...*, Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997, p. 32-40.

SPREUWENBERG, M.A.M.; VERDONK, J.M.A.J.; GASKINS, H.R. et al. Small intestine epithelial barrier function is compromised in pigs with low feed intake at weaning. *Journal of Nutrition*, v.131, n.5, p.1520-1527, 2001.

STHALY, T. *Influência de la activacion del sistema inmunitario sobre la productividad y las características nutricionales de dietas para cerdos*. Avances en nutrición e alimentación animal. Eds. REBOLLAR, P. G.; MATEOS, G. G. e BLAS, C. Madri, 96p. 1996.

TEIXEIRA, A. O.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S. et al. Efeito de dietas simples e complexas sobre a morfo-fisiologia Gastrointestinal de leitões até 35 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.926-934, 2003.

TEODORO, M.T.; BERTO, D.A.; PAI, V.D. et al. Estrutura intestinal de leitões desmamados precocemente, alimentados com dietas farelada ou extrusada seca e úmida. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. v.4, p.343-344.

THACKER, P. A. Nutritional requirements of early weaned pigs: A review. *PigNews and Information*, v. 20, n. 1, p. 13N-24N, 1999.

THOMLINSON, J.R.; LAWRENCE, T.L.J. Dietary manipulation of gastric pH in the prophylaxis of enteric disease in weaned pigs: some field observations. *The veterinary Record*, v.109, n.6, p.120-122, 1981.

TORRALLARDONA, D. CONDE, M.R.; BADIOLA, I.; POLO, J.; BRUFAU, J. Effect of fishmeal replacement with spray-dried animal plasma and colistin on intestinal structure, intestinal microbiology and performance of weanling pigs challenged with *Escherichia coli* K99. *Journal of Animal Science*, v.81, n.5, p.1220-1226, 2003.

TRINDADE NETO, M.A.; BARBOSA, H.P.; PETELINCAR, I.M.; SCHAMMASS, E.A. Efeito do processamento e nível de proteína em dietas com milho e soja no desempenho de leitões desmamados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.3, p.427-435, 2003.

TSE, M. L.P.; COSTA, L. B.; BRAZ, D. B. et al. Leitões recém-desmamados alimentados com dietas contendo proteína láctea e zinco suplementar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.9, p.2006-2016, 2010.

VEGA, I.M., PUCHAL, A.A., BUDDINGTON, R.K. Intestinal amino acid and monosaccharide transport in suckling pigs fed milk replacers with different sources of carbohydrate. *Journal of Nutrition*, v.122, n.12, p.2430-2439, 1992.

VENTE-SPREEUWENBERG, M.A.M.; VERDONK, J.M.A.J.; VERSTEGEN, M.W.A. et al. Villus height and gut development in weaned piglets receiving diets containing either glucose, lactose and starch. *British Journal of Nutrition*, v.90, n.5, p.907-913, 2003.

VITAGLIANO, L.A.; BARBOSA, F.F.; PEREIRA, F.A. *Estresse térmico pelo frio sobre o desempenho de suínos*. 2011. Disponível em <<http://www.porkworld.com.br>>. Acessado em: 16/01/2013.

WASSEL, J. Haptoglobin: function and polymorphism. *Clinical Laboratory*, v.46, n.11, p.547-552, 2000.

WEI, R.; ZIMMERMAN, D.R. An evaluation of the NRC (1998) growth model in estimating lysine requirements of barrows with a lean growth rate of 348 g/d. *Journal of Animal Science*, v.81, n.7, p.1772-1780, 2003.

WILLIAMS, B. A.; VERSTEGEN, M. W. A.; TAMMINGA, S. Fermentation in the large intestine and its relationship to animal health. *Nutrition Research Review*, v. 14, p. 207-227, 2001.

WOERMAN, R. L.; SPEER, V.C. Lysine requirement for reproduction in swine. *Journal of Animal Science*, v.1, n.42, p114-120, 1976.