JULIANA FREITAS MARTINEZ

Palatabilizantes em dietas de leitões recém-desmamados

“Versão Corrigida”

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria.

**PIRASSUNUNGA
2012**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo

M385p

Martínez, Juliana Freitas

Palatabilizantes em dietas de leitões recém-desmamados / Juliana Freitas Martínez. -- Pirassununga, 2012.

72f.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria.

1. Açúcar 2. Desempenho 3. Edulcorante 4. Morfologia intestinal 5. Suínos. I. Título.

DEDICATÓRIA

Ao meu grande amor e amigo Alessandro

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Sérgio e Regina a quem tanto amo, por estarem comigo durante todo percurso do meu mestrado, com os braços estendidos quando eu mais precisei e não mediram esforços para me ajudar. Ao meu pai por ter participado tão ativamente no desenvolvimento deste estudo com a busca de ingredientes, leitura e sugestões de grande valia para esta dissertação.

A minha querida irmã Fernanda que apesar da distância durante essa etapa, esteve sempre tão presente na minha vida e nos meus pensamentos.

Ao meu companheiro e namorado Alessandro, pelo amor, carinho e paciência que teve comigo durante a realização desta pesquisa. Acredite, esse trabalho tem muito de você, e não teria sido concluído sem a sua ajuda. Obrigada por me dar forças para superar as dificuldades e fazer com que eu não desistisse diante das pedras no caminho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria, pela confiança depositada em mim e por ter me acolhido como sua orientada em um momento tão conturbado.

Ao professor Júlio Cesar de Carvalho Balieiro, Aníbal de Santana Moretti, Heigde Fukumasa, Lúcio Francelino Araújo, Elisabete Maria Macedo Viegas, Jacinta Diva Ferrugem Gomes (USP-Pirassununga) Maria Cristina Thomaz (UNESP-Jaboticabal), Dirlei Antônio Berto, Maria Márcia Pereira Sartori, Heraldo César Gonçalves e Alcides Amorim (UNESP-Botucatu).

Aos funcionários Fabinho e Cris (Laboratório de Pesquisa em Suínos/FMVZ), Cláudio (Laboratório de avicultura /FZEA), Cláudio (Fábrica de ração), Zanquetim (Seção de transportes), Agnaldo (Seção de Materiais), Nilton (Laboratório de Histologia-ZAB), Nina (ZAB).

A equipe do Laboratório de Avicultura Vanessa, Mariana, Ágatha, Bruna, Amanda, Renata, aos estagiários Eduardo, Paulo, Midian, Jéssica e aos pós-graduandos Mariene (Bitoca) e Tereza.

Ao Everton Daniel e Leonardo Augusto Fonseca Pascoal, pelos ensinamentos que foram extremamente importantes para a realização das análises morfométricas intestinais.

A Mariana (Bis) e Miguel, amigos para todas as horas, pelos momentos (tão essenciais) de descontração que trouxeram alegria nessa caminhada.

A Capes pela concessão da bolsa de mestrado.

As empresas Sloten, ICC Brazil e Metachem pela doação dos ingredientes.

A tantos outros professores, funcionários, colegas de pós-graduação, os quais seriam impossíveis citá-los todos aqui, mas que estiveram comigo durante todo esse percurso e que não serão esquecidos jamais do meu coração.

Aos animais que me serviram de estudo, e que sem eles não haveriam respostas às nossas dúvidas. Meu respeito e admiração a todos eles.

EPÍGRAFE

“Muitas vezes a contradição é o caminho mais claro para a verdade”.

Patti Smith

RESUMO

MARTINEZ, J. F. **Palatabilizantes em dietas de leitões recém-desmamados**. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

Com o intuito de verificar a eficácia do açúcar e de edulcorante a base de sacarina sódica e neoesperidina nas dietas de leitões, foram realizados dois experimentos, ambos com 42 leitões recém-desmamados aos 21 dias de idade. Foram oferecidas três dietas: dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE). Os experimentos foram em blocos causalizados, sendo o primeiro com sete repetições e dois animais por unidade experimental e o segundo com seis repetições, um animal por unidade experimental e arranjo fatorial $3 \times 2 + 1$ (três dietas, duas épocas de abate: aos 28 e 35 dias de idade e o abate no dia do desmame). No primeiro experimento, os animais permaneceram nas instalações de creche até os 63 dias de idade para avaliação do desempenho, da incidência de diarreia e da viabilidade econômica das dietas. No segundo experimento, os animais foram abatidos para se proceder à pesagem de órgãos, medição do comprimento do intestino delgado e coleta dos segmentos do duodeno e jejuno para realização da morfometria intestinal. Não houve diferenças entre as dietas para o CDR, GDP e CA nos Períodos 1 (21 aos 28 dias), 3 (21 aos 50 dias) e 4 (21 aos 63 dias de idade). No Período 2 (21 aos 35 dias), os animais que consumiram a DE apresentaram maior ($P < 0,05$) CDR e GDP, se comparados aos que consumiram a DA. Nos Períodos 1, 2 e 3 foi observado menor custo da dieta por kg de peso vivo ganho e melhores índices econômico e de custo para os animais que consumiram DE. Ao avaliar a morfometria intestinal e peso de órgãos, não se observou diferença entre as dietas, com exceção para o peso do estômago, que foi maior nos animais que consumiram DCE. A inclusão de edulcorante é eficaz em melhorar o desempenho no Período 2, além de ser viável sob o ponto de vista econômico.

Palavras-chave: açúcar; desempenho; edulcorante; morfologia intestinal; suínos

ABSTRACT

MARTINEZ, J. F. **Flavors in diets for weanling pigs**. 2012. 72 f. M.Sc. Dissertation-Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

In order to verify the effectiveness of sugar and sweetener containing saccharin and neohesperidin in diets of piglets, two experiments were conducted, both with 42 newborn piglets weaned at 21 days old. Were offered three diets: control diet (DC), diet with sugar (DA) and diet with sweetener (DE). The experiments were in randomized blocks, the first of which had seven replicates and two animals per experimental unit and the second, six replicates and one animal per experimental unit comprising a factorial $3 \times 2 + 1$ (three diets, two slaughter ages: at 28 and 35 days of age and slaughter on the day of weaning). In the first experiment, the animals remained on the nursery facilities until 63 days of age to evaluate the performance, the incidence of diarrhea and the economic viability of the diets. In the second experiment, the animals were slaughtered to weigh the organs, measure the length of the small intestine and collecting segments of the duodenum and jejunum to determine intestinal morphology. There were no differences between diets for the ADFI, FC and ADG in the Periods 1 (21 to 28 days), 3 (21 to 50 days) and 4 (21 to 63 days old). In the Period 2 (21 to 35 days), animals that consumed the DE had higher ($P < 0.05$) ADFI and ADG, compared to those fed the DA. In Periods 1, 2 and 3 was observed lower cost per kg of the diet of live weight gain and better economic indicators to the animals fed DE. No differences were observed between the diets when evaluating intestinal morphology and organ weights, except for the weight of the stomach, which was higher in animals fed DE. The inclusion of sweetener is effective in improving performance in Period 2, and is viable under the economical point of view.

Keywords: intestinal morphology; performance; pigs; sugar; sweetener

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Vista externa da instalação de creche do Laboratório de Pesquisa em Suínos.....	34
Figura 2. Vista interna da instalação de creche do Laboratório de Pesquisa em Suínos.....	34
Gráfico 4. Consumo diário de ração (CDR) de leitões alimentados com a dieta controle (DC) dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE) no Período 2 (21 aos 35 dias de idade).....	46
Gráfico 5. Ganho diário de peso (GDP) de leitões alimentados com a dieta controle (DC) dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE) no Período 2 (21 aos 35 dias de idade).....	46
Gráfico 6. (a) Altura de vilos do duodeno (AVd); (b) altura de vilos do jejuno (AVj); (c) profundidade de criptas do duodeno (PCd) e (d) profundidade de criptas do jejuno (PCj) de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta controle com açúcar (DCA) e dieta controle com edulcorante (DCE), abatidos aos 21, 28 e 35 dias de idade.....	54
Gráfico 7. Relação altura de vilos:profundidade de criptas do duodeno (AV:PC d) de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE) e abatidos aos 35 dias de idade.....	54
Gráfico 8. Pesos absolutos do estômago (a), intestino delgado (b) e grosso (c), fígado (d), pâncreas (e), rins (f) e comprimento absoluto do intestino delgado (g) em função das idades ao abate de leitões.....	59
Gráfico 9. Pesos relativos do estômago (a), intestino delgado (b) e grosso (c), fígado (d), pâncreas (e) e comprimento relativo do intestino delgado (f) em função das idades ao abate de leitões.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composições nutricional e centesimal da dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), oferecidas aos leitões dos 21 aos 35 dias de idade.....	36
Tabela 2. Composições nutricional e centesimal da dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), oferecidas aos leitões dos 36 aos 50 dias de idade.....	37
Tabela 3. Composições nutricional e centesimal da dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), oferecidas aos leitões dos 51 aos 63 dias de idade.....	38
Tabela 4. Média das temperaturas (T°C) e umidades relativas (UR%) mínimas e máximas da unidade de creche.....	43
Tabela 5. Escores fecais e incidência de diarreia de leitões recém-desmamados alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante.....	44
Tabela 6. Valores médios do consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta controle açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE).....	45
Tabela 7. Custo (R\$/kg) da dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), oferecidas aos leitões dos 21 aos 35 dias, dos 36 aos 50 dias e dos 51 aos 63 dias de idade.....	50
Tabela 8. Custo das dietas (CD R\$) por quilograma de peso vivo ganho (kg PV), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo médio (IC) de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE) nos Períodos 1, 2, 3 e 4	51
Tabela 9. Altura de vilos (AV), profundidade de criptas (PC) e relação altura de vilos:profundidade de criptas (AV:PC) do duodeno e jejuno de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE) e abatidos aos 21, 28 e 35 dias de idade.....	52

Tabela 10. Desdobramentos dos fatores da variável relação altura de vilos:profundidade de criptas (AV:PC) do duodeno de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE)	52
Tabela 11. Peso absoluto de órgãos (g) e comprimento (m) absoluto do intestino delgado de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), abatidos aos 21, 28 e 35 dias de idade.....	56
Tabela 12. Peso relativo de órgãos (g) e comprimento (m) relativo do intestino delgado de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta controle açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), abatidos aos 21, 28 e 35 dias de idade.....	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivos Gerais.....	15
2.2. Objetivos Específicos.....	15
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1. O desmame de leitões.....	16
3.2. Implicações do desmame na estrutura e função do intestino e de órgãos auxiliares da digestão.....	18
3.3. Percepção sensorial e preferência alimentar.....	21
3.4. Estratégia alimentar no pós-desmame.....	23
3.5. Palatabilizantes.....	25
3.6. Efeito dos palatabilizantes sobre o desempenho e aspectos morfológicos de órgãos.....	28
4. MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1. EXPERIMENTO 1 – Desempenho, incidência de diarreia e viabilidade econômica.....	35
4.1.1. Animais.....	35
4.1.2. Dietas experimentais.....	35
4.1.3. Delineamento experimental e análise estatística	39
4.1.4. Características de desempenho	39
4.1.5. Incidência de diarreia	39
4.1.6. Viabilidade econômica.....	39
4.2. EXPERIMENTO 2 – Morfometria intestinal e peso de órgãos.....	40
4.2.1. Animais.....	40
4.2.2. Dietas experimentais.....	40
4.2.3. Delineamento experimental e análise estatística.....	41
4.2.4. Morfometria intestinal.....	41
4.2.5. Peso e comprimento de órgãos	42

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1. EXPERIMENTO 1 – Desempenho, incidência de diarreia e viabilidade econômica.....	44
5.1.1. Incidência de diarreia.....	44
5.1.2. Características de desempenho.....	45
5.1.3. Viabilidade econômica.....	50
5.2. EXPERIMENTO 2 – Morfometria intestinal e peso de órgãos	51
5.2.1. Morfometria intestinal.....	51
5.2.2. Peso e comprimento de órgãos.....	56
6. CONCLUSÃO.....	64
7. REFERÊNCIAS.....	65

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura sofreu intensa modernização ao longo dos anos, fruto do grande número de estudos realizados, até se chegar ao produto final de qualidade que se conhece hoje. Apesar do consumo de carne suína no Brasil ainda ser baixo, sendo considerada a terceira carne mais consumida com 14,3 kg/hab/ano em 2010 (ANUALPEC, 2011), no mundo, ela ranqueia o primeiro lugar.

A produção brasileira atingiu, em 2010, 3,2 milhões de toneladas, apresentando modesto crescimento de 1,5% em relação ao ano anterior. Esse crescimento se deu em função do aumento de 3,5% no peso médio de abate, uma vez que o tamanho efetivo do rebanho brasileiro não sofreu grande alteração (ABIPECS, 2011).

Tais índices demonstram o aumento da produtividade do setor, que a partir de matrizes altamente prolíficas, gera um maior número de leitões desmamados/ano e consequentemente maior número de animais abatidos anualmente. Assim, a produção de leitões, dentro da cadeia de produção, deve ser encarada como uma fase extremamente importante, capaz de melhorar a lucratividade do produtor.

Um dos grandes desafios para a suinocultura está na fase de desmame dos leitões, que têm seu comportamento ingestivo afetado pelo estresse causado pela separação da porca, mudança da dieta, além da transferência para novas instalações. Os animais nessa fase, ainda não possuem o sistema digestório completamente desenvolvido, o que afeta o aproveitamento dos nutrientes da ração devido à baixa produção de enzimas requeridas para digestão. Com isso, os animais precisam de um período de adaptação a essas novas transformações para voltarem a consumir e aproveitar a dieta.

As dietas oferecidas nessa fase devem ser formuladas com ingredientes de qualidade, altamente digestíveis e que atendam as exigências nutricionais mínimas. No entanto, o atendimento das exigências nutricionais só é alcançado pelo consumo da dieta que por sua vez é muito baixo, especialmente nas primeiras duas semanas pós-desmame.

Considerando que leitões são motivados a consumir dietas que agradem ao seu paladar, e que possuem preferência por sabores doces (SCHLEGEL e HALL, 2006), algumas alternativas são propostas, sendo uma delas, a formulação de dietas acrescidas de aditivos adocicados. Os palatabilizantes, assim, desempenham papel fundamental na nutrição, especialmente quando a exigência por alimento altamente palatável se faz necessária para

aumentar a ingestão. Portanto, ração acrescida destes aditivos no pós-desmame, é uma importante ferramenta para aumentar o consumo, o desenvolvimento fisiológico e consequentemente o ganho de peso dos animais (DONG e PLUSKE, 2007).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Gerais

Determinar o desempenho, as características morfológicas do trato digestório e de órgãos relacionados ou não com a digestão, de suínos desmamados aos 21 dias, alimentados com dietas contendo os palatabilizantes açúcar e edulcorante e dieta sem inclusão destes palatabilizantes, até os 63 dias de idade. Além dessas determinações, as dietas foram analisadas economicamente para averiguar a viabilidade de sua utilização.

2.2. Objetivos Específicos

O presente estudo teve como objetivos específicos determinar:

- 1) O desempenho zootécnico através do consumo diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar nos períodos dos 21 aos 28 dias, 21 aos 35 dias, 21 aos 50 dias e no período total de 21 aos 63 dias de idade;
- 2) A incidência de diarreia mediante escores fecais dos 21 aos 28 dias de idade;
- 3) A morfometria intestinal com a medição da altura de vilos (AV), profundidade de criptas (PC) e determinação da relação AV:PC, de segmentos do duodeno e jejuno, coletados aos 21, 28 e 35 dias de idade;
- 4) O peso do estômago, intestino delgado, intestino grosso, fígado, pâncreas, rins, baço e o comprimento do intestino delgado;
- 5) Os custos e a viabilidade econômica das dietas experimentais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. *O desmame de leitões*

Na suinocultura industrial, principalmente em sistemas confinados, o desmame de leitões é um manejo estressante, mas necessário dentro da cadeia de produção, pois visa o melhor aproveitamento do potencial reprodutiva da porca com a obtenção de maior número de animais terminados por ano. Essa intervenção acontece no período em que a produção de leite da porca ainda é alta, pois o ápice é atingido, aproximadamente, na 4ª semana dependendo do genótipo, número de partos e número de leitões nascidos. Após esse pico, a produção começa a reduzir (PETTIGREW, 1995).

Portanto, para aproveitar o alto fornecimento de leite e diminuir os riscos de transmissão de doenças das porcas aos leitões, faz-se o desmame aos 21 dias de forma abrupta, diferentemente do que ocorreria na natureza em que os leitões se separam da porca gradativamente e o desmame completo ocorre entre 77 e 119 dias de idade (BOE, 1991; HÖTZEL e MACHADO FILHO, 2004).

Com o desmame, os animais sofrem mudanças de natureza nutricional, ambiental e social devido a substituição do alimento líquido (leite materno), pela dieta sólida (ração), a transferência para outras instalações onde ocorre o agrupamento com animais de outras leitegadas. O reagrupamento de animais predispõe brigas durante os primeiros dias, pois suínos possuem hábito gregário e estabelecem hierarquia social logo na fase de amamentação.

Não apenas as mudanças no ambiente dos leitões e na forma física das dietas afetam o desenvolvimento do animal, mas também a alteração na composição da dieta. Alguns compostos presentes no leite materno não são fornecidos nas rações fareladas no pós-desmame. Entre eles podem-se citar as imunoglobulinas, fator de crescimento epidermal (hormônios EGF), poliaminas e glutamina que estão relacionados com a saúde do animal (PLUSKE et al., 1997).

Os hormônios EGF, IGF-I e IGF-II (Fatores de crescimento insulínico I e II) influenciam o crescimento dos tecidos e têm demonstrado efeitos positivos sobre a morfologia do intestino delgado. As poliaminas são importantes para a proliferação e a diferenciação celular, e embora estejam presentes nos ingredientes, sua concentração não é conhecida. A glutamina é o aminoácido mais abundante no leite da porca, sendo considerado um

aminoácido não essencial, mas que também previne as alterações indesejadas no intestino delgado, melhorando a morfologia intestinal de suínos.

Com isso, atenção especial deve ser dada para a nutrição no pós-desmame, que objetiva o fornecimento de nutrientes que atendam as exigências nutricionais dos leitões. As alterações na morfologia e fisiologia dos órgãos se dão em decorrência da ineficaz produção de enzimas requeridas nessa fase para a digestão, que é agravada pelo baixo consumo de ração, devido ao estresse causado pelo manejo do desmame.

O estresse nada mais é do que uma resposta do organismo frente a uma situação de ameaça. Essa resposta inclui mudanças fisiológicas e comportamentais. As mudanças fisiológicas causam o aumento da frequência cardíaca, aumento da secreção de hormônios glicocorticoides, entre outros. As respostas comportamentais incluem a diminuição do apetite e, portanto, a diminuição no consumo de ração. Essas alterações, perante uma situação de ameaça, são benéficas, pois ajudam o animal a tomar determinadas ações mais rápidas, no entanto, se essas respostas ao estresse persistirem durante muito tempo, podem acarretar em efeitos negativos para o animal (GASTÃO, 2011).

Nas primeiras semanas, principalmente nos primeiros dias após o desmame, podem ser verificados os efeitos negativos do estresse ao se observar o baixo consumo de ração pelos leitões (HÖTZEL e MACHADO FILHO, 2004) tendo o seu crescimento comprometido, acarretando em perdas econômicas para o suinocultor. De acordo com Bruinix (2001), 45% dos leitões desmamados permanecem em jejum durante as 15 primeiras horas após o desmame e 10% permanecem sem se alimentar por mais de 40 horas após o desmame.

As dietas fornecidas nesse período são compostas, em sua maior parte, por ingredientes de origem vegetal que os leitões não conseguem digerir, pois não apresentam seu sistema enzimático totalmente desenvolvido. A produção de enzimas que digerem o amido, óleo vegetal e proteínas diferentes da caseína é muito pequena. Segundo Cranwell (1995) e Miller e Slade (2003), logo após o desmame, a produção de proteases pancreáticas e a secreção intestinal de peptídeos são suprimidas.

Nas primeiras semanas após o nascimento, os leitões apresentam intenso desenvolvimento das vísceras em relação ao restante do corpo. Ainda com a exposição aos novos substratos, gradativamente, o trato digestório se modifica fisiologicamente (AUMAITRE, 2000). Os órgãos com maior desenvolvimento são os responsáveis pela produção de enzimas digestivas, como o pâncreas (LOPES et al., 2005) e outros órgãos auxiliares da digestão (KELLY et al., 1991b; MAKKINK et al., 1994). Assim, quanto mais

cedo ocorrer o consumo de dieta, mais cedo ocorrerá o estímulo a secreção ácida e de pepsinas no estômago, aumento da atividade de algumas enzimas estomacais e pancreáticas (PASSILLÉ et al., 1989) e maior desenvolvimento do trato digestório (SOLÀ-ORIOL et al., 2009).

Dessa forma, com o avançar da idade, os animais se tornam aptos a digerir ingredientes de origem vegetal, sendo considerados então, maduros em relação ao sistema fisiológico do trato gastrointestinal e de órgãos auxiliares da digestão. Para isso, deve-se atentar para a fase de desenvolvimento do animal no pós-desmame, considerada a mais crítica dentro da produção de suínos, para que não ocorram problemas nutricionais e assim não afetem as fases subsequentes de crescimento e terminação.

3.2. *Implicações do desmame na estrutura e função do intestino e de órgãos auxiliares da digestão*

Para o melhor entendimento das mudanças histomorfológicas no intestino delgado, deve-se considerar que o desenvolvimento da mucosa intestinal decorre da renovação celular, ou seja, da proliferação e diferenciação das células localizadas nas criptas e ao longo dos vilos e da perda celular que ocorre normalmente no ápice dos vilos. O equilíbrio entre esses dois processos determina um *turnover* constante e a manutenção do tamanho dos vilos (GASTÃO, 2011). No entanto, quando a proliferação das células for maior que a descamação, haverá hipertrofia da mucosa e quando a descamação for maior que a proliferação, será observada atrofia.

Segundo Le Dividich e Sève (2001) os leitões, através do consumo de ração, só atingem o requerimento energético para sua manutenção, de 3 a 4 dias após o desmame. Portanto, de 4 a 5 dias subsequentes ao desmame, são observadas alterações no intestino delgado, como a atrofia dos vilos e hiperplasia das criptas (SANTOS et al., 2007) que diminuem a capacidade absorptiva do órgão.

Devido a maior descamação dos enterócitos, células responsáveis pela absorção dos nutrientes, os vilos podem ter seu tamanho reduzido em cerca de 75% nas primeiras 24 horas após o desmame de leitões aos 21 dias (HAMPSON, 1986). Após esse período, os vilos continuam diminuindo, mas a uma taxa mais lenta até os 15 dias após o desmame. Cera et al. (1988) reportaram redução no tamanho dos vilos, do 5º ao 8º dia, e aumento a partir do 8º dia

pós-desmame. Ainda segundo Kelly et al (1991a), a diminuição do tamanho dos vilos atinge até 63% nos primeiros dias após o desmame.

Cerca de dois dias subsequentes ao desmame, o intestino delgado e a mucosa perdem aproximadamente 25% do seu peso relativo, necessitando de 5 a 10 dias para a sua recuperação (SPREEUWENBERG et al., 2001). Essa perda de peso, provavelmente, se deve à diminuição do tamanho dos vilos, que é mais pronunciada quando mais cedo se desmama o animal. Conforme Pluske et al. (1997), animais desmamados aos 14 dias são submetidos a maiores mudanças morfológicas que animais desmamados aos 28 dias de idade.

Para se comprovar que essa diminuição dos vilos ocorre devido a falta de nutrientes no lúmen intestinal, Goodland et al. (1992) e Núñez et al. (1995), privaram, respectivamente, ratos e leitões recém-desmamados do fornecimento de ração. Verificaram redução no tamanho dos vilos e diminuição na produção de células nas criptas. Porém, esse quadro foi revertido quando se ofereceu dieta após o período de jejum, com aumento significativo na produção de células nas criptas (GOODLAD e WRIGHT, 1984).

Outros pesquisadores (KELLY et al., 1991b) averiguaram esse fato com a realização de um experimento que consistiu no fornecimento de diferentes quantidades de ração através de uma sonda. Os leitões foram desmamados aos 14 dias de idade e arraoados até o 19º dia. Verificaram que animais alimentados com menor quantidade de ração apresentaram atrofia de vilos e diminuição da profundidade das criptas, comparados com animais que receberam maior quantidade de ração.

Com os resultados desses estudos, concluiu-se que a presença de substrato, conseqüentemente de nutrientes disponíveis no trato digestivo do animal, contribuiu para a manutenção da integridade intestinal. Além do fornecimento de nutrientes, deve-se atentar para a adequada ingestão de energia, que conforme Beers-Scheurs et al. (1995), também é de suma importância. Esses autores verificaram que o atendimento do requerimento energético é mais importante do que a forma física da dieta para manter os vilos íntegros. Em experimento conduzido por Beers-Scheurs et al. (1995), leitões desmamados aos 28 dias de idade foram alimentados com 3 dietas experimentais, sendo, leite à vontade; ração à vontade e leite contendo a mesma quantidade de energia da ração. Animais que receberam tanto a ração, quanto o leite contendo a mesma quantidade de energia da ração, apresentaram menor consumo e menor altura de vilos que os animais alimentados com leite à vontade. Isso sugeriu que a diminuição da ingestão de energia, independentemente da forma física da dieta, é o maior fator causador da atrofia dos vilos.

Apesar da função absorptiva dos enterócitos nos vilos, os enterócitos nas criptas, possuem função secretora e assim, a rápida renovação celular nas criptas faz com que enterócitos imaturos estejam insuficientemente diferenciados, levando ao menor número de células absorptivas e maior de secretoras (CERA et al., 1988). Portanto, a absorção no intestino delgado depende da razão entre a altura das vilosidades e da profundidade das criptas (BUDDLE e BOLTON, 1992). O decréscimo nesta razão após o desmame, prejudica a absorção e aumenta o risco de diarreias (PLUSKE et al., 1997; HÖTZEL e MACHADO FILHO, 2004).

Os problemas entéricos que acometem os leitões nessa fase, além de serem ocasionados pela baixa ingestão de nutrientes e energia, podem ser desencadeados, também, pela baixa digestibilidade dos nutrientes e pelo contato com agentes infecciosos, como a *Escherichia coli* que desencadeiam reações de hipersensibilidade intestinal (GRAÑA, 2007) e por compostos antinutricionais presentes nas dietas, como a lectina e o tanino (KITTEL et al., 2001). O baço, por possuir função imunológica de produção de anticorpos protegendo o animal contra infecções, pode-se apresentar nesse período com seu tamanho aumentado, sendo reflexo das respostas imunes (PLUSKE et al., 1997).

Segundo Barnett et al. (1989), a diarreia em leitões é observada do 4º ao 15º dia após o desmame, com intensidade máxima atingida no 10º dia. Hampson (1994) afirma que a diarreia durante os primeiros 5 a 10 dias pós-desmame é o maior problema na fase de creche, contudo, a sua intensidade pode ser variável entre animais submetidos a diferentes desafios.

Com o aparecimento da diarreia, os leitões ficam predispostos a contrair outras infecções. Além disso, os animais podem apresentar baixa eficiência na conversão alimentar, gerando animais refugos, contribuindo com a desuniformidade dos lotes nas granjas. Esse fato pode ocasionar mortes e gastos dos produtores com medicamentos e mão-de-obra para tratar animais doentes.

Uma das formas de reduzir os problemas de baixo consumo de ração, melhorando o desempenho nessa fase, não predispondo os animais a diarreia excessiva, é o fornecimento de dietas complexas formuladas com produtos de alta digestibilidade com a inclusão de palatilizantes. O aumento do consumo após o desmame devido a aditivos nas dietas, como por exemplo, os palatilizantes, pode melhorar a integridade morfológica do intestino através do efeito do alimento sobre a maturação do epitélio intestinal (KELLY et al., 1991b; MAKKINK et al., 1994 e KITTEL et al., 2001). Esse efeito foi comprovado por estudos de alguns autores (KELLY et al., 1991a; BEERS-SCHEURS et al., 1995 e PLUSKE et al., 1996) que verificaram maior altura de vilos em animais que tiveram maior consumo de suas dietas.

Segundo Gall e Chung (1982) citados por Cera et al. (1988), no processo de maturação do epitélio intestinal, a ingestão de alimentos é mais importante do que a idade do animal. Concluiu-se então que, no caso dos leitões recém-desmamados, quanto mais cedo a ração for identificada como alimento e maior for o consumo, mais rápido ocorrerá o desenvolvimento do sistema enzimático e consequentemente digestivo, refletindo na melhora dos índices zootécnicos.

3.3. *Percepção sensorial e preferência alimentar*

O fornecimento de uma nutrição adequada aos leitões está além do atendimento das exigências mínimas diárias de energia, proteínas, minerais e vitaminas. Tão importante quanto fornecer o mínimo requerido nutricionalmente, é a escolha de ingredientes altamente digestíveis que comporão as dietas, induzindo seu maior consumo e consequentemente ao ganho de peso satisfatório. No entanto, além das características organolépticas das rações, os fatores que regulam o consumo voluntário são muitos e para saber quais os mecanismos envolvidos neste complexo sistema, deve-se atentar para o conhecimento da fisiologia do animal e os sistemas que modulam as respostas sensitivas.

Nos suínos são encontradas 3 tipos principais de papilas gustativas, que são, as papilas fungiformes, valadas e foliadas. As papilas fungiformes estão localizadas na ponta da língua, contendo poros para a gustação. As papilas valadas, consideradas papilas mecânicas, estão localizadas na região anterior da língua e as papilas foliadas que são papilas gustativas encontram-se presentes na parte posterior da língua, perfazendo um complexo sistema vascular-nervoso (SILVA, 2010).

São encontradas aproximadamente 19.000 papilas gustativas nos suínos, seguidos dos humanos com aproximadamente 9.000, ficando atrás apenas dos bovinos com aproximadamente 25.000 (FREDERICK e VAN HEUGTEN, 2003). Segundo Roura (2003), os suínos possuem quase três vezes mais papilas gustativas que os humanos, sendo, 5.000 contra 1.600 fungiformes; mais de 10.000 contra 6.000 valadas e 4.800 contra 3.000 foliadas. Sabendo-se que quanto maior o número de papilas fungiformes, maior é a percepção do sabor (SILVA, 2010), pode-se inferir que esta habilidade é maior nos suínos se comparados aos humanos.

Cada papila contém milhares de botões gustativos e sua distribuição na língua, epiglote e palato mole variam entre os mamíferos, assim como o número de botões gustativos em cada

papila. Cada papila é composta por 50 a 150 células, que projetam na mucosa da língua, microvilosidades nas quais se encontram os receptores gustativos capazes de reconhecer os 5 gostos básicos, como o doce, salgado, amargo, azedo e umami (TEMUSSI, 2009).

Embora todos os gostos básicos sejam reconhecidos, cada célula isolada apresenta um tipo de receptor protéico identificando apenas um tipo de sabor (SILVA, 2010). Contudo, a biologia dos receptores gustativos não é completamente entendida e os estudos com animais são escassos, não sendo possível afirmar que os suínos têm um sentido de paladar semelhante aos dos seres humanos (ROURA, 2003), ou seja, não se sabe se os suínos sentem os mesmos gostos sentidos pelos humanos quando ambos ingerem um mesmo alimento.

Os leitões apresentam neofobia frente a novas situações, portanto, no primeiro contato que têm com a dieta sólida após o desmame, a qualidade é verificada pelo paladar e o olfato (TORRALLARDONA et al., 2002). Se não for constatada aversão, devido a componentes tóxicos, o animal consome normalmente. Entretanto, se for reconhecido algum fator como toxicidade de ingredientes, na segunda vez que esse mesmo alimento for oferecido, o animal terá a capacidade de associar o aprendizado da primeira experiência e refutar a dieta (HOF, 2000; SOLÀ-ORIOL et al., 2009; FORBES, 2010). Tal acontecimento se deve ao aprendizado de que aquele alimento causou algum efeito colateral ou injúria ao animal. Contudo, se o alimento não possuir componente aversivo à sua ingestão, mas possuir sabor ou cheiro desagradável, primeiramente ele será recusado e demorará um tempo maior para que inicie o seu consumo após verificação da qualidade.

Segundo Oostindjer et al. (2009), os suínos adquirem preferência inata antes de seu nascimento com a transmissão de sinais químicos da dieta da mãe através do líquido amniótico. Os componentes de sabor penetram no líquido e são percebidos pelo feto através da ingestão do líquido ou pelo sangue da mãe no epitélio olfativo.

Acredita-se que animais novos tenham preferência por sabores adocicados e que estes exerçam efeito no estímulo ao consumo (DUENGELHOEF, 2010). Alguns autores incluíram nas dietas, aditivos adocicados, como a sacarose, lactose, dextrose, ou adoçantes artificiais e verificaram aumento no consumo de ração e do ganho de peso de leitões recém-desmamados (LEWIS et al., 1955; ALDINGER et al., 1959; GRINSTEAD et al., 1960; MCDONALD et al., 1987; MUNRO et al., 2000; SCHLEGEL e HALL, 2006).

Essa preferência não é observada na fase adulta do animal como demonstrado por Johnston et al. (2003) que forneceram dietas *ad libitum* com e sem a inclusão de 4% de sacarose e 2% de produto lácteo achocolatado para porcas durante os 21 dias de lactação, e

não foi verificada diferença no consumo. Este resultado, provavelmente, se deve a involução dos botões gustativos com o envelhecimento do animal o que acarreta em diminuição da percepção gustativa (DUENGELHOEF, 2010) levando os animais a não manifestarem interesse por sabores que eram preferidos nas fases iniciais da criação.

O sabor amargo por sua vez é recusado em qualquer idade do animal, por estar relacionado com componentes que podem apresentar ameaça, como os fatores antinutricionais, venenos e compostos tóxicos (FORBES, 2010).

Todos os cinco sentidos (visão, audição, olfato, paladar e tato) influenciam a preferência e o consumo, mas não na mesma intensidade. A visão não é muito desenvolvida, como nas aves (WEEKS et al., 1997), podendo os suínos perceber a diferença entre comprimentos de ondas curtos e longos, chamada de visão dicromática, mas não são capazes de distinguir cores (EDGE et al., 2004). A audição tem papel importante no condicionamento alimentar uma vez que a vocalização dos leitões de creche estimula os animais recém-desmamados a consumirem ração e água (PETRIE e GONYOU, 1988).

Os sentidos básicos mais importantes na regulação do consumo são o olfato, paladar e tato que são simultaneamente acionados com a ingestão de um alimento, pois este fornece ao mesmo tempo odor, sabor, textura e temperatura característica (SOLÀ-ORIOL et al., 2009). Essas percepções são encaminhadas ao sistema nervoso central através de informações provenientes das papilas fungiformes pelo nervo *Chordata tympani* e através dos botões foliados e valados pelo nervo Glossofaríngeo que é um dos grandes responsáveis pela motricidade e percepção sensorial da língua (SILVA, 2010).

Outros fatores podem influenciar o consumo. Entre eles pode-se citar a temperatura ambiente, a densidade de animais nas baias, o genótipo, o sexo, o estado imune do animal, a densidade energética e a palatabilidade das dietas. Este último se refere ao conjunto das propriedades sensoriais de um alimento, que indicará a aceitação ou não pelo animal (JACELA et al., 2010).

3.4. Estratégia alimentar no pós-desmame

Sabendo que os suínos são animais que apresentam percepções sensoriais aguçadas, pode-se adotar como estratégia alimentar para aumentar o consumo, a inclusão de palatabilizantes quando se necessita mascarar ingredientes não palatáveis, alterar a formulação

das dietas (BRADLEY, 1980; FREDERICK e VAN HEUGTEN, 2003), ou mesmo para tornar a dieta mais atrativa.

Há no mercado, diversos aromatizantes que estimulam o apetite através do aroma que conferem às rações. Apesar da palavra odor também ser empregada para se referir ao aroma dos aromatizantes, o mais correto é a utilização deste último termo, pois diferentemente do odor, muitas substâncias voláteis desses aditivos são liberadas apenas em condições de mastigação e com o calor da cavidade bucal. A percepção olfativa desses compostos que se deve a conexão da faringe e da cavidade nasal, pode variar em função do grau de volatilidade de seus componentes, da pressão atmosférica, da temperatura ambiental, da umidade relativa do ar e de suas interações com os ingredientes das rações (DUENGELHOEF, 2010).

Os aromas dos alimentos podem ser classificados em artificiais e naturais. Entre os naturais, se encontram os óleos essenciais extraídos de plantas e sabores naturais de fruta e nos artificiais estão inseridos os aldeídos, álcoois aromáticos, bálsamos, éster orgânico, terpenos, fenóis, entre outros (BALBANI et al., 2006).

Além dos aromatizantes, existem também os flavorizantes, originados do termo em inglês “flavour”, que é interpretado por Adams (1997), como a combinação de paladar e aroma. Devido a essas características serem tão bem integradas, na maioria das vezes não é possível diferenciá-las (ADAMS, 1997) e é por isso que a mistura de sensações causadas por uma substância na boca, é chamada de “flavour”. Os palatabilizantes, termo abordado no presente trabalho, são todos os compostos que conferem paladar às dietas afetando assim a capacidade gustativa dos animais. Devido aos flavorizantes e aromatizantes afetarem a capacidade sensorial das dietas, os resultados de experimentos encontrados com ambos, serão comparados com os resultados encontrados com palatabilizantes, por estarem intimamente relacionados.

Os aditivos flavorizantes estimulam o apetite orientando o maior consumo de alimento e aumentam a secreção dos sucos digestivos (saliva, suco biliar e enzimas digestivas) que irão atuar na digestão dos alimentos (DUENGELHOEF, 2010). Cunha (1977) e Whittemore (1993) observaram os efeitos positivos dos flavorizantes na nutrição de leitões, uma vez que demonstraram sua eficácia no aumento do consumo, desenvolvimento do sistema digestório e desempenho do animal.

Uma alternativa ao baixo consumo de alimentos por leitões desmamados, segundo Campbell (1976) e Bolhuis (2009), é o fornecimento de dieta pós-desmame com sabor semelhante à dieta que a porca consumiu durante a lactação. Dessa forma os leitões são

estimulados a consumir ao identificarem um sabor familiar na ração. Outra opção é o fornecimento de ração antes e após o desmame contendo mesmo aroma, conforme demonstrado por Sulabo et al. (2010) em que animais expostos três dias antes do desmame a dieta com flavorizante a base de leite, tiveram seu consumo e o ganho diário de peso maior no pós-desmame quando continuaram a receber o aditivo na dieta em comparação com os que não continuaram.

O alto consumo de ração antes do desmame favorece o sistema imune de leitões enquanto que o baixo consumo predispõe os animais a diarreias quando criados em ambiente com a presença de *Escherichia coli*. No entanto, equivocadamente, alguns pesquisadores ainda associam o aumento da incidência de diarreia com o alto consumo de matéria seca antes do desmame (BARNETT et., 1989).

Diaz (2003) ofereceu três dias antes do desmame, dietas com e sem flavorizantes e observou que os leitões que continuaram recebendo os aditivos na dieta após o desmame, ganharam mais peso, e os animais que não continuaram, consumiram menos.

Entretanto, dependendo do sistema de arração praticado na granja e dos ingredientes disponíveis para formulação das dietas, as estratégias alimentares de fornecimento de ração antes do desmame, não são fáceis de serem implantadas. Em função disso, a inclusão de palatilizantes é uma alternativa importante nas dietas pós-desmame e são de extrema importância para alavancar o consumo.

3.5. Palatilizantes

Os palatilizantes se enquadram nos aditivos sensoriais, que segundo a Instrução Normativa Nº 13, de 13 de novembro de 2004 (BRASIL, 2009), é qualquer substância adicionada ao produto destinado à alimentação animal para melhorar ou modificar suas propriedades organolépticas ou as características visuais. Inseridos nesse grupo estão os corantes e pigmentantes que conferem ou intensificam a cor dos alimentos, os aromatizantes que conferem ou intensificam o aroma dos alimentos e os palatilizantes que são obtidos mediante processos físicos, químicos, enzimáticos ou microbiológicos a partir de materiais de origem vegetal ou animal, ou de substâncias definidas quimicamente, cuja adição aos alimentos aumenta sua palatabilidade e aceitabilidade.

Dentre os palatilizantes disponíveis no mercado, pode-se citar o açúcar, composto pelo carboidrato sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), e seus substitutos, os edulcorantes, também chamados

de adoçantes e que apresentam como referência sensorial a doçura da sacarose. Portanto é dado o valor empírico de 1 ou 100 à sacarose, referente ao seu poder adoçante, e os edulcorantes são comparados segundo esse valor (REVISTAFIB, 2008). Para exemplificar, pode-se citar a frutose que para suínos, tem potencial de 0,50 (GLASER et al., 2000), ou seja, possui metade da capacidade adoçante da sacarose.

Os edulcorantes representam uma imensa gama de compostos e podem ser classificados de várias maneiras, geralmente de acordo com sua origem e valor calórico. A sacarose e seus substitutos podem ser enquadrados em 2 grupos segundo o *Codex Alimentarius*, o grupo dos edulcorantes nutritivos e não-nutritivos. Os edulcorantes nutritivos fornecem além da doçura, geralmente a mesma quantidade de energia fornecida pelo açúcar e precisam ser empregados em maiores quantidades. Os edulcorantes não nutritivos podem ser naturais ou artificiais, possuem pouca ou nenhuma caloria, acentuada doçura e, portanto, são utilizados em menores quantidades (REVISTAFIB, 2008).

Diferentemente da classificação da Comunidade Européia, a agência norte-americana Food and Drug Administration (FDA), estabelece que os edulcorantes não nutritivos, são todos aqueles que apresentam menos de 2% do potencial adoçante da sacarose. Devido a essa divergente classificação, alguns compostos como a taumatina, oriunda da extração vegetal, é enquadrada como edulcorante nutritivo segundo o *Codex Alimentarius*, mas de acordo com o FDA, é classificada como não nutritivo por ter valor calórico por unidade de doçura de 0,0002kcal/g, sendo menor que os 2% preconizados (REVISTAFIB, 2008).

O açúcar, produzido principalmente a partir da cana-de-açúcar no Brasil e da beterraba, foi preconizado por seu poder adoçante, como palatabilizante na nutrição animal há muitos anos. É um carboidrato composto pela sacarose (dissacarídeo) que é formada pelos monossacarídeos glicose e frutose (LEWIS et al., 1955). No entanto, o emprego de grande quantidade de sacarose nas rações, pode torná-las pouco viáveis economicamente dependendo do preço do açúcar.

Os edulcorantes, por possuírem poder adoçante muito maior que o açúcar, são requeridos em baixas concentrações nas rações, o que pode diminuir o custo com a alimentação. Além disso, alguns edulcorantes comparados com a sacarose podem ser mais estáveis ao calor e resistentes a reações químicas durante o uso de vapor nos processos de peletização das rações (HELLAL, 2001). Contudo, o limite de inclusão dos edulcorantes deve ser respeitado, pois a alta inclusão pode ocasionar em sabor residual desagradável às rações (DUENGELHOEF, 2010) e dessa forma os animais poderão refutar a dieta.

O edulcorante não nutritivo mais antigo e conhecido é a sacarina ($C_7H_5O_3NS$), que foi descoberta em 1879 nos Estados Unidos e teve sua ampla difusão durante as Guerras Mundiais que devido à escassez e o racionamento de açúcar (TOZETTO, 2005), se tornou um produto alternativo. Pode ser comercializada sob a forma ácida, ou sob a forma de amônia, sais de cálcio ou sódio (CÂNDIDO e CAMPOS, 1996). A sacarina possui poder adoçante intenso, cerca de 300 a 500 vezes maior que a sacarose, mas de duração do sabor não muito prolongada. Contudo, altas doses deste edulcorante podem acarretar em gosto residual metálico não desejado o que motiva a sua combinação com outros adoçantes que mascarem esse sabor (DUENGELHOEF, 2010).

A neoesperidina-dihidrochalcona (NHDC) também é um edulcorante não nutritivo, mas é sintetizada a partir de flavonas presente nas cascas de frutas cítricas. Através do tratamento alcalino, a neoesperidina presente na casca de laranja azeda, é extraída na forma de chalcona de neoesperidina e através da hidrogenação, obtém-se a dihidrochalcona. Possui poder adoçante 1500-2000 vezes maior que o da sacarose e apresenta gosto residual mentolado, sendo um candidato em potencial à combinação com a sacarina.

O efeito sinérgico desses dois edulcorantes pode proporcionar um aumento de mais de 80% do poder adoçante da sacarina isolada. Normalmente, devido ao alto custo da NHDC, a sacarina é empregada em maior quantidade e o sabor adocicado provém majoritariamente desta (DUENGELHOEF, 2010). Por serem ambos, adoçantes artificiais, sua utilização na nutrição animal é regulamentada pela Comunidade Européia, sendo que a sacarina e a neoesperidina devem ser empregadas para leitões de até 4 meses de idade na quantidade máxima de 150 mg/kg e 35 mg/kg de ração respectivamente (DUENGELHOEF, 2010).

Além da sacarina e da neoesperidina, outros edulcorantes são utilizados na nutrição animal. O esteviosídeo, mais novo componente explorado para fabricação de edulcorantes, é extraído da folha do arbusto *Stevia rebaudiana*, originalmente cultivada na América do Sul, particularmente no Paraguai e no Brasil (HANSON e DEOLIVEIRA, 1993). A doçura de sua folha já era conhecida há muitos anos atrás por povos nativos que utilizavam o extrato de sua folha para adoçar as refeições e preparar medicamentos naturais (KINGHORN e SOEJARTO, 2002) e hoje já pode ser encontrada em produtos comerciais.

Vários outros edulcorantes são reconhecidos por seus sabores doces ao paladar humano, com isso, Glaser et al. (2000), verificou que esses edulcorantes para leitões seriam percebidos com a mesma doçura e intensidade que eram percebidos pelos homens. Em seu experimento, os animais foram alocados em baias individuais contendo dois bebedouros, um

com água e outro com água contendo o edulcorante. A preferência foi constatada quando a ingestão da solução representou pelo menos 80% de todo o consumo da baía segundo a fórmula: consumo da solução avaliada/consumo total de ambos os bebedouros x 100. No referido estudo, foram testados carboidratos como a D-frutose, D-galactose, D-glicose, L-glicose, lactose, maltose, sacarose e alguns polióis como o arabitól, xilitol, manitol e sorbitol. As intensidades da sacarose (1,00), da frutose (0,50) e do sorbitol (0,25) foram percebidas da mesma maneira tanto para os homens quanto para os leitões. No entanto, a intensidade adoçante para suínos, da lactose, maltose, D-L-glicose e D-galactose foram duas vezes menos eficiente que para os humanos. Os dois isômeros levógiro e dextrógiro da glicose foram percebidos da mesma maneira pelos suínos. Ao traçar a sequência de efetividade do poder adoçante, observou-se que a sacarose > D-frutose > maltose = lactose > D-glicose > D-galactose. Ainda, referente aos polióis avaliados, o xilitol foi o preferido, sendo tão efetivo quanto à sacarose.

3.6. *Efeito dos palatabilizantes sobre o desempenho e aspectos morfológicos de órgãos*

A preocupação com a nutrição no pós-desmame não é um tema novo dentro da produção de suínos, tanto que Diaz et al. (1956) propôs um estudo para verificar se leitões dos 14 aos 56 dias de idade seriam estimulados a ingerir dietas com açúcar e melão. Foram testadas dietas com 0, 5, 10 e 15% de açúcar e 0, 5 e 10% de melão. Os dados demonstraram melhora do ganho de peso e da conversão alimentar dos animais com o aumento dos níveis de açúcar, mas não foi verificada alteração no desempenho quando alimentados com dietas contendo melão.

Hanson et al. (1954) pesquisaram a preferência de leitões com 21 dias de idade, ao oferecer dieta com a inclusão de 10% de açúcar, dieta com sacarina equivalente a 10% do poder adoçante do açúcar e dieta controle sem adição de palatabilizantes e verificaram que os animais consumiram mais a dieta com açúcar.

Lewis et al. (1955) demonstraram que leitões recém-desmamados selecionavam rações contendo sacarose em detrimento daquelas sem a inclusão. Jensen et al. (1955) também verificaram a preferência de leitões na fase de creche e observaram que o maior consumo foi da ração com 20% de açúcar se comparado com 0,05% de sacarina, talvez porque a quantidade de sacarina adicionada não foi capaz de adoçar a ração de forma perceptível ao paladar dos suínos. Aldinger et al. (1959) verificaram que leitões recebendo dietas com e sem

a inclusão de sacarina, consumiram mais quando as dietas foram suplementadas com o palatilizante.

Nos experimentos realizados por Wahlstrom et al. (1974) foram fornecidas à leitões desmamados, dietas complexas com e sem adição de 5% de açúcar e essas mesmas dietas também foram fornecidas em sistema de livre escolha. Apesar das dietas não terem influenciado o desempenho, o consumo foi maior para a dieta acrescida do açúcar quando fornecida em sistema de livre escolha. Quando foram fornecidas as dietas separadamente, não foi observado o maior consumo das dietas com açúcar, demonstrando que a adição deste palatilizante se torna ineficaz quando não se proporciona a livre escolha da dieta.

Da mesma maneira Munro et al. (2000), não encontraram diferença estatística no ganho de peso de leitões recém-desmamados, alimentados com dieta contendo 5% de sacarose, dieta contendo diferentes níveis de esteviosídeo e dieta controle sem inclusão de palatilizantes. Entretanto, o consumo da dieta com sacarose foi maior que o da dieta controle, indicando preferência por sabores doces.

Sterk et al. (2008) observaram que a adição de edulcorante a base de sacarina sódica, em dietas de leitões desmamados não influenciou o consumo de ração dos 26 aos 45 dias de idade, contudo, evidenciou tendência na prevenção de queda acentuada do consumo no 8º ao 10º dia após o desmame, o que coincidiu com a melhor consistência das fezes em comparação com leitões que não receberam o edulcorante.

Entretanto, alguns trabalhos não encontraram resultados satisfatórios com a utilização de palatilizantes. Kornegay et al. (1979) constataram que a adição de açúcar e compostos aromáticos nas dietas de leitões desmamados, não influenciou o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. Orban et al. (1996) também não verificaram melhora no desempenho de leitões desmamados aos 33 dias de idade, alimentados com dietas contendo sacarose.

Da mesma forma que o desmame gera estresse aos leitões, na bovinocultura de corte, a descorna e a castração são manejos estressantes que afetam o consumo e o desempenho dos animais. Brown et al. (2004) motivado pelos estudos com palatilizantes na suinocultura, realizaram um experimento testando um palatilizante comercial contendo 97% de sacarina sódica para bovinos. Os animais submetidos ao experimento foram castrados, descornados e alimentados com rações contendo 0, 88, 176 e 264 gramas de palatilizante/tonelada de matéria seca da dieta. A inclusão do aditivo se deu no concentrado que constituiu 50% da dieta nos 14 primeiros dias de experimento, 75% da dieta, dos 15 aos 28 dias e 90% da dieta

dos 29 aos 56 dias de experimento. O maior consumo de ração e melhor ganho de peso foi obtido pelos animais que receberam 176g do palatabilizante.

Em outro estudo, realizado por McMeniman et al. (2006), testando o mesmo palatabilizante para bovinos de corte, foram fornecidos concentrados com 200 mg de palatabilizante/kg de matéria seca da dieta e o concentrado sem essa inclusão. Nos primeiros 56 dias de experimento, embora o tratamento com a sacarina sódica tenha evidenciado tendência em aumentar o peso dos animais aos 56 dias ($P=0,07$) e o ganho diário de peso ($P=0,12$), nenhuma alteração no desempenho foi realmente observada em relação aos animais que não consumiram o palatabilizante.

Para vacas em lactação, também não foi verificado por Murphy et al. (1996), aumento do consumo de matéria seca e do ganho de peso quando alimentadas com concentrados acrescidos de açúcar marrom. As vacas foram alimentadas com a dieta controle contendo 50% de concentrado (a base de milho e soja) e 50% de volumoso (sendo 25% de feno de alfafa e 25% de silagem de milho), e com a dieta teste, constituída por essa mesma dieta acrescida de 1,5% de açúcar marrom em relação à matéria seca. O consumo e o ganho de peso, também não se diferenciaram quando as dietas foram fornecidas isoladas ou quando se deu a chance aos animais de escolherem qual dieta consumir.

A utilização de palatabilizantes nas rações animais visando obter melhor aceitação não é um conceito novo, e outra maneira de administração desses produtos é pela água de bebida. Essa via de fornecimento também se faz importante, pois leitões na fase de creche se encontram muito desidratados devido à ocorrência de diarreias, portanto devem ingerir bastante água para reverter esse quadro, além de que a ingestão de água está intimamente relacionada com o consumo de ração (DONG e PLUSKE, 2007).

Silva et al. (2000), trabalharam com leitões desmamados aos 10 dias de idade e adicionaram edulcorante a base de sacarina sódica na água de bebida até os 30 dias de idade. Não verificaram maior consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e efeito positivo residual nas fases subseqüentes até os 62 dias de idade. Aos 22 dias de idade foram abatidos animais para verificar a altura de vilosidades e profundidade de criptas do duodeno e jejuno, mas não foi verificada influência do edulcorante nessas avaliações.

Os mesmos autores (SILVA et al., 2001) realizaram experimento com leitões desmamados aos 21 dias de idade, recebendo rações com e sem edulcorante a base de sacarina sódica até os 29 dias de idade, quando então foram abatidos. Também não verificaram alterações no desempenho dos animais e na profundidade de criptas do duodeno e jejuno,

contudo, os animais apresentaram maior altura de vilosidades e maior relação altura de vilos:profundidade de criptas do duodeno quando receberam ração com edulcorante.

Em outro experimento, leitões desmamados aos 21 dias foram submetidos até os 42 dias de idade a tratamentos constituídos por dietas e água com e sem adição de edulcorante a base de sacarina sódica. Foi observado maior consumo de ração dos animais que receberam o tratamento água com edulcorante, entretanto esse maior consumo não ocorreu nas fases seguintes até os 90 kg, não influenciando o desempenho (SILVA et al., 2002).

Conclui-se com esses estudos, que o consumo pode acarretar em diferença significativa no peso de leitões, por outro lado, animais que atingem maior peso ao final da fase de creche podem atingir maior peso final de abate (WOLTER e ELLIS, 2001) e gerar maior lucro ao produtor.

Segundo Costa et al. (2003), em seu experimento com leitões, adicionaram palatilizantes à base de sacarina e à base de dextrose nas dietas e não observaram influência no desempenho e no peso do fígado, pâncreas e rins.

Cabral et al. (2009), trabalharam com leitões recém-desmamados alimentados com dietas à base de sorgo em substituição ao milho e não observaram efeito significativo na inclusão de baunilha nas dietas sobre as características de desempenho, assim como ROCHA (2009) e NARANJO et al. (2010) que também não observaram alteração no desempenho de leitões alimentados, respectivamente, com rações peletizadas com e sem sacarina, aroma de baunilha e coco e rações com inclusão de produto lácteo achocolatado contendo 20% de lactose e 60% de açúcar.

Apesar de Duengelhoef (2010), afirmar que suínos preferem aromas similares a queijos, carnes, frutas e, principalmente de baunilha e leite, foi verificado por Seabolt et al. (2010), que em sistema de livre escolha, a inclusão do flavorizante de queijo com traços de baunilha não aumentou o consumo ou melhorou o desempenho. Ao invés do aditivo despertar interesse pela ração, provavelmente desencadeou neofobia. Em um segundo experimento foi fornecida dieta com e sem o flavorizante para leitões, sem a opção de livre escolha, e durante a primeira semana pós-desmame foi observado maior consumo de ração com flavorizante, mas esse resultado não foi verificado nas semanas subseqüentes.

Em ensaio com ratos, Bello e Hajnal (2005) estavam determinados a verificar se a adição de sucralose à água de bebida iria estimular seu consumo e se sim qual o melhor nível de inclusão. Foram instalados bebedouros apenas com água e bebedouros com as concentrações de 0,0003 a 10g de sucralose/L de água de bebida. O maior consumo se deu em

razão da menor concentração de sucralose e não diferiu do consumo da água sem o palatilizante, demonstrando que esses animais não conseguiram perceber as baixas concentrações de sucralose. À medida que aumentaram as concentrações acima de 1g, os ratos diminuíram o consumo alcançando o menor valor com a máxima concentração de 10g.

Com base na revisão bibliográfica apresentada, ainda prevalece dúvida da eficácia dos palatilizantes devido aos resultados contraditórios dos estudos, além de alguns trabalhos terem sido realizados muito anos atrás, na década de 50 quando se iniciaram os primeiros experimentos nessa área. Portanto, é necessária a realização de outros estudos, com as condições atuais de produção, animais geneticamente melhorados que possuem manejo e nutrição diferenciada do preconizado na época. Esses fatores podem influenciar a percepção sensitiva dos animais e consequentemente o consumo e a percepção da palatabilidade dos ingredientes que é interpretada por Forbes (2010), como uma propriedade dinâmica do complexo alimento/animal/ambiente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na instalação de creche do Laboratório de Pesquisa em Suínos (LPS), da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ)/USP, Campus de Pirassununga, no período de 27 de abril a 09 de junho de 2011. As instalações situam-se a 21° 59' de latitude sul e 47° 26' de longitude oeste, em altitude de 634 metros, com temperatura média anual de 20,8°C e precipitação pluviométrica média de 1.298 mm.

Os animais foram alojados em baias suspensas, parcialmente ripadas, com dimensão de 2,30m x 0,75m, providas de comedouro semiautomático e bebedouro tipo chupeta. Foram colocados termo-higrômetros na altura dos animais, para mensuração diária da temperatura e umidade relativas mínimas e máximas às 8 horas da manhã. Com o monitoramento do ambiente térmico dentro das salas, o manejo das cortinas e das campânulas de aquecimento a gás foi realizado para atender o conforto térmico dos animais.

A instalação de creche é subdividida em três salas, conforme demonstrado nas Figuras 1 e 2.

Ambos os experimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA)/USP, considerados, portanto, adequados quanto aos procedimentos adotados e aos princípios do bem-estar animal.

Figura 1. Vista externa da instalação de creche do Laboratório de Pesquisa em Suínos.

Figura 2. Vista interna da instalação de creche do Laboratório de Pesquisa em Suínos.

4.1. EXPERIMENTO 1 - Desempenho, incidência de diarreia e viabilidade econômica

4.1.1. Animais

Para avaliação do desempenho, incidência de diarreia e viabilidade econômica das dietas, foram utilizados 42 animais (21 machos castrados e 21 fêmeas) recém-desmamados, com idade média de 21 dias e peso médio inicial de $6,2 \pm 0,39$ kg, de linhagem genética Topigs e oriundos de granja comercial.

4.1.2. Dietas experimentais

O período experimental compreendeu a fase de creche, dos 21 aos 63 dias de idade dos animais, totalizando 42 dias. As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais mínimas dos leitões, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011), nas seguintes fases:

- Dieta pré-inicial (21 aos 35 dias de idade)
- Dieta inicial I (36 aos 50 dias de idade)
- Dieta inicial II (51 aos 63 dias de idade)

Todos os leitões receberam água e ração à vontade e foram submetidos às mesmas condições de manejo. As dietas experimentais foram compostas principalmente de milho, farelo de soja e sucedâneo lácteo, suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos sintéticos para apresentarem-se isoenergéticas e isoaminoacídicas.

Ao início do experimento, os animais foram pesados, identificados individualmente com brincos e distribuídos entre as seguintes dietas experimentais:

- **DC:** Dieta controle composta principalmente por milho, farelo de soja e sucedâneo lácteo,
- **DA:** Dieta composta principalmente por milho, farelo de soja e sucedâneo lácteo, com inclusão de açúcar,
- **DE:** Dieta composta principalmente por milho, farelo de soja e sucedâneo lácteo, com inclusão do edulcorante.

As composições nutricional e centesimal das dietas pré-inicial, inicial I e inicial II estão representadas, respectivamente, nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1. Composições nutricional e centesimal da dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), oferecidas aos leitões dos 21 aos 35 dias de idade.

Ingredientes, %	Ração pré-inicial		
	DC	DA	DE
Milho moído	46,484	42,753	46,484
Farelo de soja	20,000	20,000	20,000
Produto lácteo ¹	12,743	12,770	12,743
Produto lácteo ²	8,000	7,952	8,000
Levedura de dest. de álcool	5,755	6,000	5,755
Farelo de glúten de milho 60%	2,873	3,000	2,873
Óleo de soja	0,100	0,100	0,100
Fosfato bicálcico	1,330	1,343	1,330
Calcário	0,893	0,886	0,893
L-Lisina HCl, 78,4%	0,625	0,633	0,625
DL-Metionina, 99%	0,089	0,094	0,089
L-Treonina, 98%	0,206	0,215	0,206
L-Triptofano, 99%	0,061	0,062	0,061
Sal comum	0,136	0,137	0,136
Antioxidante	0,015	0,015	0,015
Óxido de zinco, 77%	0,340	0,340	0,340
Premix mineral ³	0,100	0,100	0,100
Premix vitamínico ⁴	0,150	0,150	0,150
Caulim	0,100	0,450	0,085
Açúcar	0,000	3,000	0,000
Edulcorante ⁵	0,000	0,000	0,015
Total	100,000	100,000	100,000
Composição calculada ⁶			
Energia metabolizável, kcal/kg	3375	3375	3375
Proteína bruta, %	21,000	20,882	21,000
Cálcio, %	0,825	0,825	0,825
Fósforo disponível, %	0,450	0,450	0,450
Lactose, %	12,000	12,000	12,000
Lisina dig., %	1,330	1,330	1,330
Metionina dig., %	0,372	0,372	0,372
Treonina dig., %	0,838	0,838	0,838
Triptofano dig., %	0,239	0,239	0,239

¹Nuklospray K21: 70% de lactose. ²Nuklospray K51: 40% de lactose. ³Premix mineral: cobre (10.000 ppm), cobalto (1.000 ppm), ferro (100.000 ppm), iodo (1.500 ppm), manganês (40.000 ppm) e zinco (100.000 ppm).

⁴Premix vitamínico: vit. A (6.000 UI/g), vit. D3 (1.500 UI/g), vit. E (15.000 UI/Kg), vit. K (150 ppm), tiamina (1.350 ppm), riboflavina (4.000 ppm), piridoxina (2.000 ppm), vit. B12 (20.000 ppm), biotina (80 ppm), ácido fólico (600 ppm), pantotenato de cálcio (9.350 ppm), niacina (20.000 ppm), selênio (300 ppm) e antioxidante (3.000 ppm).

⁵Composto por sacarina sódica, neoespiridina e dióxido de silício e inclusão conforme recomendação do fabricante. ⁶Composição calculada conforme Rostagno et al. (2011).

Tabela 2. Composições nutricional e centesimal da dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), oferecidas aos leitões dos 36 aos 50 dias de idade.

Ingredientes, %	Ração inicial I		
	DC	DA	DE
Milho moído	56,423	53,057	56,423
Farelo de soja	20,000	20,000	20,000
Produto lácteo ¹	2,414	2,414	2,414
Produto lácteo ²	6,000	6,000	6,000
Levedura de dest. de álcool	5,200	5,400	5,200
Farelo de glúten de milho 60%	4,400	4,500	4,400
Óleo de soja	1,290	1,200	1,290
Fosfato bicálcico	1,625	1,636	1,625
Calcário	0,828	0,822	0,828
L-Lisina HCl, 78,4%	0,727	0,734	0,727
DL-Metionina, 99%	0,078	0,082	0,078
L-Treonina, 98%	0,237	0,244	0,237
L-Triptofano, 99%	0,070	0,072	0,070
Sal comum	0,343	0,345	0,343
Antioxidante	0,015	0,015	0,015
Premix mineral ³	0,100	0,100	0,100
Premix vitamínico ⁴	0,150	0,150	0,150
Caulim	0,100	0,229	0,085
Açúcar	0,000	3,000	0,000
Edulcorante ⁵	0,000	0,000	0,015
Total	100,00	100,00	100,00
Composição calculada ⁶			
Energia metabolizável, kcal/kg	3372	3372	3372
Proteína bruta, %	20,909	20,795	20,909
Cálcio, %	0,825	0,825	0,825
Fósforo disponível, %	0,450	0,450	0,450
Lactose, %	4,000	4,000	4,000
Lisina dig., %	1,330	1,330	1,330
Metionina dig., %	0,372	0,372	0,372
Treonina dig., %	0,838	0,838	0,838
Triptofano dig., %	0,239	0,239	0,239

¹Nuklospray K21: 70% de lactose. ²Nuklospray K51: 40% de lactose. ³Premix mineral: cobre (10.000 ppm), cobalto (1.000 ppm), ferro (100.000 ppm), iodo (1.500 ppm), manganês (40.000 ppm), zinco (100.000 ppm). ⁴Premix vitamínico: vit A (6.000 UI/g), vit. D3 (1.500 UI/g), vit. E (15.000 UI/Kg), vit. K (150 ppm), tiamina (1.350 ppm), riboflavina (4.000 ppm), piridoxina (2.000 ppm), vit. B12 (20.000 ppm), biotina (80 ppm), ácido fólico (600 ppm), pantotenato de cálcio (9.350 ppm), niacina (20.000 ppm), selênio (300 ppm) e antioxidante (3.000 ppm). ⁵Composto por sacarina sódica, neoespiridina e dióxido de silício e inclusão conforme recomendação do fabricante. ⁶Composição calculada conforme Rostagno et al. (2011).

Tabela 3. Composições nutricional e centesimal da dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), oferecidas aos leitões dos 51 aos 63 dias de idade.

Ingredientes, %	Ração inicial II		
	DC	DA	DE
Milho moído	67,555	63,621	67,555
Farelo de soja	20,000	20,200	20,000
Levedura de dest. de álcool	4,200	4,450	4,200
Farelo de glúten de milho 60%	4,300	4,450	4,300
Óleo de soja	0,115	0,100	0,115
Fosfato bicálcico	1,442	1,452	1,442
Calcário	0,883	0,877	0,883
L-Lisina HCl, 78,4%	0,547	0,548	0,547
DL-Metionina, 99%	0,023	0,026	0,023
L-Treonina, 98%	0,133	0,138	0,133
L-Triptofano, 99%	0,039	0,039	0,039
Sal comum	0,398	0,434	0,398
Antioxidante	0,015	0,015	0,015
Premix mineral ¹	0,100	0,100	0,100
Premix vitamínico ²	0,150	0,150	0,150
Caulim	0,100	0,400	0,085
Açúcar	0,000	3,000	0,000
Edulcorante ³	0,000	0,000	0,015
Total	100,000	100,000	100,000
Composição calculada ⁴			
Energia metabolizável, kcal/kg	3230	3230	3230
Proteína bruta, %	19,120	19,092	19,120
Cálcio, %	0,768	0,768	0,768
Fósforo disponível, %	0,380	0,380	0,380
Lisina dig., %	1,093	1,093	1,093
Metionina dig., %	0,306	0,306	0,306
Treonina dig., %	0,689	0,689	0,689
Triptofano dig., %	0,197	0,197	0,197

¹Premix mineral: cobre (10.000 ppm), cobalto (1.000 ppm), ferro (100.000 ppm), iodo (1.500 ppm), manganês (40.000 ppm), zinco (100.000 ppm). ²Premix vitamínico: vit A (6.000 UI/g), vit. D3 (1.500 UI/g), vit. E (15.000 UI/Kg), vit. K (150 ppm), tiamina (1.350 ppm), riboflavina (4.000 ppm), piridoxina (2.000 ppm), vit. B12 (20.000 ppm), biotina (80 ppm), ácido fólico (600 ppm), pantotenato de cálcio (9.350 ppm), niacina (20.000 ppm), selênio (300 ppm) e antioxidante (3.000 ppm). ³Composto por sacarina sódica, neoespiridina e dióxido de silício e inclusão conforme recomendação do fabricante. ⁴Composição calculada conforme Rostagno et al. (2011).

4.1.3. Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi delineado em blocos casualizados para eliminar efeito do peso inicial dos animais, com três dietas e sete repetições, sendo a unidade experimental composta por dois animais (um macho e uma fêmea).

Os dados de desempenho foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) no programa estatístico SAS (1998) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

4.1.4. Características de desempenho

Foram avaliados o consumo diário de ração (CDR), o ganho diário de peso (GDP) e a conversão alimentar (CA) nos períodos: 1 (21 aos 28 dias), 2 (21 aos 35 dias), 3 (21 aos 50 dias) e 4 (21 aos 63 dias de idade). Para essas determinações, os animais foram pesados no início e ao final de cada período, bem como a ração fornecida, as sobras no comedouro e a ração desperdiçada.

4.1.5. Incidência de diarreia

Nos primeiros 8 dias do período experimental, duas vezes ao dia, às 7h e 17h, foi verificada pelo mesmo observador, a consistência das fezes mediante análise visual, de acordo com os seguintes escores: 1 (fezes normais), 2 (fezes pastosas) e 3 (fezes aquosas). Os escores 1 e 2 foram considerados fezes não diarreicas e o 3 diarreicas.

4.1.6. Viabilidade econômica

Foram determinados o custo do quilograma de cada dieta, o custo das dietas por quilograma de peso vivo ganho, o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo médio (IC), proposto por Barbosa et al. (1992) através das fórmulas abaixo:

$$IEE = \frac{MCe \times 100}{CTei} \quad \text{e} \quad IC = \frac{CTei \times 100}{MCe}$$

Em que: MCe = menor custo médio da dieta por quilograma de ganho observado entre as dietas; CT*ei* = custo da dieta *i* considerada.

Para o cálculo do custo do quilograma da dieta, foram considerados os preços dos ingredientes utilizados na formulação, praticados na região de Pirassununga no mês de abril de 2011, que correspondeu ao período de aquisição dos mesmos.

4.2. EXPERIMENTO 2 – Morfometria intestinal e peso de órgãos

4.2.1. Animais

Foram utilizados 42 machos castrados, recém-desmamados com idade média de 21 dias e peso médio inicial de $5,6 \pm 0,56$ kg, de linhagem genética Topigs e oriundos de granja comercial.

4.2.2. Dietas experimentais

As dietas experimentais utilizadas foram as mesmas fornecidas aos animais do Experimento 1, dos 21 aos 35 dias e 36 aos 50 dias de idade.

4.2.3. Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi delineado em blocos causalizados, com arranjo fatorial $3 \times 2 + 1$ (três dietas, duas épocas de abate: aos 28 e 35 dias de idade e o abate no dia do desmame), com seis repetições, sendo cada unidade experimental constituída por um animal. Os dados de morfometria intestinal e peso de órgãos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) no programa estatístico SAS (1998) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

4.2.4. Morfometria intestinal

Os animais foram transportados para o Matadouro-Escola da Coordenadoria do Campus Administrativo da USP-Campus de Pirassununga, insensibilizados e abatidos. Seis leitões foram abatidos no dia do desmame, ou seja, aos 21 dias; 18 leitões aos 28 dias (seis animais alimentados com cada uma das dietas) e 18 leitões aos 35 dias de idade (seis animais alimentados com cada uma das dietas), totalizando 42 animais, para coleta de segmentos do duodeno e jejuno para realização das análises morfométricas e também foi realizada a pesagem de órgãos.

Foram coletadas amostras, de aproximadamente 3cm, da porção média do duodeno e jejuno de cada animal, sendo abertas pela borda mesentérica, lavadas delicadamente com água destilada com a utilização de um conta-gotas, fixadas em papelão com grampos e acondicionadas em solução de formol tamponado 10%.

Após a permanência de 48 horas nesta solução, as amostras foram transferidas para álcool 70% e nessa solução permaneceram até serem processadas no Laboratório de Histologia, Departamento de Ciências Básicas, da FZEA/USP - Campus de Pirassununga.

Para a confecção das lâminas, as amostras foram recortadas em fragmentos de cerca de 1cm, e desidratadas em série de alcoóis em concentrações crescentes até álcool 100% e em seguida em xilol. Depois desse procedimento, as amostras foram transferidas para moldes de incrustação de parafina fresca, para fabricação dos blocos de parafina contendo a amostra em seu interior. Após o endurecimento da parafina, os moldes foram retirados, aparou-se o excesso de parafina dos blocos e estes foram armazenados em freezer até serem processados.

Os cortes foram feitos em micrótomo semi-automático e imediatamente após foram transferidos para água morna em banho-maria para amolecer o corte e remover os vincos. Após, foram aplicados sobre lâminas de vidro para posterior coloração com hematoxilina e eosina (HE).

Para cada animal foram obtidos seis cortes de cada amostra de duodeno e jejuno, com 5µm de espessura, de modo que, entre um corte e o subsequente utilizado, foram desprezados aproximadamente 12 cortes.

Para avaliar a altura dos vilos (AV), a profundidade das criptas (PC), e a relação AV:PC, foram realizadas 30 leituras por amostra do segmento intestinal, para cada animal, em microscópio óptico (Objetiva de 10X) acoplado a um sistema para captura de imagens e sistema analisador de imagens por meio do Software Axio Vision 4.6 da ZEISS.

4.2.5. Peso e comprimento de órgãos

Foram pesados o estômago vazio, intestino delgado vazio, intestino grosso vazio, fígado, pâncreas, rins, baço e mensurado o comprimento do intestino delgado. Os animais foram pesados previamente ao abate; foram obtidos os pesos absolutos dos órgãos, e assim determinados os pesos relativos através do cálculo:

$$\text{Peso relativo} = \frac{\text{Peso absoluto}}{\text{Peso vivo do animal}}$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das temperaturas e umidades relativas mínimas e máximas, do período total da fase de creche, estão representadas na Tabela 4. No Experimento 1, os animais permaneceram alojados até os 63 dias e no Experimento 2, permaneceram até os 34 dias de idade.

Tabela 4. Média das temperaturas (T°C) e umidades relativas (UR%) mínimas e máximas da unidade de creche.

Idade (dias)	T mín (°C)	DP*	T máx (°C)	DP	UR% mín	DP	UR% máx	DP
21-27	21,8	±1,2	26,7	±2,1	55,0	±13,3	66,5	±12,6
28-34	18,5	±2,3	26,3	±2,7	49,3	±13,5	69,8	±14,4
35-63	15,0	±1,8	24,7	±2,2	45,4	±6,5	70,1	±10,2

*DP: Desvio-padrão

A temperatura ideal para suínos quando desmamados com idade média de 21 dias, situa-se próxima dos 24°C nas primeiras semanas de alojamento, e em torno de 20°C nas últimas, não devendo estar acima de 31°C e abaixo de 8°C nessa fase de criação (SILVA, 1999). Apesar da dificuldade na manutenção da temperatura constante dentro das salas, devido à ocorrência de baixas temperaturas durante o período de execução do experimento, as temperaturas internas se mantiveram próximas do preconizado.

A umidade relativa ideal para suínos, segundo Sampaio et al. (2004) e Souza (2004) não deve ultrapassar 70%, pois os suínos por possuírem poucas glândulas sudoríparas, necessitam perder calor pela via evaporativa. Tal mecanismo é observado com maior frequência em animais de crescimento/terminação e matrizes, no entanto isso não exclui os cuidados com a umidade nas salas de creche, pois umidade elevada é condição favorável ao crescimento de micro-organismos patogênicos.

No presente experimento não foi observada umidade relativa superior a 70% o que é um indicativo de atendimento do bem-estar dos leitões e, portanto, não foi um fator externo em potencial para alterar o comportamento ingestivo de ração.

5.1. EXPERIMENTO 1 – Desempenho, incidência de diarreia e viabilidade econômica

5.1.1. Incidência de diarreia

A incidência de diarreia, avaliada mediante escores fecais, está demonstrada na Tabela 5.

Tabela 5. Número total de observações e distribuição do número de observações em função do escore das fezes de leitões recém-desmamados alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE).

Escore ¹	Dietas experimentais			TOTAL	% Escore
	DC	DA	DE		
1	106	106	108	320	95,24
2	4	4	4	12	3,57
3	2	2	0	4	1,19
TOTAL	112	112	112	336	100,00
% Escore 3*	1,79	1,79	0		

¹Escore: 1 (fezes normais); 2 (fezes pastosas) e 3 (fezes aquosas).

*Porcentagem de diarreia.

Pode-se inferir através desses resultados que a menor incidência de diarreia foi verificada nos animais que receberam DC com edulcorante. No entanto, a porcentagem de escore 3 observada nos animais que receberam as dietas controle e dieta com açúcar não é considerada elevada nos 8 primeiros dias, que são os mais críticos da fase de creche. A reduzida incidência de diarreia se deve, provavelmente, ao baixo desafio imposto aos animais, por se tratar de um ambiente controlado e pelo fato de que as instalações da creche permaneceram fechadas em vazio sanitário durante longo período que antecedeu o experimento.

O vazio sanitário realizado em granjas comerciais é muito menor se comparado ao que foi praticado, devido as entradas e saídas sucessivas de lotes. A pressão bacteriana, mesmo após desinfecção das baias com a saída dos animais, não é nula, e pode acometer os leitões que em condição de estresse estão mais propícios às infecções (GRÑA, 2007). Portanto, o baixo desafio sanitário imposto aos animais também pode ter contribuído para a baixa incidência de diarreia observada.

5.1.2. Características de desempenho

As médias do consumo diário de ração (CDR), do ganho diário de peso (GDP) e da conversão alimentar (CA) dos animais nos Períodos 1, 2, 3 e 4 estão apresentadas na Tabela 6. Não houve diferenças ($P>0,05$) entre as dietas para as variáveis avaliadas nos Períodos 1, 3 e 4. No Período 2, os animais que consumiram a DE apresentaram maior ($P<0,05$) CDR e GDP (Figuras 4 e 5), comparados com os leitões que receberam a DA, entretanto não diferiram dos animais alimentados com a DC.

Tabela 6. Valores médios do consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE).

	Dietas experimentais			Média	CV¹ (%)
	DC	DA	DE		
Período 1 (21 aos 28 dias de idade)					
CDR (g/dia)	269	245	288	267	16,54
GDP (g/dia)	175	159	206	180	24,59
CA	1,54	1,70	1,42	1,55	23,68
Período 2 (21 aos 35 dias de idade)					
CDR (g/dia)	426 ^{ab}	395 ^b	484 ^a	435	13,61
GDP (g/dia)	283 ^{ab}	264 ^b	345 ^a	297	18,43
CA	1,50	1,54	1,41	1,48	12,11
Período 3 (21 aos 50 dias de idade)					
CDR (g/dia)	673	670	710	684	8,23
GDP (g/dia)	411	420	459	430	9,51
CA	1,59	1,60	1,55	1,58	4,46
Período 4 (21 aos 63 dias de idade)					
CDR (g/dia)	845	862	918	875	7,69
GDP (g/dia)	540	513	549	534	6,42
CA	1,57	1,68	1,67	1,64	6,01

¹CV: Coeficiente de variação.

Médias na mesma linha seguida de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Gráfico 4. Consumo diário de ração (CDR) de leitões alimentados com a dieta controle (DC) dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE) no Período 2 (21 aos 35 dias de idade).

Gráfico 5. Ganho diário de peso (GDP) de leitões alimentados com a dieta controle (DC) dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE) no Período 2 (21 aos 35 dias de idade).

Apesar da utilização dos palatabilizantes nas dietas dos leitões, na primeira semana, pós-desmame (21 aos 28 dias de idade) não foi observado aumento no consumo das dietas, de modo que a inclusão de açúcar e edulcorante, não foi eficaz para tornar as dietas mais atrativas e estimular seu consumo.

O presente estudo está de acordo com Silva et al. (2001) que não verificaram melhora no desempenho de leitões desmamados aos 21 dias que receberam dietas com e sem edulcorante a base de sacarina sódica até os 29 dias de idade. Seabolt et al. (2010) apesar de terem trabalhado com leitões em sistema de alimentação de livre escolha na fase de creche, também não obtiveram melhora no desempenho de suínos na primeira semana quando fornecidas dietas com flavorizante queijo e baunilha.

Em ensaio paralelo, Seabolt et al. (2010) forneceram rações únicas com ou sem o flavorizante, ou seja, não ofereceram a opção de escolha, e verificaram maior consumo na primeira semana pós-desmame quando os leitões receberam as dietas com flavorizantes. Entretanto, esse resultado não perdurou para as semanas seguintes, não influenciando o consumo no período total de creche.

No Período 2 (21 aos 35 dias de idade), os animais já estavam adaptados ao ambiente e às dietas, e o CDR e GDP foram maiores quando os leitões consumiram a dieta com edulcorante comparado com os animais que receberam a dieta com açúcar, porém não foram diferentes em relação aos leitões alimentados com a dieta controle. A CA não foi influenciada pelas dietas.

No período 3 (21 aos 50 dias de idade), não foi verificada diferença no desempenho dos animais que receberam as três dietas e no período total de creche (21 a 63 dias de idade), não houve diferenças em nenhuma das variáveis. Esses resultados concordam com os obtidos por Wahlstrom et al. (1974) que forneceram a leitões desmamados, dietas complexas com e sem adição de 5% de açúcar e não verificaram alteração no desempenho dos animais. Kornegay et al. (1979) também constataram que a adição de açúcar e compostos aromáticos nas dietas de leitões desmamados, não influenciaram o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. Orban et al. (1996) trabalharam com leitões desmamados tardiamente, aos 33 dias de idade e não verificaram melhora no desempenho desses animais quando alimentados com dietas contendo sacarose.

Munro et al. (2000) não encontraram diferença estatística no ganho e peso de leitões recém-desmamados, alimentados com dieta contendo 5% de sacarose, dieta contendo diferentes níveis de extrato da folha de estévia (83,3; 167 e 334 mg/kg da dieta) e dieta

controle sem inclusão de palatilizantes. O consumo de ração e a conversão alimentar dos animais que consumiram a dieta com 5% de sacarose foi melhor em relação à dieta controle, apesar de os animais que receberam dieta com extrato da folha de estêvia não diferirem dos demais.

Vários autores estudaram o efeito da sacarina sódica como palatilizante e também não verificaram melhora no desempenho de leitões (SILVA et al., 2002; COSTA et al., 2003; STERK et al., 2008). Ausência de efeito no desempenho de leitões também foi verificada por outros autores avaliando a inclusão na ração de baunilha (CABRAL et al., 2009), sacarina, aroma de baunilha e coco (ROCHA, 2009) e produto lácteo achocolatado (NARANJO et al., 2010).

Por outro lado, Hanson et al. (1954) ofereceram dietas para leitões de 21 dias de idade, com inclusão de 10% de açúcar, dieta com sacarina equivalente à 10% do poder adoçante do açúcar e dieta controle, observando que os animais apresentaram maior consumo quando foi oferecida a dieta com açúcar. A preferência dos leitões por dieta contendo açúcar também foi verificada por Jensen et al. (1955) e Lewis et al. (1955).

Aldinger et al. (1959) verificaram que leitões que receberam dietas com sacarina, independente do nível de inclusão, consumiam mais alimento, enquanto Stockill (1990) verificou que a adição de edulcorante na água de bebida proporcionou aumento de duas a três vezes o consumo de ração nos três primeiros dias após o desmame.

No presente estudo não foi verificado melhora no desempenho de leitões no período total da fase de creche e esses resultados então de acordo com os encontrados em trabalhos realizados mais recentemente. A ineficiência do açúcar e do edulcorante em melhorar o desempenho dos animais, primeiramente pode ter ocorrido em função das dietas formuladas, serem dietas complexas com grande quantidade de produto lácteo, que também conferiram melhor sabor às dietas.

No entanto, em condições de criação intensiva, com maior número de fatores estressantes, e dietas formuladas com alimentos de menor palatabilidade, os palatilizantes podem se tornam importantes aliados na nutrição animal.

5.1.3. Viabilidade econômica

Na Tabela 7, encontram-se os dados referentes aos custos das dietas. Na Tabela 8, são apresentados os custos das dietas por quilograma de peso ganho pelo animal, os índices de eficiência econômica (IEE) e os índices de custo (IC).

Tabela 7. Custo (R\$/kg) da dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), oferecidas aos leitões nas diferentes fases.

Fases	Custo das dietas ¹ (R\$/kg)		
	DC	DA	DE
21 aos 35 dias de idade	1,971	2,166	1,977
36 aos 50 dias de idade	1,296	1,489	1,302
51 aos 63 dias de idade	0,939	1,133	0,944

¹Custos calculados segundo os preços dos ingredientes praticados no mês de abril de 2011.

No período de creche, são encontrados os maiores custos das dietas durante os primeiros 14 dias pós-desmame, devido às maiores inclusões de sucedâneos lácteos. Com o crescimento do animal, essa inclusão pode ser reduzida, o que diminui o custo da dieta.

Comparando os custos das dietas experimentais, conclui-se que as dietas acrescidas dos palatabilizantes açúcar e edulcorante, foram superiores ao da dieta controle. O maior custo foi obtido com a DA devido a considerável inclusão de 3% de açúcar.

A dieta com edulcorante apresentou melhor custo por quilograma de peso vivo ganho em todos os períodos avaliados. Também obteve melhor índice de eficiência econômica e melhor índice de custo médio nos 3 primeiros períodos, no entanto, no período total, não diferiu da dieta controle.

Tabela 8. Custo das dietas (CD R\$) por quilograma de peso vivo ganho (kg PV), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo médio (IC) de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE) nos Períodos 1, 2, 3 e 4.

Item	Dietas experimentais		
	DC	DA	DE
Período 1 (21 aos 28 dias de idade)			
CD R\$/kg PV	3,03	3,34	2,76
IEE	84,52	83,00	100,00
IC	118,31	120,48	100,00
Período 2 (21 aos 35 dias de idade)			
CD R\$/kg PV	2,97	3,24	2,77
IEE	95,31	85,58	100,00
IC	104,92	116,85	100,00
Período 3 (21 aos 50 dias de idade)			
CD R\$/kg PV	2,55	2,81	2,39
IEE	99,58	87,73	100,00
IC	100,42	113,98	100,00
Período 4 (21 aos 63 dias de idade)			
CD R\$/kg PV	2,19	2,51	2,12
IEE	100,00	87,35	100,00
IC	100,00	114,49	100,00

5.2. EXPERIMENTO 2 – Morfometria intestinal e peso de órgãos

5.2.1. Morfometria intestinal

Os valores médios encontrados de altura de vilos (AV), profundidade de criptas (PC) e relação altura de vilos:profundidade de criptas (AV:PC) do duodeno e jejuno de leitões abatidos aos 21, 28 e 35 dias de idade, estão apresentados na Tabela 9. Devido a interação encontrada para a AV:PC duodeno, os fatores foram desdobrados e representados na Tabela 10. Na Figura 6, se encontram a AV do duodeno (a), a AV do jejuno (b), a PC do duodeno (c) e a PC do jejuno (d). Na Figura 7, está representada a relação altura de vilos:profundidade de criptas (AV:PC) do duodeno de suínos alimentados com dietas controle, dieta com açúcar e dieta com edulcorante abatidos aos 35 dias de idade.

Tabela 9. Altura de vilos (AV), profundidade de criptas (PC) e relação altura de vilos:profundidade de criptas (AV:PC) do duodeno e jejuno de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE) e abatidos aos 21, 28 e 35 dias de idade.

Fatores	AV (μm)		PC (μm)		AV:PC	
	Duodeno	Jejuno	Duodeno	Jejuno	Duodeno ²	Jejuno
Idade (dias)						
21	195,70 ^b	228,75 ^b	125,10 ^b	140,09 ^b	1,61	1,63
28	242,58 ^{ab}	238,82 ^b	132,86 ^b	153,25 ^{ab}	1,69	1,59
35	266,35 ^a	292,95 ^a	151,47 ^a	170,70 ^a	1,65	1,71
Significância	*	*	*	*	NS	NS
CV¹(%)	17,38	17,83	12,78	14,83	14,46	13,97
Dietas						
DC	243,58	243,48	137,28	152,87	1,77	1,61
DA	253,14	283,49	142,64	168,97	1,75	1,69
DE	266,68	270,68	146,59	164,09	1,82	1,65
Significância	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	16,52	16,57	12,74	16,14	10,91	13,93

¹CV: Coeficiente de variação.

²Interação entre os fatores (P=0,047).

Médias seguidas de mesma letra na coluna em cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

* Significativo (P<0,05).

NS = Não significativo.

Tabela 10. Desdobramentos dos fatores da variável relação altura de vilos:profundidade de criptas (AV:PC) do duodeno de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), abatidos aos 28 e 35 dias de idade,

Idade (dias)	Dietas experimentais	Variável
		AV:PC duodeno
28	DC	1,72
	DA	1,94
	DE	1,83
35	DC	1,82 ^a
	DA	1,55 ^b
	DE	1,81 ^a

(a)

(b)

(c)

Gráfico 6. (a) Altura de vilos do duodeno (AVd); (b) altura de vilos do jejuno (AVj); (c) profundidade de criptas do duodeno (PCd) e (d) profundidade de criptas do jejuno (PCj) de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), abatidos aos 21, 28 e 35 dias de idade.

Gráfico 7. Relação altura de vilos:profundidade de criptas do duodeno (AV:PC d) de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta controle açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE) e abatidos aos 35 dias de idade.

Com relação à idade de abate, independentemente das dietas, verificou-se que animais abatidos aos 35 dias apresentaram maior AV do duodeno comparados com animais abatidos aos 21 dias. Para a AV do jejuno, os animais abatidos aos 35 dias revelaram os maiores valores. Isso se deve, provavelmente, ao maior tamanho dos animais aos 35 dias e, conseqüentemente, maior desenvolvimento do trato gastrintestinal, refletindo na histologia do órgão.

Quanto a PC do duodeno, animais abatidos aos 35 dias apresentaram valores superiores aos outros dois abates, enquanto a PC do jejuno, foi maior nos animais abatidos aos 35 dias em comparação aos abatidos aos 21 dias. A maior profundidade de criptas visualizada no abate aos 35 dias, se deve a maior atividade mitótica das células das criptas para renovar as células perdidas das vilosidades intestinais (UNI et al., 2000) que se apresentaram com maior altura aos 35 dias.

De acordo com Kelly et al. (1991a) e Santos et al. (2007), a mudança da dieta líquida para a dieta sólida após o desmame, causa redução no tamanho das vilosidades, com posterior recuperação das mesmas até o 14º dia após o desmame (NABUURS, 1995), ou seja, até os 35 dias de idade. Esse efeito não foi confirmado no presente experimento, uma vez que não se observou diminuição da altura dos vilos e sim um aumento, aos 35 dias de idade comparado com o dia do desmame, a relação AV:PC do jejuno não foi afetada pela idade de abate.

As características morfométricas não foram influenciadas pelas dietas, com exceção da relação AV:PC do duodeno que foi maior nos animais que receberam as dietas controle e controle com edulcorante, abatidos aos 35 dias de idade.

Os resultados encontrados estão de acordo com os resultados obtidos por Silva et al. (2000) que trabalhando com leitões desmamados aos 10 dias e abatidos aos 22 dias de idade, não observaram alteração na histologia do duodeno e do jejuno de leitões que receberam água com e sem edulcorante a base de sacarina sódica como forma de estimular o consumo de ração.

Silva et al (2001) também estudaram o efeito do edulcorante sacarina sódica sobre a morfometria intestinal. Desmamaram leitões com 21 dias e forneceram dietas quatro vezes ao dia, com e sem inclusão do edulcorante até que os animais atingissem 29 dias de idade, quando então foram abatidos. A AV do duodeno e a relação AV:PC do duodeno foram maiores nos animais que receberam dieta com edulcorante.

Os resultados do presente estudo não confirmam os resultados de Silva ET AL. (2001) e não comprova a afirmação de Kelly et al. (1991b) e Makkink et al. (1994) de que os palatáveis aumentam a ingestão de ração, melhorando a integridade de vilos e criptas.

5.2.2. Peso e comprimento de órgãos

Os pesos médios absolutos e relativos do estômago, intestino delgado, intestino grosso, fígado, pâncreas, baço, rins e o comprimento do intestino delgado de leitões abatidos aos 21, 28 e 35 dias de idade, estão representados, respectivamente, nas Tabelas 11 e 12. As variáveis que apresentaram diferença significativa, estão representadas nas Figuras 8 (pesos médios absolutos) e 9 (pesos médios relativos).

Tabela 11. Peso absoluto de órgãos (g) e comprimento (m) absoluto do intestino delgado de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DC) e dieta com edulcorante (DC), abatidos aos 21, 28 e 35 dias de idade.

Fatores	Peso absoluto dos órgãos (g)						Comprimento (m)	
	Estômago	Int. delgado	Int. grosso	Fígado	Pâncreas	Baço	Rins	Int. delgado
Idade (dias)								
21	40,63 ^c	209,08 ^c	124,35 ^b	132,72 ^b	7,79 ^c	11,55	33,87 ^b	7,33 ^b
28	59,46 ^b	313,90 ^b	137,02 ^b	164,78 ^b	23,31 ^b	13,64	36,2 ^b	8,79 ^a
35	84,69 ^a	573,32 ^a	212,00 ^a	256,99 ^a	53,28 ^a	14,04	50,89 ^a	8,85 ^a
Significância	*	*	*	*	*	NS	*	*
CV¹ (%)	16,70	17,52	17,53	14,53	25,67	34,76	14,44	12,19
Dietas								
DC	74,18	450,03	170,81	206,80	39,13	12,35	45,19	9,05
DC	65,76	435,20	176,74	207,98	33,87	13,58	41,76	8,15
DC	76,28	445,60	181,52	217,88	41,89	15,59	43,68	9,27
Significância	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	15,92	17,38	18,47	14,41	24,85	38,36	14,5	12,28

¹CV: Coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra na coluna em cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

* Significativo (P<0,05).

NS = Não significativo.

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

Gráfico 8. Pesos absolutos do estômago (a), intestino delgado (b) e grosso (c), fígado (d), pâncreas (e), rins (f) e comprimento absoluto do intestino delgado (g) em função das idades ao abate de leitões.

Verificou-se maior peso absoluto dos órgãos, exceto do baço, e maior comprimento do intestino delgado nos animais abatidos com 35 dias de idade (Figura 7), comparado com aqueles abatidos no dia do desmame, o que é reflexo do crescimento dos animais.

Não houve efeito da dieta sobre o desenvolvimento dos órgãos, o que já era esperado, pois o desempenho dos leitões foi semelhante, independente da dieta.

Tabela 12. Peso relativo de órgãos (g) e comprimento (m) relativo do intestino delgado de leitões alimentados com dieta controle (DC), dieta com açúcar (DA) e dieta com edulcorante (DE), abatidos aos 21, 28 e 35 dias de idade.

Fatores	Peso relativo dos órgãos (g)							Comprimento (m)
	Estômago	Int.delgado	Int.grosso	Fígado	Pâncreas	Baço	Rins	Int.delgado
Idade (dias)								
21	7,25 ^c	22,24 ^{ab}	37,38 ^c	23,7 ^b	1,39 ^c	2,06	6,05	1,31 ^a
28	9,16 ^b	21,23 ^b	49,90 ^b	25,48 ^b	3,58 ^b	2,11	5,58	1,36 ^a
35	9,64 ^a	24,74 ^a	65,42 ^a	29,33 ^a	6,07 ^a	1,59	5,8	1,02 ^b
Significância	*	*	*	*	*	NS	NS	*
CV¹ (%)	12,59	15,33	12,77	12,4	24,64	36,94	10,22	13,74
Dietas								
DC	9,55ab	59,80	22,12	26,66	4,89	1,62	5,90	1,21
DA	8,66b	55,95	23,06	26,96	4,27	1,81	5,43	1,1
DE	9,98a	57,16	23,82	28,60	5,32	2,13	5,73	1,26
Significância	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	11,2	12,45	14,7	13,82	23,43	41,76	9,64	13,57

¹CV: Coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra na coluna em cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

* Significativo (P<0,05).

NS = Não significativo.

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

Gráfico 9. Pesos relativos do estômago (a), intestino delgado (b) e grosso (c), fígado (d), pâncreas (e) e comprimento relativo do intestino delgado (f) em função das idades ao abate de leitões.

Pode-se verificar que o estômago, o intestino grosso e o pâncreas apresentaram crescimento com o aumento da idade dos leitões. O maior peso relativo de fígado e do intestino delgado foi encontrado nos animais abatidos aos 35 dias.

O comprimento relativo do intestino delgado apresentou-se maior nos animais abatidos aos 21 e 28 dias comparado com aqueles abatidos aos 35 dias. O baço e o rim não sofreram alteração no peso relativo em função da idade de abate.

As dietas não influenciaram os pesos relativos de órgãos e o comprimento relativo do intestino delgado, com exceção do estômago, pois foi verificado maior peso relativo quando os animais receberam a dieta com edulcorante comparado com aqueles alimentados com dieta com açúcar, contudo não diferiu da dieta controle. A ineficácia verificada pelos palatabilizantes em aumentar o peso e comprimento relativo dos órgãos, se deve ao fato de que os animais não apresentavam maior consumo e melhor desempenho em função da adição de palatabilizantes nas dietas, e assim, o desenvolvimento dos órgãos dos animais que consumiram dietas com palatabilizantes foi igual ao dos que consumiram dieta controle.

6. CONCLUSÃO

O uso do palatilizante edulcorante a base de sacarina e neoesperidina em dietas para leitões recém-desmamados, se justifica nas duas primeiras semanas pós-desmame por melhorar o desempenho dos animais e a viabilidade econômica da dieta.

7. REFERÊNCIAS

ADAMS, C. A. Flavours and sweeteners – simple function, complex structure. **Feed Mix**, Doetinchen, v.5, n.3, p.8-11, 1997.

ALDINGER, S. M. et al. Effect of saccharin on consumption of starter rations by baby pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.18, p.1350-1355, 1959.

ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA. **ANUALPEC**: Balanço da suinocultura brasileira. São Paulo, p.273, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **ABIPECS**: Carne suína brasileira. São Paulo, 2011

AUMAITRE, L. A. Adaptation and efficiency of the digestive process in the gut of the young piglet: Consequences for the formulation of a weaning diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.13, p.227-242, 2000.

BALBANI, A. P. S.; STELZER, L.B.; MONTOVANI, J.C. Excipientes de medicamentos e as informações da bula. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, Rio de Janeiro, v.72, n.3, 2006.

BARBOSA, H. P. et al. Triguilho para suínos nas fases inicial, de crescimento, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.5, p.827-837, 1992.

BARNETT, K.L. et al. Characterization of creep consumption and its subsequent effects on immune response, scouring index and performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, p.2698-2708, 1989.

BEERS-SCHEURS-VAN, H.M.G. et al. The effect of weaning and diets on villous height and crypt depth in the small intestines of piglets. In: Proceedings of the IXth International Conference on Production Diseases in Farm Animals. Berlin, Germany, p.103, 1995.

BELLO, N. T.; HAJNAL, A. Male rats show an indifference-avoidance response for increasing concentrations of the artificial sweetener sucralose. **Nutrition Research**, Tarrytown, v.25, n.7, p.693-699, 2005.

BOE, K. The process of weaning in pigs: when the sow decides. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.30, p.47-59, 1991.

BOLHUIS, J. E. et al. Voluntary feed intake in piglets: potential impact of early experience with flavours derived from the maternal diet. In: TORRALLARDONA, D.; ROURA, E. (Ed). **Voluntary feed intake in pigs**, Wageningen Academic Publishers: Wageningen, The Netherlands, 2009, p. 35-58.

BRADLEY, B. L. Animal flavor types and their specific uses in compound feeds by species and age. **Fortschr Tierphysiol Tierernahr**, v.11, p.110-22, 1980.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004**. Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. Brasília, 2004.

BROWN, M. S. et al. Effects of a dietary sweetener on performance and health of stressed calves. **Beef Cattle Report**, Lincoln, p.101-103, 2004.

BRUINIX, E. M. A. M.; VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C.; SCHRAMA, J. W. Individual feed intake of group-housed weaned pigs and health status. In: VARLEY, M. A.; WISEMAN, J. **The weaner pig: nutrition and management**. (Ed). CAB International, Wallingford, United Kingdom, 2001, p.113-122.

BUDDLE, J.R.; BOLTON, J.R. The pathophysiology of diarrhoea in pigs. **Pig News and Information**, Farnham Royal, v.13, p.41-45, 1992.

CABRAL, N. O. et al. Utilização de baunilha em rações contendo sorgo para leitões, 2009. In: XIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E IX ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2009, São José dos Campos, **Anais...**São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

CAMPBELL, R. G. A note on the use of feed flavour to stimulate the feed intake of weaned pigs. **Animal Production**, Bletchley, v. 23, p. 417-419, 1976.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais: Dietéticos**. São Paulo: Varela, 1996.

CERA, K. R.; MAHAN, D. C.; CROSS, R. F. Effect of age, weaning and post weaning diet on small intestinal growth and jejunum morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, p.574-584, 1988.

COSTA, L. L. et al. Palatabilizantes em Dietas para Leitões de 6 a 18 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1633-1638, 2003.

CRANWELL, P. D. Development of the neonatal gut and enzymes systems. In: The Neonatal Pig: Development and Survival. Ed. Varley, M.A. CAB International, Oxon, United Kingdom, p.99-154, 1995.

CUNHA, T. J. **Swine Feed and Nutrition**. New York: Academic, 1977.

DIAZ, F. et al. Comparison of refined cane sugar, invert cane molasses and unrefined cane sugar in starter rations for early weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 15, p. 315-319, 1956.

DIAZ, W. Uso de flavorizantes en dietas preiniciadoras y de recria para lechones destetados precozmente. 2003. 95 f. Tese (Doutorado) - Universidad Nacional Agraria de La Selva, Tingo María, 2003.

DONG, G.Z.; PLUSKE, J.R. The low feed intake in newly-weaned pigs: problems and possible solutions. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, Seowon-dong, v.20, n.3, p.440-452, 2007.

DUENGELHOEF, M. Aditivos sensoriais. In: VIEIRA, S. L.; MAIORKA, A.; FELIX, A. P.; SILVA, C. A.; FORBES, J. M.; DUNGELHOEF, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; OLIVEIRA, S. G. **Consumo e preferência alimentar dos animais domésticos**. Londrina: Phytobiotics Brasil, 2010. Cap 6, p. 290-315.

EDGE, H.; VARLEY, M.A.; ROWLINSON, P. Effect of trough colour on the voluntary feed intake of postweaned pigs – short communication. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.88, p.193-197, 2004.

FORBES, J.M. Ingestão alimentícia e seleção em suínos: uma verdade impalatável. In: III SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA, 2010, Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2010. p.15-22.

FREDERICK, B.; VAN HEUGTEN, E. **Palatability and flavors in swine nutrition**. 2003. Disponível em: <www.ncsu.edu/project/swine_extension/publications/factsheets/821s.htm>. Acesso em: 3 jan. 2011.

GASTÃO, B. E. **Revisão dos parâmetros não zootécnicos aplicados em nutrição de monogástricos**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011.

GLASER, D. et al. Gustatory responses of pigs to various natural and artificial compounds known to be sweet in man. **Food chemistry**, London, v.68, p.375-385, 2000.

GOODLAND, R. A., LEE, C. Y., WRIGHT, N. A. Cell proliferation in the small intestine and colon of intravenously fed rats: effects of urogastrone-epidermal growth factor. **Cell Proliferation**, Oxford, v.25, p.393-404, 1992.

GOODLAND, R. A., WRIGHT, N. A. The effects of starvation and refeeding on intestinal cell proliferation in the mouse. **Virchows Archiv - B: Cell Pathology**, Berlin, v.45, p.63-73, 1984.

GRAÑA, G. L. **Plasma sanguíneo em substituição ao leite desnatados em dietas sem antibióticos para leitões desmamados aos 21 dias de idade**. 2007. 49 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

GRINSTEAD, L. E. et al. Comparison of sugar and artificial sweeteners in baby pig diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.15, p.1264, 1960.

HAMPSON, D. J. Postweaning Escherichia coli diarrhoea in pigs. In: GYLES, C.L. **Escherichia coli in domestic animals and humans**. Oxon: CAB International, 1994. p.171-191.

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

HANSON, J. R.; DEOLIVEIRA, B. H. Stevioside and related sweet diterpenoid glycosides. **Natural Product Reports**, London, v.10, n.3, 301–309, 1993.

HANSON, L. E. et al. **Dry rations for pigs weaned at three weeks**. University of Minnesota, 1954. 32nd Annual Swine Feeders Day Report.

HELLAL, H. **Edulcorantes: comparación de productos naturales, artificiales y de alta intensidad.** 2001. Disponível em: <http://www.engormix.com/MAporcicultura/nutricion/articulos/edulcorantescomparacion-productos-naturales-t367/p0.htm>>. Acesso em: 16 dez. 2011.

HOF, C. Use of sweeteners in animal nutrition. **Lohman Information**, n. 24, p.27, 2000.

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Comportamento e bem-estar dos leitões em relação ao desmame. **PorkWorld**, Campinas, p.34-38, 2004.

JACELA, J. Y. et al. Feed additives for swine: Fact sheets – flavors and mold inhibitors, mycotoxin binders, and antioxidants. **Journal of Swine Health and Production**, Perry, v.18, n.1, p.27–32, 2010.

JENSEN, A. H. et al. **Palatability of starter rations for suckling pigs. III.** University of Illinois, 1995. Swine Growers Day Report. A.S. 418.

JOHNSTON, L. J. et al. Efficacy of sucrose and milk chocolate product or dried porcine solubles to increase feed intake and improve performance of lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.81, p.2475-2481, 2003.

KELLY, D.; SMYTH, J. A.; McCRAKEN, K. J. Digestive development of the early weaned pig. Effect of continuous nutrient supply on the development of the digestive tract and on changes in digestive enzyme activity during the first week post-weaning. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.65, n.1, p.169-180, 1991b.

KELLY, D.; SMYTH, J. A.; McCRAKEN, K. J. Digestive development of the early weaned pig. Effect of level of food intake on digestive enzyme activity during the immediate post-weaning period. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.65, n.1, p.181-188, 1991a.

KITT, S. J.; MILLER, P. S.; LEWIS, A. J. **Factors affecting small intestine development in weanling pigs.** 2001. Disponível em: http://digitalcommons.unl.edu/coopext_swine/99/>. Acesso em: 14 nov. 2011.

KINGHORN, A. D.; SOEJARTO, D. D. Discovery of terpenoid and phenolic sweeteners from plants. **Pure and Applied Chemistry**, Oxford, v.74, n.7, 1169–1179, 2002.

KORNEGAY, E. T.; TINSLEY, S. E.; BRYANT, K. L. Evaluation of rearing systems and feed flavors for pigs weaned at two to three weeks of age. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.48, p.999-1006, 1979.

LE DIVIDICH, J; SÈVE, B. Energy requirements of young pigs. In: The weaner pig: nutrition and management. Ed.:Varley, M.A.; Wiseman, J. CAB International, Wallingford, Unites Kingdom, p:17-44. 2001.

LEWIS, C. J. et al. Sugar in pig starters. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.14, p.1103-1115, 1955.

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**, Viçosa, v.34, n.6, p.2340-2347. 2005.

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

MCDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D. Voluntary intake of food, **Animal Nutrition**, p.357-387, 1987.

MCMENIMAN, J. P. et al. Effects of an artificial sweetener on health, performance, and dietary preference of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, p.2491-2500, 2006.

MILLER, H. M; SLADE, R. D. Digestive physiology of the weaned pig. In: PLUSKE, J.R.; LE DIVIDICH, J.; VERSTEGEN, M.W.A. **Weaning the pig. Concepts and Consequences**. Wageningen, The Netherlands, 2003. p.116-144.

MUNRO, P. J. et al. Effects of a new sweetener, Stevia, on performance of newly weaned pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.80, p.529-531, 2000.

MURPHY, M. R. et al. Dietary variety via sweetening and voluntary feed intake of lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, p. 894-897, 1996.

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

NARANJO, V. D.; BIDNER, T. D.; SOUTHERN, L. L. Effect of milk chocolate product on week-1 feed intake and growth performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.88, p.2779-2788, 2010.

NÚÑEZ, M.C. et al. 1995. Dietary restriction induces biochemical and morphometric changes in the small intestine of nursing piglets. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.126, p.933-944, 1995.

OOSTINDJER, M. et al. Prenatal flavor exposure affects flavor recognition and stress-Related Behavior of Piglets. **Chemical Senses**, Oxford, v.34, p.775-787, 2009.

ORBAN, J. I. et al. Growth Performance and Intestinal Microbial Populations of Growing Pigs Fed Diets Containing Sucrose Thermal Oligosaccharide Caramel. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, p.170–175, 1996.

PASSILLÉ, A. M. B., G. et al. Relationships of weight gain and behavior to digestive organ weight and enzyme activities in piglets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, p.2921- 2929, 1989.

PETRIE, C. L.; GONYOU, H. W. Effects of auditory, visual and chemical stimuli on the ingestive behavior of newly weaned piglets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, p.661-668, 1988.

PETTIGREW, J. E. The influence of substrate supply on milk production in the sow. *In: Manipulation pig production*. Ed.: Hennessy, D.P.; Cranwell, P.D. Australasina Pig Science Association Publication, Melbourne, Australia, pp.101-106, 1995.

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**, Amsterdam, v.51, p.215-236, 1997.

PLUSKE, J. R., WILLIAMS, I. H., AHEME, F. X. Maintenance of villous height and crypt depth in piglets by providing continuous nutrition after weaning. **Animal Science**, Penicuik, v.62, p.131-144, 1996.

REVISTAFIB. **Adoçantes calóricos e não calóricos**: Parte 1. 2008. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/58.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

ROCHA, L. O. **Suíños na fase de creche alimentados com rações extrusadas com e sem flavorizantes: Desempenho e Digestibilidade.** 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição dos alimentos e exigências nutricionais.** 3.ed., Viçosa: UFV, 2011.

ROURA, E. Recent studies on the biology of taste and olfaction in mammals. New approaches in pig nutrition. In: II SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO, MERCADO E QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS, 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2003. p.10-24.

SAMPAIO, C.A.P. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p785-790, 2004.

SANTOS, F.A. et al. Plasma suíno em dietas para leitões no período pós-desmame. In. 13º CONGRESSO DA ABRAVES, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAVES.

SAS INSTITUTE. SAS user's guide: statistic - Cary: Institute, 1998.

SEABOLT, B. S. et al. Feed preference and performance of nursery pigs feed diets containing various inclusion amounts and qualities of distillers coproducts and flavor. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.88, p.3725-3738, 2010.

SCHLEGEL, P.; HALL, R. Effects of diet type and an artificial high intensity sweetener (SUCRAM®) on weaned piglet performances. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, p.45-46, 2006.

SILVA, C. A. et al. Edulcorante na água de consumo e efeitos sobre o desempenho e o desenvolvimento da mucosa intestinal de leitões submetidos ao desmame precoce segregado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1770-1776, 2000.

SILVA, C. A. et al. Utilização de dietas úmidas e de rações e água de bebida com edulcorante para leitões desmamados aos 21 dias de idade e efeitos sobre o desenvolvimento histológico e enzimático intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.794-801, 2001.

SILVA, C. A. et al. Rações úmidas e água de consumo e ração com edulcorante para leitões desmamados aos 21 dias e efeitos sobre o desempenho até os 90 kg de peso vivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.4, p.681-686, 2002.

SILVA, C. A. Consumo dos suínos. In: VIEIRA, S. L.; MAIORKA, A.; FELIX, A. P.; SILVA, C. A.; FORBES, J. M.; DUNGELHOEF, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; OLIVEIRA, S. G. **Consumo e preferência alimentar dos animais domésticos**. Londrina: Phytobiotics Brasil, 2010. Cap. 4, p. 204-265.

SILVA, F. A. M.; QUEIRÓZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, I. J. O. Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suínos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 4., 1999, São Paulo. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1999. p.108-325.

SOLÀ-ORIOL, D.; ROURA, E.; TORRALLARDONA, D. Feed preference in pigs: Relationship with feed particle size and texture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, p.571-582, 2009.

SOUSA, P. **Conforto térmico e bem-estar na suinocultura**. Lavras: UFLA, 2004.

SPREEUWENBERG, M. A. M. et al. Small intestine epithelial barrier function is compromised in pigs low feed intake at weaning. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.131, p.1520-1527, 2001.

STERK, A. et al. Effects of sweeteners on individual feed intake characteristics and performance in group-housed weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.86, p.2990-2997, 2008.

SULABO, R. C. et al. Influence of feed flavors and nursery diet complexity on preweaning and nursery pig performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.88, p.3918-3926, 2010.

TEMUSSI, P. A. Sweet, bitter and umami receptors: a complex relationship. **Trends in Biochemical Science**, v.34, n.6, p.296-302, 2009.

TORRALLARDONA, D.; FONTANILLAS, R.; ROURA, E. Feed palatability and performance of weaning pigs. In: EAAP ANNUAL MEETING, 52., 2002, Budapest. Proceeding. Budapest: European Association of Animal Production, 2002, v.7, p.239.

TOZETTO, A. **Controle de qualidade de edulcorante em adoçantes comerciais via espectrometria e métodos de calibração multivariada.** 2005. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005.

UNI, Z. et al. Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chicken small intestine. **British Poultry Science**, London, v.41, n.4, p.410-415, 2000.

WAHLSTROM, R. C.; HAUSER, L. A.; LIBAL, G. W. Effects of low lactose whey, skim milk and sugar on diet palatability and performance of early weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.38, p.1267-1271, 1974.

WEEKS, C.A. et al. Effect of food and feeder colour on food consumption of young layers and broilers. **British Poultry Science**, London, v.38, p.17, 1997.

WHITTEMORE, C. T. The science and practice of the pig. **Longman Scientific and Technical**: Essex, p.4-44, 357-369, 370-392. 1993.

WOLTER, B. F.; ELLIS, M. The effects of weaning weight and rate of growth immediately after weaning on subsequent pig growth performance and carcass characteristics. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.81, p.1499-1507, 2001.

ZEISS. AXIO VISION®. Version 4.8. Vertrieb, Alemanha. 2009.