

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ALIMENTAÇÃO DE PORCAS LACTANTES COM
DIETAS CONTENDO SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS
DE MILHO E ÁCIDOS ORGÂNICOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

VOLNEI ANTÔNIO WESCHENFELDER

**Santa Maria, RS, Brasil
2008**

**ALIMENTAÇÃO DE PORCAS LACTANTES COM DIETAS
CONTENDO SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO E
ÁCIDOS ORGÂNICOS**

por

Volnei Antônio Weschenfelder

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

Orientador: Prof. PhD Paulo Alberto Lovatto

Santa Maria, RS, Brasil

2008

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**ALIMENTAÇÃO DE PORCAS LACTANTES COM DIETAS
CONTENDO SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO E ÁCIDOS
ORGÂNICOS**

elaborada por
Volnei Antônio Weschenfelder

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

Comissão Examinadora:

Paulo Alberto Lovatto, PhD
(Presidente/Orientador)

Vladimir de Oliveira, Dr. (UNIOESTE)

Arlei Rodrigues Bonet de Quadros, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 29 de fevereiro de 2008.

Dedicatória

Aos meus pais Benno (*in memorian*) e Regina Weschenfelder (*in memorian*), pelo exemplo de acreditar em um mundo melhor para os filhos através da educação qualificada.

As minhas irmãs e irmãos Terezinha, Lorita, Maria Helena, Noeli, João Viane, Vanderlei e Vladinei Weschenfelder pelo zelo e confiança.

Aos meus filhos Caroline Zanotelli Weschenfelder e João Pedro Mocellin Weschenfelder, pela demonstração de amor incondicional, apesar de minha ausência.

À minha esposa Cleci Teresinha Mocellin, pela paciência e compreensão.

Agradecimentos

A Deus, pela serenidade dada em cada passo de minha vida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de uma bolsa de estudo.

Ao Programa de Pós - Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS, pela oportunidade.

Ao professor Paulo Alberto Lovatto e família pela orientação, preocupação com minha formação e pela amizade de longa data.

Aos professores Arlei Rodrigues Bonet de Quadros, Gilberto Vilmar Kosloski, Irineo Zanella, José Henrique Souza da Silva e João Radünz Neto pelos ensinamentos e apoio.

À equipe do Laboratório de Nutrição Animal (LANA-UFSM), pela estrutura na realização das análises.

Às empresas DSM e B-Tech, pela gentileza na doação dos ácidos orgânicos.

Aos proprietários e funcionários da granja Toropi, pela estrutura física e animais utilizados.

A equipe do setor de suínos, em especial ao Carlos Augusto Rigon Rossi, Cheila Roberta Lehnen e Ines Andretta pela demonstração de responsabilidade e colaboração sem medir esforços.

Ao Luciano Hauschild e Amanda d'Ávila Carvalho, pelo ideal da pesquisa com afeto, longe da terra querida.

Aos amigos Diego Barcelos Galvani, Péricles Boechat Massariol, Rodrigo Uttpatel e Rui Rotava, pelas palavras de incentivo e solidariedade durante o mestrado.

Aos amigos e colegas da pós-graduação.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

“...Na sombra da moita,
na volta do toco - o ancorote d'água:

Cavador de milho, que está fazendo?
A que milênios vêm você plantando.
Capanga de grãos dourados a tiracolo.
Crente da terra, Sacerdote da terra.

Pai da terra.

Filho da terra.

Ascendente da terra.

Descendente da terra.

Ele; mesmo; terra.

Planta com fé religiosa.

Planta sozinho, silencioso.

Cava e planta.

Gestos pretéritos, imemoriais...

Oferta remota; patriarcal.

Liturgia milenária.

Ritual de paz.

Em qualquer parte da Terra
um homem estará sempre plantando,
recriando a vida.

Recomeçando o mundo.

Milho plantado; dormindo no chão, aconchegados
seis grãos na cova.

Quatro na regra, dois de quebra.

Vida inerte que a terra vai multiplicar...”

Poema do Milho - Cora Coralina

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

ALIMENTAÇÃO DE PORCAS LACTANTES COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO E ÁCIDOS ORGÂNICOS

AUTOR: VOLNEI ANTÔNIO WESCHENFELDER

ORIENTADOR: PAULO ALBERTO LOVATTO

Local e Data da Defesa: Santa Maria, 29 de fevereiro de 2008.

O objetivo desta dissertação foi avaliar o desempenho de porcas lactantes e suas leitegadas alimentadas com dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho com ou sem acidificantes. Foram utilizadas quinze porcas de genética comercial em um delineamento de blocos ao acaso com três tratamentos (dieta controle negativo elaborada a cada 24h; dieta com adição de 0,5% de ácido benzóico elaborada a cada 24h e dieta com adição de 0,5% de ácido fumárico elaborada a cada 24h) com cinco repetições cada. As dietas elaboradas com silagem de grãos úmidos de milho com ácidos benzóico ou fumárico não alteraram ($P>0,05$) a espessura de toicinho. O consumo diário de alimento das porcas lactantes foi de 7,93kg/MN não variando ($P>0,05$) entre os tratamentos. O ganho médio diário de peso dos leitões foi de 0,22kg, não variando ($P>0,05$) entre os tratamentos. O peso vivo médio dos leitões ao desmame foi de 6,2kg não diferindo ($P>0,05$) entre leitões de porcas lactantes alimentadas com dietas com ácido benzóico ou fumárico. No período total de 21 dias, a adição de ácido fumárico na dieta de porcas lactantes diminuiu em 30% ($P<0,05$) a frequência de fezes líquidas dos leitões em relação à dieta controle. A adição de ácidos fumárico e benzóico em dietas elaboradas com silagem de grãos úmidos de milho não alteram os desempenhos de porcas lactantes e nem o de suas leitegadas.

Palavras-chave: ácido benzóico; ácido fumárico; condição corporal; desempenho; leitegadas

ABSTRACT

Dissertation of Master
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

LACTATING SOWS FEEDING WITH HIGH MOISTURE CORN DIETS AND ORGANIC ACIDS

AUTHOR: VOLNEI ANTÔNIO WESCHENFELDER
ADVISOR: PAULO ALBERTO LOVATTO
Site and Date of Defence: Santa Maria, February, 29, 2008.

The objective of this dissertation was to evaluate the performance of lactating sows and their piglets fed with high moisture corn diets with or without acidifiers. Fifteen sows of commercial genetic lines were used in a randomized complete block with three treatments (negative control diet elaborated each 24h; control diet with 0.5% of benzoic acid elaborated each 24h; control diet with 0.5% of fumaric acid elaborated each 24h) with five replications each. Diets elaborated with high moisture corn with benzoic or fumaric acids did not modify ($P>0.05$) the backfat thickness. The average daily feed intake (7.93kg/NM) of lactating sows was not influenced ($P>0.05$) by treatments. The average daily weight gain (0.22kg) and average weaning live weight (6.2kg) of piglets were not influenced ($P>0.05$) by diets with benzoic or fumaric acids. The addition of fumaric acid in diets of lactation sows decreased ($P<0.05$) the liquid feces frequency in piglets compared with negative control diet. The addition of acidifiers in diets containing high moisture corn does not alter performance of lactating sows neither their piglets.

Key-words: benzoic acid; body condition; fumaric acid; performance; piglets

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Frequência de escore de fezes normais, pastosas e líquidas em leitões lactentes de porcas alimentadas com dietas de silagem de grãos úmidos de milho com ou sem acidificantes.....	52
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Composição centesimal e composição analisada em dietas experimentais de lactação elaboradas com silagem de grãos úmidos de milho...	48
TABELA 2 - Peso estimado e espessura de tocinho (ET) de porcas lactantes alimentadas com dietas de silagem de grãos úmidos de milho com ou sem acidificantes.....	49
TABELA 3 - Consumo médio diário (CMD) e conversão alimentar (CA) de porcas lactantes alimentadas com dietas de silagem de grãos úmidos de milho com ou sem acidificantes.....	50
TABELA 4 - Peso vivo médio (PVM) e ganho médio diário (GMD) de leitegadas de porcas lactantes alimentadas com dietas de silagem de grãos úmidos de milho com ou sem acidificantes.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS

ATP	Adenosina trifosfato
APC	Antibióticos promotores de crescimento
H ⁺ -ATPase	Íons de Hidrogênio - Adenosina trifosfatase
OP	Ordem de parto
pH	Potencial hidrogeniônico
pKa	Constante de dissociação de íons de hidrogênio

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Composição química da silagem de grãos úmidos de milho.....	71
APÊNDICE B – Composição química e valores energéticos da silagem de grãos úmidos de milho e do milho seco.....	72
APÊNDICE C – Propriedades químicas de diferentes ácidos orgânicos utilizados em nutrição de monogástricos.....	73
APÊNDICE D – Representação do ciclo do ácido cítrico.....	74
APÊNDICE E – Representação esquemática dos mecanismos envolvidos no Ciclo de Cori.....	75
APÊNDICE F – Modelo para mecanismos intracelulares envolvendo a absorção dos ácidos graxos de cadeia curta.....	76
APÊNDICE G – Publicações durante o mestrado.....	77

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
<u>CAPÍTULO 1</u> - SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO E ÁCIDOS ORGÂNICOS:	
ESTUDO BIBLIOGRÁFICO	15
1.1. Silagem de grãos úmidos de milho	15
1.1.1. A suinocultura brasileira.....	15
1.1.2. O milho na alimentação animal.....	16
1.1.3. Silagem de grãos úmidos de milho.....	17
1.1.4. Histórico.....	18
1.1.5. Características gerais.....	19
1.1.6. Vantagens.....	20
1.1.7. Desvantagens.....	21
1.1.8. Microorganismos.....	22
1.1.9. Indicadores de qualidade.....	23
1.2. Ácidos orgânicos	23
1.2.1. Histórico.....	23
1.2.2. Principais propriedades físico-químicas.....	25
1.2.3. Modo ação antimicrobiano.....	26
1.2.4. Modo de ação no aparelho digestório.....	27
1.2.5. Ácidos orgânicos estudados.....	27
1.2.5.1. Ácido benzóico.....	28
1.2.5.2. Ácido fumárico.....	29
<u>CAPÍTULO 2</u> - ALIMENTAÇÃO DE PORCAS LACTANTES COM DIETAS	
CONTENDO SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO E ACIDIFICANTES	31
<u>CAPÍTULO 3</u> - DISCUSSÃO GERAL	53
<u>CAPÍTULO 4</u> - CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

INTRODUÇÃO

A rentabilidade da pecuária baseia-se principalmente na redução dos custos de produção e aumento da produtividade. A nutrição, aliada à sanidade e genética, é relevante em qualquer criação, sobretudo na suinocultura, onde representa cerca de 75% do custo de produção. No Brasil, as dietas baseiam-se em milho e soja. Dependendo das safras e distância das zonas de produção, o milho pode se apresentar como o ingrediente mais caro da dieta (ZARDO; LIMA, 1999).

No modelo de produção suinícola brasileiro, o milho é utilizado seco com cerca de 12% de umidade (ZARDO; LIMA, 1999). As principais empresas integradoras, cooperativas e alguns produtores independentes construíram estruturas de recepção, classificação, limpeza, secagem e armazenamento de milho o que, mesmo sendo necessário, contribui com custos de produção elevados.

A silagem de grãos úmidos de milho (SGUM), método alternativo aos grãos secos, é utilizada na América do Norte e alguns países da Europa (JOBIM et al., 2000). Isso acontece também no Brasil, onde produtores a utilizam há cerca de 20 anos. As vantagens do uso de silagem são principalmente a diminuição do custo de transporte aos armazéns, indústrias de rações e produtores, redução de micotoxinas na pré-armazenagem e melhora no desempenho dos animais (SILVA, 2005). A perda da estabilidade aeróbica após 24h da retirada do silo é a principal desvantagem da silagem (JOBIM et al., 2000).

A perda da estabilidade aeróbica pode ocasionar a baixa conservação da SGUM, onde o suinocultor evita a deterioração elaborando a ração diariamente. Isso exige uma estrutura de pessoal suplementar, o que aumenta o custo de produção. Essa situação se agrava quando a mão-de-obra é contratada, pois a remuneração é maior em feriados e final de semana. No caso de mão-de-obra familiar, a elaboração diária retira força de trabalho de outras atividades produtivas, reduzindo a renda da unidade de produção.

Experiências americanas e européias mostram que a adição de ácidos orgânicos pode prolongar o tempo de uso da silagem (LEAHY et al., 1990; CANIBE et al., 2001a). Entretanto, no Brasil não existe tecnologia disponível para aumentar o

tempo de conservação. Como as condições climáticas brasileiras são variáveis segundo a região, a temperatura e a umidade afetam a qualidade das dietas e o desempenho dos animais. A qualidade das dietas reduz por perda de estabilidade aeróbica com a exposição à população microbiana pós-abertura dos silos (GARON et al., 2006).

A utilização de dietas contendo silagem de SGUM não é indicada para o consumo de suínos por períodos superiores a 24 horas da elaboração, devido aos altos riscos sanitários (LIMA; SOUZA, 2002). O objetivo de nosso estudo é verificar a possibilidade de conservar dietas contendo SGUM e acidificantes por períodos superiores a 24 horas e o comportamento das mesmas sobre o desempenho dos animais. Nesta dissertação são apresentados um estudo bibliográfico do tema, um artigo científico, a discussão geral e as principais conclusões obtidas.

CAPÍTULO 1

SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO E ÁCIDOS ORGÂNICOS: ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

1.1. Silagem de grãos úmidos de milho

1.1.1. A suinocultura brasileira

Os primeiros avanços marcantes na suinocultura nacional são verificados a partir da década de 70, com a modernização de indústrias e produtores, principalmente vinculados aos sistemas integrados de produção. Atualmente a suinocultura conta com unidades produtivas de alta qualidade em genética e nutrição, preocupadas com questões sanitárias e ambientais. A atividade em suinocultura aponta bons índices zootécnicos e oferece ao mercado interno e externo produtos com qualidade reconhecida.

O Brasil possui o terceiro maior rebanho de suínos, com mais de 2,46 milhões de matrizes alojadas e é o quarto maior exportador mundial de carne suína situado atrás dos países da União Européia, Estados Unidos e Canadá (ABIPECS, 2006). A suinocultura brasileira produz anualmente cerca de 2,8 milhões de toneladas de carne, o que representa 3% da produção mundial (ABIPECS, 2006). A produção brasileira de suínos vem apresentando crescimento de aproximadamente seis por cento ao ano, quase o dobro da taxa mundial, fruto principalmente do desempenho nas exportações (ABIPECS, 2006). No período de 1999 a 2005, o Brasil aumentou em cerca de 25% as receitas com exportações de carne suína, representando 12% do comércio internacional desta carne em 2004 (FIALHO, 2006). Porém, apesar dos esforços, o consumo *per capita* de cerca de 13 kg/hab/ano ainda é baixo, quando comparado aos da China, Estados Unidos e países da União Européia.

A demanda de ração para a suinocultura brasileira alcança 14 milhões de toneladas anuais sendo baseada principalmente no milho e soja (SINDIRAÇÕES,

2006). A auto-suficiência na produção destes cereais, para a alimentação de aves e suínos, tem sido a grande responsável pelo aumento do volume produzido. Uma vantagem comparativa do Brasil em sua participação no mercado internacional de carnes está na disponibilidade de terras agriculturáveis e, portanto, na capacidade de produção de grãos. Porém, embora o custo de produção mais baixo em relação aos outros países tenha constituído o diferencial no aumento das exportações brasileiras de carne suína, tais custos costumam ser incompatíveis com os preços praticados. Como os gastos com a alimentação dos suínos são os maiores responsáveis pelos custos de produção e a inclusão do milho nas dietas é geralmente alta, o preço do milho pode ser considerado um fator limitante na rentabilidade da suinocultura. Neste contexto, a busca por alternativas nutricionais capazes de potencializar a lucratividade na produção de suínos é fundamental.

1.1.2. O milho na alimentação animal

O milho é originário do México e da Guatemala, sendo uma importante fonte de energia na nutrição humana e animal. A partir do milho podem ser obtidos mais de 500 produtos que são utilizados em várias indústrias, tais como a alimentícia, a química, de bebidas, de fermentação e de nutrição animal. Na alimentação animal pode ser utilizado na forma de grão moído, silagem, farelo, germe, protenose e outros.

O Brasil ocupa o quarto lugar na produção mundial de milho (6%), atrás dos Estados Unidos, China e União Européia (NCGA, 2007). Porém, a produtividade registrada nos Estados Unidos, França, Itália e Argentina são superiores a média brasileira, que é de aproximadamente 3.200 kg/ha (MATTOSO et al., 2005).

No Brasil, a estimativa da safra 2007/2008 é de cultivar aproximadamente 14 milhões de hectares, em cerca de 30% da área ocupada com agricultura no país (CONAB, 2007). A produção de milho para esta mesma safra é estimada em aproximadamente 52 milhões de toneladas. Da produção total brasileira, cerca 47

milhões de toneladas são cultivadas na região centro-sul (CONAB, 2007). Esta região é responsável por 10,6 milhões de hectares plantados, com produtividade média de 4.400 kg/ha, o que reflete o bom nível tecnológico dos produtores comerciais. A região também concentra boa parte da produção de aves e suínos, possivelmente devido à importância que o milho e a soja representam no custo da alimentação destes animais.

A realidade brasileira apresenta o milho como um dos ingredientes principais para a alimentação animal, especialmente pela sua disponibilidade e qualidade nutricional. Por representar cerca de 40% do custo de produção de suínos, pode-se dizer que o milho é uma cultura estratégica sob o ponto de vista de segurança alimentar, de desempenho comercial e também de desenvolvimento regional (PONCIANO et al., 2003).

Embora o milho seja insumo para diversos produtos, são os sistemas agro-industriais de aves e suínos que consomem cerca de 70 a 80% do milho produzido no Brasil (MATTOSO et al., 2005). Em um contexto onde o consumo humano e industrial do milho ainda é restrito e a exportação depende de mais infra-estrutura, a importância destas cadeias produtivas torna-se ainda mais relevante.

1.1.3. Silagem de grãos úmidos de milho

É designada silagem o produto resultante da anaerobiose e acidificação do material armazenado em silos (SILVA, 2005). A silagem de grãos úmidos de cereais é, neste sentido, o produto da conservação dos grãos colhidos logo após sua maturação fisiológica. A técnica é uma boa opção para armazenar grãos por longo período, com baixo custo e, principalmente, mantendo o valor nutricional.

A SGUM é bastante difundida e utilizada, em pequenas propriedades na região sul, principalmente no estado do Paraná (OLIVEIRA et al., 2006). Consiste na colheita do cereal, com equipamentos convencionais, quando os grãos apresentarem entre 35 e 40% de umidade. Este momento é chamado de maturação

fisiológica, onde cessa a transferência de nutrientes da planta para a formação dos grãos. É neste ponto que os grãos apresentam os teores máximos de amido, proteína e óleo. No milho, o momento da maturação é percebido pelo aparecimento de uma camada preta na base do grão. Da maturação fisiológica até o momento da colheita tradicional (com 12 a 13% de umidade) há um período de 20 a 30 dias.

Sob as condições de anaerobiose dos silos, ocorre a fermentação dos carboidratos solúveis, produzindo ácidos orgânicos e etanol. A acidificação da massa resulta em hidrólises das frações amídica e protéica, o que aumenta a digestibilidade da silagem (JONES et al., 1974). Sob as condições ideais, a fermentação completa acontece em cerca de sete dias, sendo as principais fases na elaboração da silagem a aeróbica, a fermentativa, a de estabilidade e a alimentar (JUCHEM; RODRIGUES, 1999).

1.1.4. Histórico

As técnicas de ensilagem remontam mais de 4 mil anos, quando egípcios, gregos e romanos armazenavam cereais e forragens picadas em silos. O interesse pela técnica de conservação difundiu-se pela Europa no século XIX, o que estimulou os pesquisadores a estudos mais aprofundados ainda naquele período.

A ensilagem como forma de conservar grãos de cereais, em especial do milho e do sorgo, é uma técnica já utilizada há vários anos na América do Norte e em países da Europa. No Brasil, a SGUM foi introduzida no início dos anos 80, na região de Castro, estado do Paraná (KRAMER; VOORSLUYS, 1991). Inicialmente, seu uso era destinado à alimentação de suínos e, mais tarde, foi introduzido na alimentação de bovinos de corte e leite. No Rio Grande do Sul, a implementação da técnica iniciou em meados dos anos 80, entretanto, sem aceitação imediata pelos produtores. As primeiras publicações brasileiras sobre o uso de SGUM na alimentação animal datam da década de 90. Atualmente este processo encontra-se

difundido na alimentação de diversas espécies animais, como bovinos, ovinos, eqüinos, aves e coelhos.

1.1.5. Características gerais

A composição química da silagem pode apresentar variação em função de diversos fatores, como a umidade no momento da ensilagem e presença de impurezas como sabugo (JOBIM et al., 1997a). Uma comparação entre composições nutricionais e alguns parâmetros observados por diversos autores é apresentada no Apêndice A. A SGUM apresenta teores digestíveis de matéria seca, energia bruta e metabolizável superiores quando comparados as do grão de milho seco (SILVA, 2005; TOFOLI et al., 2006; TSE et al., 2006). Os coeficientes de digestibilidade de cálcio e fósforo também são superiores nos grãos conservados por ensilagem (TSE et al., 2006). Assim, na elaboração das dietas, devem-se ajustar os valores dos nutrientes, tomando por base a matéria seca (Apêndice B) (OLIVEIRA et al., 2006).

Os resultados favoráveis das dietas com SGUM podem ser explicados por diversas hipóteses. A maior eficiência da utilização dos carboidratos pode ser determinada, em grande parte, pelo efeito dos processos fermentativos sobre a solubilidade da matriz protéica que encapsula os grânulos de amido do endosperma (MCNEILL et al., 1975). Esta melhora no aproveitamento do nutriente é relevante na produção animal, uma vez que o amido é o principal componente energético do grão de milho.

Embora a temperatura e a umidade sejam pré-disponíveis para a gelatinização do amido, esta alteração nem sempre é observada na formação da silagem (LOPES et al., 2002). Isto porque a temperatura de gelatinização para o milho (62 a 72°C) não é alcançada durante a ensilagem. As alterações no tecido vegetal e na superfície de grânulos de amido são possivelmente causadas pela associação dos fatores de tempo, temperatura, umidade e acidez na fermentação anaeróbica.

A redução de pH melhora o valor nutricional da silagem, uma vez que os ácidos diluídos podem alterar a estrutura do amido mesmo em ambiente com temperaturas baixas (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986). Os ácidos orgânicos produzidos pelos processos fermentativos podem desfazer a estrutura cristalina do amido, causando rupturas na matriz protéica que recobre os grânulos (LOPES, 2000). A acidificação da dieta atrasa o esvaziamento estomacal, possibilitando maior ação das enzimas digestivas (HOLMES et al., 1974). Além disso, é provável que a ação enzimática seja mais eficiente nas partículas úmidas de milho.

Estes aspectos nutricionais podem determinar melhora no ganho de peso e na eficiência alimentar dos animais (LOPES et al., 1999a; LOPES et al., 1999b; TOFOLI et al., 2006; TSE et al., 2006). Assim, a SGUM pode substituir com vantagens o milho seco nas rações de leitões na fase inicial ou de crescimento e terminação, desde que atendidos os cuidados no processo de elaboração e durante seu uso nas dietas (LOPES, 2000). A SGUM pode também ser utilizada em substituição total ou parcial aos grãos secos de milho nas dietas para frangos de corte (SARTORI et al., 2002), bovinos (HENRIQUE et al., 2007), ovinos (ÍTAVO, 2004) e eqüinos (SANTOS et al., 2002).

1.1.6. Vantagens

A ensilagem de grãos úmidos de milho pode ser considerada uma técnica de conservação eficiente, de custo reduzido e que proporciona alimento de alto valor nutricional para suínos. Resultados apontam para redução de até 14% no custo por unidade de ganho de peso vivo em leitões alimentados com SGUM quando comparado ao milho seco nas dietas (OLIVEIRA et al., 2004). A SGUM possui alta concentração energética e digestibilidade superior quando comparada com o grão seco, o que pode melhorar o desempenho dos animais. Além disso, o uso de SGUM pode favorecer a sanidade do plantel, reduzindo a frequência de diarréias (SILVA, 2005)

Outras vantagens ainda podem ser relacionadas com a técnica. A antecipação da colheita em três ou quatro semanas libera a área para outras culturas, reduz os riscos climáticos, a possibilidade de tombamento de plantas ou de ataque por pragas na lavoura. Pode ser utilizada em propriedades que produzem o milho e os animais, dispensando transporte do produto para cooperativas ou fábricas de rações, reduzindo gastos e possíveis desperdícios durante o transporte.

A ensilagem também diminui problemas de armazenamento nas propriedades, pois contribui para redução de perdas qualitativas e quantitativas por ataques de carunchos e traças no milho (FILHO, 2001). Os grãos de milho danificados por carunchos contribuem com 84% da contaminação por aflatoxinas, reduzindo o desempenho dos animais que se alimentam com esses grãos (PIEIDADE et al., 2002). Também reduz problemas relacionados ao ataque de pássaros, roedores, ácaros, insetos e outras pragas. Neste sentido, torna-se menos exigente que o milho seco em relação ao monitoramento de estocagem (FILHO, 2001).

1.1.7. Desvantagens

A SGUM apresenta algumas características não desejáveis, como a impossibilidade de comercialização de excedentes e, principalmente, a necessidade de mistura diária da dieta. A mistura diária se justifica, uma vez que os procedimentos de “desensilagem” podem afetar negativamente a qualidade do produto. A degradação aeróbica da silagem pode ser causada por fungos e bactérias acetogênicas, que utilizam açúcares residuais e produtos da fermentação, como o ácido láctico e substratos, elevando a temperatura do material (ROTZ; MUCK, 1994).

Esta susceptibilidade à degradação pode ser maior quando não são utilizados inoculantes na ensilagem. Algumas combinações desses aditivos podem favorecer a produção de ácido láctico e as alterações no pH, beneficiando também a

conservação do material (PHILLIP; FELLNER, 1992). Outros autores, porém, consideram desnecessário o uso de inoculantes, pois em determinadas condições não são observadas melhoras nos padrões fermentativos ou nas condições químicas e de perdas de matéria seca (ÍTAVO, 2004).

A necessidade de mistura diária da ração dificulta o manejo da granja e incrementa os gastos com mão de obra, especialmente nos finais de semana. Entretanto, tais desvantagens são contornáveis com ajustes de dimensionamento do silo e de planejamento alimentar.

1.1.8. Microorganismos

Em geral, a expressão “qualidade” não é utilizada para designar o valor nutritivo da silagem, mas para expressar o adequado processo de ensilagem. Assim, a qualidade da silagem depende do material ensilado e do tipo de microorganismo que atuará durante o processo fermentativo e após a abertura dos silos (JOBIM et al., 1997a).

O pH baixo é determinante para o não desenvolvimento de microorganismos indesejáveis. Entretanto, a exposição ao ar torna metabolicamente ativos alguns microorganismos oportunistas, que produzem calor e consomem nutrientes da silagem (RANJIT; KUNG JR, 2000). A proliferação de bactérias do gênero *Clostridium*, de enterobactérias, fungos e leveduras pode prejudicar a qualidade da silagem e provocar transtornos sanitários aos animais (MUCK, 1988). A presença de sabugos também pode favorecer o desenvolvimento de leveduras, fungos e bactérias, provavelmente devido ao aumento da porosidade do material (JOBIM et al., 1997b).

Os principais fungos e leveduras associados à degradação do material ensilado são resistentes às variações de pH (MUCK; BOLSEN, 1991). As leveduras também podem sobreviver em meio anaeróbico, liberando CO₂ através do metabolismo dos açúcares, elevando a temperatura e provocando perdas de matéria

seca (JOBIM et al., 1997a). Assim, a exposição ao ar após a “desensilagem” reduz o valor nutricional, com aumento da proporção de fibra e lignina e redução dos carboidratos não estruturais (VELHO et al., 2006).

1.1.9. Indicadores de qualidade

Os principais indicadores da qualidade do produto da SGUM são o pH, o teor de N não-protéico e os teores de ácidos graxos voláteis (SILVA, 2005). O pH estável de uma silagem de boa qualidade situa-se entre 4 e 4,5. A elevação do pH pode indicar colheita tardia, baixo teor de umidade, carência de substrato para a produção dos ácidos orgânicos ou exposição ao ar. O aumento de N volátil em relação ao N total evidencia degradação de compostos protéicos e, portanto, redução da qualidade da silagem. Quanto aos teores de N não-protéico, o ideal é que estejam abaixo de 10% (SILVA, 2005).

A qualidade das dietas contendo SGUM pode ser avaliada pelo método da dosagem de ergosterol (MORAES et al., 2003), pela atividade de água e temperatura das dietas (MAGAN et al., 1984). Outra forma de avaliação da qualidade das silagens é realizada através da contagem de unidades formadoras de colônias (UFC). Silagens que na abertura do silo apresentam contagem de 10^6 UFC de leveduras/grama de silagem podem em dois ou três dias atingir 10^9 UFC, sendo consideradas de baixa estabilidade (PITT et al., 1991).

1.2. Ácidos orgânicos

1.2.1. Histórico

A utilização de ácidos tem sido reportada em preservação de alimentos e bebidas durante séculos. No século XVII houve relato para conservação de bebidas, sendo utilizados até os dias atuais na conservação de vinhos (LAMBERT; STRATFORD, 1999). Vários ácidos conhecidos são recomendados para essa finalidade, incluído o ácido acético em conservas de vegetais, o ácido propiônico em panifício, além do ácido sórbico e benzóico em bebidas com baixos teores de álcool. Recentemente, o ácido fumárico foi avaliado com êxito conjuntamente com sais de ácido propiônico e sórbico como conservantes em *tortillas* de milho no México (FLORES et al., 2004).

Na produção animal, o uso de ácidos tem sido mencionado há poucas décadas para acidificantes de dietas, preservando contra a ação fúngica e bacteriana (RAVINDRAN; KORNEGAY, 1993; GABERT; SAUER, 1995), ou para aumento na vida útil de alimentos obtidos das silagens sendo o ácido fórmico, propiônico e sórbico os mais utilizados (LEAHY et al., 1990; CANIBE et al., 2001a). Para a conservação de silagens de subprodutos oriundos de abatedouros de aves e bovinos, foi utilizado o ácido benzóico, fórmico, propiônico e sórbico, com resultados satisfatórios (PÖLÖNEN et al., 1998; SHAW et al., 1998). Porém, este tipo de silagem não tem a finalidade de alimentar animais destinados ao consumo humano.

Em função da eficácia, quando adicionados como acidificantes de dietas, os ácidos tornaram-se uma alternativa ao uso de antibióticos promotores de crescimento (APC) em monogástricos. Entre outras razões, a pressão do mercado consumidor da União Européia para que fossem banidos os APC até o ano de 2006, fez com que a comunidade científica mundial investisse em pesquisas sobre o assunto (MROZ, 2005). O desenvolvimento de resistência dos APC (BOERLIN et al., 2001) e resíduos nos produtos de origem animal, deixa os aditivos acidificantes em vantagem por não apresentarem riscos para os consumidores (PARTANEN; MROZ, 1999). Embora os ácidos tenham estrutura química e função diferente dos APC, a recomendação é para uso como preventivo à diarreia, melhoria de desempenho e diminuição de aditivos antimicrobianos usados em doses profiláticas.

1.2.2. Principais propriedades físico-químicas

Os ácidos estão amplamente distribuídos na natureza, tanto como constituintes de plantas quanto em tecidos animais. São conhecidos atualmente mais de cem ácidos carboxílicos e derivados na natureza (MROZ, 2005). Os ácidos podem estar disponíveis na forma de sais de sódio, potássio ou de cálcio e livres (PARTANEN; MROZ, 1999). Na forma livre estes ácidos são menos solúveis em água do que aqueles em forma de sais. Quando os ácidos de cadeia curta, de um a sete carbonos, estão apresentados na forma líquida, é utilizada a tecnologia do encapsulamento da molécula, geralmente com um adjuvante lipídico. O encapsulamento permite que os ácidos não volatilizem na natureza e passem protegidos pelo estômago dos animais, favorecendo a acidificação no aparelho digestório, principalmente no intestino delgado (MROZ, 2005). O odor dos ácidos poderá variar de mais fraco a forte, inodoro, agridoce e de acordo com a origem, por exemplo, odor de soro de leite do ácido láctico ou de maçã para o ácido málico.

Normalmente os ácidos utilizados em nutrição animal apresentam como característica química principal a cadeia curta de carbono (C1-C7), em ligações simples e duplas de hidrogênio e oxigênio. A denominação de ácidos orgânicos se deve à presença em suas moléculas dos três elementos químicos fundamentais da química orgânica (C-H-O) (LEHNINGER et al., 1995). Esta característica na cadeia de carbono é importante porque garantem a baixa corrosividade dos ácidos, também denominado ácidos orgânicos fracos. Isso permite a manipulação segura e o seu uso em dietas de animais. A característica principal para sua eficácia é a hidrossolubilidade (PARTANEN; MROZ, 1999). Por isso, quanto menos corrosivo for o ácido, mais solúvel ele será.

Os ácidos orgânicos têm um mecanismo comum de ação em função de sua estrutura química, o que confere a ação antimicrobiana, seja como conservante de alimento ou acidificante de dieta. O valor do pH diminui a medida que a proporção de íons de hidrogênio dissociados aumenta (LAMBERT; STRATFORD, 1999). Do ponto de vista químico, os ácidos são doadores de prótons, sendo que cada ácido

tem uma tendência própria de ceder prótons em solução aquosa. Diferentemente, os ácidos fortes possuem mais de sete carbonos e seus íons de hidrogênio (H^+) estão completamente dissociados em meio aquoso, conferindo o valor de pH abaixo de 2,0. Os ácidos são capazes de reagir as variações alcalinas de pH, mantendo-se em equilíbrio com o sistema tampão do meio (LEHNINGER et al., 1995). Este sistema ocorre pelas trocas reversíveis de íons das moléculas tamponantes de bicarbonato de sódio, que são doadoras de prótons. A esta importante propriedade, denomina-se capacidade tampão dos ácidos. Assim, o pH varia de acordo com o pKa (constante de dissociação) de cada ácido, ou seja, quando metade dos íons deste estiver dissociados à temperatura de 25°C (Apêndice C). O pKa também determinará a eficácia do ácido na inibição de microorganismos, sendo capaz de alterar a concentração iônica no citoplasma (PARTANEN; MROZ, 1999).

1.2.3. Modo ação antimicrobiano

Os ácidos orgânicos são lipossolúveis na forma indissociada, o que permite passar pela membrana celular dos microorganismos (CANIBE et al., 2001a). No citoplasma ocorre a dissociação de íons (H^+), não podendo retornar ao meio extracelular. Após ocorrer a acidificação, ocorre inibição do crescimento microbiano por interferência no metabolismo da glicose, transporte ativo ou no sinal da transdução das células (LAMBERT; STRATFORD, 1999). Nesse processo pode haver também interferência na bomba de H^+ -ATPase da membrana citoplasmática dos microorganismos, que recoloca os íons no meio extra-celular e em seguida estes retornam ao interior das células pelo processo inicial. Este é um mecanismo de resistência microbiana à ação acidificante do citoplasma.

No trato gastrointestinal também ocorre dissociação dos H^+ , que serve de barreira nas células epiteliais contra os patógenos. Esta liberação de íons contribui para a redução do pH gástrico, aumentando a secreção de ácido clorídrico. A hidrólise gástrica libera íons de H^+ , ativando o pepsinogênio e inibindo o crescimento bacteriano (MROZ, 2005).

1.2.4. Modo de ação no aparelho digestório

Os mecanismos de atuação dos ácidos orgânicos no trato gastrintestinal ainda não são totalmente conhecidos. Entretanto, os trabalhos com resultados mais expressivos mostram que os ácidos agem como substrato energético no desenvolvimento da mucosa e de células epiteliais (MROZ, 2005). Atuam ainda como precursores da síntese de aminoácidos não essenciais, DNA e lipídios necessários para o crescimento intestinal. Os ácidos aumentam o fluxo sanguíneo e o efeito hipocolesterêmico.

As dietas acidificadas aumentam também a atividade de enzimas proteolíticas e o tempo de retenção gástrica dos alimentos. A retenção maior favorece as grandes moléculas de proteínas que podem ser melhores hidrolisadas. A secreção pancreática pode ser estimulada para o metabolismo intermediário (PARTANEN; MROZ, 1999). Portanto, a ação mais efetiva no trato gastrintestinal ocorre por ação conjunta da exclusão de microorganismos patogênicos que competem por nutrientes e por preservação da integridade celular do estômago e intestino delgado de suínos (CANIBE et al., 2001b; FREITAS et al., 2006).

1.2.5. Ácidos orgânicos estudados

A definição para escolha dos ácidos orgânicos do estudo experimental, entre os recomendados para uso em nutrição animal, levou em consideração os seguintes aspectos: (a) características físico-químicas: dentre as já citadas, especialmente pKa e capacidade tamponante, forma pura ou livre, estado sólido e odor; (b) eficácia de ação antimicrobiana *in vitro* e *in vivo*: avaliando possível resistência ácida; (c) dose e forma de mistura; (d) tipo de dieta, e (e) variáveis de desempenho animal de estudos anteriores.

1.2.5.1. Ácido benzóico

A liberação de uso do ácido benzóico para acidificante de dietas, especificamente para suínos em terminação, foi regulamentada a partir de estudos realizados pela European Commission (2002). Até então o uso de ácido benzóico em nutrição animal se limitou a pesquisas *in vitro* e *in vivo* e em conservação de subprodutos de abatedouros de aves e bovinos (PÖLÖNEN et al., 1998; SHAW et al., 1998). Os trabalhos *in vitro* avaliaram os efeitos sobre microorganismos no trato gastrointestinal de leitões, indicando o uso do ácido benzóico *in vivo* (KNARREBORG et al., 2002). Neste mesmo trabalho, foram comparados seis ácidos orgânicos diferentes, sobre bactérias coliformes e ácido lácticas. As bactérias foram eliminadas em ordem decrescente de eficácia da seguinte forma: ácido benzóico maior comparado ao ácido fumárico, ácido láctico, ácido butírico, ácido fórmico e por último, ácido propiônico. Também foi realizado estudo *in vivo* sobre os efeitos do ácido benzóico na forma de sal de cálcio na digestibilidade, na retenção de nutrientes e nas características dos dejetos (MROZ, 2005). Este estudo indica que, combinado com outros ácidos, aumenta a digestibilidade de aminoácidos e nitrogênio, aumenta a acidez urinária e reduz a emissão de amônia pelos dejetos. A partir da liberação do uso do ácido benzóico na Europa, foi realizado estudo semelhante ao trabalho anterior, avaliando desempenho, microbiota gastro-entérica e digestibilidade de nutrientes e nitrogênio (KLUGE et al., 2006). O estudo indica melhora na conversão alimentar, ganho de peso e balanço de nitrogênio, sugerindo também redução de bactérias gastrintestinais.

Como característica química, o ácido benzóico ($C_7H_6O_2$) apresenta o pKa de 4,2. A principal via de excreção do ácido benzóico é a urinária (em até 24 horas) onde é eliminado 48% da dose na forma de ácido hipúrico (86% do total). O ácido hipúrico ocorre pela conjugação da glicina e outros aminoácidos, como a ornitina e a arginina (BRIDGES et al., 1970). O trabalho anterior colaborou para referenciar os estudos da European Commission (2002), onde posteriormente foi autorizado o uso em dietas de suínos em terminação na dose de 0,5 a 1,0% das dietas.

1.2.5.2. Ácido fumárico

O ácido fumárico ($C_4H_4O_4$) apresenta a regulamentação de uso para acidificante de dietas na Europa (EUROPEAN COMMISSION, 2003), sendo utilizado desde então na alimentação de aves e suínos. A rota metabólica do ácido fumárico em suínos inicia com sua absorção por gradiente comum de sódio, específico para tri e dicarboxilatos. O ácido fumárico também pode se originar da degradação de aminoácidos no citoplasma celular. Ele se origina do metabólito da fenilalanina, aspartato e tirosina que ocorrem no ciclo da uréia e durante a síntese da purina, denominado fumarato. O fumarato formado no ciclo da uréia e aquele oriundo das dietas são dirigidos ao ciclo do ácido cítrico dos monogástricos (Apêndice D) (STRYER, 1996).

Como característica química o ácido fumárico apresenta o pKa de 3,02 e 4,38 (PARTANEN; MROZ, 1999). O ácido fumárico tem uma atividade tamponante relativa de 1,55 resistindo bem à alcalinização do meio (Apêndice C). A atividade tamponante relacionada à nutrição, significa a quantidade de ácido necessária para reduzir o pH de 6,0 para 4,0 em 1kg de matéria seca (JOBIM et al., 1997b). Por apresentar esta característica, ácido fumárico adicionado com mesmo nível de tamponante bicarbonato de sódio aumenta o ganho de peso e consumo de dietas acidificadas e tamponada (GIESTING et al., 1991). Porém, a alta inclusão de tamponantes com ácido fumárico poderia diminuir a digestibilidade de aminoácidos (BLANK et al., 1999).

O ácido fumárico apresenta efetivo controle de bactérias coliformes e ácido láctico em pH estomacal de 4,5 e intestino delgado em pH de 5,5 para estudos *in vitro* (KNARREBORG et al., 2002). O ácido fumárico tem boa eficácia quando utilizado no controle de diarreia pós-desmame em leitões, comparado com outros ácidos em níveis distintos e com antimicrobiano quimioterápico (TSILOYIANNIS et al., 2001). Estes resultados são confirmados também quando o ácido fumárico é misturado a outros ácidos orgânicos, e apresenta efeito significativo na redução da microbiota cecal de suínos e da proteólise intestinal (PIVA et al., 2002). Porém, há resultados inconsistentes e microbiotas distintas no trato gastrintestinal de suínos

quando utilizadas doses diferentes de ácido fumárico (CANIBE et al., 2001a). Os desempenhos de leitões na fase de creche e terminação, considerando variáveis de ganho de peso diário e conversão alimentar, têm resultados significativos com inclusão de ácido fumárico nas dietas (PARTANEN; MROZ, 1999).

As indicações de dose do ácido fumárico são variadas, não havendo limitações de dose mínima e máxima para alimentação animal (EUROPEAN COMMISSION, 2003). Na literatura encontraram-se recomendações de inclusão de 1,0 a 3,0% nas dietas na forma livre e na forma de sal de 0,3% das dietas (CANIBE et al., 2001a).

O uso isolado de acidificantes em dietas é o primeiro passo para avaliar suas eficácias. A partir disso, a mistura de dois ou mais ácidos em dietas é uma estratégia para potencializar seus efeitos quando o desafio microbiológico é elevado (PIVA et al., 2002). A adição com mistura de ácidos deve levar em conta também suas propriedades físicas (sólido ou líquido) e odor. O uso de ácidos orgânicos, em misturas, apresenta resultados variados, dependendo do nível de adição e da finalidade (PARTANEN; MROZ, 1999). Outro aspecto importante é a instalação adequada e o volume a ser misturado.

Neste estudo bibliográfico, verificamos que existem informações importantes relacionados à microbiologia e a bioquímica da SGUM, assim como ao modo de ação e características físico-químicas dos ácidos orgânicos, principalmente ácido benzóico e fumárico. No entanto, são poucos trabalhos no Brasil que avaliaram a influência de acidificantes adicionados em dietas contendo SGUM sobre o desempenho de suínos. O impacto desses efeitos, contudo, merece ser explorado em variáveis de desempenho de porcas lactantes e seus leitões, que respondem rapidamente e são sensíveis as alterações nas dietas. Através deste estudo é possível obter informações quantitativas e qualitativas da influência de ácidos orgânicos nos animais e contribuir futuramente em aspectos da conservação de dietas elaboradas com SGUM.

CAPÍTULO 2

ALIMENTAÇÃO DE PORCAS LACTANTES COM DIETAS CONTENDO SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO E ACIDIFICANTES

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas para publicação na Revista **Ciência Rural**.

Artigo submetido em Janeiro de 2008, Revista Ciência Rural.

Alimentação de porcas lactantes com dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho e acidificantes

Lactating sows feeding with high moisture corn diets and acidifiers

RESUMO

Um experimento foi realizado para avaliar o desempenho de porcas lactantes e suas leitegadas alimentadas com dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho com ou sem acidificantes. Foram utilizadas quinze porcas de genética comercial em um delineamento de blocos ao acaso com três tratamentos (dieta controle negativo elaborada a cada 24h; dieta com adição de 0,5% de ácido benzóico elaborada a cada 24h e dieta com adição de 0,5% de ácido fumárico elaborada a cada 24h) com cinco repetições cada. As dietas elaboradas com silagem de grãos úmidos de milho com ácidos benzóico ou fumárico não alteraram ($P>0,05$) a espessura de toicinho, em média de 14,8 milímetros. O consumo diário de alimento das porcas lactantes foi de 7,93kg/MN não variando ($P>0,05$) entre os tratamentos. O ganho médio diário de peso dos leitões foi de 0,22kg, não variando ($P>0,05$) entre os tratamentos. O peso vivo médio dos leitões ao desmame foi de 6,2kg não diferindo ($P>0,05$) entre leitões de porcas lactantes alimentadas com dietas com ácido benzóico ou fumárico. No período total de 21 dias, a adição de ácido fumárico na dieta de porcas lactantes diminuiu em 30% ($P<0,05$) a frequência de fezes líquidas dos leitões em relação à dieta controle. A adição de ácidos fumárico e benzóico em dietas elaboradas com

silagem de grãos úmidos de milho não alteram os desempenhos de porcas lactantes e nem o de suas leitegadas.

Palavras-chaves: ácido benzóico, ácido fumárico, condição corporal, desempenho, leitegadas

ABSTRACT

An experiment was carried out to evaluate the performance of lactating sows and their piglets fed with high moisture corn diets with or without acidifiers. Fifteen sows of commercial genetic lines were used in a randomized complete block with three treatments (negative control diet elaborated each 24h; control diet with 0.5% of benzoic acid elaborated each 24h; control diet with 0.5% of fumaric acid elaborated each 24h) with five replications each. Diets elaborated with high moisture corn with benzoic or fumaric acids did not modify ($P>0.05$) the backfat thickness. The average daily feed intake (7.93kg/NM) of lactating sows was not influenced ($P>0.05$) by treatments. The average daily weight gain (0.22kg) and average weaning live weight (6.2kg) of piglets were not influenced ($P>0.05$) by diets with benzoic or fumaric acids. The addition of fumaric acid in diets of lactation sows decreased ($P<0.05$) the liquid feces frequency in piglets compared with negative control diet. The addition of acidifiers in diets containing high moisture corn does not alter performance of lactating sows neither their piglets.

Key words: benzoic acid, body condition, fumaric acid, performance, piglets

INTRODUÇÃO

A nutrição, a genética e a sanidade são os princípios básicos da suinocultura moderna. A nutrição representa cerca de 75% do custo de produção suína (OLIVEIRA et al., 2004). Em vista de suas qualidades nutricionais e preços adequados, o milho e a soja são os principais ingredientes de rações para suínos no Brasil (OLIVEIRA et al., 2004). Tradicionalmente o milho utilizado nas dietas, é armazenado com umidade média de 12% (LOPES et al., 2002). Existem indicações de que a utilização de grãos úmidos de milho nas dietas de suínos, em forma de silagem, iniciou no Brasil a partir da década de 80 (TOFOLI et al., 2006). A silagem permite antecipar o período de colheita em até 30 dias, racionaliza o uso da terra, reduz as perdas pós colheita e os custos de armazenagem.

A ensilagem garante a qualidade sanitária dos grãos e melhora a disponibilidade de seus nutrientes (JOBIM et al., 1997). Os teores digestíveis de matéria seca, energia bruta e teores metabolizáveis dos grãos de milho úmido são superiores quando comparados aos dos grãos de milho seco (SILVA et al., 2005). As melhorias no valor nutricional de dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho se devem às alterações físico-químicas no endosperma e na superfície dos grânulos durante a fermentação (LOPES et al., 2002). Estas alterações aumentam as condições de interação enzima-substrato, o que possivelmente favorece a digestão do amido e da fração protéica do milho. As vantagens técnicas e econômicas da silagem de grãos úmidos de milho têm incentivado os suinocultores para sua utilização em dietas. Mas esse incentivo não tem sido suficiente para atrair um grande número de interessados principalmente pela baixa conservação da silagem, o que exige manipulação diária. As alternativas para esse problema deveriam garantir uma conservação das dietas além de 24 horas.

Uma para solução para esse problema seria controlar o crescimento de microorganismos aeróbicos, principalmente leveduras, após a oxigenação provocada pela manipulação da silagem na elaboração da ração (GARON et al., 2006). A alteração química, sobretudo de pH da dieta, pode ser uma alternativa viável para o controle desses microorganismos. Além disso, a acidificação de dietas pode ser um elemento aditivo para o desempenho de porcas e leitões. Entre os principais acidificantes utilizados nas dietas de monogástricos estão o ácido benzóico e fumárico (CANIBE et al., 2001).

Há poucas informações no Brasil sobre o uso de dietas elaboradas com silagem de grãos úmidos associadas a aditivos ácidos em porcas lactantes. Assim, este trabalho avaliou o desempenho de porcas lactantes e suas leitegadas alimentadas com dietas de silagem de grãos úmidos de milho com e sem aditivos acidificantes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de abril a maio de 2007, em uma granja comercial situada na região central do Rio Grande do Sul. A temperatura média no período foi de 21,0°C e umidade relativa do ar média de 50 por cento. Foi utilizado um rebanho de porcas de genética comercial inseminadas artificialmente com sêmen de machos de genética comercial. Deste rebanho, foram utilizadas 15 porcas de ordens de parto de 1 a 8, com 11 leitões lactentes em média. O período experimental foi de 23 dias (receberam ração lactação em 2 dias pré-parto e 21 de lactação). As porcas foram alojadas em celas parideiras, equipadas com comedouros semi-automáticos, bebedouros automáticos e escamoteadores com aquecimento elétrico.

A silagem utilizada no experimento foi elaborada sem inoculantes. Foram utilizados os ácidos benzóico e fumárico “feed grade”, com apresentação sólida cristalizada e grau de pureza de 99,9%. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três tratamentos e 5 repetições cada. O fator de bloqueamento foi a ordem de parto (OP) (bloco 1 - OP 1 a 3; bloco 2 - OP 4 a 6; bloco 3 - OP ≥ 7). Os tratamentos foram distribuídos em Tratamento 1 - controle negativo (dieta da granja); Tratamento 2 - dieta com inclusão de 0,5% de ácido benzóico; Tratamento 3 - dieta com inclusão de 0,5% de ácido fumárico.

As porcas lactentes receberam dietas isonutritivas e formuladas segundo as exigências nutricionais do NRC (1998) ajustadas com base na matéria seca do milho em 12% de umidade (tabela 1). Foram consideradas para os ajustes da dieta, as exigências das porcas em lactação, os níveis nutricionais das matérias-primas e a umidade da silagem.

A silagem foi retirada do silo pela manhã e armazenada em sacos de polietileno. As dietas foram elaboradas diariamente à tarde (em torno das 15h), sendo misturadas durante 10 minutos em misturador vertical com capacidade de 500 quilogramas. Foram elaboradas pré-misturas da silagem, acidificantes e suplemento vitamínico e mineral em 10% das misturas totais. As dietas prontas foram armazenadas em embalagens de polietileno de 25kg e identificadas de acordo com o tratamento e unidade experimental. Foram coletadas e congeladas para análises bromatológicas amostras (500g) da silagem, do farelo de soja e da soja desativada no momento da elaboração das dietas. As porcas receberam as dietas e a água a vontade. O fornecimento das dietas das porcas foi assim definido: primeira semana (7, 13 e 18h), segunda e terceira semanas (7, 13, 18 e 24h). A dieta dos leitões foi comercial e

fornecida a partir dos sete dias de idade. A ventilação das salas foi controlada com abertura e fechamento de cortinas.

As variáveis medidas e estimadas nas porcas foram (a) pesos de entrada, semanal e de saída da maternidade, estimados a partir de medidas de flanco a flanco nas inserções das pregas cutâneas abdominais com os membros posteriores (YOUNG & AHERNE, 2005); (b) espessura de tocinho de entrada, semanal e saída da maternidade, medida com aparelho de ultra-som Renco Lean Meater a 5,5cm da linha média lombar a partir da última costela, em ambos os lados (YOUNG & AHERNE, 2005); (c) consumo de ração, com pesagem das sobras diariamente às 14h e (d) conversão alimentar das porcas, considerando o consumo médio diário de ração e o ganho de peso dos leitões.

As variáveis medidas e estimadas nos leitões foram (a) pesos ao nascer, semanal e saída da maternidade (das leitegadas e ganho diário) e (b) consistência de fezes dos leitões (diariamente as 8 e 18h, mediante avaliação individual do escore de classificação em normal, pastosa e líquida). As leitegadas foram homogeneizadas em número de dez e onze leitões, nos diferentes grupos de ordem de parto, ajustando o número de leitões por porca que apresentaram peso das leitegadas desuniformes.

O modelo analítico utilizado foi $y_{ij} = \mu + T\alpha_i + \varepsilon_{ij}$; sendo y_{ijk} as variáveis dependentes; $T\alpha_i$ o efeito do tipo de ácido e ε_{ijk} = erro aleatório residual. Os fatores de ordem de parto e genética foram analisados preliminarmente, porém os seus efeitos não foram relevantes sendo retirados do modelo analítico. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM em nível de 5% de significância. As eventuais diferenças entre as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey. Para o escore de fezes dos leitões foi utilizado o Teste do Qui-quadrado. As

análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico Minitab (MCKENZIE & GOLDMAN, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de peso vivo estimado e espessura de tocinho das porcas, são apresentados na tabela 2. Não houve efeito ($P>0,05$) dos acidificantes sobre o peso vivo e espessura de tocinho das porcas. Os resultados mostram uma variação de peso vivo inicial, conseqüência da definição prévia das porcas nos tratamentos, necessária para bloqueamento pela ordem de parto. De maneira geral, a análise de variância mostrou valores residuais importantes, o que explica em parte a semelhança entre os tratamentos. A variação negativa da espessura de tocinho ao final da lactação ($P>0,05$) foi de 1,4mm para o controle, 1,0mm para o ácido benzóico e 2,8mm para ácido fumárico. Esses resultados indicam uma mobilização de reservas lipídicas normal para lactação.

As porcas que consumiram dietas com silagem e acidificantes apresentaram uma condição corporal razoável ao final da lactação, o que foi possível expressar o potencial produtivo neste período (MAES et al., 2004). O adequado ganho de peso e espessura de tocinho das porcas adquiridos na gestação, permitiu o desempenho sem alterações evidentes aos 21 dias de lactação. Os resultados dos pesos ($P>0,05$) entre os tratamentos podem ser explicados pelas variações entre os grupos de porcas. Também pelo método de peso ser estimado, possa ter diferença de correlação nas medidas. De maneira geral, quando comparadas aos estudos de MAES et al., (2004) e YOUNG et al., (2005), as variações de espessura de tocinho na lactação foram menores. Em nosso estudo, no entanto, as variações não foram

suficientes para alcançar o limite de 14,0 milímetros, o qual compromete a eficiência reprodutiva das porcas nos ciclos subseqüentes (YOUNG & AHERNE, 2005).

Os resultados das variáveis de consumo médio diário (CMD) e conversão alimentar (CA) das porcas são apresentados na tabela 3. Não houve interferência ($P>0,05$) dos acidificantes sobre o consumo de alimento e conversão alimentar das porcas. No período total o consumo médio foi de 166kg de matéria natural (MN), quantidade esperada tendo em vista o ajuste de matéria seca das dietas e à condição corporal das porcas ao parto. Estas reservas de gordura corporal pré-parto dos nossos resultados concordam com aqueles observados por SINCLAIR et al., (2001). É conhecido o efeito do nível de reservas no parto sobre o consumo de alimento na lactação (EISSEN et al., 2000, YOUNG et al., 2005).

A acidificação das dietas através dos ácidos orgânicos obtidos na ensilagem e os incluídos nos tratamentos demonstram ter uma ação benéfica ao aparelho digestório das porcas. Com esta acidez, ocorre uma redução na taxa de esvaziamento gástrico, aumento na ação enzimática e dissociação dos compostos mineirais das dietas formando minerais quelatados, melhorando a sanidade intestinal (PARTANEN & MROZ, 1999). Os minerais Ca e P têm melhor digestibilidade ileal, principalmente o P interagindo com a fitase microbiana (PARTANEN & MROZ, 1999; JONGBLOED et al., 2000). Outros minerais importantes também são influenciados na digestibilidade das dietas acidificadas como Fe, Cu e o Zinco. O Zn exerce funções na síntese protéica, replicação do DNA e ação de defesa oxidativa durante a lactação (PARTANEN & MROZ, 1999; PAYNE et al., 2006). Isto permitiu ao final da lactação que as porcas tivessem desempenho sem alterações de consumo e conversão alimentar entre os tratamentos.

O desempenho das leitegadas é apresentado na tabela 4. Não houve efeito ($P>0,05$) dos acidificantes sobre o peso vivo e o ganho de peso das leitegadas. Uma análise comparativa mostra variação positiva, em relação ao controle, de peso vivo aos 21 dias de 9 e 16% para leitões lactentes em porcas alimentadas com dietas com ácidos benzóico e fumárico, respectivamente. A não significância pode estar relacionada às variações intra e inter unidades experimentais (erros padrões residuais de 1,36kg) e pela ordem de parto das porcas (MILLIGAN et al., 2002).

O ganho de peso de leitões lactentes depende do tamanho e peso da leitegada ao nascer, do consumo voluntário das porcas e do estágio da lactação (EISSEN et al., 2000, QUINIOU et al., 2002). É provável que o ganho de peso esteja relacionado aos efeitos digestivos e metabólicos dos ácidos. Porcas alimentadas com dietas acidificadas apresentam efeitos positivos sobre a digestão de energia, proteína e balanço de nitrogênio. Os efeitos dos ácidos no metabolismo intermediário podem influenciar a qualidade e quantidade da lactação (PARTANEN & MROZ, 1999). Essa ação positiva, incrementa o fornecimento dos nutrientes essenciais aos leitões, aumentando a digestibilidade ileal de aminoácidos (BLANK et al., 1999), melhorando a síntese protéica e o ganho de peso destes (GONDRET et al., 2005).

A análise do escore de fezes dos leitões mostra efeitos positivos dos acidificantes em dietas de porcas entre o 8º e 13º dia e na média geral do período de lactação (figura 1). Comparativamente ao controle e ácido benzóico, as dietas com ácido fumárico aumentaram ($P<0,05$) a frequência de fezes normais (a) no período intermediário de lactação (8 a 13 dias) e reduziram ($P<0,05$) a frequência de fezes pastosas (b) e líquidas (c). No período total, as frequências médias observadas de fezes normais foram 26, 22 e 21% para leitões lactentes de porcas alimentadas com dietas contendo ácido fumárico, controle e ácido benzóico, respectivamente.

Os efeitos dos ácidos nas dietas contribuem na qualidade do leite, sendo o único alimento até o sétimo dia de vida dos leitões. O tempo de retenção maior do leite no estômago de lactentes influencia a saúde intestinal desta categoria (LALLÈS et al., 2007). Deste modo, o tempo de retenção do leite não pode ser rápido e a quantidade de bactérias patogênicas não pode ser alta na digestão do leite (FREITAS et al., 2006). Os leitões das porcas alimentadas com dietas com ácido fumárico devem ter se beneficiado de uma relativa eficiência na digestibilidade de minerais e proteínas que contribuíram para um melhor aporte de leite. Além disso, a ação do ácido fumárico sobre o mineral Zn, aumenta a altura das vilosidades do jejuno dos leitões, o que melhora a absorção e síntese de nutrientes e estimula a ação imunológica (PARTANEN & MROZ, 1999; PAYNE et al., 2006).

Assim os resultados podem ser explicados pela melhor eficiência do tratamento com ácido fumárico na ocorrência de diarréias. Uma das principais causas de diarréia na maternidade é a exposição dos leitões lactentes a contaminações diversas, principalmente por microorganismos patogênicos (CALDERARO et al., 2001). O aparelho digestório de leitões tem mecanismos químicos de proteção contra patógenos na cavidade bucal (saliva) e estômago (ácido clorídrico) (TSILOYIANNIS et al., 2001). No entanto, principalmente no logo ao nascer, os leitões não secretam ácido clorídrico para reduzir o pH em níveis adequados para a eficácia da barreira antimicrobiana (BLANK et al., 1999). Tendo o necessário aporte nutricional e imunológico no leite, os leitões adquirem condição satisfatória para a produção do ácido láctico a partir da lactose. Esta situação favorável na produção de ácido láctico pode contribuir agindo como uma barreira química contra estes microorganismos patogênicos, o que diminui a frequência de diarréias (HANSEN et al., 2007).

No entanto, o ácido benzóico no presente experimento, não apresentou os mesmos resultados de trabalhos anteriores (KLUGE et al., 2006, OVERLAND et al., 2007). É conhecida a ação do ácido benzóico como acidificante de urina (AARNINK & VERSTEGEN, 2007). Entretanto, pode ter havido uma resposta menos eficiente do ácido benzóico quanto à capacidade antitamponante das dietas em relação ao fumárico (MROZ et al., 2000). Isto pode ter influenciado a digestibilidade de aminoácidos, o que afeta a qualidade do leite à disposição dos leitões.

O presente estudo indica que a adição dos ácidos benzóico e fumárico em dietas elaboradas com silagem de grãos úmidos de milho é promissora. Os efeitos positivos do ácido fumárico obtidos no escore de fezes de leitões permitem propor novos estudos de desempenho, com ajuste de dose e com possível uso como conservantes de dietas.

CONCLUSÕES

As dietas elaboradas com silagem de grãos úmidos de milho com ácidos benzóico e fumárico não alteram a espessura de tocinho, o consumo e a conversão alimentar das porcas lactantes. Dietas elaboradas com silagem de grãos úmidos de milho com ácidos benzóico e fumárico não alteram o peso vivo e o ganho de peso dos leitões lactentes. A frequência de fezes normais foi maior nos leitões de porcas lactantes alimentadas com dietas contendo ácido fumárico.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelas bolsas aos mestrandos Volnei Antônio Weschenfelder e Cheila Roberta Lehen. Ao Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de Produtividade em Pesquisa de Paulo Alberto Lovatto e de iniciação científica de Ines Andretta. A Enio Einloft Scholz e funcionários da Granja Toropi, pela colaboração.

REFERÊNCIAS

AARNINK, A.J.A.; VERSTEGEN, M.W.A. Nutrition, key factor to reduce environmental load from pig production. **Livestock Science**, v.109, p.194-203, 2007.

BLANK, R. et al. Effect of fumaric acid and dietary buffering capacity on ileal and fecal amino acid digestibilities in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2974–2984, 1999.

CALDERARO, F.F. et al. Frequência de agentes causadores de enterites em leitões lactentes provenientes de sistemas de produção de suínos do Estado de São Paulo. **Arquivo do Instituto Biológico**, v.68, p.29-34, 2001.

CANIBE, N. et al. **An overview of the effect of organic acids on gut flora and gut health**. Danish Institute of Agricultural Science, Research Centre Foulum, Foulum, 2001, Capturado em 24 abril 2006. Online. Disponível em: <http://www.afac.slu.se/Workshop%20Norge/>

EISSEN, J.J. et al. Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. **Livestock Production Science**, v.64, p.147-165, 2000.

FREITAS et al. Avaliação de ácidos orgânicos em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1711-1719, 2006.

GARON, D. et al. Mycoflora and multimycotoxin detection in corn silage: Experimental study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.3479-3484, 2006.

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

HANSEN, C.F. et al. Reduced diet crude protein level, benzoic acid and inulin reduced ammonia, but failed to influence odour emission from finishing pigs. **Livestock Science**, v.109, n.1-3, p.228-231, 2007.

JOBIM, C.C. et al. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, p.311-315, 1997.

JONGBLOED, A.W. et al. The effects of microbial phytase, organic acids and their interaction in diets for growing pigs. **Livestock Production Science**, v.67, p.113-122, 2000.

KLUGE, H. et al. Effect of benzoic acid on growth performance, nutrient digestibility, nitrogen balance, gastrointestinal microflora and parameters of microbial metabolism in piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.90, n.7-8, p.316-324, 2006.

LALLÈS, J.P. et al. Weaning - a challenge to gut physiologists. **Livestock Science**, v.108, p.82-93, 2007.

LOPES, A.B.R.C. et al. Efeito do processo de ensilagem de grãos úmidos de milho nas características microscópicas do amido. **Brazilian Journal Food and Technology**, v.5, p.177-181, 2002.

MAES, D.G.D. et al. Back fat measurements in sows from three commercial pig herds: relationship with reproductive efficiency and correlation with visual body condition scores. **Livestock Production Science**, v.91, p.57–67, 2004.

MCKENZIE, J.; GOLDMAN, R.N. **The student edition of minitab for windows manual**. Belmont: Softcover ed. Addison-Wesley Longman, Incorporated, v.12, 1999, 592 p.

MILLIGAN, B.N. et al. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. **Livestock Production Science**, v.76, p.181-191, 2002.

MROZ, Z. Organic acids as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs. **Advances in Pork Production**, v.16, p.169-182, 2005.

MROZ, Z. et al. The effects of calcium benzoate in diets with or without organic acids on dietary buffering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, and manure characteristics in swine. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2622-2632, 2000.

NRC National Research Council **Nutrient requirements of swine**. Washington: National Academy of Science, v.10, 1998, 189p.

OLIVEIRA, R.P. et al. Valor nutritivo e desempenho de leitões alimentados com rações contendo silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.146-156, 2004.

OVERLAND, M. et al. Organic acids in diets for entire male pigs. **Livestock Science**, v.109, n.1-3, p.170-173, 2007.

PARTANEN, K.H.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, v.12, p.117-145, 1999.

PAYNE, R.L. et al. Growth and intestinal morphology of pigs from sows fed two zinc sources during gestation and lactation. **Journal of Animal Science**, v.84, p.2141-2149, 2006.

QUINIOU, N. et al. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, v.78, p.63-70, 2002.

SILVA, A.A. et al. Digestibilidade e balanços metabólicos da silagem de grãos úmidos de milho para suínos. **Ciência Rural**, v.35, n.4, p.877-882, 2005.

SINCLAIR, A.G. et al. The influence of gestation feeding strategy on body composition of gilts at farrowing and response to dietary protein in a modified lactation. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2397-2405, 2001.

TOFOLI, C.A. et al. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes teores de óleo para leitões na fase de creche. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.1206-1213, 2006.

TSILOYIANNIS, V.K. et al. The effect of organic acids on the control of porcine post-weaning diarrhoea. **Research in Veterinary Science**, v.70, p.287-293, 2001.

YOUNG, M.; AHERNE, F. Monitoring and maintaining sow condition. **Advances in Pork Production**, v.16, p.299, 2005.

YOUNG, M.G. et al. Effect of sow parity and weight at service on target maternal weight and energy for gain in gestation. **Journal of Animal Science**, v.83, p.255-261, 2005.

Tabela 1 - Composição centesimal e composição analisada em dietas experimentais de lactação elaboradas com silagem de grãos úmidos de milho

Ingredientes ¹	Dietas		
	Tratamento		
	Controle	Benzóico	Fumárico
Silagem de grãos úmidos de milho, %	64,4	64,4	64,4
Farelo de soja, %	16,0	16,0	16,0
Soja desativada, %	16,0	16,0	16,0
Suplemento vitamínico mineral ² , %	3,6	3,6	3,6
Ácido, %	0,0	0,5	0,5
Composição analisada			
Umidade, %	31,5	31,3	31,3
Matéria seca, %	68,5	68,7	68,7
Proteína bruta, %	18,2	18,2	18,2
Extrato etéreo,%	5,2	5,2	5,2
Fibra bruta, %	2,3	2,3	2,3
Cálcio total, %	0,97	0,97	0,97
Fósforo total, %	0,61	0,61	0,61

¹Matéria natural; ²Suplemento vitamínico mineral. Conteúdo por kg de dieta: Vit. A, 300.000 UI; Vit. D3, 50.000 UI; Vit. E, 1.000,00 mg; Vit. K3 74,00 mg; Vit. B1, 25,00 mg; Vit B2, 125,00 mg; Vit. B6, 62,50 mg; Vit. B12, 750,00 mg; Vit. C, 12,50 mg; Ác. Nicotínico, 625,00 mg; Ac. Pantotênico, 375,00 mg; Biotina, 7,50 mg; Ac. Fólico, 25,00 mg; Colina, 8.750,00 mg; Cálcio, 237,00 g; Fósforo, 67,00 g; Sódio, 48,00 g; Iodo, 12,50 mg; Cobalto, 12,50 mg; Selênio, 5,50 mg; Cobre, 250,00 mg; Zinco, 2.500,00 mg; Ferro, 2.500,00 mg; Manganês, 2.000,00 mg; Cromo orgânico, 5,00 mg; Probiótico, 2.500,00 mg; Lisina, 12,50 g.

Tabela 2 - Peso estimado e espessura de tocinho (ET) de porcas lactantes alimentadas com dietas de silagem de grãos úmidos de milho com ou sem acidificantes

Período, d	Tratamento			epr ¹	P ²
	Controle	Benzóico	Fumárico		
	Peso, kg				
0	207	218	224	25,9	0,70
7	212	224	233	24,9	0,55
14	217	231	217	26,3	0,70
21	219	230	210	24,6	0,50
	ET, mm				
0	16,0	15,8	17,8	7,31	0,88
7	16,0	16,0	17,8	6,74	0,86
14	15,8	16,0	16,4	6,00	0,99
21	14,6	14,8	15,0	5,63	0,99

¹erro-padrão residual; ²probabilidade (P>0,05).

Tabela 3 - Consumo médio diário (CMD) e conversão alimentar (CA) de porcas lactantes alimentadas com dietas de silagem de grãos úmidos de milho com ou sem acidificantes

Período, d	Tratamento			epr ¹	P ²
	Controle	Benzóico	Fumárico		
	CMD, kg				
7	6,06	6,83	6,19	0,50	0,20
14	8,24	9,20	8,56	0,81	0,16
21	8,55	9,02	8,45	0,56	0,26
Média	7,62	8,35	7,81	0,57	0,14
Total	159,90	175,30	164,20	12,10	0,14
	CA				
7	6,40	5,09	4,29	2,20	0,34
14	6,19	6,52	4,15	3,57	0,51
21	6,00	5,81	4,83	1,56	0,47
Total	3,91	4,30	2,97	1,79	0,51

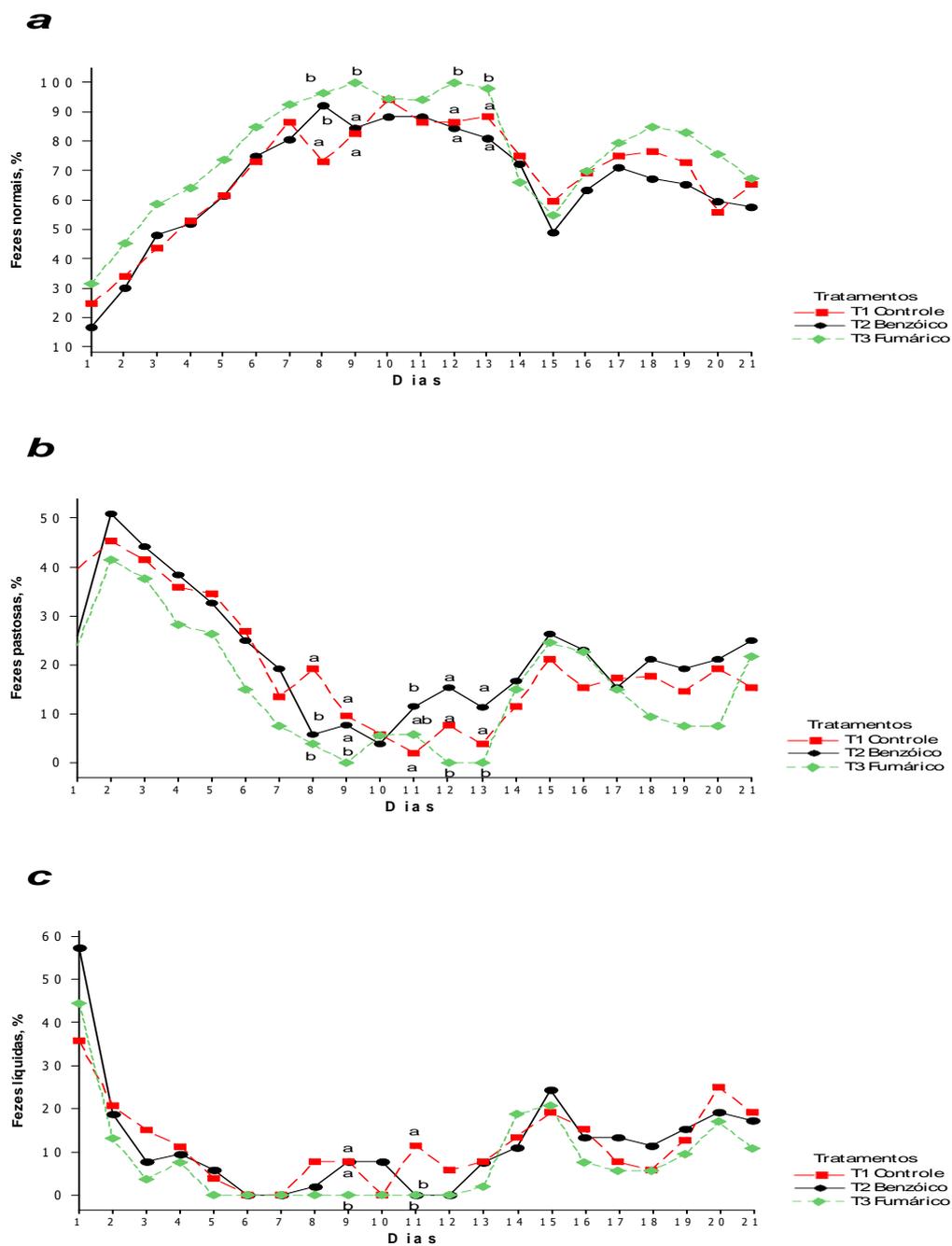
¹erro-padrão residual; ²probabilidade (P>0,05).

Tabela 4 - Peso vivo médio (PVM) e ganho médio diário (GMD) de leitegadas de porcas lactantes alimentadas com dietas de silagem de grãos úmidos de milho com ou sem acidificantes

Período, d	Tratamento			epr ¹	P ²
	Controle	Benzóico	Fumárico		
PVM, kg					
0	1,36	1,39	1,32	0,15	0,84
7	2,45	2,82	2,79	0,39	0,44
14	4,18	4,57	4,86	0,95	0,60
21	5,71	6,25	6,63	1,36	0,59
GMD, kg					
7	0,14	0,18	0,19	0,05	0,19
14	0,25	0,25	0,30	0,08	0,58
21	0,22	0,23	0,25	0,08	0,75
Total	0,20	0,22	0,25	0,06	0,48

¹erro-padrão residual; ²probabilidade (P>0,05).

Figura 1 - Freqüência de escore de fezes normais (a), pastosas (b) e líquidas (c) em leitões lactentes de porcas alimentadas com dietas de silagem de grãos úmidos de milho com ou sem acidificantes



a,b Letras diferentes no mesmo dia diferem pelo teste de Fischer ($P < 0,05$); T1 - controle, T2 - ácido benzóico, T3 - ácido fumárico.

CAPÍTULO 3

DISCUSSÃO GERAL

Com relação ao pH das dietas, as informações obtidas (dados não publicados) mostraram que o pH médio imediatamente após elaboração foi de 4,90 para a dieta controle, 4,91 para a dieta com ácido benzóico (DAB) e 4,61 para a dieta com ácido fumárico (DAF). Para 24h após elaboração esses valores foram 4,94 para controle, 4,95 para DAB e 4,69 para DAF. Os valores observados as 0 e 24h após a elaboração os pH das DAF foram inferiores ($P < 0,05$) aos da dieta controle e DAB.

Os ácidos do nosso estudo, em especial o fumárico, mesmo em baixas adições nas dietas elevaram as concentrações de íons de H^+ . Dessa forma, a variação de 0,3 unidades no pH à menos que o pH da dieta controle e DAB, equivale a um aumento de duas vezes na concentração de íons de H^+ (FREITAS et al., 2006). A variação de pH caso fosse acima de 0,3 na concentração de íons, tenderia a aumentar mais a acidez intestinal, tornando a ação ácida maior, por isso não houve a alteração do desempenho. Resistir bem a variação de pH da dieta é uma característica positiva do ácido fumárico (JOBIM et al., 1997a).

O ácido benzóico por sua vez, quando utilizado em dietas com tamponantes, não apresenta o mesmo desempenho do ácido fumárico (MROZ et al., 2000). Ao contrário, quando utilizado sem tamponantes, reduz o pH urinário e a amônia. Os dados de pH das DAB, indica possivelmente uma condição inferior de reagir à elevação de pH quando comparado as DAF.

Um fator que poderia afetar o desempenho de porcas e suas leitegadas é a resistência ácida, que é a adaptação dos microorganismos expostos aos ácidos orgânicos (CANIBE et al., 2001a). Isso poderia, talvez, explicar os resultados observados sobre o escore de fezes. Desta forma, as temperaturas (dados não publicados) das DAB que poderiam indicar atividade microbiana resistente ao ácido, não alteraram os seus valores após a elaboração em relação a dietas controle ($24,8 \times 25,5^{\circ}C$) e DAF ($24,8 \times 25,1^{\circ}C$). Após esta tendência inicial, em 24h da elaboração

das dietas houve redução ($P < 0,05$) da DAB em relação a controle ($24,2 \times 25,6^{\circ}\text{C}$), porém não alterou em relação à DAF ($24,2 \times 24,5^{\circ}\text{C}$).

Com relação ao consumo de alimento pelas porcas, não se observou alteração desta variável ocasionada pela acidificação das dietas. Os resultados da literatura mostram resultados variáveis em relação ao consumo de dietas acidificadas para porcas, aumentando (PARTANEN; MROZ, 1999), não alterando (OVERLAND et al., 2007) ou diminuindo (TSILOYIANNIS et al., 2001) o consumo. Mostram também que os fatores estimulantes ou inibidores dos ácidos sobre a ingestão de alimentos não se manifestaram neste experimento. Isso se deve provavelmente a baixa adição dos ácidos que não reduziram de forma importante o pH das dietas, nem sua palatabilidade.

A acidificação das dietas poderia contribuir com o desempenho das porcas pelo eventual controle de microorganismos no trato digestório. Essa acidez favorece o desenvolvimento da população microbiana auxiliar da digestão e absorção. Essa população é responsável pela fermentação e proteólise intestinal (PIVA et al., 2002). Adicionalmente, a microbiota auxilia na fermentação de carboidratos e fibras, aumentando a produção de ácidos graxos de cadeia curta (acetato, butirato e propionato) (WANG et al., 2004). A acidez do intestino delgado estimula a secreção pancreática, contribuindo para melhor digestibilidade das dietas e absorção de nutrientes (PARTANEN et al., 2002).

De maneira geral, os ácidos devem resistir à variação de pH em meio aquoso ou às ações tamponantes (LEHNINGER et al., 1995). Nesse sentido, o ácido fumárico mantém o pH e resiste aos agentes tamponantes das dietas (BLANK et al., 1999). As dietas utilizadas neste estudo tinham na composição farelo de soja e soja integral desativada, ingredientes potencialmente tamponantes (tabela 1).

Um dos resultados observados foi um impacto positivo sobre o escore de fezes dos leitões lactentes de porcas alimentadas com dietas contendo ácido fumárico. Diante disso, pode-se especular que a capacidade do ácido benzóico em controlar os fatores digestórios é inferior à do ácido fumárico. É importante ressaltar que os aminoácidos ionizados presentes no trato gastrintestinal também interagem com o ácido fumárico, o que favorece a digestibilidade dos ingredientes (LEHNINGER et al., 1995). O ácido fumárico atua ainda nas vilosidades intestinais estimulando os compostos antagônicos e receptores da resposta imune (CANIBE et

al., 2001a; FRANCO et al., 2005). Esse conjunto de fatores pode ajudar a explicar os melhores resultados observado com o ácido fumárico.

É importante associar, em dietas acidificadas, a saúde gastrointestinal dos leitões lactentes que é traduzida pela prevalência de diarreias. Nesse sentido, o lactato (Apêndice E) que é obtido a partir do ciclo de Cori (STRYER, 1996) e do metabolismo dos ácidos graxos de cadeia curta no intestino grosso (Apêndice F) (CANIBE et al., 2001a) e os íons de H^+ podem acidificar o leite das porcas. Isso explicaria, em parte, os melhores resultados dos leitões lactentes de porcas alimentadas com dietas acidificadas. No entanto, nosso trabalho não permite explorar as razões pelas quais o ácido fumárico não atua nas rotas metabólicas da mesma forma que o ácido benzóico.

Outra hipótese para o melhor resultado com relação ao escore de diarreia de leitões lactentes de porcas alimentadas com dietas contendo ácido fumárico é uma possível ação sobre o sistema imunológico das porcas e leitões. A imunidade colostrar adquirida pelos leitões, daria pelo aumento da produção de IgG (NIELSEN et al., 2004) e de IgA (LALLÈS et al., 2007). A influência dos ácidos sobre a imunologia ocorre pela melhor eficácia do Zn nas dietas e via leite, principalmente, de por melhorar a altura das vilosidades do jejuno dos leitões (PAYNE et al., 2006). Como a IgG e IgA têm ação imunológica de superfície situadas no intestino, entre os quais o jejuno, elas poderiam melhorar a condição dos enterócitos aumentando a digestão e absorção de nutrientes, reduzindo as diarreias.

Como a acidificação de dietas de porcas lactantes sempre objetivou aspectos relacionados às porcas (p.ex. redução de patologias urogenitais) e nossos resultados mostraram que existem efeitos positivos sobre os leitões, é fundamental explorar e tentar entender os mecanismos desses efeitos. Como a dieta dos leitões nos primeiros sete dias é composta unicamente pelo leite, a lactose constitui a fonte energética principal (GONZALES, 2001). Além disso, os leitões lactentes apresentam tempo de retenção gástrica maior que os leitões desmamados (LALLÈS et al., 2007). Em função de não ter ácido clorídrico suficiente para a acidificar a lactose transformando em ácido láctico, os leitões ficam mais expostos à contaminação microbiana.

A passagem do alimento (tempo de retenção) do estômago ao intestino para a digestão do leite não pode ser rápida, também a quantidade de bactérias

intestinais benéficas não pode ser baixa (FREITAS et al., 2006). Estas características podem favorecer o quadro diarréico (escore de fezes líquidas). Os resultados do escore de fezes líquidas do nosso estudo mostraram elevação ($P < 0,05$), da frequência no 9º e 11º dias nos dois tratamentos (controle e DAB), em relação à DAF. Embora a DAF tenha mostrado tendência de aumento no 14º e 15º dias, mesmo inferior as demais, acompanharam a mesma elevação das dietas controle e DAB, estes escores coincidem com o histórico da granja de apresentar diarréias após a primeira semana de lactação. Isto porque, está caracterizado na granja um quadro típico diarréico por desafio sanitário elevado, devido provavelmente ao reduzido intervalo de vazio na utilização das salas de maternidade (CALDERARO et al., 2001). Neste mesmo período fisiológico (14º e 15º dias) há a diminuição da imunidade passiva dos leitões. Isto nos permite trabalhar com a hipótese de que não houve interferência dos ácidos sobre estes resultados, porém a DAF foi mais eficiente mantendo-se sempre com frequência inferior as dietas controle e DAB.

Os ácidos orgânicos, foram utilizados como acidificantes, embora a possibilidade de uso como conservantes possa ser melhor aproveitada. No caso específico do uso da SGUM em dietas para porcas lactantes e suas leitegadas, os acidificantes poderão ser um incentivo para a redução de custos da atividade e melhoria na segurança alimentar dos animais. Portanto, os resultados obtidos neste estudo de dissertação, contribuem de forma consistente para explorar esta área de pesquisa.

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES

A adição de 0,5% de ácido benzóico ou 0,5% de ácido fumárico em dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho não alterou a espessura de tocinho, o consumo e a conversão alimentar das porcas lactantes.

A adição de 0,5% de ácido benzóico ou 0,5% de ácido fumárico em dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho não alterou o peso vivo e o ganho de peso dos leitões lactentes.

A frequência de fezes normais foi maior em leitões de porcas lactantes alimentadas com dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho e 0,5% de ácido fumárico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARNINK, A. J. A.; VERSTEGEN, M. W. A. Nutrition, key factor to reduce environmental load from pig production. **Livestock Science**, v. 109, p. 194-203, 2007.

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Relatório Anual**. São Paulo, 2006.

BELLAVER, C.; SCHEURMANN, G. Aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves de corte. In: CONFERÊNCIA AVISUI, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Gessulli Agribusiness, 2004.

BLANK, R. et al. Effect of fumaric acid and dietary buffering capacity on ileal and fecal amino acid digestibilities in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 77, p. 2974-2984, 1999.

BOERLIN, P. et al. Antimicrobial growth promoter ban and resistance to macrolides and vancomycin in enterococci from pigs. **Journal of Clinical Microbiology**, Washington. v. 39, n. 11, p. 4193-4195, 2001.

BRIDGES, J. W. et al. The fate of benzoic acid in various species. **Biochemical Journal**, London, v. 116, p. 47-51, 1970.

CALDERARO, F.F. et al. Frequência de agentes causadores de enterites em leitões lactentes provenientes de sistemas de produção de suínos do Estado de São Paulo. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 29-34, 2001.

CANIBE, N. et al. An overview of the effect of organic acids on gut flora and gut health. Danish Institute of Agricultural Science, Research Center Foulum, Foulum,

2001a. Disponível em: <<http://www.afac.slu.se/Workshop%20Norge>>. Acesso em 24 de abril de 2006.

CANIBE, N. et al. Effect of K-diformate in starter diets on acidity, microbiota, and the amount of organic acids in the digestive tract of piglets, and on gastric alterations. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 79, n. 8, p. 2123-2133, 2001b.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Avaliação da safra agrícola 2007/2008 segundo levantamento de intenção de plantio**. Brasília, 2007.

EISSEN, J. J. et al. Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. **Livestock Production Science**, v. 64, p. 147-165, 2000.

EUROPEAN COMMISSION **Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the use of benzoic acid in feedingstuffs for pigs for fattening: C2 - Management of Scientific Committees; Scientific Co-Operation and Networks**; publicado em 15 de novembro de 2002. 2002.

_____. **Report of the scientific committee on animal nutrition on the safety of fumaric acid: C2 - Management of Scientific Committees; Scientific Co-Operation and Networks**; publicado em 22 de janeiro de 2003. 2003.

FIALHO, R. **Competitividade da carne suína no período de 1990 a 2004**. 2006. 94 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

FILHO, I. N. Silagem de grãos úmido de milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9., 2001, Gramado. **Anais...** Gramado: Embrapa Suínos e Aves, 2001.

FLORES, H. E. M. et al. Effect of some preservatives on shelf-life corn tortillas obtained from extruded masa. **Agrociência**, Texcoco, v. 38, n. 3, p. 285-292, 2004.

FRANCO, L. D. et al. Effect of combinations of organic acids in weaned pig diets on microbial species of digestive tract contents and their response on digestibility. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 89, p. 88-93, 2005.

FREITAS, L. S. et al. Avaliação de ácidos orgânicos em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1711-1719, 2006.

GABERT, V. M.; SAUER, W. C. The effect of fumaric acid and sodium fumarate supplementation to diets for weanling pigs on amino acid digestibility and volatile fatty acid concentrations in ileal digesta. **Animal Feed Science and Technology**, v. 53, n. 3-4, p. 243-254, 1995.

GARON, D. et al. Mycoflora and multimycotoxin detection in corn silage: Experimental study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 54, p. 3479-3484, 2006.

GIESTING, D. W.; ROSS, M. A.; EASTER, R. A. Evaluation of the effect of fumaric acid and sodium bicarbonate addition on performance of starter pigs fed diets of different types. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 69, p. 2489-2496, 1991.

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

GONZALES, F. Composição bioquímica do leite e hormônios de lactação. In: GONZALES, F. (ed.) **Uso do leite para monitorar nutrição e metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p. 5-22.

HANSEN, C. F. et al. Reduced diet crude protein level, benzoic acid and inulin reduced ammonia, but failed to influence odour emission from finishing pigs. **Livestock Science**, v. 109, n. 1-3, p. 228-231, 2007.

HENRIQUE, W. et al. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação. Desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 183-190, 2007.

HOLMES, J. H.; BAYLEY, H. S.; HORNEY, F. D. Digestion of dry and high-moisture maize diets in the stomach of the pig. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 32, n. 3, p. 639-646, 1974.

ÍTAVO, C. C. B. F. **Silagens de grãos úmidos de milho e de sorgo: padrão de fermentação, composição química, valor nutricional e desempenho em ovinos**. 2004. 73 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2004.

JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A., Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 311-315, 1997a.

JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W. D. Utilização de silagem de grãos de cereais na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá, **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001.

JOBIM, C. C. et al. Produção e utilização de silagem de grãos úmidos de cereais. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras. 2000.

JOBIM, C. C. et al. Presença de microorganismos na silagem de grãos úmidos de milho ensilados com diferentes proporções de sabugo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 32, n. 2, p. 201-204, 1997b.

JONGBLOED, A. W. et al. The effects of microbial phytase, organic acids and their interaction in diets for growing pigs. **Livestock Production Science**, v. 67, p. 113-122, 2000.

JONES, G. M. et al. Organic acid preservation of high moisture corn and other grains and the nutritional value a review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 54, n. 4, p. 499-517, 1974.

KLOTINS, K. Utilisation d' acidifiants pour réduire le recours aux antimicrobiens dans de élevages. p 7. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires Rurales. 2006. Disponível em <<http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/animalcare/amr/facts/05-044.htm>>. Acesso em 17 de março de 2006.

KLUGE, H.; BROZ, J.; EDER, K. Effect of benzoic acid on growth performance, nutrient digestibility, nitrogen balance, gastrointestinal microflora and parameters of microbial metabolism in piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, München, v. 90, n. 7-8, p. 316- 324, 2006.

KNARREBORG, A. et al. Establishment and application of an in vitro methodology to study the effects of organic acids on coliform and lactic acid bacteria in the proximal part of the gastrointestinal tract of piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 99, n. 1-4, p. 131-140, 2002.

KRAMER, J.; VOORSLUYS, J.L. Silagem de milho úmido, uma opção para gado leiteiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 1991, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1991. p 257-261.

LALLÈS, J.P. et al. Weaning - a challenge to gut physiologists. **Livestock Science**, v. 108, p. 82-93, 2007.

LAMBERT, R. J.; STRATFORD, M. Weak-acid preservatives: modelling microbial inhibition and response. **Journal of Applied Microbiology**, Birmingham, v. 86, p. 157-164, 1999.

LEAHY, K. T. et al. Effects of treating corn silage with alpha-amylase and (or) sorbic acid on beef cattle growth and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 2, p. 490-497, 1990.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. Fundamentos da bioquímica - cap.4. In: **Princípios da Bioquímica**. 2.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. p. 61-71.

LIMA, G. J. M. M.; SOUZA, O. W. 2002. Importância da qualidade de grãos na produção de suínos. Concórdia, 2006. EMBRAPA - CNPSA, Concórdia.

LOPES, A. B. C. R. **Silagem de grãos úmidos de milho em rações de suínos nas fases iniciais**. 2000. 46 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

LOPES, A. B. R. C.; BERTO, D. A.; COSTA, C. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos nas fases de crescimento e terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999a.

LOPES, A. B. R. C.; BERTO, D. A.; COSTA, C. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos nas fases iniciais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999b.

LOPES, A. B. R. C. et al. Efeito do processo de ensilagem de grãos úmidos de milho nas características do amido. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo v. 5, n. 96, p.177-181, 2002.

MAES, D. G. D. et al. Back fat measurements in sows from three commercial pig herds: relationship with reproductive efficiency and correlation with visual body condition scores. **Livestock Production Science**, v. 91, p. 57–67, 2004.

MAGAN, N.; CAYLEY, G. R.; LACEY, J. Effect of water activity and temperature on mycotoxin production by *Alternaria alternata* in culture and on wheat grain. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 47, n. 5, p. 1113-1117, 1984.

MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C.; DUARTE, J. D. O. Algumas considerações sobre o milho e os sistemas agro-industriais de suínos e aves. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA E II SIMPÓSIO GOIANO DE SUINOCULTURA, 7., 2005, Goiânia, GO, **Anais...** Goiânia: Embrapa Suínos e Aves, 2005.

MCKENZIE, J.; GOLDMAN, R. N. **The student edition of minitab for windows manual**. Belmont: Softcover ed. Addison-Wesley Longman, Incorporated, v. 12, 1999, 592 p.

MCNEILL, J. W. et al. Chemical and physical properties of processed sorghum grain carbohydrates. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 40, n. 2, p. 335-341, 1975.

MILLIGAN, B. N. et al. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. **Livestock Production Science**, v. 76, p. 181-191, 2002.

MORAES, R. J. Q. et al. Dosagem de ergosterol como indicador de contaminação fúngica e milho armazenado. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 483-489, 2003.

MROZ, Z. Organic acids as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs. **Advances in Pork Production**, v. 6, p. 169-182, 2005.

MROZ, Z. et al. The effects of calcium benzoate in diets with or without organic acids on dietary buffering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, and manure characteristics in swine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 78, n. 10, p. 2622-2632, 2000.

MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, Stanford, v. 71, n. 11, p. 2992-3002, 1988.

MUCK, R. E.; BOLSEN, K. K. Silage preservation and silage additive products. In: BOLSEN, K.K. (ed.) **Hay and Silage management in North America**. NFIA, 1991. p. 105-126.

NIELSEN, J. P.; KJAERGAARD, H. D.; KRISTENSEN, C. B. Colostrum uptake – Effect on health and daily gain until slaughter. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY - CONGRESS IPVS, 18., 2004, **Anais...** Hamburg: International Pig Veterinary Society, 2004. 1 CD-ROM.

NCGA. National Corn Growers Association. **World of Corn**. Washington, 2007.

NRC. National Research Council **Nutrient requirements of swine**. Washington: National Academy of Science, v. 10, 1998, 189 p.

OLIVEIRA, R. P. et al. Valor nutritivo e desempenho de leitões alimentados com rações contendo silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 146-156, 2004.

OLIVEIRA, V.; LOVATTO, P. A.; RIEGER, C. Utilização de silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de suínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE

PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2006, Santa Maria, RS. **Anais...** Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 1 CD-ROM.

OVERLAND, M. et al. Organic acids in diets for entire male pigs. **Livestock Science**, v. 109, n. 1-3, p. 170-173, 2007.

PARTANEN, K. et al. Performance of growing-finishing pigs fed medium- or high-fiber diets supplemented with avilamycin, formic acid or formic acid-sorbate blend. **Livestock Production Science**, v. 73, n. 2-3, p.139-152, 2002.

PARTANEN, K. H.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 12, p. 117-145, 1999.

PAYNE, R. L. et al. Growth and intestinal morphology of pigs from sows fed two zinc sources during gestation and lactation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 84, p. 2141-2149, 2006.

PHILLIP, L. E.; FELLNER, V. Effects of bacterial inoculation of high moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, n. 10, p. 3178-3187, 1992.

PIEDEDE, F. S.; FONSECA, H.; LÓRI, E. M. Distribution of aflatoxins in corn visually segregated for defects. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo v. 33, p. 250-254, 2002.

PITT, R. E.; MUCK, R. E.; PICKERING, N. B. A model of aerobic fungal growth in silage: aerobic stability. **Grass Forage Science**, Cirencester, v. 46, n. 3, p. 301-312, 1991.

PIVA, A.; CASADEI, G.; BIAGI, G. An organic acid blend can modulate swine intestinal fermentation and reduce microbial proteolysis. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 84, p. 527-532, 2002.

PÖLÖNEN, I.; TOIVONEN, V.; MÄKELÄ, J. Different combinations of formic, propionic and benzoic acids in slaughter offal preservation for feeding to fur animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 71, n. 1-2, p. 197-202, 1998.

PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M. D.; REZENDE, A. M. Entraves da comercialização à competitividade do milho brasileiro. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 104, p. 23- 40, 2003.

QUINIOU, N. et al. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, v. 78, p. 63-70, 2002.

RANJIT, N. K.; KUNG JR, L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Stanford, v. 83, n. 3, p. 526-535, 2000.

RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, E. T. Acidification of weans pigs diets: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 62, p. 313-322, 1993.

ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. R. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 63, n. 5, p. 1607-1623, 1986.

ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY, G.C. (ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: University of Nebraska, 1994. p. 828-868.

SANTOS, C. P. D. et al. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de eqüinos em crescimento: Valor nutricional e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1214-1222, 2002.

SARTORI, J. R. et al. Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1009-1015, 2002.

SHAW, D. M.; RAO, D. N.; MAHENDRAKAR, N. S. Effect of different levels of molasses, salt and antimycotic agents on microbial profiles during fermentation of poultry intestine. **Bioresource Technology**, v. 63, n. 3, p. 237-241, 1998.

SILVA, A. A. **Silagem de grãos úmidos de milho: digestibilidade e balanços metabólicos**. 2005. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

SILVA, A. A. et al. Digestibilidade e balanços metabólicos da silagem de grãos úmidos de milho para suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 877-882, 2005.

SINCLAIR, A. G. et al. The influence of gestation feeding strategy on body composition of gilts at farrowing and response to dietary protein in a modified lactation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 79, p. 2397-2405, 2001.

SINDIRAÇÕES. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal **Balanco do Setor de Alimentação Animal**. São Paulo, SP: Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal, 2006.

STRYER, L. Via pentose-fosfato e gliconeogênese - cap.22. In: **Bioquímica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 529-546.

TOFOLI, C. A. et al. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes teores de óleo para leitões na fase de creche. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 6, p. 1206-1213, 2006.

TSE, M. L. P. et al. Valor nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes graus de moagem para leitões na fase de creche. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 6, p. 1214-1221, 2006.

TSILOYIANNIS, V. K. et al. The effect of organic acids on the control of porcine post-weaning diarrhoea. **Research in Veterinary Science**, v. 70, n. 3, p. 287-293, 2001.

VELHO, J. P. et al. Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após "desensilagem". **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 916-923, 2006.

WANG, J. F. et al. In vitro fermentation of various fiber and starch sources by pig fecal inocula. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 82, n. 9, p. 2615-2622, 2004.

YOUNG, M.; AHERNE, F. Monitoring and maintaining sow condition. **Advances in Pork Production**, v. 16, p. 299, 2005.

YOUNG, M.G. et al. Effect of sow parity and weight at service on target maternal weight and energy for gain in gestation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 83, p. 255-261, 2005.

ZARDO, A. O.; LIMA, G. J. M. M. **Alimentos para suínos**. 12., Concórdia: EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves, 1999. 69 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Composição química da silagem de grãos úmidos de milho¹

Parâmetros	DeBrabander et al., 1992	Jobim et al., 1997	Reis et al., 2000	Santos et al., 2000
pH	3,7	3,6	3,5	3,9
MS (%)	61,4	63,9	66,7	67,0
FDN (%)	13,3	15,1	14,2	7,1
FDA (%)	-	3,3	2,5	3,9
PB (%)	11,4	10,0	10,2	7,7
N-NH ₃ (% do N total)	2,7	1,1	-	-
EB (kcal/g MS)	-	4.203	4.330	4.474
Ac. Láctico (%)	0,80	0,78	-	-
Ac. Acético (%)	0,40	0,12	-	-
Ac. Butírico (%)	0,00	0,00	-	-

¹Adaptado de JOBIM et al., (2001).

APÊNDICE B - Composição química e valores energéticos da SGUM e do milho seco¹

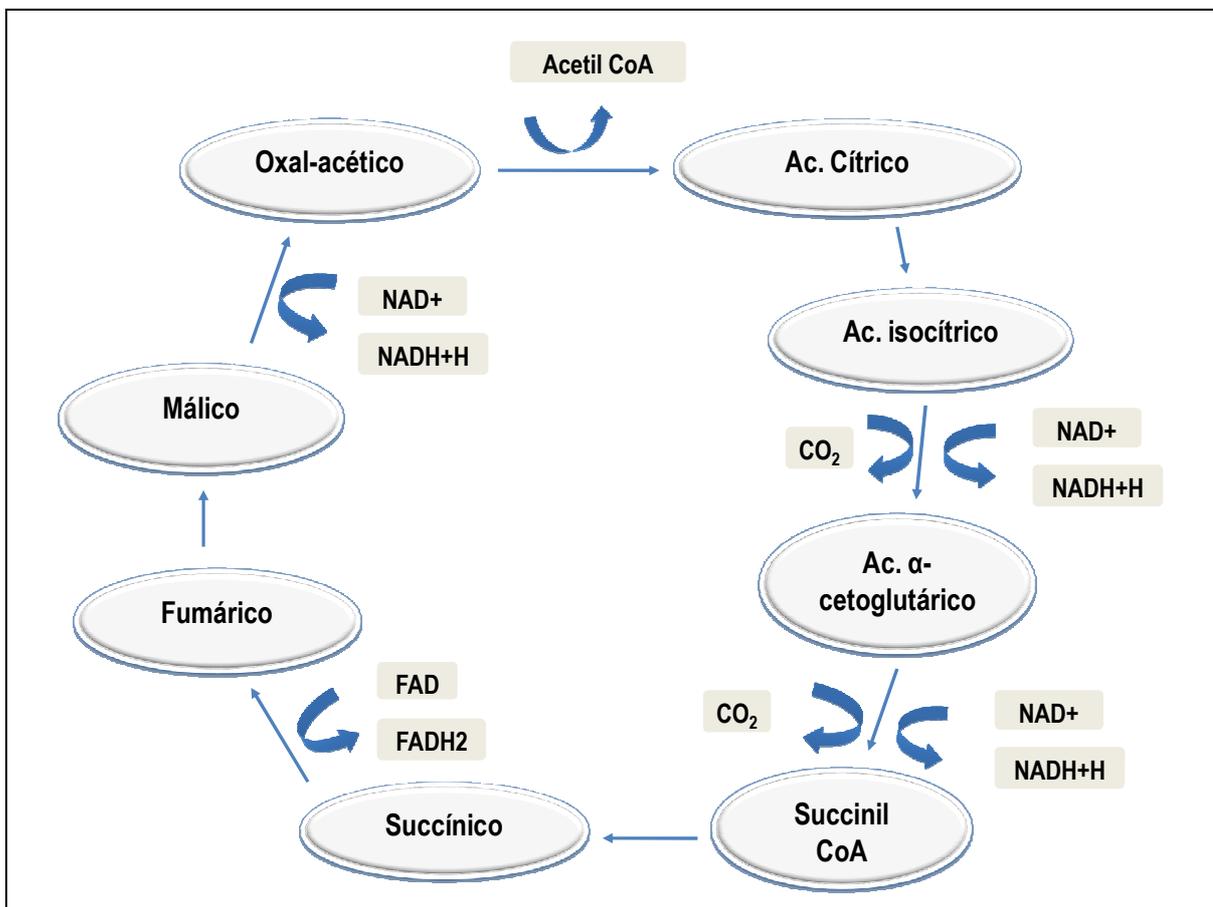
Nutriente	SGUM ²	Milho Seco ³
Matéria seca (%)	87,11	87,11
Protéina Bruta (%)	6,87	8,26
Extrato etéreo (%)	3,96	3,61
Fibra bruta (%)	2,06	1,73
Fibra detergente neutro (%)	4,69	11,75
Fibra detergente ácido (%)	2,53	3,54
Energia digestível (kcal/kg) ⁴	3.454	3.460
Energia metabolizável (kcal/kg) ⁴	3.353	3.340

¹ Valores ajustados para 87,11% de matéria seca (Adaptado por OLIVEIRA et al., 2006); ² Médias de valores; ³ Conforme ROSTAGNO et al., (2005); ⁴ Conforme SILVA et al., (2005).

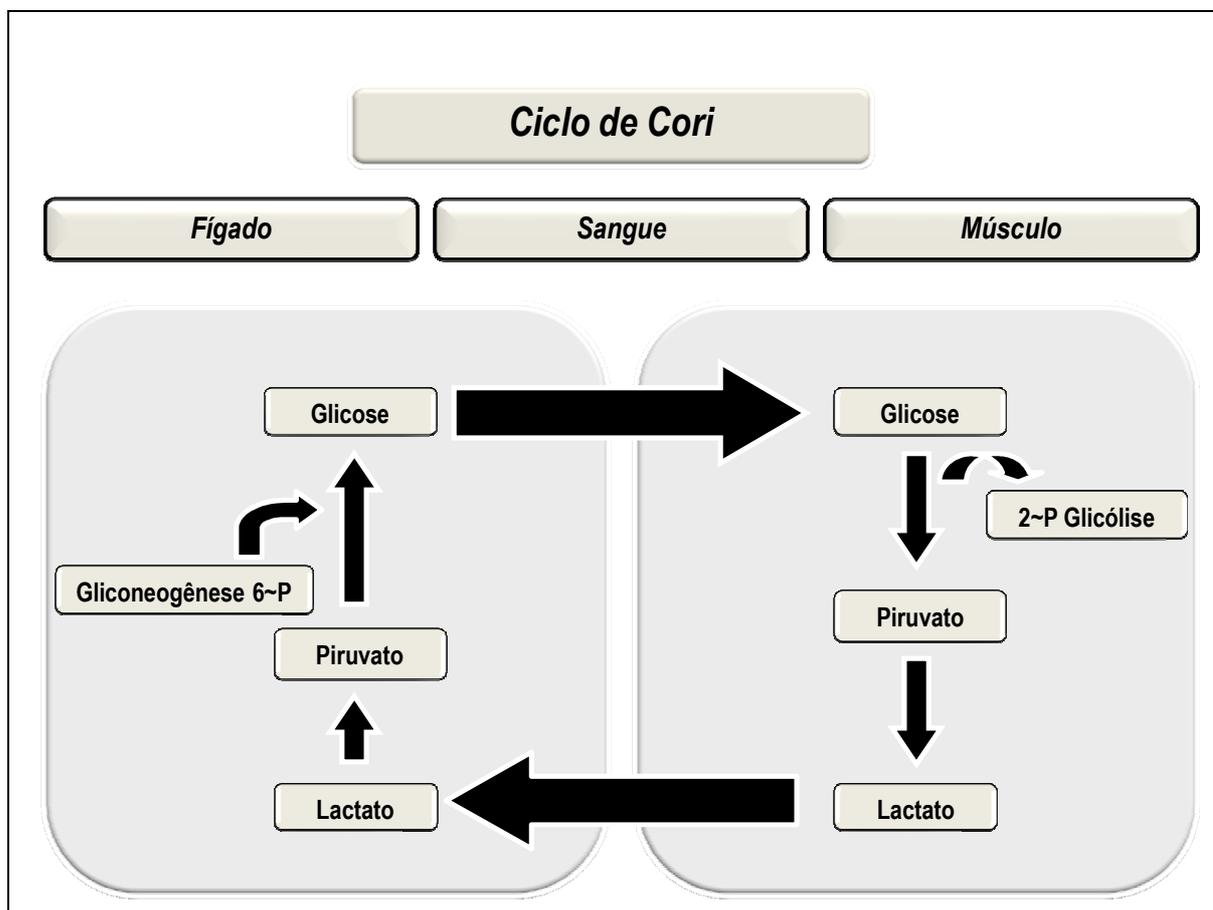
APÊNDICE C - Propriedades químicas de diferentes ácidos orgânicos utilizados em nutrição de monogástricos¹

Ácido	pKa ²	Solubilidade (água)	Atividade tamponante relativa
Acético	4,76	Muito boa	1,96
Benzóico	4,20	-	-
Cítrico	3,14; 4,76; 6,40	Boa	1,41
Fórmico	3,75	Muito boa	1,50
Fumárico	3,03; 4,44	Baixa	1,55
Láctico	3,83	Boa	1,00
Málico	3,4; 5,11	Boa	-
Propiônico	4,87	Muito boa	1,22
Sórbico	4,80	Baixa	-

¹Adaptado de PARTANEN & MROZ, (1999); BELLAVER & SCHEURMANN, (2004) e KLOTINS, (2006); ²pka é o potencial de dissociação de um ácido, expresso pelo logaritmo negativo da constante de dissociação (Ka) do ácido (- log Ka). O pH no qual metade de um ácido monocarboxilado está na forma dissociada (cedendo prótons) na temperatura de 25°C, é o pKa desse ácido.

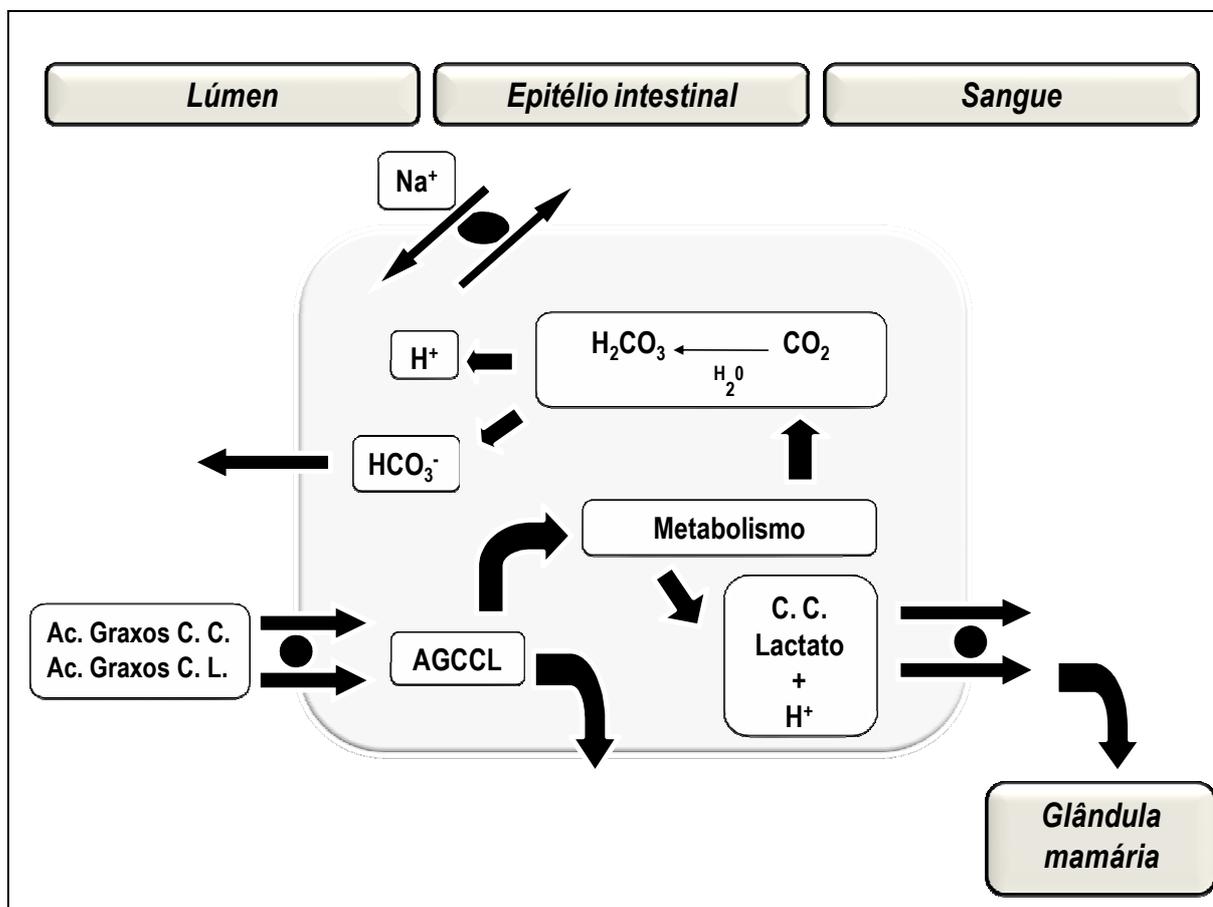
APÊNDICE D - Representação do ciclo do ácido cítrico¹¹Adaptado de LEHNINGER et al., (1995).

APÊNDICE E - Representação esquemática dos mecanismos envolvidos no Ciclo de Cori¹



¹Adaptado de STRYER, (1996).

APÊNDICE F - Modelo para mecanismos intracelulares envolvendo a absorção dos ácidos graxos de cadeia curta¹



¹Adaptado de MROZ, (2005).

APÊNDICE G – Publicações durante o mestrado

Resumos simples em anais de eventos

CAVAZINI, N.; LOVATTO, P.A.; ROSSI, C.A.R.; *WESCHENFELDER*, V.A. 2006. Relação entre espessura de toucinho, variáveis nutricionais e corporais de porcas gestantes e lactantes: um estudo meta-analítico. In: XXI Jornada Acadêmica Integrada, Santa Maria

KUNRATH, M.A.; LOVATTO, P.A.; ROSSI, C.A.R.; *WESCHENFELDER*, V.A. 2006. Relação entre espessura de toucinho, peso vivo, proteína corporal e gordura corporal de porcas gestantes e lactantes: um estudo meta-analítico. In: XXI Jornada Acadêmica Integrada, Santa Maria.

FRAGA, B.N.; LOVATTO, P.A.; *WESCHENFELDER*, V.A.; LEHNEN, C.R.; ANDRETTA, I.; LANFERDINI, E. 2007. Uso de acidificantes na silagem de grãos úmidos de milho em dietas de porcas lactantes: avaliação das porcas. In: XXII Jornada Acadêmica Integrada, Santa Maria.

MELCHIOR, R.; LOVATTO, P.A.; ANDRETTA, I.; *WESCHENFELDER*, V.A.; LEHNEN, C.R.; FRAGA, B.N. 2007. Uso de acidificantes na silagem de grão úmido de milho em dietas para porcas lactantes: avaliação das leitegadas. In: XXII Jornada Acadêmica Integrada, Santa Maria.

Resumos expandidos em anais de eventos – Nacional

CERON, M.S.; ROSSI, C.A.R.; LOVATTO, P.A.; *WESCHENFELDER*, V.A.; LEHNEN, C.R.; FRAGA, B.N.; ANDRETTA, I. 2007. Relação entre espessura de toucinho e variáveis nutricionais de porcas gestantes e lactantes: um estudo meta-analítico. Congresso da Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos. Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos, Florianópolis.

LOVATTO, P.A.; ROSSI, C.A.R.; LEHNEN, C.R.; *WESCHENFELDER*, V.A.; ANDRETTA, I. 2007. Meta-análise da relação entre espessura de tocinho e variáveis corporais e reprodutivas de porcas gestantes e lactantes. 44^a reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal.

Resumos expandidos em anais de eventos – Internacional

ROSSI, C.A.R.; HAUSCHILD, L.; *WESCHENFELDER*, V.A.; LOVATTO, P.A. Relação entre espessura de tocinho ao parto e peso ao desmame de porcas gestantes e lactantes: um estudo meta-analítico. In: Pork Expo, 2006, Foz do Iguaçu.

Artigos completos publicados em periódicos

ROSSI, C.A.R.; LOVATTO, P.A.; *WESCHENFELDER*, V.A.; LEHNEN, C. Meta-análise da relação entre espessura de tocinho e variáveis corporais e reprodutivas de porcas gestantes e lactantes. *Ciência Rural*, v.38, p.7-12, 2008.

Artigos completos aceitos para publicação em periódicos

ROSSI, C.A.R.; LOVATTO, P.A.; *WESCHENFELDER*, V.A.; LEHNEN, C.R.; FRAGA, B.N.; ANDRETTA, I.; CERON, M.S. Meta-análise da relação entre espessura de tocinho e variáveis nutricionais de porcas gestantes e lactantes. *Ciência Rural*, v.38, 2008 (no prelo).

Artigos completos tramitando

WESCHENFELDER, V.A.; LOVATTO, P.A.; ROSSI, C.A.R.; LEHNEN, C.R.; ANDRETTA, I. Alimentação de porcas lactantes com dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho e acidificantes. *Ciência Rural*.

Weschenfelder, Volnei Antônio

W511a

Alimentação de porcas lactantes com dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho e ácidos orgânicos / por Volnei Antônio Weschenfelder ; orientador Paulo Alberto Lovatto. – Santa Maria, 2008.

78 f. ; il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2008.

1. Zootecnia 2. Suinocultura 3. Ácido benzóico 4. Ácido fumárico 5. Condição corporal 6. Desempenho 7. Leitegadas I. Lovatto, Paulo Alberto, orient. II. Título

CDU: 636.4.085

Ficha catalográfica elaborada por

Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160

Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM