



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARCO AURÉLIO CALLEGARI

**ACIDIFICANTES MICROENCAPSULADOS ASSOCIADOS
OU NÃO A ÓLEOS ESSENCIAIS E SAIS DE ÁCIDOS PARA
LEITÕES EM FASE DE CRECHE**

Londrina
2014

MARCO AURÉLIO CALLEGARI

**ACIDIFICANTES MICROENCAPSULADOS ASSOCIADOS
OU NÃO A ÓLEOS ESSENCIAIS E SAIS DE ÁCIDOS PARA
LEITÕES EM FASE DE CRECHE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciência
Animal da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Silva.

Londrina
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

C157a Callegari, Marco Aurélio.

Acidificantes microencapsulados associados ou não a óleos essenciais e sais de ácidos para leitões em fase de creche / Marco Aurélio Callegari. – Londrina, 2015.
64 f. : il.

Orientador: Caio Abércio da Silva. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2015. Inclui bibliografia.

1. Rações – Aditivos – Teses. 2. Leitão (Suíno) – Alimentação e rações – Teses. 3. Ácidos graxos – Teses. 4. Ácidos orgânicos – Teses. 5. Diarréia em suíno – Teses. I. Silva, Caio Abércio da. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 636.085

MARCO AURÉLIO CALLEGARI

**ACIDIFICANTES MICROENCAPSULADOS ASSOCIADOS OU NÃO A
ÓLEOS ESSENCIAIS E SAIS DE ÁCIDOS PARA LEITÕES EM FASE
DE CRECHE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Silva
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Alexandre Oba
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Dirlei Antônio Berto
Universidade Estadual Paulista – UNESP

Londrina, 14 de novembro de 2014.

Dedico este trabalho a meus pais, a minha esposa e ao meu orientador e amigo que tanto me ajudaram em todas as minhas conquistas!

AGRADECIMENTOS

Se você está lendo esta página é porque eu consegui. E não foi fácil chegar até aqui. Do processo seletivo, passando pela aprovação até a conclusão do mestrado, foi um longo caminho percorrido. Nada foi fácil, nem tampouco tranquilo. “A sola do pé conhece toda a sujeira da estrada” (provérbio africano).

Quero agradecer a todos aqueles que sempre confiaram em mim, desde sempre. A Deus pelos desafios pelos quais passei em minha vida, ajudando-me no meu amadurecimento e pelas alegrias que vivi, permitindo ter esperanças e sonhos.

Aos meus pais, por me terem dado educação, valores e por me terem ensinado a andar. Ao meu pai Aurélio, que nunca deixou de me amar, nem de confiar em mim, a minha mãe Célia, por seu amor incondicional e também pelas suas orações. Mãe, você me gerou e me alfabetizou, ensinando-me a ler e escrever (Viu como aprendi direitinho?). A vocês que, muitas vezes, renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu, partilho a alegria deste momento.

Ao tio Walter e a tia Rosinha que me acolheram em sua casa para que eu pudesse dar sequência nos meus estudos.

A minha esposa Rita, que é o maior presente que Deus poderia ter me dado nesta vida, sempre oferecendo amor absoluto, companheirismo, ensinamentos e dedicação. Pelo apoio, quando em muitas vezes me senti fraco. Sempre soube trazer de volta a alegria para minha vida. Sem sua existência a conquista deste título que recebo hoje não seria possível.

As minhas irmãs Celinha, Márcia e Mércia (sempre Gugu), que Deus colocou em minha vida, amor sem restrição sempre, pela paciência cotidiana, em especial à minha irmã Marcia, que tantas vezes ajudou na correção de minha dissertação.

Aos meus maravilhosos sobrinhos Guilherme e Pedro Inácio, às minhas amadas sobrinhas Marina, Ana Laura e Maria Júlia, pela compreensão e apoio, e em especial, agradecimento ao meu amado e eterno sobrinho Marcus Vinícius (*in memoriam*). Você me faz muita falta, mas está sempre vivo no meu coração. Obrigado por ter feito parte de nossa família e ter ensinado como se vive com garra e alegria, mesmo com toda limitação.

Ao meu sogro Júlio (*in memoriam*), sempre presente em mim, a minha sogra Maria, meus cunhados Ricarda e César e meu concunhado Maurício pelo apoio.

Ao professor Caio, por acreditar que eu era capaz e pela orientação, mesmo sem me conhecer direito, você abriu as portas, como um pai que abre os braços para receber um filho. Nesse mundo, repleto de pessoas ruins, você me faz acreditar que os bons são a maioria. Só tenho a agradecer aos seus ensinamentos (pessoais e acadêmicos), orientações, palavras de incentivo, puxões de orelha, paciência e dedicação. Você é uma pessoa ímpar, na qual busco inspiração para me tornar melhor em tudo que faço e que farei daqui para frente. Tenho orgulho em dizer que um dia fui seu orientado.

Ao Daniel Pigato Monteiro, empresário de visão absolutamente acima da média, amizade que chegou devagar, mas de forma segura e fiel, um agradecimento especial pela oportunidade que você proporcionou na minha vida profissional.

Às professoras Ana Maria Bridi e Ana Paula de Souza Fortaleza, que aceitaram compôr minha banca de qualificação de defesa, pelas sugestões e análises significativas às quais tentarei atender na versão definitiva do texto.

A todos os professores do curso de pós-graduação, aos funcionários da Fazenda Escola pela dedicação e ajuda.

À Helenice, secretária da pós-graduação, pessoa que está sempre pronta para atender e dar solução aos problemas.

Ao professor Amauri Alfieri, que era o coordenador do curso de pós-graduação, pela confiança e oportunidade que me foi dado para realizar este curso.

Aos colegas do curso, Aliny, (não chora), Cleandro, Marcino, João, Edu, Dalita, Gabi, Júlio, Jefferson, Igor, Luís Gustavo, pela ajuda na condução do experimento e pela solicitude e solidariedade perante minhas dificuldades.

À Universidade Estadual de Londrina e ao programa de pós-graduação, pela oportunidade de realizar este sonho.

Ao Marquinho que cedeu os animais para o experimento.

À Universidad Autonoma de Barcelona, em especial ao Professor José Francisco Perez, que me acolheu por 75 dias, experiência única em minha vida profissional e aos amigos que lá deixei.

A todos que de alguma forma auxiliaram para conclusão deste trabalho, muito obrigado.

CALLEGARI, M. A. **Acidificantes microencapsulados associados ou não a óleos essenciais e sais de ácidos para leitões em fase de creche** 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar *blends* comerciais de ácidos orgânicos e inorgânicos, associados ou não a óleos essenciais sob a apresentação microencapsulada e sais de ácidos para leitões em fase de creche. Foram utilizados 120 leitões de ambos os sexos, desmamados, com 6,00 kg \pm 1,2 kg de peso vivo e 23 dias de idade, submetidos a cinco tratamentos durante 40 dias. Os animais foram distribuídos em blocos ao acaso, com três animais por baía e oito repetições por tratamento. Os tratamentos corresponderam as seguintes dietas: controle (livre de ácidos orgânicos); *blend* de ácidos e óleos essenciais: (ácido fumárico: 10,5%, ácido málico: 8,0%, óleos essenciais; na forma microencapsulada); *blend* de ácidos microencapsulados tecnologia 1 (ácido fosfórico: 10%, ácido cítrico: 10%, ácido málico: 10%, ácido fumárico: 20%; na forma microencapsulada); *blend* de ácidos microencapsulados tecnologia 2 (ácido fosfórico: 10%, ácido cítrico: 10%, ácido málico: 10%, ácido fumárico: 20%; na forma microencapsulada); *blend* de sais de ácidos (ácido fórmico: 40,5%, ácido fosfórico: 13,6%, ácido propiônico: 4,9% e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível)). Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para os parâmetros de desempenho, tempo de trânsito da dieta, peso dos órgãos do trato digestório, contagem bacteriana das fezes (*Lactobacillus*, *E. coli*, *Salmonella ssp* e *Clostridium*) e pH do conteúdo duodenal. Todos os tratamentos com ácidos orgânicos determinaram efeito positivo ($P<0,05$) no controle da diarreia, sendo que o pH do conteúdo estomacal foi mais baixo ($P<0,05$) para o grupo que recebeu a associação de sais de ácidos com Ca e P (*blend* de sais de ácidos) em relação ao grupo *blend* de ácidos microencapsulados tecnologia 2, não diferindo dos demais tratamentos. Os valores de AGV no conteúdo do ceco foram mais elevados nos leitões alimentados com dietas contendo ácidos em relação aqueles que receberam a dieta controle ($P<0,05$). Pode-se concluir que os ácidos exerceram efeitos positivos sobre o controle da diarreia e a produção de AGV no ceco, sendo observado que o *blend* de ácidos orgânicos microencapsulado tem ação em menores doses, representando uma possível vantagem técnica e econômica.

Palavras chaves: Ácidos graxos voláteis. Ácidos orgânicos. Diarreia. Vilosidades.

CALLEGARI, M. A. **Acidifying associated microencapsulated or not the essential oils and acid salts for piglets in nursery phase**. 2014. 64 p. Dissertation (Masters in Animal science) – University State of Londrina, Londrina, 2014.

ABSTRACT

The objective of trial was aimed to evaluate commercial blends of organic and inorganic acids, with or without the essential oils under the microencapsulated and acid salts presentation for piglets in the nursery phase. 120 piglets of both sexes, weaned with $6.00 \text{ kg} \pm 1.2 \text{ kg}$ body weight and 23 days of age received five treatments for 40 days were used. The animals were distributed in randomized blocks, with three animals per pen and 8 replications per treatment. The treatments were the following diets: control (free of organic acids); blend acids and essential oils: (fumaric acid 10.5%, malic acid 8.0%, essential oils; in microencapsulated form); acids microencapsulated blend technology 1: (phosphoric acid 10%, citric acid 10%, malic acid 10%, fumaric acid 20%; in microencapsulated form); acids microencapsulated blend technology 2: (phosphoric acid 10%, citric acid 10%, malic acid 10%, fumaric acid 20%; in microencapsulated form); blend acid salts: (formic acid 40.5%, phosphoric acid 13.6%, propionic acid 4.9% and salts (23.2% calcium and 4.4% phosphorus available)). There was no difference ($P > 0.05$) between treatments for performance parameters, transit time for diet, weight of organs of the digestive tract, bacterial counts of feces (*Lactobacillus*, *E. coli* and *Salmonella ssp* and *Clostridium*) and pH of the duodenal content. All treatments with organic acids determined positive effect ($P < 0.05$) in the control of diarrhea, the pH of the stomach content was lower ($P < 0.05$) for the group that received the combination of acids salts and Ca and P (blend acid salts) compared to acids microencapsulated blend technology 2 group did not differ from the other treatments. The values of VFA in cecum contents were higher in piglets fed diets containing acids compared those receiving the control diet ($P < 0.05$). It can be concluded that the acids exerted positive effects on the control of diarrhea and VFA production in the cecum and was observed that the microencapsulated blend of organic acids has action in smaller doses representing a possible technical and economic advantage.

Keywords: Diarrhoea. Organic acids. Villi. Volatile fatty acids.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Fórmulas físicas e características químicas de alguns dos ácidos orgânicos utilizados como acidificantes em dietas de leitões.....19
- Tabela 2** – Composição percentual, energética e nutricional calculadas das rações pré-inicial, de acordo com os tratamentos43
- Tabela 3** – Composição percentual, energética e nutricional calculadas das rações inicial I, de acordo com os tratamentos46
- Tabela 4** – Composição percentual, energética e nutricional calculadas das rações pré inicial II, de acordo com os tratamentos47
- Tabela 5** – Valores medios do ganho diário de peso (GDP), consumo de ração (CDR), conversão alimentar (CA), e peso médio final (MPF) de acordo com tratamentos nas diferentes fases experimentais (valores expressos em kg)50
- Tabela 6** – Porcentagem de animais com diarreia no período pré-inicial (0 a 14) dias, alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos51
- Tabela 7** – pH do conteúdo do estômago e do conteúdo do intestino delgado de leitões alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos no final do experimento53
- Tabela 8** – Tempo de transito da digesta de leitões desmamados alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos54
- Tabela 9** – Concentração em mmol/L dos ácidos graxos voláteis no conteúdo do ceco, de leitões desmamados alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos55
- Tabela 10** – Médias da altura (μm) das vilosidades (AV), da profundidade das criptas (PC), da relação da altura da vilosidade/ profundidade de cripta (AV/PC) medidas no duodeno (valores expressos em μm) de leitões desmamados alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos57
- Tabela 11** – Contagem bacteriana de *Lactobacillus ssp*, *E.Coli*, *Salmonela ssp*, *Clostridium Perfringes*, nas fezes de leitões desmamados alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos.....58

Tabela 12 – Peso dos órgãos em kg (estômago, intestino delgado e intestino grosso e total) de leitões desmamados alimentados com dietas contendo diferentes <i>blends</i> de ácidos orgânicos	59
--	----

LISTA DE ABREVIações

AGV	ácidos graxos voláteis
AO	ácidos orgânicos
CA	conversão alimentar
CDR	consumo diário de ração
CT	capacidade tamponante
GDP	ganho diário de peso
HCL	ácido clorídrico
OE	óleos essenciais
TGI	trato gastrointestinal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	SISTEMA DIGESTÓRIO DOS LEITÕES.....	14
2.2	MICRO-ORGANISMOS NO TRATO GASTROINTESTINAL.....	16
2.3	ÁCIDOS ORGÂNICOS.....	17
2.3.1	Modo de Ação.....	20
2.4	MICROFLORA E HISTOLOGIA INTESTINAL.....	21
2.5	ÓLEOS ESSENCIAIS	22
2.6	ÁCIDOS GRAXOS VOLÁTEIS.....	24
2.7	MICROENCAPSULAÇÃO	25
2.8	ÁCIDOS ORGÂNICOS NO DESEMPENHO DE LETÕES	28
	REFERÊNCIAS	31
3	OBJETIVOS	39
3.1	OBJETIVOS GERAIS	39
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	39
4	ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO	40
4.1	INTRODUÇÃO	42
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	43
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.4	CONCLUSÕES	59
4.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira apresentou nas últimas décadas crescimento significativo em produtividade, resultado atribuído a vários fatores, incluindo a baixa idade de desmame praticado (WALSH et al., 2007b).

O desmame, contudo, ainda tem sido considerado uma etapa crítica para os leitões, dado aos vários fatores de estresse a que são expostos, como as mudanças sociais (são separados da porca), ambientais (mudam de instalações) e nutricionais (deixam de ingerir o leite materno). Um dos aspectos mais relevantes do pós-desmame é a inabilidade do leitão à adaptação satisfatória à nova dieta (VIEIRA, 2010).

A insuficiência de enzimas digestivas nessa fase resulta em baixa capacidade de digestão (CORASSA et al., 2006) e, conseqüentemente, aumenta a osmolaridade do conteúdo do trato digestório, provocando diarreia osmótica. No período pós-desmama, com o consumo limitado de ração e a ação bacteriana nociva (UTYAMA et al., 2006), as estruturas do intestino são comprometidas, resultando na atrofia das vilosidades em decorrência do aumento na taxa de descamação epitelial e no incremento da profundidade das criptas para assegurar a adequada taxa de renovação celular e garantir a reposição das perdas de células da região apical (OETTING et al., 2006).

Também os leitões na fase pós-desmama têm limitada capacidade em secretar HCl, o que pode resultar um pH gástrico elevado (ROTH, 2000). Além disso, a capacidade tamponante dos alimentos pode interferir no pH estomacal, o que exigiria aumento na quantidade de HCl necessária para acidificá-lo.

Portanto, a fase pós desmama pode ser considerada crítica, visto que o pH estomacal elevado é desfavorável, pois, além de prejudicar a digestão gástrica, aumenta os riscos do desenvolvimento da flora patogênica e das diarreias (LI et al., 2008).

Como recursos empregados para a minimização destes efeitos, vários aditivos são usados regularmente nas rações pós desmama. Os ácidos orgânicos e seus sais são atualmente apresentados como ótima alternativa para a redução do pH gástrico (VIOLA, VIEIRA; 2004), exercendo efeitos interessantes diretos e indiretos. Quando não dissociados podem difundir-se passivamente através da parede celular das bactérias, dissociando-se no seu citoplasma e promovendo

assim a diminuição do pH interno, determinando um quadro incompatível para determinadas bactérias, que não toleram um gradiente diferente de pH em ambos os lados da membrana (SURYANARAYANA et al., 2012), gerando resultados positivos sobre a microbiota patogênica (PIVA et al., 2007b) através da ação bactericida ou bacteriostática (BASSAN et al., 2008).

Os ácidos orgânicos também têm sido uma das alternativas promissoras para a substituição dos antibióticos nas rações para leitões, devido a crescente preocupação relativa ao desenvolvimento da resistência de alguns microrganismos patogênicos e à ocorrência de resíduos destes para os consumidores, o que levou a União Europeia à proibição de seu uso. Os Estados Unidos, na mesma vertente, estabeleceu um prazo de três anos para que as indústrias farmacêuticas venham estabelecer um plano para retirada dos antibióticos como promotores de crescimento (NUNES, 2013).

Os mecanismos de ação dos ácidos orgânicos, preservadas algumas controvérsias, compreendem a ação antimicrobiana direta com o aumento das pepsinas pela redução do pH das rações e do conteúdo gástrico e a ação antimicrobiana do ânion, além de servir como fonte de energia (FUENTE et al., 2005).

Com foco na otimização dos efeitos dos ácidos nas rações para leitões, as empresas desenvolveram novas tecnologias para seu emprego microencapsulando-os, associando-os a óleos essenciais ou sais de ácidos.

Neste sentido, o objetivou-se com presente trabalho avaliar os efeitos da suplementação de *blends* comerciais de ácidos orgânicos e inorgânicos microencapsulados, associados a óleos essenciais e a sais de ácidos, sobre o desempenho, o controle da diarreia e a eficiência digestiva de leitões desmamados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMA DIGESTÓRIO DOS LEITÕES

Os suínos, classificados como animais monogástricos, possuem estômago simples e ceco não funcional, o que lhes confere três características digestivas básicas, pequena capacidade de armazenamento gastrointestinal, limitada capacidade de síntese de nutrientes e baixo aproveitamento de fibras (VIEIRA et al., 2010).

No suíno, a digestão se dá ao longo de todo o trato gastrointestinal (TGI), porém com maior eficiência no intestino delgado. Os movimentos peristálticos no órgão têm como funções o transporte do alimento ao longo do TGI e sua mistura com os sucos digestivos e o contato da ingesta com a membrana da mucosa intestinal para sua absorção. O sistema digestório dos leitões, desde ao nascimento até o desmame, é adaptado para secretar enzimas que digerem o leite, mas não para alimentos de origem vegetal. Assim, a atividade de lactase é alta e das lípases e proteases são suficientes para agir sobre a gordura e as proteínas do leite. Imediatamente após o desmame, o sistema digestório do leitão deve-se adaptar à mudança do regime alimentar, com a secreção de enzimas especializadas. Entretanto, as atividades das enzimas pancreáticas sofrem redução imediatas ao desmame, tendendo a voltar ao padrão normal de desenvolvimento após este período (VIEIRA et al., 2010).

O estômago é o local onde se inicia a digestão proteica, devendo apresentar pH baixo (2,0 a 3,5) para que ocorra a ativação das proteases gástricas (PARTANEN, 2001).

Em leitões lactantes e desmamados precocemente há no estômago uma quantidade limitada de ácido clorídrico e pepsinogênio, em detrimento da quimosina, que faz a quebra parcial e a aglutinação da caseína do leite. A pequena secreção de ácido clorídrico neste órgão é compensada parcialmente pela produção de ácido láctico pelos *Lactobacillus* que fermentam a lactose. Isto assegura que o pH decresça a níveis que favorecem a eficiente hidrólise das proteínas e que inibem as bactérias patogênicas (MORAIS, 2009).

Nos leitões jovens a lactose é hidrolisada a partir do primeiro dia de vida, sendo considerado o dissacarídeo mais importante por ser facilmente utilizado

por essa categoria. Também é considerado um bom nutriente para os *Lactobacillus* que exercem um efeito inibitório na proliferação da *E. coli*. Os níveis de lactase são elevados durante as primeiras três semanas de vida (LOVATTO, 2014).

O pH estomacal elevado no início da vida é também necessário para que as imunoglobulinas passem intactas para o intestino, mas para leitões desmamados a incapacidade de manter o pH gástrico baixo nas primeiras semanas pode levar ao baixo ganho de peso, à má absorção de nutrientes e aos distúrbios intestinais típicos da fase (BIAGI et al., 2007).

A presença do alimento no estômago aumenta o pH no órgão, levando, através de estímulos nervosos e hormonais, à indução da secreção de ácido clorídrico (HCl), que reduz o pH. Este efeito favorece o controle de microrganismos patogênicos, protegendo os animais contra infecções entéricas, além de estimular a ação de enzimas para hidrólise de proteínas e a disponibilização de minerais (BRAZ, 2008). Animais adultos conseguem ajustar o pH gástrico sob esta condição mediante a secreção de HCl, mas na fase de desmama, caracterizada pela baixa capacidade secretora de HCl, o pH é mais alto, expondo mais o animal às intercorrências citadas.

O período pós-desmame é caracterizado ainda pela redução do consumo e das taxas de crescimento. As alterações intestinais mais frequentes neste período incluem modificações na morfologia das vilosidades/criptas e na atividade das enzimas na borda das vilosidades, bem como, implicações nos patógenos entéricos, que diminuem a atividade das enzimas digestivas no intestino (TONEL, 2009).

De acordo com HERDT (1999), as células das criptas têm alta capacidade mitótica regenerando com rapidez. À medida que as células das criptas se multiplicam, migram até à base das vilosidades e vão empurrando as outras células para a extremidade das mesmas. Enquanto migram, sofrem maturação, de células relativamente indiferenciadas, ao nível das criptas, para células especializadas de absorção, nas vilosidades. Na extremidade da vilosidade ocorre a descamação devido à idade das células e à sua exposição ao conteúdo intestinal, sendo a relação descamação/substituição celular o que determina o comprimento das vilosidades. Em média, o tempo de reposição de um enterócito é de 4 a 7 dias, variando com a espécie e o estado fisiológico do animal (HERDT, 1999; MORAIS, 2009;).

No período pós-desmama ocorre normalmente a atrofia das vilosidades em decorrência do maior aumento da taxa de descamação epitelial por consequência do início do consumo da ração sólida, do baixo consumo de ração, da ação de toxinas bacterianas e da adesão de bactérias aos enterócitos (OETTING et al., 2006;).

Nesse processo ocorre o incremento da profundidade da cripta para assegurar a adequada taxa de renovação celular e garantir a reposição das perdas de células da região apical. Nesse sentido, quanto maior a altura de vilosidades e menor a profundidade das criptas, melhor a absorção de nutrientes e menores as perdas energéticas com a renovação celular (OETTING et al., 2006).

Nesse período pode ocorrer também a colonização da superfície epitelial por patógenos, como a *Escherichia coli* enterotoxigênica, *Salmonella Typhimurium* e *Clostridium spp*, provocando diarreias (UTYAMA et al., 2006).

2.2 MICRORGANISMOS NO TRATO GASTROINTESTINAL

O estabelecimento da microbiota intestinal é influenciado por fatores relacionados à disponibilidade de substrato, pH intestinal, secreção de muco, peristaltismo e tempo de trânsito do alimento no trato gastrointestinal (O'SULLIVAN et al., 2005). As bactérias dominantes no estômago dos leitões são *Lactobacillus ssp*, *Streptococcus ssp*, e *Helicobacter ssp*, que podem tolerar o pH baixo (JESEN et al., 2001).

No estômago e no intestino delgado superior a população bacteriana está em menor número, comparado com os outros segmentos, como o intestino grosso, devido o trânsito ser mais rápido nesta porção, levando à dificuldades de adesão e de proliferação das bactérias (HAO; LEE, 2004). O intestino grosso contém um grande e variado número de microrganismos decorrente de diversos fatores, dentre eles o trânsito mais lento (PLUSKE et al., 2002).

A partir da colonização microbiana iniciada ao nascimento, a microbiota intestinal permanece relativamente estável até o desmame, porém, com a supressão da ingestão do leite, a população e a diversidade da microbiota intestinal sofrem grande alteração (METZLER et al., 2009), com redução drástica dos *Lactobacillus* e aumento de bactérias potencialmente patogênicas, como os *Coliformes* (HEO et al., 2012), tornando os leitões mais susceptíveis às diarreias

(PLUSKE et al., 2002). Em condições normais estas populações encontram-se em equilíbrio, entretanto, sob estresse, como na mudança da dieta, alterações climáticas, densidade animal elevada, ventilação deficiente ou qualquer outra situação que desfavoreça os animais, as populações benéficas podem diminuir e as nocivas proliferarem, determinando efeitos negativos no desempenho animal (MATHEW et al., 1993).

A manipulação específica de alguns componentes alimentares (principalmente proteínas e carboidratos) é importante para formação de uma população bacteriana saudável (HEO et al., 2012).

As bactérias consideradas nocivas podem causar inflamação na mucosa intestinal, gerar metabolitos tóxicos e propiciar o aparecimento de enfermidades. A colonização pela *Escherichia coli* enterotóxica é frequente na fase pós desmame, provocando diarreias severas (MONTAGNE et al., 2007). Soma-se ainda a menor ingestão voluntária de alimento, o baixo crescimento animal e o comprometimento da integridade da mucosa digestiva nesta fase (PLUSKE et al., 1997; SPREEUWENBERG 2002 apud NOFRARÍAS et al., 2006).

2.3 ÁCIDOS ORGÂNICOS

Os ácidos orgânicos fracos, (Tabela 1) caracterizados como ácidos de cadeia curta, com um a sete átomos de carbono na molécula, são amplamente distribuídos na natureza como constituintes de ervas naturais e tecidos animais. Alguns destes ácidos podem ser formados a partir da fermentação de carboidratos, predominantemente no intestino grosso ou no metabolismo intermediário dos suínos (PARTANEN, MROZ, 1999). Os ácidos orgânicos comerciais estão comumente sob a forma de sais, apresentando pouco odor indesejável e facilidade de utilização nas fábricas de ração, pois são sólidos, menos voláteis e menos corrosivos (COSTA et al., 2013).

O uso bem sucedido dos acidificantes nas dietas de suínos depende da compreensão do seu modo de ação. Neste aspecto, destaca-se a redução do pH estomacal, alterações na microflora intestinal por meio de controle bactericida ou bacteriostático, redução da taxa de esvaziamento estomacal, aumento da atividade enzimática e estimulação das secreções pancreáticas, melhora da digestibilidade e

redução de alterações na morfologia intestinal (GESTING; EASTER, 1991; PARTANEN; MROZ, 1999)

Em suínos, o maior interesse no uso dos acidificantes está na fase pós-desmama, pelo fato de que leitões têm produção limitada de ácido clorídrico e baixa capacidade em manter o pH gástrico adequado neste período.

Segundo Bellaver (2006), a quantidade de acidificante adicionada à ração dependerá do pH do trato gastrointestinal e da capacidade tamponante dos ingredientes da ração.

O pH varia de acordo com o pKa (constante de dissociação) de cada ácido. O pKa de um ácido é o valor de pH no qual 50% do ácido encontra-se na forma ionizada, que, por sua vez, indica a força do ácido, sua tendência em doar prótons. O pKa também determinará a eficácia do ácido na inibição de microrganismos, sendo capaz de alterar a concentração iônica no citoplasma (PARTANEN, MROZ, 1999).

Nos vários estudos realizados verifica-se grande variabilidade de resultados com o uso destes aditivos alimentares, que pode ser atribuída à composição e ao poder tampão da dieta, tipo e nível de inclusão dos ácidos orgânicos, idade dos animais, padrões de higiene e de bem-estar animal e condições ambientais (BLANK et al., 1999; MROZ, 2005; PASTUSZEWSKA et al., 2007).

A inclusão de quantidades excessivas de ácidos orgânicos na dieta pode levar a uma alteração do equilíbrio ácido-base do leite (excessiva liberação de íons H^+ que têm de ser compensada pelo organismo), determinando uma acidose metabólica que resulta na diminuição da ingestão de alimento e do crescimento.

Vários estudos têm demonstrado que o uso dos ácidos orgânicos melhora a performance zootécnica dos animais (GOMES et al., 2007), além da ação antimicrobiana sobre as bactérias patogênicas do trato gastrointestinal (HANSEN et al., 2007; WALSH et al., 2007a). Além disso, após a absorção, podem ser usados como substratos imediatos no metabolismo intermediário, principalmente como fontes de energia (PARTANEN, MROZ, 1999).

No caso das diarreias, os ácidos orgânicos reduzem o pH do trato digestório, facilitando a digestão e controlando a flora microbiana (FREITAS et al., 2006). A diarreia pode ter incidência intensificada quando o pH estomacal se eleva, favorecendo a proliferação de microrganismos patogênicos como a *Escherichia coli*

e a *Salmonella spp* (VIOLA; VIEIRA, 2004), porém o período pós-desmame em especial é caracterizado pela baixa secreção de ácido clorídrico, dificultando nas condições pós-desmame o controle desses patógenos.

As bactérias Gram-negativas são mais susceptíveis aos ácidos com menos de oito carbonos, enquanto as bactérias Gram-positivas apresentam sensibilidade aos ácidos com cadeias maiores e moléculas mais lipofílicas (PARTENEN, MROZ 1999).

De acordo com Rocha (2006), existem diferenças consideráveis na forma de ação dos ácidos orgânicos. Cada acidificante pode apresentar benefícios diferentes devido as suas características químicas e à capacidade acidificante distinta no trato digestório, sugerindo que sejam utilizadas misturas de ácidos nas rações por serem mais eficientes que o uso isolado de um ácido.

Tabela 1. Fórmulas físicas e características químicas de alguns dos ácidos orgânicos utilizados como acidificantes em dietas de leitões.

Ácido	Fórmula	MM ¹ (g/mol)	Forma	pKa ²
Fórmico	CH ₂ O ₂	46.03	Líquido	3,75
Acético	C ₂ H ₄ O ₂	60.05	Líquido	4,76
Propiônico	C ₃ H ₆ O ₂	74.08	Líquido	4,88
Butírico	C ₄ H ₈ O ₂	88.12	Líquido	4,82
Lático	C ₃ H ₆ O ₃	90.08	Líquido	3,83
Fumárico	C ₄ H ₄ O ₄	116.07	Sólido	3,02/4,38
Cítrico	C ₄ H ₆ O ₅	192,14	Sólido	3,13/4,76/6,40
Málico	C ₄ H ₆ O ₅	136,06	Líquido	3,4/5,10
Sórbico	C ₆ H ₈ O ₂	112,12	Sólido	4,76
Benzoico	C ₇ H ₆ O ₂	122,12	Sólido	4,21

¹MM – massa molecular expressa em gramas

²pKa – constante de dissociação

Adaptado de Partanen et al., (1999)

2.3.1 Modo de Ação

O sucesso do uso de ácidos orgânicos nas dietas de suínos requer a compreensão de seus mecanismos de ação. Embora algumas hipóteses tenham sido propostas, ainda não há um completo esclarecimento de como agem. Primeiramente considera-se que os ácidos orgânicos e seus sais diminuem o pH gástrico, que, por sua vez, reduz a presença de patógenos no estômago (PARTANEN; MROZ, 1999). No entanto, um fator que compromete sua eficácia é a absorção quando atingem o intestino delgado, limitando sua ação (GRILLI et al., 2010).

No suíno adulto a digestão proteica é iniciada no estômago com a conversão do pepsinogênio em pepsina em pH baixo devido ao ácido clorídrico. Esta conversão ocorre rapidamente em pH 2,0 e lentamente em pH 5,0 a 6,0 (SURYANARAYANA et al., 2012).

O aumento do pH no estômago após o desmame resulta em menor digestão de alimentos, que depois serão fermentados no intestino grosso, podendo provocar diarreias. O alto pH gástrico também irá permitir a sobrevivência das bactérias patogênicas, e possibilitaria maior oportunidade de colonização destas no trato digestório (CANIBE et al., 2001).

O decréscimo do pH da dieta, resultante da adição de ácidos orgânicos, está dependente da constante de acidez (pKa) e do poder tampão da ração. A capacidade de acidificação difere entre ácidos e decresce da seguinte ordem: ácido tartárico, ácido cítrico, ácido málico, ácido fumárico, ácido láctico, ácido fórmico, ácido acético e ácido propiônico. Os diferentes ingredientes que podem compor as rações de animais variam quanto ao seu poder tampão. O poder tampão é baixo nos cereais e seus subprodutos, médio ou alto nas fontes de proteína e muito alto nas fontes de minerais (exceto nos fosfatos bicálcico e monossódico) (PARTANEN; MROZ, 1999).

O pH gástrico também sofre decréscimo com o uso de ácidos orgânicos, compensando a baixa produção de ácido clorídrico (HCl) que ocorre nos animais jovens, principalmente quando sujeitos a um desmame precoce. Este decréscimo de pH resulta em aumento da atividade das enzimas proteolíticas e no tempo de retenção gástrico. Uma menor taxa de esvaziamento gástrico permite degradação enzimática mais longa. Assim, as proteínas são hidrolisadas mais

eficientemente no estômago (EASTER, 1988; GABERT; SAUER, 1994 apud PARTANEN; MROZ, 1999).

Os ácidos orgânicos apresentam ações bactericidas e bacteriostáticos. Os ácidos orgânicos não dissociados têm a característica de serem lipofílicos, podendo atravessar a membrana celular de bactérias Gram negativas, tais como a *Salmonella*, resultando na sua morte. Neste processo, dentro da célula, sob um pH mais elevado, os ácidos se dissociam liberando hidrogênio, que conseqüentemente reduz o pH intracelular. O metabolismo microbiano é dependente das atividades enzimáticas, que sob uma condição de pH mais baixo tentam restabelecer o equilíbrio, forçando a célula a usar a energia para expulsar prótons através da membrana, inviabilizando a sobrevivência da bactéria (SURYANARAYANA et al., 2012).

2.4 MICROFLORA E HISTOLOGIA INTESTINAL

Um importante objetivo do uso de ácidos orgânicos na dieta dos suínos é a inibição da microflora intestinal, que compete com o animal pelos nutrientes e, conseqüentemente, leva à redução dos seus metabólitos tóxicos (amônia e aminas). A ação dos ácidos sobre os microrganismos patogênicos pode ser diretamente no trato digestório ou na ração (SURYANARAYANA et al., 2012).

Os ácidos orgânicos exercem o seu efeito antimicrobiano quando, na sua forma indissociável, se difundem através da membrana citoplasmática das células bacterianas. Dentro das células, onde o pH está em torno de 7, o ácido dissocia-se, libertando íons H^+ , causando a acidificação do citoplasma e inibindo o metabolismo celular, levando a morte da célula (LUECK, 1980 apud KNARREBORG et al., 2002).

Vários estudos têm demonstrado que a acidificação da dieta pelo uso de ácido fumárico tem sido eficaz no combate aos microrganismos patogênicos, como a *E. coli* e a *Salmonella* e, conseqüentemente, na diminuição da mortalidade de leitões (COLE et al., 1968; THOMLINSON; LAWRENCE, 1981 apud WALSH et al., 2007a).

Partanen e Mroz (1999) afirmam que os ácidos orgânicos podem ter um efeito indireto sobre a histologia intestinal, já que podem influenciar o padrão de

fermentação microbiana, cujos produtos estimulam a proliferação das células epiteliais do intestino. Uma vez que o ácido fumárico é também uma fonte de energia, existe a possibilidade de que tenha efeito trófico na mucosa do intestino delgado, resultando em aumento da superfície e de capacidade de absorção devido à recuperação mais rápida do epitélio da mucosa intestinal depois do desmame (BLANK et al., 1999).

No estudo de Owusu-Asiedu et al. (2003), a inclusão de ácido fumárico na ração de leitões promoveu uma maior altura das vilosidades do jejuno e maior relação altura das vilosidades profundidade das criptas, pela ação na prevenção da colonização e proliferação de bactérias patogênicas, exercendo assim uma proteção da parede intestinal, mantendo a sua integridade.

2.5 ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais são líquidos oleosos aromáticos obtidos a partir de material vegetal, possuindo geralmente odor característico e sabor da planta base (STEIN; KIL, 2006). Estes compostos, como a capsaicina (pimenta), cinamaldeído (canela), eugenol (cravo) e carvacrol (orégano), constituem produtos de defesa das plantas contra o estresse fisiológico (falta de água ou de nutrientes); fatores ambientais (mudanças climáticas) e os predadores e patógenos (OETTING et al., 2006).

Os óleos essenciais são classificados conforme sua origem e processamento, sendo utilizados diversos termos para sua designação: ervas aromáticas, especiarias, óleos essenciais ou óleo-resinas (WINDISCH et al., 2008).

Os óleos essenciais podem ser extraídos de diversas plantas ou de partes destas, como sementes, folhas, frutos, galhos e raízes. Caracterizam-se por serem substâncias voláteis, correspondendo a metabólitos secundários das plantas, como os terpenos, compostos fenólicos e polifenólicos, vários hidrocarbonetos, ácidos, alcoóis, aldeídos e ésteres (DORMAN; DEANS, 2000). Quanto à extração dos óleos, predominam os processos de destilação a vapor, destilação com álcool e prensagem a frio (WINDISCH et al., 2008).

Nos últimos anos os extratos vegetais têm sido muito pesquisados como aditivos alimentares promotores de crescimento nas rações animais. Entretanto, os resultados têm mostrado pouca consistência, atribuída a fatores como

composição da dieta, nível de ingestão de alimento, origem e tipo dos óleos essenciais, nível de inclusão, padrões de higiene e condições ambientais da granja (FRANZ; BASER; WINDISCH, 2010).

O princípio ativo de um óleo essencial muitas vezes pode ser encontrado em diversas plantas e em diferentes concentrações. O citral, por exemplo, é um aldeído com forte cheiro de limão, naturalmente presente nos óleos essenciais de capim-santo (*Cymbopogon citratus/flexuosus*), citronela (*Cymbopogon nardus*), erva cidreira (*Melissa officinalis*) e litsea cubeba (*Litsea aubeba*) (AZAMBUJA, 2013).

A eficiência da utilização dos óleos essenciais como substituto potencial dos antibióticos nas rações de suínos pode ser observada pelos resultados de testes *in vitro*, onde exercem marcante atividade antimicrobiana contra a microflora do intestino do suíno (MICHIELS et al., 2009). O modo de ação destes princípios não foram ainda completamente estabelecidos, mas sua atividade pode estar relacionada às mudanças na solubilidade lipídica da superfície das bactérias (STEIN; KIL, 2006). O efeito antimicrobiano dos óleos essenciais está relacionado com sua natureza hidrofóbica, tendo grande afinidade pelos lipídios da membrana plasmática das bactérias, interferindo na permeabilidade e na integridade da membrana por diversos processos (transporte de eletrons, gradiente de íons, translocação de proteínas, fosforilação e outras reações dependentes de enzimas), causando a ruptura da membrana e a morte da célula (DORMAN; DEANS, 2000). Os constituintes hidrofóbicos dos óleos essenciais permitem desintegrar a membrana exterior de *E. coli* e da *Salmonella*, de forma a inativá-las (STEIN; KIL, 2006).

O mecanismo pelo qual a maior parte dos extratos de ervas exercem seu efeito antibacteriano é por meio de sua ação na estrutura da parede celular bacteriana, desnaturando e coagulando as proteínas, mais especificamente alterando a permeabilidade da membrana citoplasmática para íons hidrogênio (H⁺) e potássio (K⁺) (COSTA et al., 2013). Este efeito resulta na mudança da população microbiana, favorecendo as bactérias produtoras de ácido láctico, reduzindo o número de bactérias patogênicas (MICHIELS et al., 2009).

Os óleos essenciais empregados na nutrição animal são compostos por vários princípios ativos isolados (UTIYAMA, 2004). Estudos *in vitro* demonstram os diferentes modos de ação destes compostos, mas as avaliações *in vivo* ainda

demandam investigações sobre sua eficácia e processo de atuação (MICHIELS et al., 2007; MICHIELS et al., 2009).

O uso de óleos essenciais como aditivos alimentares também pode resultar no estímulo de secreções digestivas (salivas, suco gástrico, suco pancreático, bílis e muco), melhorando a digestibilidade (PLATEL; SRINIVASAN, 2004), fato que pode ser atribuído não somente à estimulação da atividade enzimática, mas também à alteração da morfologia e ao tamanho dos órgãos do trato digestório e ao controle da população de bactérias patogênicas (UTIYAMA, 2004).

Do ponto de vista prático, considerando que muitas rações atualmente são apresentadas na forma peletizada e ou extrusada, Maenner, Vahjen e Simon (2011) relataram uma perda considerável da atividade de óleos essenciais quando estes foram aplicados na elaboração das rações sob altas temperaturas de peletização (58°C).

2.6 ÁCIDOS GRAXOS VOLÁTEIS (AGV)

A fermentação microbiana dos carboidratos e das fibras dietéticas no intestino grosso resulta na maioria dos AGV, que são ácidos de cadeia curta, destacando-se os ácidos acético (C2), butírico (C4) e propiônico (C3).

A quantidade de AGV produzida no intestino grosso depende da quantidade e composição do substrato e da microflora presente (VAN BEERS-SCHREURS et al., 1998). No trato digestório dos suínos o perfil e a concentração de AGV, em cada seção, depende de vários fatores que se relacionam entre si, em especial o tipo e a quantidade de carboidratos do alimento (TOPPING et al., 1993). Em geral, o perfil mais encontrado para os três ácidos graxos, conforme a ordem citada, é de 65:27:8 para todo o trato digestório, sendo que o ácido acético é praticamente o único no íleo (97:0:3) (CUMMINGS et al., 1987). Segundo Bergman (1990), os AGV obtidos por fermentação atendem em torno de 75% do conteúdo energético dos carboidratos, já que os 25% restantes são utilizados em parte pela flora microbiana para seu crescimento ou se perdem na produção de metano ou calor. Contudo, Jensen (2001) estimou uma menor porcentagem (inferior a 60%) para a energia disponível pelos ácidos, para o animal, a partir da fermentação dos

carboidratos, avaliando as perdas na forma de calor em 6%, em 18% para a produção de gás em torno de 20% sendo incorporado à biomassa bacteriana.

A absorção dos AGV procede de forma passiva em função de sua concentração na digesta e do pH do meio (BERGMAN,1990). No entanto, se considera que a absorção do AGV é consistentemente menor que sua produção devido a sua oxidação metabólica pelos tecidos (JENSEN et al., 2001). Muito embora todos os AGV absorvidos indiretamente devido ao destino e utilização metabólica sejam diferenciados.

Partanen e Mroz (1999) afirmam que os ácidos orgânicos podem ter efeito indireto sobre a histologia intestinal, já que podem influenciar o padrão de fermentação microbiana e os produtos dessa fermentação, estimulando a proliferação das células epiteliais do intestino. Assim, as bactérias resistentes ao ambiente ácido persistem e proliferam no intestino proximal, ocasionando maior proteção contra a penetração de patógenos sensíveis ao meio ácido (RADECKI; YOKOYAMA, 1991).

O propionato, em especial, exerce influência sobre a circulação sanguínea do trato gastrointestinal, produzindo efeito de dilatação dos vasos do intestino grosso (MORTENSEN et al.,1991). Outro possível efeito metabólico atribuído ao propionato é a promoção de proliferação do epitélio do intestino grosso, contribuindo para manter sua integridade (SAKATA, 1989). O butirato é metabolizado nos enterócitos, gerando até 70% da energia consumida pelo cólon (GÁLFI; NEOGRÁDY, 1996), enquanto o acetato é na maior parte absorvido, contribuindo para o aporte energético para o animal. Em geral tem-se estimado que o aporte energético dos AGV pode representar entre 25 – 30% da energia digestível (YEN et al.,1991).

2.7 MICROENCAPSULAÇÃO

A microencapsulação é uma técnica que permite que os componentes ativos (neste caso óleos essenciais e ácidos orgânicos) sejam revestidos por uma camada protetora, constituindo uma microcápsula. Esta técnica permite a liberação lenta e continuada destes componentes ao longo de todo o tubo digestório, aumentando assim sua disponibilidade luminal no íleo e cólon (MEUNIER

et al., 2006).

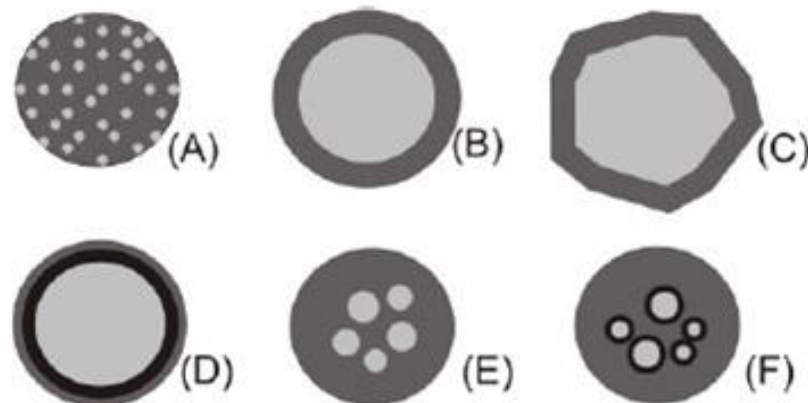
Uma das limitações do uso de óleos essenciais e ácidos orgânicos reside no fato destes serem imediatamente absorvidos e metabolizados quando chegam ao duodeno, ficando comprometida a sua ação ao longo do trato gastrointestinal (jejuno, íleo, ceco e cólon) devido às quantidades mínimas ou nulas que ficam disponíveis (PIVA et al., 2007b).

Para aumentar a eficácia destes aditivos deve-se assegurar que quantidades suficientes estejam disponíveis para sua absorção no local desejado (MEUNIER et al., 2006). Contudo, o desenvolvimento de produtos contendo ingredientes ativos é muito delicado, pois as matrizes alimentícias são normalmente muito complexas e têm como característica a ingestão via oral.

A técnica de encapsulamento pode ser um recurso para melhorar a disponibilidade, sendo o método regido por fatores como o componente ativo utilizado, as propriedades do núcleo, o processo e o equipamento de revestimento, e o material e a formulação do revestimento. É essencial que a técnica de microencapsulação crie um núcleo adequado e uma aplicação uniforme do polímero de revestimento. Neste particular existem vários polímeros que permitem aumentar o período durante o qual os componentes ativos estão protegidos contra a degradação no trato digestório (MEUNIER et al., 2006).

Quanto à construção das cápsulas, na Figura 1 pode-se observar que estas podem ser divididas em duas formas: através de sistema de reservatório, no qual o núcleo é nitidamente encapsulado e concentrado na região central, envolvido por um filme definido e contínuo do material de parede (este se caracteriza como as "verdadeiras" microcápsulas); e sistema de microcápsula, onde as microesferas estão distribuídas em uma matriz também chamada de sistema matricial. Neste caso a principal diferença em relação à verdadeira microcapsula é que uma pequena porção do material encapsulado encontra-se exposto na superfície (DEPYPERE et al., 2003; CONSTANT; STRINGHETA, 2002).

Figura 1 - Tipos e formas de microcápsulas



Fonte: Arshady (1993).

(A) microesfera (B) microcápsula simples (C) microcápsula simples irregular (D) microcápsula de duas paredes (E) microcápsula com vários núcleos (F) agrupamento de microcápsulas (ARSHADY, 1993).

A utilização de microcápsulas foi descrita por Arshady (1993) como uma alternativa à melhor utilização dos nutrientes ou aditivos. A aplicação desta técnica hoje é bem conhecida e utilizada, onde o conteúdo microencapsulado tem perdas reduzidas pela volatilidade, melhora a estabilidade de produtos, e mascara o sabor indesejável de um aditivo, podendo este ser liberado de forma programada dependendo do revestimento utilizado. Pode-se considerar que a encapsulação é um grande aliado dos nutricionistas.

A microencapsulação permite também melhorar a mistura e a estabilidade dos óleos essenciais e ácidos orgânicos na ração, fazendo com que a sua administração aos animais seja mais fácil (MEUNIER et al., 2007; SPANGHERO et al., 2009). Os produtos microencapsulados devem resistir às condições do trato gastrointestinal e até mesmo ter propriedades mucoadesivas (UBBINK; KRÜGER, 2006).

Os ácidos orgânicos representam um dos grupos de aditivos mais utilizados nas dietas de suínos. Ácidos como o cítrico, fumárico e láctico normalmente são revestidos para se evitar a sua dissociação já nas porções superiores do trato digestório. A microencapsulação em geral é realizada por processo de *spray cooling*, utilizando-se gomas, amidos ou gorduras de diferentes pontos de fusão como agentes encapsulantes (SANTOS, 2010).

Quanto à utilização de *blends* de ácidos microencapsulados, Piva et al. (2007a) relataram que sua utilização pode reduzir em 10 vezes a inclusão de ácidos na forma livre, minimizando os possíveis danos dos ácidos sobre a piora no consumo de ração. Nesta mesma linha, Grilli et al. (2010) observaram que uma dieta contendo ácidos orgânicos microencapsulados determinou um melhor desempenho dos leitões na fase de creche.

2.8 ÁCIDOS ORGÂNICOS NO DESEMPENHO DE LETÕES

O desempenho dos animais pode ser melhorada com a suplementação de ácidos orgânicos, que são apontados como uma estratégia nutricional eficiente (TSILOYIANNIS et al., 2001). A suplementação de dietas com ácidos orgânicos, ou seus sais, tem reduzido a frequência de diarreia e melhorado o desempenho de leitões (KNARREBORG et al., 2002), prevenindo a doença do edema pós-desmame (THOMLINSON; LAWRENCE, 1981) e controlando o desenvolvimento da *E. coli* (SURYANARAYANA et al., 2012).

Nos leitões o leite coagula no estômago e a pequena secreção de ácido clorídrico é compensada com a produção de ácido láctico pelos *Lactobacillus* que fermentam a lactose. Isto assegura que o pH decresça a níveis que favoreçam a eficiente hidrólise das proteínas, inibindo o desenvolvimento das bactérias patogênicas (MORAIS, 2009).

No estudo de Piva et al. (2007b) foram comparados os comportamentos de duas misturas de ácidos orgânicos (fumárico, málico, cítrico e sórbico) e extratos de plantas (vanilina e timol), uma microencapsulada e outra sob a forma livre, no trato digestório de suínos, sendo o ácido sórbico e a vanilina usados como marcadores para avaliar a quantidade de ácidos orgânicos e óleos essenciais, respectivamente, que chegaram às diferentes partes do trato digestório. Verificou-se que nos animais que receberam a mistura sob a forma livre, as concentrações de ácido sórbico e vanilina desapareceram imediatamente depois de passarem pelo estômago (rapidamente absorvidas no jejuno), enquanto aqueles que receberam a mistura microencapsulada, as concentrações dos marcadores diminuíram gradualmente ao longo do trato digestório. O revestimento das microcápsulas evitou a liberação e o metabolismo dos compostos, permitindo, no caso do ácido sórbico,

que 15% da quantidade detectada no estômago chegasse ao cólon. Embora esta técnica atrase a absorção dos compostos, ela não afeta a sua biodisponibilidade (PIVA et al., 1997 apud PIVA et al., 2007b).

Em outro estudo, Piva et al. (2007a), utilizando leitões com 21 dias de idade, verificaram que os animais que receberam 1 kg/ton de uma mistura de ácidos orgânicos (fórmico e láctico) e extratos vegetais microencapsulados apresentaram-se 6% e 3,3% mais pesados que os leitões que receberam 11 kg/ton de uma mistura dos mesmos ácidos sob a forma livre, ao fim de 21 e 49 dias de ensaio, respectivamente. Assim, além de melhorar o crescimento, a microencapsulação permitiu diminuir a dose de ácidos a ser incluída na ração.

Santos (2010) utilizou um produto microencapsulado contendo ácido fumárico e málico associado a diferentes concentrações de óleos essenciais para leitões em fase de creche e não observou diferenças na conversão alimentar dos animais que receberam o aditivo, mas verificou que sob uma menor quantidade de ácidos orgânicos e maior quantidade de óleos essenciais houve melhores índices de ganho de peso.

Os resultados mostraram-se semelhantes aos encontrados por Silva et al. (2008), que citam que a inclusão de um *blend* de ácidos (contendo por kg 6,3 g ácido propiônico; 196 g ácido fórmico; 196 g ácido acético; 8,5 ácido cítrico e 210 g de ácido fosfórico, 24,00% de Ca e 6,00% de P), sob a inclusão de 1% nas rações pré-iniciais e 0,8 e 0,6% nas rações iniciais, pode não ter sido suficiente para reduzir satisfatoriamente o pH gastrointestinal e favorecer o desempenho dos lotes.

Os resultados também se mostraram semelhantes aos obtidos por Tierzo et al. (2012), que não observaram diferenças no desempenho de leitões que receberam ácido fumárico a 1% na ração no período pós-desmame, assim como os obtidos por Che et al. (2012), que utilizaram um *blend* com ácido inorgânico fosfórico e dois ácidos orgânicos (cítrico e fumárico).

Nesta mesma linha de resultados há semelhança com o trabalho de Gomes et al. (2011), que não verificaram diferenças no desempenho de leitões desmamados aos 15 dias de idade submetidos a dietas com ácido fumárico ou com a associação do ácido fumárico com o propionato de cálcio ou com o ácido láctico ou a associação dos três ácidos.

Contudo, as controvérsias de resultados com o uso dos ácidos são frequentes. Neste sentido, Willamil et al. (2011), trabalhando com a suplementação

1,0% de ácido fumárico, verificaram que os leitões desmamados apresentaram melhor desempenho comparado com dietas contendo 1% de ácido cítrico, 1% de ácido benzóico, 1% de diformiato de potássio, e considerando o parâmetro conversão alimentar. Freitas et al. (2006) observaram melhores resultados no período de 21 a 35 dias pós-desmame, quando utilizaram 0,84% de uma mistura de ácido láctico, ácido acético e ácido fólico na ração, comparado com uma dieta controle.

REFERÊNCIAS

- ARSHADY, R. Microcapsules for food. **Journal of Microencapsulation**, London, v. 10, n. 4, p. 413-435, 1993.
- AZAMBUJA, Wagner. **Citral**. Disponível em: <http://www.oleosessenciais.org/category/isolados-naturais/a_d_isolados/citral/>. Acesso em: 5 abr. 2013.
- BASSAN, J. D. L.; FLÔRES, M. L.; ANTONIAZZI, T.; BIANCHI, E.; KUTTEL, J.; TRINDADE, M. M. Controle da infecção por *Salmonella Enteritidis* em frangos de corte com ácidos orgânicos e mananoligossacarídeos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.1961-1965, 2008.
- BELLAVER, C. **Utilização de melhoradores de desempenho na produção de suínos e de aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_d2t87d4m.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2013.
- BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, Baltimore, v. 70, p. 567-590, 1990.
- BIAGI, G.; PIVA, A.; MOSCHINI, M.; VERZZALI, E.; ROTH, F. X. Performance, intestinal microflora, and wall morphology of weanling pigs fed sodium butyrate. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 85 n. 5, p. 1184-1191, 2007.
- BLANK, R.; MOSENTHIN, R.; SAUER, W. C.; HUANG, S. Effect of fumaric acid and dietary buffering capacity on ileal and fecal amino acid digestibilities in early-weaned pigs. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 77, p. 2974-2984, 1999.
- BRAZ, D. B. **Acidificantes como alternativas aos antibióticos melhoradores do desempenho de leitões na fase de creche**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. Disponível em: <<http://WWW.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-14052008-113209>>. Acesso em: 27 abr. 2014.
- CANIBE, N.; STEIEN, S. H.; OVERLAND, M.; JENSEN, B. B. Effect of K-diformate in starter diets on acidity, microbiota, and the amount of organic acids in the digestive tract of piglet, and on gastric alterations. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 79, v.8, p. 2123-2133, 2001.
- CHE, T. M.; ADEOLA, O.; AZAIN, M. J.; CARTER, S. D.; CROMWELL, G. L.; HILL, G. L.; MAHAN, D. C.; MILLER, P. S.; PETTIGREW, J. E. Effect of Dietary Acids on Growth Performance of Nursery Pigs: A Cooperative Study. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 4408-4413, 2012.
- CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C. Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 36, n. 1, p. 12-18, 2002.

- CORASSA, A.; LOPES, D. C.; OSTERMANN, J. D.; SANFELICE, A. M.; TEIXEIRA, A. O.; SILVA, G. F.; PENA, S. M. Níveis de ácido fólico em dietas contendo ácido fórmico para leitões de 21 a 48 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 462-470, 2006.
- COSTA, L. B., LUCIANO, F. B.; MIYADA, V. S.; GOIS, F. D. Herbal extracts and organic acids as natural feed additives in pig diets. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 43, n. 2, p. 181-193, 2013.
- CUMMINGS, J. H.; POMARE, E. W.; BRANCH, W. J.; NAYLOR, C. P.; MACFARLANE, G. T. Short chain fatty acids in human, large intestine, portal, hepatic and venous blood. **Gut**, London, v. 28, p. 1221-1227, 1987.
- DEPYPERE, F. et al. Food powder microencapsulation: principles, problems and opportunities. **Applied Biotechnology, Food Science and Policy**, Auckland, v. 1, n. 2, p. 75-94, 2003.
- DORMAN, H. J. D.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plantas: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 88, n. 2, p. 308-316. 2000.
- FRANZ, C.; BASER, K. H. C.; WINDISCH, W. Essential oils and aromatic plants in animal feeding – a European perspective. **Flavour and Fragrance Journal**, Chichester, v. 25, p. 327-340, 2010.
- FREITAS, L. S.; LOPES, D. C.; FREITAS, A. F.; CARNEIRO, J. C.; CORASSA, A.; PENA, S. M.; COSTA, L. F. Avaliação de ácidos orgânicos em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 1711-1719, 2006.
- FUENTE, J. M.; FERNANDES, C.; BLANCH, A.; BACHA, F.; GARCILOPES, F. Aditivos zootécnicos: Alternativas a lós antibióticos como promotores de crescimento em porcino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 12., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Abraves, 2005. p. 96-127.
- GÁLFI, P.; NEOGRÁDY, S. Short chain fatty acids (acidifiers) as probiotics in diets for piglets. In: INTERNATIONAL FEED PRODUCTION CONFERENCE, 4th, 1996, PIACENZA. **Proceedings...** PIACENZA: Ed. G. Piva, 1996.
- GESTING, D. W.; EASTER, R. A. Effect of protein source and fumaric acid supplementation on apparent ileal digestibility of nutrients by young pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 2497-2503, 1991.
- GOMES, F. E.; FONTES, D. O.; C. H. F.; VASCONCELLOSC, H. F.; SILVA, F. C. O. Ácido fumárico e sua combinação com ácido láctico ou propionato de cálcio em dietas de leitões recém-desmamados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 3, p. 678-686, 2011.
- GOMES, F. E.; FONTES, D. O.; SALIBA, E. O. S.; FERREIRA, W. M.; FIALHO, E. T.; SILVA, F. C. O.; SILVA, M. A.; CORRÊA, G. S. S.; SALUM, G. M. Ácido fumárico e sua combinação com os ácidos butírico ou fórmico em dietas de leitões recém-

desmamados. **Arquivo Brasileiro de Medicina**, Belo Horizonte, v. 59, p. 1270-1277, 2007.

GRILLI, E.; MESSINA, M. R.; TEDESCHI, A.; PIVA, A. Feeding a microencapsulated blend of organic acids and nature identical compounds to weaning pigs improved growth performance and intestinal metabolism. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 133, n. 1-3, p.173-175, Sep. 2010.

HANSEN, C. F.; RIIS, A. L.; BRESSON, S.; HOJBJERG, O.; JENSEN, B.B. Feeding organic acids enhances the barrier function against pathogenic bacteria of the piglet stomach. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 108, n. 1-3, p. 206-209, May 2007.

HAO, W. L.; LEE, Y. K. Microflora of the gastrointestinal tract: a review. **Methods in Molecular Biology**, Totowa, v. 268, p. 491-502, 2004.

HERDT, T. Fisiologia Gastrointestinal y Metabolismo. In: Cunningham, J.D. (Coord.). **Fisiologia Veterinaria**, 2ª ed., México, McGraw-Hill Interamericana Editores, 1999. p. 293-431.

HEO, J. M.; OPAPEJU, F. O.; PLUSKE, J. R.; KIM, J. C.; HAMPSON D. J.; NYACHOTI, C. M. Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 97, p. 207-23, 2012.

JENSEN, A. R.; ELNIF, J.; BURRIN, D. G.; SANGILD, P. T. Development of intestinal immunoglobulinabsorption and enzyme activities in neonatal pigs is diet dependent. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 131, p. 3259-3265, 2001.

KNARREBORG, A., MIQUEL, N., GRANLI, T., JENSEN, B.B.. 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 gastrointestinal tract of piglets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 99, p.131-140, 2002.

LI, Z.; YI, G.; YIN, J.; SUN, P.; LI, D.; KNIGHT, C. Effects of organic acids on growth performance, gastrointestinal pH, intestinal microbial populations and immune responses of weaned pigs. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 21, n. 2, p. 252-261, 2008.

LOVATTO, P. A. **Nutrição e alimentação**. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/suinos/CAP5_alim.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2014.

MAENNER, K.; VAHJEN, W.; SIMON, O. Studies on the effects of essential-oil based feed additives on performance, ileal nutrient digestibility, and selected bacterial groups in the gastrointestinal tract of piglets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 2106-2112, 2011.

MATHEW, A. G.; SUTTON, A. L.; SCHEIDT, A. B.; PATTERSON, J. A.; KELLY, D. T.; MEYERHOLTZ, K. A. Effect of galactan on selected on microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weanling pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n. 6, p. 1503-1509, 1993.

- METZLER, B. U.; VAHJEN, W.; BAUMGÄRTEL, T.; RODEHUTSCORD, M.; MOSENTHIN, R. Changes in bacterial populations in the ileum of pigs fed low-phosphorus diets supplemented with different sources of fermentable carbohydrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 148, p. 69-89, 2009.
- MEUNIER, J.-P.; CARDOT, J.-M.; GAUTHIER, P.; BEYSSAC, E.; ALRIC, M. Use of rotary fluidized-bed technology for development of sustained-release plant extracts pellets: potential application for feed additive additive delivery. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 1850-1859, 2006.
- MEUNIER, J.-P.; CARDOT, J.-M.; MANZANILLA, E.G.; WYSSHAAR, M.; ALRIC, M. Use of spray-cooling technology for development of microencapsulated capsicum oleoresin for growing pig as an alternative to in-feed antibiotics: A study of release using in vitro models. **Journal of Animal Science**, Champaign v. 85, p. 2699-2710, 2007.
- MICHIELS, J.; MISSOTTEN J. A.; FREMAUT, D.; DE SMET, S.; DIERICK, N. A. In vitro characterization of the antimicrobial activity of selected essential oil components and binary combinations against the pig gut flora. **Animal feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 151, p. 111-127, 2009.
- MICHIELS, J.; MISSOTTEN, J.; FREMAUT, D.; DE SMET, S.; DIERICK, N. In vitro doseresponse of carvacrol, thymol, eugenol and trans-cinnamaldehyde and interaction of combinations for the antimicrobial activity against the pig gut flora. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 109, p.157-160, 2007.
- MONTAGNE, L.; BOUDRY, G.; FAVIER, C.; LE HUEROU-LURON, I.; LALLES, J. P.; SEVE, B. Main intestinal markers associated with the changes in gut architecture and function in piglets after weaning. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 97, n. 1, p.45-57, 2007.
- MORAIS, S. C. F. **Utilização de dois teores de butirato no regime de desmama do leitão**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Zootécnica – Produção Animal) - Instituto Superior de Agronomia, Escola Técnica de Lisboa, 2009.
- MORTENSEN, F. V.; NIELSEN, H.; MULVANEY, M. J.; HESSOV, I. Short chain fatty acids dilate human colonic resistance arteries. **Gut**, London, v. 31, p. 1391-1394, 1991.
- MROZ, Z. Organic acids as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs. **Advances in Pork Production**, Edmonton, v. 16, p. 169-182, 2005.
- NOFRARÍAS, M.; MANZANILLA, E.G.; PUJOLS, J.; GIBERT, X.; MAJÓ, N.; SEGALÉS, J.; GASA, J. Effects of spray-dried porcine plasma and plant extracts on intestinal morphology and on leukocyte cell subsets of weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 2735-2742, 2006.
- NUNES, K. Use of antibiotics in meat animal production may be ending. 2013. Disponível em: <http://www.foodbusinessnews.net/articles/news_home/Regulatory_News/2013/12/Use_of_antibiotics_in_meat_ani.aspx?ID=%7B996AD54B-7CED-4908-A357-F160A1816358%7D&p=1&cck=1>. Acesso em: 5 abr. 2013.

O'SULLTIVAN, G. C.; KELLY, P.; O'HALLORAN, S.; COLLINS, C.; COLLINS, J. K.; DUNNE, C.; SHANAHAN, F. Probiotics: an emerging therapy. **Current Pharmaceutical Design**, San Francisco, v. 11, p. 3-10, 2005.

OETTING, L. L.; UTIYAMA, C. E.; GIANI, P. A.; RUIZ, U.S.; MIYADA, V. S. Efeitos de extratos vegetais e antimicrobianos sobre a digestibilidade aparente, o desempenho, a morfometria dos órgãos e a histologia intestinal de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1389-1397, 2006.

OWUSU-ASIEDU, A.; NYACHOTI, C. M.; MARQUARDT, R. R. Response of early-weaned pigs to an enterotoxigenic *Escherichia coli* (K88) challenge when fed diets containing spraydried porcine plasma or pea protein isolate plus egg yolk antibody, zinc oxide, fumaric acid, or antibiotic. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81:p. 1709-1798, 2003.

PARTANEN, K. Organic acids – Their efficacy and modes of action in pigs. In: Piva, A., Bach Knudsen K.E. and Lindberg, J.E. (Eds). **Gut Environment of Pigs** Nottingham, UK: Nottingham University Press, p. 201- 218, 2001

PARTANEN, K.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 12, n. 1, p. 117-145, 1999.

PASTUSZEWSKA, B.; TOMASZEWSKA-ZAREMBA, D.; BURACZEWSKA, L.; SWIECH, E.; TACIAK, M. Effects of supplementing pig diets with tryptophan and acidifier on protein digestion and deposition, and on brain serotonin concentration in young pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 132, p. 49-65, 2007.

PIVA, A.; GRILLI, E.; FABBRI, L.; PIZZAMIGLIO, V.; CAMPANI, I. Free versus microencapsulated organic acids in medicated or not medicated diet for piglets. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 108, p. 214-217, 2007a.

PIVA, A.; PIZZAMIGLIO, V.; MORLACCHINI, M.; TEDESCHI, M.; PIVA, G. Lipid microencapsulation allows slow release of organic acids and natural identical flavors along the swine intestine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 486-493, 2007b.

PLATEL, K.; SRINIVASAN, K. Digestive stimulant action of spices: A myth or reality? **Indian Journal of Medical Research**, New Delhi, v. 119, p. 167-179, 2004.

PLUSKE, J. R.; PETHICK, D. W.; HOPWOOD, D. E.; HAMPSON, D. J. Nutritional influences on some major enteric bacterial diseases of pigs. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 15, p. 333-371, 2002.

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

- ROCHA, E. V. H. **Utilização de ácidos orgânicos e fitase em rações para leitões dos 7 aos 20 kg.** 2006. 80 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - UFLA, Lavras, 2006.
- ROTH, F.X. Ácidos orgânicos en nutrición porcina: eficacia y modo de acción. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN, 11., 2000. **Proceedings...** Fundación Española para El Desarrollo de la Nutrición Animal – FEDNA. 2000. p. 169-181.
- SAKATA, T. Stimulatory effect of short chain fatty acids on epithelial cell proliferation of isolated and denervated jejunal segment of the rat. **Scandinavian Journal of Gastroenterology**, Oslo, v.24, p. 886-890, 1989.
- SANTOS, C. M. R. **Efeito da utilização de óleos essenciais e ácidos orgânicos microencapsulados na alimentação do leitão.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Zootécnica) - Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.
- SILVA, A. M R.; BERTO, D.A.; LIMA, G.J. M. M.; WECHSLER, F.S.; PADILHA, P.M.; CASTRO, V. S. Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 286-295, 2008.
- SPANGHERO, M.; ROBINSON, P. H.; ZANFI, C.; FABBRO, E. Effect of increasing doses of microencapsulated blend of essential oils on performance of lactating primiparous dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 153, p. 153-157, 2009.
- STEIN, H. H.; KIL, D. Y. Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weanling pigs: dietary tools, Part 2. **Animal biotechnology**, New York, v. 17, n. 2, p. 217–231, 2006.
- SURYANARAYANA, M. V. A. N.; SURESH, J.; RAJASEKHAR, M. V. Organic acids in swine feeding: a review. **Agricultural Science Research Journals**, Moorebank, v. 2, n. 9, p. 523- 533, 2012.
- THOMLINSON, J. R.; LAWRENCE, T. L. J. Dietary manipulation of gastric pH in the profilaxis of enteric disease in weaned pigs. Some field observations. **Veterinary Record**, London, v. 109, n. 1, p. 120-122, 1981.
- TIERZO, V. L.; BERTO, A. D.; AUGUSTO, R. M. N.; HAUPTLI, L.; MELLO, G.; TAMASSIA, L. F. M.; LUIGGI, F. G.; SILVEIRA, J. P. F. Ácido fumárico e quelato de cálcio e fósforo na ração de leitões desmamados. **Boletim de Indústria Animal Instituto de Zootecnia**, São Paulo, n. 2, p. 99-107, 2012.
- TONEL, I.S.P.A. **Efeito da utilização de butirato de sódio na digestibilidade, atividade fermentativa e morfologia intestinal de leitões desmamados.** Dissertação (Mestrado) Instituto Superior de Agronomia – Escola Técnica de Lisboa, p. 48, 2009
- TOPPING, D. L.; ILLMAN, R. J.; CLARKE, J. M.; TRIMBLE, R. P.; JACKSON, K. A.; MARSONO, Y. Dietary fat and fiber alter large bowel and portal venous volatile fatty

acids and plasma cholesterol but not biliary steroids in pigs. **The Journal of Nutrition**, Springfield, v. 123, p. 133-143, 1993.

TSILOYIANNIS, V.K.; KYRIAKIS, S.C; VLEMMAS, J.;SARRIS, K. The effect of organic acids on the control of porcine post-weaning diarrhea. **Research in Veterinary Science**, London, v. 70, n. 3, p. 287-293, 2001.

UBBINK J, KRUGER J. Physical approaches for the delivery of active ingredients in foods. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 17, n. 5, p. 244–254, 2006.

UTIYAMA, C. E. Utilização de agentes antimicrobianos, probióticos, prebióticos e extractos vegetais como promotores do crescimento de leitões recém-desmamados. 2004. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luíz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

UTIYAMA, C. E.; OETTING, L. L.; GIANI, P. A.; RUIZ, U. S.; MIYADA, V. S. Efeitos de antimicrobianos, prebióticos, probióticos e extratos vegetais sobre a microbiota intestinal, a frequência de diarréia e o desempenho de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2359-2367, 2006.

VAN BEERS-SCHREURS, H. M. G.; NABUURS, M. J. A.; VELLENGA, L.; KALSBECK-VAN DER VALK, H. J., WENSING, T., BREUKINK, H. J. Weaning and the weaning diet influence the villous height and crypt depth in the small intestine of pigs and alter the concentrations of short-chain fatty acids in the large intestine and blood. **The Journal of Nutrition**, Springfield, v. 128, n. 6, p. 947-953, 1998.

VIEIRA, S. L.; MAIORKA, A.; FELIX, A. P.; SILVA, C. A.; FORBES, J. M.; DUNGELHOEF, M.; MUHLBACH, P. R. F.; OLIVEIRA S. G. **Consumo e preferências alimentares dos animais domésticos**. Londrina: Phytobiotics Brasil, 2010.

VIOLA E.; VIEIRA, S.L. Ácidos orgânicos e suas misturas em dietas de suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2, 2004, Cascavel. **Anais...** Cascavel: CBNA, 2004. p. 153-182.

WALSH, M. C.; SHOLLY, D. M.; HINSON, R. B.; SADDORIS, K. L.; SUTTON, A. L.; RADCLIFFE, J. S.; ODGAARD, R.; MURPHY, J.; RICHERT, B. T. Effects of water and diet acidification with and without antibiotics on weanling pig growth and microbial shedding. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 1799-1808, 2007b.

WALSH, M. C.; SHOLLY, D. M.; HINSON, R. B.; TRAPP, S. A.; SUTTON, A. L.; RADCLIFFE, J. S.; SMITH II, J. W.; RICHERT, B. T. Effects of acid LAC and Kem-Gest acid blends on growth performance and microbial shedding in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 459-467, 2007a.

WINDISCH, W.; SCHEDULE, K.; PLITZNER, C.; KROISMAYR, A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86 n. 14, p. E140-E148, 2008.

YEN, J. T.; NIENABER, J. A.; HILL, D. A.; POND, W. G. Potential contribution of absorbed volatile fatty acids to whole-animal energy requirement in conscious swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.9, p. 2001-2012, 1991.

WILLAMIL, J.; CREUS, E.; PÉREZ, F. J.; MATEU, E.; ORÚE-MARTÍN, S. M. Effect of a microencapsulated feed additive of lactic and formic acid on the prevalence of Salmonella in pigs arriving at the abattoir. **Archives of Animal Nutrition**, Montreux, v. 65, n. 6, p. 431-444, 2011.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos de diferentes *blends* comerciais de ácidos orgânicos e inorgânico (sais de ácidos, microencapsulados e microencapsulados associados a óleos essenciais) para leitões na fase de creche.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desempenho zootécnico;
- Avaliar a incidência de diarreia ;
- Determinar o pH da digesta no trato digestório e avaliar as mudanças morfométricas do intestino;
- Avaliar a concentração de ácidos graxos voláteis do ceco;
- Determinar o tempo de passagem da digesta;
- Avaliar a contagem bacteriana no final do intestino grosso;

4 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO

ACIDIFICANTES MICROENCAPSULADOS ASSOCIADOS OU NÃO A ÓLEOS ESSENCIAIS E SAIS DE ÁCIDOS PARA LEITÕES EM FASE DE CRECHE

Objetivo-se avaliar *blends* comerciais de ácidos orgânicos e inorgânico, associados ou não a óleos essenciais sob a apresentação microencapsulada e sais de ácidos para leitões em fase de creche. Foram utilizados 120 leitões de ambos os sexos, desmamados, com 6,00 kg \pm 1,2 kg de peso vivo e 23 dias de idade, submetidos a cinco tratamentos durante 40 dias. Os animais foram distribuídos em blocos ao acaso, com três animais por baía e oito repetições por tratamento. Os tratamentos corresponderam as seguintes dietas: controle (livre de ácidos orgânicos); *blend* de ácidos e óleos essenciais: (fumárico: 10,5%, ácido málico: 8,0%, óleos essenciais; na forma microencapsulada); *blend* de ácidos microencapsulados tecnologia 1 (ácido fosfórico: 10%, ácido cítrico: 10%, ácido málico: 10%, ácido fumárico: 20%; na forma microencapsulada); *blend* de ácidos microencapsulados tecnologia 2 (ácido fosfórico: 10%, ácido cítrico: 10%, ácido málico: 10%, ácido fumárico: 20%; na forma microencapsulada); *blend* de sais de ácidos (ácido fórmico: 40,5%, ácido fosfórico: 13,6%, ácido propiônico: 4,9% e seus sais: 23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível). Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para os parâmetros de desempenho, tempo de trânsito da dieta, peso dos órgãos do trato digestório, contagem bacteriana das fezes (*Lactobacillus*, *E. coli*, *Salmonella ssp* e *Clostridium*) e pH do conteúdo duodenal. Todos os tratamentos com ácidos orgânicos determinaram efeito positivo ($P < 0,05$) no controle da diarreia sendo que o pH do conteúdo estomacal foi mais baixo ($P < 0,05$) para o grupo que recebeu a associação de sais de ácidos com Ca e P (*blend* de sais de ácidos) em relação ao grupo *blend* de ácidos microencapsulados tecnologia 2, não diferindo dos demais tratamentos. Os valores de AGV no conteúdo do ceco, foram mais elevados nos leitões alimentados com dietas contendo ácidos em relação aqueles que receberam dieta controle ($P < 0,05$) mostrando que os ácidos microencapsulados atingiram o ceco interferindo na fermentação. Pode-se concluir que os ácidos exerceram efeitos positivos sobre o controle da diarreia e a produção de AGV no ceco, sendo observado que o *blend* de ácidos orgânicos microencapsulado tem ação em menores doses representando uma possível vantagem técnica e econômica.

Palavras chaves: . Ácidos graxos voláteis. Ácidos orgânicos. Diarreia. Vilosidades

ACIDIFYING ASSOCIATED MICROENCAPSULATED OR NOT THE ESSENTIAL OILS AND ACID SALTS FOR PIGLETS IN NURSERY PHASE.

ABSTRACT

Objective was to evaluate commercial blends of organic and inorganic acids, with or without the essential oils under the microencapsulated presentation and acid salts for piglets in the nursery phase. 120 piglets of both sexes, weaned with $6.00 \text{ kg} \pm 1.2 \text{ kg}$ body weight and 23 days of age received five treatments over 40 days. The animals were distributed in randomized blocks, with three animals per pen and 8 replications per treatment. The treatments were the following diets: control (free of organic acids); blend acids and essential oils: (fumaric acid 10.5%, malic acid 8.0%, essential oils; in microencapsulated form); acids microencapsulated blend technology 1: (phosphoric acid 10%, citric acid 10%, malic acid 10%, fumaric acid 20%; in microencapsulated form); acids microencapsulated blend technology 2: (phosphoric acid 10%, citric acid 10%, malic acid 10%, fumaric acid 20%; in microencapsulated form); blend acid salts: (formic acid 40.5%, phosphoric acid 13.6%, propionic acid 4.9% and salts (23.2% calcium and 4.4% phosphorus available)). There was no difference ($P > 0.05$) between treatments for performance parameters, transit time, weight of the organs of the digestive tract, bacterial count of feces (*Lactobacillus*, *E. coli* and *Salmonella ssp Clostridium*) and pH of the duodenal content. All treatments with organic acids determined positive effect ($P < 0.05$) in the control of diarrhea, and the pH of the stomach content was lower ($P < 0.05$) in the group that received the combination of acids salts Ca and P (blend acid salts) compared to blend acids microencapsulated technology 2: not differing from the other treatments. The values of VFA on the contents of the cecum were higher in piglets fed diets containing acids compared those receiving the control diet ($P < 0.05$) showing that the microencapsulated acids reached the cecum interfering in fermentation. It can be concluded that the acids exerted positive effects on the control of diarrhea and VFA production in the cecum and we observed that the blend of organic acids microencapsulated has action in smaller doses representing a possible technical and economic advantage.

Keywords: Diarrhoea. Organic acids. Villi. Volatile fatty acids.

4.1 INTRODUÇÃO

O desmame ainda é considerado um momento crítico para os leitões dado aos vários fatores de estresse a que são expostos, especialmente as mudanças sociais (separação da porca e contato com outros leitões), ambientais (mudança de instalações) e nutricionais (deixam de ingerir o leite materno, e passam a ingerir alimento sólido). Um dos aspectos mais relevantes do pós-desmame é a dificuldade de adaptação do leitão à nova dieta (SILVA, 2010)

A insuficiência de enzimas digestivas nessa fase resulta em baixa digestão dos nutrientes (CORASSA et al., 2006) e, conseqüentemente, no aumento da osmolaridade do conteúdo do trato digestório, provocando a diarreia osmótica. No período pós-desmama, o consumo limitado de ração e comumente a alteração da microbiota (UTYAMA et al., 2006) causam atrofia das vilosidades em decorrência do aumento na taxa de descamação epitelial e incremento da profundidade da cripta para garantir a reposição das perdas de células da região apical (OETTING et al., 2006). Além disso, leitões recém desmamados têm limitada capacidade em secretar HCl, o que pode resultar em pH gástrico elevado (ROTH, 2000), aumentando os riscos dos transtornos e patologias digestivas (LI et al., 2008).

Através da inclusão de ácidos orgânicos e de seus sais nas dietas de leitões desmamados é possível melhorar este quadro, dada também à ação bactericida e bacteriostática que exercem (BASSAN et al., 2008; PIVA et al., 2007b). Os ácidos orgânicos não dissociados difundem-se passivamente por meio da parede celular das bactérias, onde se dissociam, promovendo a diminuição do seu pH interno, que as leva à morte (SURYANARAYANA, 2012). Todavia a eficiência dos ácidos nas dietas pode ser mais limitada, pois após a ingestão são facilmente absorvidos e metabolizados, comprometendo sua ação ao longo do trato gastrointestinal devido às quantidades mínimas ou nulas que tornam-se disponíveis (PIVA et al., 2007b).

Neste sentido, a técnica da microencapsulação tem sido um recurso empregado que permite que os componentes ativos (ácidos orgânicos, óleos essenciais e outros), revestidos por uma camada protetora, constituindo uma microcápsula, sejam liberados de forma lenta e continuada ao longo do trato digestório, aumentando sua disponibilidade luminal no íleo e cólon (MEUNIER et al., 2006).

Diante deste cenário, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos da suplementação de *blends* comerciais de ácidos orgânicos e inorgânico microencapsulados, associados ou não a óleos essenciais ou não e a sais de ácidos, sobre o desempenho, o controle da diarreia e sua ação sobre os parâmetros de eficiência e saúde intestinal de leitões na fase de creche.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Biossegurança da Universidade Estadual de Londrina, protocolo número CEUA nº 17031.2013.86

Foram utilizados 120 leitões, machos castrados e fêmeas, linhagem Pen Ar Lan, desmamados com idade média de 23 dias e $6,00 \pm 1,2$ kg de peso vivo. Os animais foram alojados em baias de alvenaria com $2,97 \text{ m}^2$ de área, com piso compacto coberto com cama de maravalha. Nas duas primeiras semanas do período experimental foram utilizados comedouros de madeira ($0,30 \text{ m} \times 0,09 \text{ m} \times 0,03 \text{ m}$ de comprimento, altura e profundidade da boca, respectivamente) que, posteriormente, foram substituídos por comedouros metálicos semi-automáticos ($0,71 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 0,28 \text{ m}$ de comprimento, altura e profundidade da boca, respectivamente), e bebedouros tipo *nipple*. A ventilação no interior do galpão foi controlada de forma natural através do manejo de cortinas, instaladas bilateralmente. O aquecimento das baias foi realizado por meio de lâmpadas infravermelhas de 250 W penduradas a 0,50 m do piso.

Os tratamentos compreenderam cinco dietas isonutrientes e isoenergéticas, sendo uma controle e quatro contendo diferentes *blends* comerciais de ácidos orgânicos. As rações foram formuladas para atender as exigências mínimas para leitões de alto potencial genético com desempenho superior (ROSTAGNO et al., 2011), sendo definidos três fases: pré inicial (23 – 37 dias), inicial I (38 – 51 dias) e inicial II (52 a 63 dias) (Tabelas 2, 3 e 4 respectivamente).

Para a formulação das rações foi considerado o valor energético dos ácidos, bem como os níveis de inclusão (Tabelas 2, 3 e 4) sugerido pelos fornecedores. Assim, foram estabelecidos os seguintes tratamentos:

Controle: rações livre de ácidos e óleos essenciais (controle);

Blend de ácidos e óleos essenciais microencapsulados: rações com

a inclusão de um produto comercial contendo 10,5% ácido fumárico, 8,0% ácido málico e óleos essenciais de limão.

Blend de ácidos microencapsulados tecnologia 1: rações com a inclusão de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico.

Blend de ácidos microencapsulados, tecnologia 2: rações com a inclusão de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico.

Blend de sais: rações com a inclusão de um produto comercial contendo 40,5% de ácido fórmico, 13,6% ácido fosfórico, ácido 4,9% propiônico e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível).

Os animais receberam ração e água *ad libitum* durante todo o período experimental, correspondendo a 40 dias.

Tabela 2 - Composição percentual, energética e nutricional calculadas das rações pré-inicial, de acordo com os tratamentos.

Ingredientes	Tratamentos				
	Controle	Blend ácidos e óleos essências	Blend ácidos microencapsulados Tecnologia 1	Blend ácidos microencapsulados Tecnologia 2	Blend sais de ácidos
Milho moído	40,00	39,93	39,80	39,80	38,70
Farelo de Soja 46	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Óleo degomado	0	0	0	0	0,45
Acidificante ¹	0	0	0,20	0	0
Acidificante ²	0	0,07	0	0	0
Acidificante ³	0	0	0	0,20	0
Acidificante ⁴	0	0	0	0	0,85
Nc L 400 P ⁵	0	0	0	0	40,00
Nc L 400 TT ⁶	40,00	40,00	40,00	40,00	0
Níveis Nutricionais					
E. Met, Kcal/Kg	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Prot. Bruta %	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000
Gord. Bruta %	4,252	4,246	4,339	4,339	5,775
Fibra Bruta %	2,349	2,350	2,347	2,347	2,664
Cinza %	5,447	5,438	5,437	5,437	7,245
Cálcio Total %	0,710	0,710	0,710	0,710	0,710
Fósforo Total %	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575
Lisina Dig Sui %	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350
Met+Cist Dig. Sui %	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Treonina Dig. Sui %	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877
Triptofano Dig Sui %	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Colina Total mg/kg	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
Colistina Total mg/kg	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Sódio %	0,383	0,383	0,383	0,383	0,383

¹Produto comercial contendo 10,5% ácido fumárico, 8,0% ácido málico e óleos essenciais de limão; ²Produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ³Produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁴Produto comercial contendo 40,5% de ácido fórmico, 13,6% ácido fosfórico, ácido 4,9% propiônico e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível).

⁵ Níveis de garantia por kg do produto Núcleo 400 P: proteína bruta (min)230 g; extrato etéreo (min) 60 g; fibra bruta (Max) 20 g; matéria mineral (max) 120 g; cálcio (Max) 15 g; cálcio (min) 7.000 mg; fósforo (min) 9.000 mg; metionina (min) 9.000 mg; lisina (min) 20 g; treonina (min) 14 gr; triptofano (min) 3.300 mg; vitamina A (min) 12.500 UI; Vitamina D3 (min) 2.500 UI; Vitamina E (min) 40 UI; Vitamina K3 (min) 4,5 mg; vitamina B1 (min) 2 mg; vitamina B2 7,5 mg; vitamina B6 2,5 mg; vitamina B12 (min) 30 mcg; Niacina (min) 55 mg; ácido pantotênico (min) 22,5 mg; ácido fólico (min) 0,87 mg; biotina (min) 0,125 mg; colina (min) 250 mg; sódio (min) 9.000 mg; manganês (min) 62,5 mg; zinco (min) 7.000 mg; ferro (min) 100 mg; cobre (min) 375 mg; iodo (min) 2,2 mg; selênio (min) 0,75 mg; fitase (min) 1.250 unidades; protease (min) 750 unidades; amilase (min) 750 unidades; B-glucanase (min) 625 unidades; Xilanase (min) 1.250 unidades; Celulase (min) 1.125 unidades; colistina 100mg.

⁶ Níveis de garantia por kg do produto Núcleo 400 TT: proteína bruta (min) 230 g; extrato etéreo (min) 60g; fibra bruta (Max) 20 g; matéria mineral (max) 120 g; cálcio (Max) 18 g; cálcio (min) 10 g; fósforo (min) 9.000 mg; metionina (min) 9.000 mg; lisina (min) 20 g; treonina (min) 14 gr; triptofano (min) 3.300 mg; vitamina A (min) 12.500 UI; vitamina D3 (min) 2.500 UI; vitamina E (min) 40 UI; vitamina K3 (min) 4,5 mg; vitamina B1 (min) 2 mg; vitamina B2 7,5 mg; vitamina B6 2,5 mg; vitamina B12 (min) 30 mcg; niacina (min) 55 mg; ácido pantotênico (min) 22,5 mg; ácido fólico (min) 0,87 mg; biotina (min) 0,125 mg; colina (min) 250 mg; sódio (min) 9.000 mg; manganês (min) 62,5 mg; zinco (min) 7.000 mg; ferro (min) 100 mg; cobre (min) 375 mg; iodo (min) 2,2 mg; selênio (min) 0,75 mg; fitase (min) 1.250 unidades; protease (min) 750 unidades; amilase (min) 750 unidades; B-glucanase (min) 625 unidades; xilanase (min) 1.250 unidades; celulase (min) 1.125 unidades; colistina 100 mg.

Fonte: Do próprio autor.

Tabela 3 - Composição percentual, energética e nutricional calculadas das rações inicial I, de acordo com os tratamentos.

Ingredientes	Tratamentos				
	Controle	Blend ácidos e óleos essenciais	Blend ácidos microencapsulados Tecnologia 1	Blend ácidos microencapsulados Tecnologia 2	Blendsais de ácidos
Milho moído	50,00	49,94	49,80	49,80	49,25
farelo de Soja 46	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Óleo degomado	0	0	0	0	0,25
Acidificante ¹	0	0	0,20	0	0
Acidificante ²	0	0,06	0	0	0
Acidificante ³	0	0	0	0,20	0
Acidificante ⁴	0	0	0	0	0,50
Nc L 250 P ⁵	0	0	0	0	25,00
Nc L 250 TT ⁶	25,00	25,00	25,00	25,00	0
Níveis Nutricionais					
E.Met. Sui Kcal/kg	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375
Prot. Bruta %	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Gord. Bruta %	4,492	4,492	4,585	4,585	4,692
Fibra Bruta %	3,046	3,044	3,042	3,042	3,024
Cinza %	5,937	5,936	5,934	5,934	5,579
Cálcio Total %	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
Fósforo Total %	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Lisina Dig %	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
Met+Cist. Dig Sui %	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
Treonina Dig. Sui %	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810
Triptofano Dig.Sui %	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
Colina Total mg/kg	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310
Colistina Total mg/kg	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Sódio %	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

¹Produto comercial contendo 10,5% ácido fumárico, 8,0% ácido málico e óleos essenciais de limão; ²Produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ³Produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁴Produto comercial contendo 40,5% de ácido fórmico, 13,6% ácido fosfórico, ácido 4,9% propiônico e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível).

⁵ Níveis de garantia por kg de produto Núcleo 250 P: proteína bruta (min) 210 g; extrato etéreo (min) 80 g; fibra bruta (Max) 30 g; matéria mineral (max) 160 gr; cálcio (max) 25 g; cálcio (min) 20 g; fósforo (min) 11 g; metionina (min) 10 g; lisina (min) 20 g; treonina (min) 14 g; triptofano (min) 3.000 mg; vitamina A (min) 20.000 UI; vitamina D3 (min) 4.000 UI; vitamina E (min) 64 UI; vitamina k3 (min) 7,2 mg; vitamina B1 (min) 3,2 mg; vitamina B2 (min) 12 mg; vitamina B6 (min) 4 mg; vitamina B12 (min) 48 mcg; niacina (min) 88 mg; ácido pantotênico (min) 36 mg; ácido fólico (min) 1,4 mg; biotina (min) 0,2 mg; sódio (min) 10 g; manganês (min) 100 mg; zinco (min) 9.200 mg; ferro (min) 160 mg; cobre (min) 800 mg; iodo (min) 3,7 mg; selênio (min) 1,2 mg; fitase (min) 2.000 unidades; protease (min) 1.200 unidades; amilase (min) 1.200 unidades; B-glutanase (min) 1.000 unidades; xilanase (min) 2.000 unidades; celulase (min) 1.800 unidades; colistina 160 mg.

⁶ Níveis de garantia por kg de produto Núcleo 250 TT: proteína bruta (min) 210 g; extrato etéreo (min) 80 g; fibra bruta (Max) 30 g; matéria mineral (max) 160 gr; cálcio (max) 30 g; cálcio (min) 20 g; fósforo (min) 12 g; metionina (min) 10 g; lisina (min) 20 g; Treonina (min) 14 g; triptofano (min) 3.000 mg; vitamina A (min) 20.000 UI; vitamina D3 (min) 4.000 UI; vitamina E (min) 64 UI; vitamina k3 (min) 7,2 mg; vitamina B1 (min) 3,2 mg; vitamina B2 (min) 12 mg; vitamina B6 (min) 4 mg; vitamina B12 (min) 48 mcg; niacina (min) 88 mg; ácido pantotênico (min) 36 mg; ácido fólico (min) 1,4 mg; biotina (min) 0,2 mg; sódio (min) 10 g; manganês (min) 100 mg; zinco (min) 9.200 mg; ferro (min) 160 mg; cobre (min) 800 mg; iodo (min) 3,7 mg; selênio (min) 1,2 mg; fitase (min) 2.000 unidades; protease (min) 1.200 unidades; amilase (min) 1.200 unidades; B-glutanase (min) 1.000 unidades; xilanase (min) 2.000 unidades; celulase (min) 1.800 unidades; colistina 160 mg.

Fonte: Do próprio autor.

Tabela 4 - Composição percentual, energética e nutricional calculadas das rações pré inicial II, de acordo com os tratamentos.

Ingredientes	Tratamentos				
	Controle	Blend ácidos e óleos essenciais	Blend ácidos microencapsulados Tecnologia 1	Blend ácidos microencapsulados Tecnologia 2	Blend de sais ácidos
Milho moído	64,40	64,32	64,20	64,20	63,64
farelo de Soja 46	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50
Óleo degomado	0,10	0,12	0,10	0,10	0,36
Acidificante ¹	0	0	0,20	0	0
Acidificante ²	0	0,06	0	0	0
Acidificante ³	0	0	0	0,20	0
Acidificante ⁴	0	0	0	0	0,50
Nc L 50 TTA ⁵	0	0	0	0	5,00
Nc L 50 TT ⁶	5,00	5,00	5,00	5,00	0
Níveis Nutricionais					
E.Met. Sui Kcal/kg	3.250	3.250	3.250	3.250	3.250
Prot. Bruta %	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000
Gord. Bruta %	2,970	2,990	3,063	3,063	3,201
Fibra Bruta %	3,259	3,258	3,255	3,255	3,244
Cinza %	7,042	7,041	7,039	7,039	7,043
Cálcio Total %	0,779	0,779	0,779	0,779	0,779
Fósforo Total %	0,537	0,537	0,537	0,537	0,537
Lisina Dig. %	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
Met+Cist Dig. Sui%	0,615	0,615	0,615	0,615	0,615
Treonina Dig. Sui %	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632
Triptofano Dig. Sui %	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204
Colina Total mg/kg	1.240	1.240	1.240	1.240	1.240
Halquinol mg/kg	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Sódio %	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222

¹Produto comercial contendo 10,5% ácido fumárico, 8,0% ácido málico e óleos essenciais de limão; ²Produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ³Produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁴Produto comercial contendo 40,5% de ácido fórmico, 13,6% ácido fosfórico, ácido 4,9% propiônico e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível).

⁵Níveis de garantia por kg do produto Núcleo 50 TTA: cálcio (Max) 120 g; cálcio (min) 80 g; fósforo (min) 39 g; lisina (min) 24 g; metionina (min) 14 g; treonina (min) 9.000 mg; vitamina A (min) 100.000 UI; vitamina D3 (min) 20.000 UI; vitamina E (min) 320 UI; vitamina K3 (min) 36 mg; vitamina B1 (min) 16 mg; vitamina B2 (min) 60 mg; vitamina B6 (min) 20 mg; vitamina B12 240 mcg; niacina (min) 440 mg; ácido pantotênico (min) 180.MG; ácido fólico (min) 7 mg; biotina (min) 1 mg; colina (min) 2.114 mg; sódio (min) 40 g; manganês (min) 500 mg; zinco (min) 1.100 mg; ferro (min) 800 mg; cobre (min) 3.000 mg; iodo (min) 18,50 mg; selênio (min) 6 mg; BHT (min) 1.500 mg; fitase (min) 10.000 unidades; protease (min) 6.000 unidades; amilase (min) 6.000 unidades; B-glucanase (min) 5.000 unidades; xilanase (min) 10.000 unidades; celulase (min) 9.000 unidades; halquinol 2.400 mg

⁶ Níveis de garantia por kg do produto Núcleo 50 TT: cálcio (Max) 140 g; cálcio (min) 100 g; fósforo (min) 40 g; lisina (min) 24 g; metionina (min) 14 g; treonina (min) 9.000 mg; vitamina A (min) 100.000 UI; vitamina D3 (min) 20.000 UI; vitamina E (min) 320 UI; vitamina K3 (min) 36 mg; vitamina B1 (min) 16 mg; vitamina B2 (min) 60 mg; vitamina B6 (min) 20 mg; vitamina B12 240 mcg; niacina (min) 440 mg; ácido pantotênico (min) 180,mg; ácido fólico (min) 7 mg; biotina (min) 1 mg; colina (min) 2.114 mg; sódio (min) 40 g; manganês (min) 500 mg; zinco (min) 1.100 mg; ferro (min) 800 mg; cobre (min) 3.000 mg; iodo (min) 18,50 mg; selênio (min) 6 mg; BHT (min) 1.500 mg; fitase (min) 10.000 unidades; protease (min) 6.000 unidades; amilase (min) 6.000 unidades; B-glucanase (min) 5.000 unidades; xilanase (min) 10.000 unidades; celulase (min) 9.000 unidades; halquinol 2.400 mg

Fonte: Do próprio autor.

Para avaliação do desempenho foi realizada a pesagem dos animais no início e no final de cada fase experimental e do conjunto da ração fornecida, deduzidas as sobras e o desperdício no final de cada fase, obtendo-se o consumo diário de ração (CDR), o ganho diário de peso (GDP) e a conversão alimentar (CA).

Aos 25 dias de condução do experimento, correspondendo aos 48 dias de idade média, foi determinado o tempo de trânsito da digesta, em minutos, utilizando do marcador óxido férrico (2%). Para esta avaliação foram utilizados 60 animais, adotando-se como critério 12 repetições por tratamento, sendo as baias escolhidas por sorteio (SCHURCH et al., 1952).

Durante todo o período experimental, conforme procedimento descrito por Vassalo et al. (1997), foi realizada a verificação da incidência e intensidade de diarreia, sendo: 0 fezes com consistência normal; 1 fezes pastosas; 2 fezes moles e 3 fezes aquosa.

Para os escores 0 e 1 as fezes foram consideradas como não diarreicas, e para 2 e 3, diarreicas. Todos os animais que apresentavam quadro de diarreia grau 2 e 3 foram medicados com antibiótico via injetável.

O abate dos animais foi realizado no final do experimento aos 40 dias de experimentação. Após a pesagem final, um animal de cada baia, representando o peso médio da baia, foi selecionado. Os animais foram insensibilizados, via corrente elétrica, com um equipamento da marca Petrovina IS 2000 com dois eletrodos, utilizando-se voltagem de 350 volts e 1,3 A por três segundos. Para a sangria, foi realizada a incisão dos grandes vasos do pescoço. Os animais foram eviscerados e os órgãos do trato digestório (estômago, intestino delgado e intestino grosso) foram pesados separadamente e em conjunto.

Imediatamente após a evisceração foram retirados os conteúdos do intestino delgado e do estômago, colocados separadamente em recipientes plásticos para determinação do pH com auxílio de um potenciômetro digital, (pHmetro Tec 3MP, Mod Tec 03 MP), conforme descrito por Silveira et al. (2007).

Foi realizada imediatamente após a evisceração, a colheita de amostra de fragmentos do intestino (aproximadamente 3 cm) da porção média do duodeno, jejuno e íleo, que foram incluídos em solução de formalina a 10%. Na sequência, as peças foram encaminhadas para o laboratório onde foram clivados dois fragmentos de cada porção. Posteriormente, esses fragmentos foram desidratados em uma série de concentrações crescentes de álcool, diafinizados em

xilol e incluídos em parafina para obtenção dos cortes histológicos longitudinais e semi-seriados.

Na confecção das lâminas de cada fragmento foi realizado um total de cinco cortes semi-seriados com três a cinco micrômetros de espessura, que foram posteriormente corados pelo método de Hematoxilina-Eosina. Os cortes foram avaliados morfometricamente por meio de um microscópio de luz modelo Olympus BX41, acoplado a um sistema para captura de imagens Olympus DP11-N. As imagens foram transferidas para um computador e as avaliações morfométricas foram realizadas utilizando-se o “software” Image-Pro Plus®. A morfometria foi realizada por meio de uma régua micrométrica acoplada à ocular do microscópio, onde foi mensurada a altura das vilosidades e a profundidade das criptas, randomicamente, em um total de 10 cortes por porção intestinal em um aumento de 40x.

Amostras do conteúdo da porção final do intestino grosso (120 g em média) foram colhidas, mantidas em frascos e identificadas, seguido do armazenamento em caixa térmica com gelo. Após o término das colheitas, as amostras foram encaminhadas sob refrigeração ao laboratório e submetidas à contagem de *Clostridium Sulfito Redutor*, conforme a Instrução Normativa nº62 (BRASIL, 2003), contagem de *E. coli* e *Lactobacillus SSP*, executado de acordo com a orientação do Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água (SILVA et al., 2010), e isolamento de *Salmonella SSP*, conforme Portaria nº 126 (Brasil, 1998).

A determinação dos ácidos graxos de cadeia curta foi realizada por meio de cromatografia gasosa (ERWIN; MARCO; EMERY, 1961) através do cromatógrafo a gás (Focus GC da marca Thermo Scientific), equipado com coluna de vidro de três metros de comprimento x 1/4” de diâmetro, empacotada com 80/120 Carbopack B-DA/4% Carbowax 20M.

Para a avaliação das variáveis de desempenho os animais foram distribuídos em quatro blocos ao acaso, de acordo com peso inicial, com cinco tratamentos e oito repetições, sendo cada repetição representada por uma baia com três animais (dois machos e uma fêmea). Para as demais variáveis, a unidade experimental, correspondeu ao animal que apresentasse o peso médio dos animais da baia.

Os dados foram submetidos à análise de variância, os dados paramétricos foram comparados pelo teste de Tukey e os não paramétricos pelo teste Qui Quadrado de acordo com a distribuição da normalidade no sistema NINITAB .1.6.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho (Tabela 5) não indicaram diferença entre os tratamentos para todos os parâmetros analisados nas diferentes fases e no período total do teste.

Tabela 5 – Valores médios do ganho diário de peso (GPD), consumo de ração (CDR), conversão alimentar (CA), e peso médio final (MPF) de acordo com tratamentos nas diferentes fases experimentais (valores expressos em kg).

Tratamentos	Controle ¹	Microencapsulados			Média Geral	P Valor	CV%	
		Blend ácidos e óleos essenciais ²	Blend ácidos Tecnologia ¹ ³	Blend ácidos Tecnologia ² ⁴				Blend sais de ácidos ⁵
Desempenho Zootécnico								
Pré inicial (23 a 37 dias)								
GDP	0,303	0,295	0,294	0,292	0,282	0,293	0,920	18,28
CDR	0,500	0,514	0,513	0,521	0,514	0,513	0,980	12,99
CA	1,702	1,773	1,783	1,823	1,869	1,790	0,885	18,16
Inicial I (37 a 51 dias)								
GDP	0,538	0,567	0,538	0,537	0,555	0,547	0,454	11,02
CDR	0,804	0,796	0,803	0,801	0,801	0,801	0,999	9,32
CA	1,494	1,404	1,492	1,492	1,443	1,464	0,292	7,13
Inicial II (51 a 63 dias)								
GDP	0,703	0,728	0,710	0,687	0,756	0,716	0,490	15,16
CDR	1,229	1,282	1,245	1,251	1,287	1,259	0,754	12,28
CA	1,748	1,639	1,754	1,821	1,702	1,758	0,449	11,40
Período Total (23 a 63 dias)								
GDP	0,496	0,511	0,494	0,488	0,508	0,499	0,789	11,99
CDR	0,804	0,820	0,813	0,816	0,823	0,815	0,654	9,00
CA	1,635	1,607	1,650	1,642	1,646	1,635	0,876	4,95
P. final	26,13	26,71	26,06	25,74	26,69	26,26	0,66	13,2

¹Ração livre de ácidos orgânicos; ²Ração com a adição de um produto comercial contendo 10,5% ácido fumárico, 8,0% ácido málico e óleos essenciais de limão; ³Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁴Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁵Ração com a adição de um produto comercial contendo 40,5% de ácido fórmico, 13,6% ácido fosfórico, ácido 4,9% propiônico e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível).

Fonte: Do próprio autor.

O desempenho dos animais em todos os tratamentos apresentou-se dentro dos valores proposto pela genética utilizada. Isto remete à hipótese de que houve uma condição favorável para os animais se desenvolverem, independente dos tratamentos empregados. Neste sentido, os resultados podem ter sido influenciados pelo ambiente, que não correspondeu ao de uma granja comercial, em função de um menor desafio sanitário. Outro possível fator foi o uso de rações contendo lactose (6% na fase pré-inicial e 3% na fase inicial I) e óxido de zinco (3.680 ppm na ração pré inicial e 3.000 ppm na ração inicial I), Como relataram Silva et al. (2008), a fermentação da lactose dietética em ácido láctico no trato digestório reduz a necessidade de acidificação da dieta, já o óxido de zinco tem um papel importante na saúde intestinal, minimizando os problemas entéricos.

Assim, a divergência de resultados entre as pesquisas com uso de ácidos para leitões no período de creche deve-se provavelmente às variações nas condições experimentais, como a qualidade nutricional das dietas utilizadas, o nível de adição do acidificante, nível de desafio ambiental e condição sanitária dos animais.

Quanto ao escore de diarreia (Tabela 6), foi observado que os leitões que receberam a dieta sem adição de ácido orgânico (controle) apresentaram maior incidência comparado com os demais tratamentos.

Tabela 6 - Porcentagem de animais com diarreia no período pré-inicial (0 a 14) dias, alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos.

Tratamentos	Controle ¹	microencapsulados				Média	P valor %
		<i>Blend</i> ácidos e óleos essenciais ²	<i>Blend</i> ácidos Tecnologia 1 ³	<i>Blend</i> ácidos Tecnologia 2 ⁴	<i>Blend</i> sais de ácidos ⁵		
Animais com diarreia	62,5 ^b	20,83 ^a	33,33 ^a	33,33 ^a	25 ^a	35	0,024

¹Ração livre de ácidos orgânicos; ²Ração com a adição de um produto comercial contendo 10,5% ácido fumárico, 8,0% ácido málico e óleos essenciais de limão; ³ Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁴Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁵Ração com a adição de um produto comercial contendo 40,5% de ácido fórmico, 13,6% ácido fosfórico, ácido 4,9% propiônico e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível).

Para letras diferentes, valores significativamente diferentes no teste do Qui Quadrado com P≤0,05)

Fonte: Do próprio autor

A alta frequência de diarreia nesta fase deve-se à imaturidade dos sistemas digestório e imunológico dos leitões. A diarreia pode ocorrer também pela presença de resíduos alimentares não digeridos e não absorvidos que servem como

substrato para os microrganismos patogênicos (BRAZ, 2008).

Os leitões que receberam *blends* de ácidos orgânicos apresentaram menor frequência de diarreia, identificando-se com a observação feita por Freitas et al. (2006). Todavia, contrário aos resultados obtidos, Corassa, Lopes e Bellaver (2012), que trabalharam com os ácidos cítrico e sórbico, e Miguel et al. (2011), que utilizaram dietas com diferentes ácidos orgânicos (diformiato de potássio, ácido fumárico, ácido cítrico, ácido benzóico), não verificaram vantagens para o controle da diarreia com o uso destes ácidos.

Observou-se que os *blends* de ácidos orgânicos revestidos determinaram o mesmo resultado no controle da diarreia que o *blend* de sais de ácidos, que foram utilizados em maior quantidade, confirmando que a microencapsulação permite utilizar uma dose menor de ácidos para este fim (PIVA et al., 2007a). O tratamento composto pelo *blend* de ácidos orgânicos e óleos essenciais, sob menor dose que os demais tratamentos, mostrou-se exitoso no controle da diarreia, apontando o efeito sinérgico do óleo essencial com o ácido orgânico (PIVA et al., 2007b).

Quanto aos valores médios do pH do conteúdo do estômago e do intestino delgado (Tabela 7), houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos, com a dieta contendo *Blend* de ácidos microencapsulados tecnologia 2, e com *Blend* de ácidos quelatados, apresentando menor pH, mostrando que associação de sais de ácidos com Ca e P reduz o índice, fato que pode ter ocorrido devido ao menor poder tampão da dieta. As dietas *Blend* de ácidos e óleos essenciais, *Blend* de ácidos microencapsulados - tecnologia 1, e *Blend* de ácidos microencapsulados - tecnologia 2, não apresentaram variação no pH gástrico em relação a dieta controle, sem ácidos. Vários fatores podem explicar estes resultados, como a quantidade de ácidos ingeridos (SILVA et al., 2008), registrando que os ácidos podem não ser suficientes para reduzir o pH, uma vez que também o poder tampão da dieta, assegurado pelos minerais e pela proteína, pode limitar este efeito. Também deve-se considerar que os *blends* de ácidos eram microencapsulados, mostrando que o processo protege os ácidos de se dissociarem no estômago, passando não dissociados para o intestino delgado, todavia, esta hipótese de alteração do pH no intestino delgado não se confirmou.

Tabela 7 – pH do conteúdo do estômago e do conteúdo do intestino delgado de leitões alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos

Tratamentos	Controle ¹	microencapsulados			Média	P valor %	CV%	
		Blend ácidos e óleos essenciais ²	Blend ácidos Tecnologia 1 ³	Blend ácidos Tecnologia 2 ⁴				Blend sais de ácidos ⁵
Estômago	4,39 ^{ab}	3,81 ^{ab}	4,26 ^{ab}	4,98 ^a	3,80 ^b	4,18	0,04	21,81
Intestino delgado	6,20	5,97	6,25	6,24	6,25	6,18	0,40	5,4

¹Ração livre de ácidos orgânicos; ²Ração com a adição de um produto comercial contendo 10,5% ácido fumárico, 8,0% ácido málico e óleos essenciais de limão; ³Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁴Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁵Ração com a adição de um produto comercial contendo 40,5% de ácido fórmico, 13,6% ácido fosfórico, ácido 4,9% propiônico e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível). Para letras diferentes, valores significativamente diferentes no teste de Tukey, com P ≤ 0,05

Fonte: Do próprio autor

Um fator que limita a eficácia dos ácidos é a sua rápida absorção quando deixam o estômago. Piva et al. (2007b), trabalhando com leitões desmamados, não observaram diferenças significativas no pH do estômago quando adicionaram uma mistura de ácidos orgânicos e extratos vegetais microencapsulados a ração, verificando somente diferença na parte caudal do jejuno, sendo o pH maior na dieta que não recebeu o produto.

Freitas et al. (2006), trabalhando com misturas de ácidos orgânicos (0, 0,78%, 0,84% e 0,90%) na dieta de leitões, no período de 21 a 35 dias de idade, não observaram redução do pH no estômago dos animais, assim como Braz et al. (2011) e Gomes et al. (2011), que utilizando uma mistura de ácido propiônico, ácido acético, ácido fórmico, ácido cítrico e cálcio e dietas com ácido fumárico ou associação com ácido láctico ou propionato de cálcio ou associação dos três ácidos, com leitões de 38 dias de idade, encontraram somente uma redução do pH no cólon e ausência de alteração de pH no estômago e jejuno.

Muitos estudos mostram que é praticamente impossível modificar significativamente o pH do estômago e do intestino de um suíno, mesmo quando se utilizam grandes quantidades de ácidos orgânicos nas rações (CORASSA; LOPES; BELLAVER, 2012).

Costa et al. (2013) citam que é difícil comparar os estudos que avaliaram o pH gástrico de animais que recebem ácidos orgânicos por causa da grande variação nos métodos e da dificuldade de medição do pH no estômago. Outra hipótese é que no momento do abate pode ocorrer contaminação do conteúdo

do estômago com a saliva ou com o conteúdo duodenal, que tende a aumentar o pH gástrico pela presença de substâncias alcalinas no estômago (BRAZ et al., 2011).

Na Tabela 8 pode-se verificar a ausência de diferença para o tempo de passagem da digesta no TGI entre os tratamentos.

Tabela 8- Tempo de transito da digesta de leitões desmamados alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos

Tratamentos	Controle ¹	microencapsulado				P Valor
		<i>Blend</i> ácidos e óleos essenciais ²	<i>Blend</i> ácidos Tecnologia 1 ³	<i>Blend</i> ácidos Tecnologia 2 ⁴	<i>Blend</i> sais de ácidos ⁵	
Tempo em minutos	573,5	560,5	569,2	547,6	572,4	0,57

¹Ração livre de ácidos orgânicos; ²Ração com a adição de um produto comercial contendo 10,5% ácido fumárico, 8,0% ácido málico e óleos essenciais de limão; ³Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁴Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁵Ração com a adição de um produto comercial contendo 40,5% de ácido fórmico, 13,6% ácido fosfórico, ácido 4,9% propiônico e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível).

Fonte: Do próprio autor

Os *blends* de ácidos não influenciaram o tempo de trânsito da digesta, mesmo nos tratamentos que resultaram em redução do pH estomacal, contrariando a hipótese de que os acidificantes podem afetar a taxa de esvaziamento gástrico, um mecanismo de controle quantitativo e qualitativo da microflora e também do processo de mistura da digesta (PEÑACOBÁ, 2002). A redução do pH gástrico resulta no menor tempo de trânsito e aumento da retenção gástrica devido ao incremento da atividade proteolítica das enzimas (COSTA et al., 2013). Alterações na digestão de proteína no estômago podem afetar o fluxo da dieta para a parte posterior do trato gastrointestinal, modificando a fermentação e a microbiota intestinal, promovendo alterações na proteína que chega ao intestino delgado, levando à mudanças no tempo de trânsito intestinal (BRAZ et al., 2011; WILLAMIL et al., 2011). Todavia, Silva (2008), utilizando *blends* de ácidos orgânicos, não registrou diferença no pH estomacal, mas Piva et al. (2007a) e Gomes et al. (2011) encontraram redução do pH estomacal quando acrescentaram ácidos orgânicos na dieta. Manzanilla et al. (2004) observaram que dietas contendo óleos essenciais à base de pimenta retardam a taxa de passagem pelo efeito da capsaicina, aumentando o tempo da digesta no estômago, atuando como uma barreira para patógenos, produzindo possíveis efeitos benéficos sobre o ecossistema digestivo sem afetar a digestão. Porém, nos tratamentos que continham óleos essenciais, este efeito não se mostrou evidente.

A redução do pH gástrico e o aumento do tempo de retenção tem sido difícil de ser demonstrado em leitões desmamados, considerando que a melhoria da digestibilidade ileal aparente de proteínas e aminoácidos foi observada com suínos em fase de crescimento somente, mas não em leitões desmamados (PARTANEN, MROZ, 1999).

Quanto aos AGV nos conteúdos do ceco (Tabela 9), observou-se que os tratamentos afetaram significativamente a produção de ácido acético ($P < 0,05$), onde a dieta controle resultou em menor concentração, em relação aos demais tratamentos. Os ácidos propiônico e butírico apresentaram maior concentração ($P < 0,05$) para os tratamentos *Blend* de ácidos e óleos essenciais e *Blend* de ácidos microencapsulados tecnologia 2 em relação ao controle, que não diferiu do *Blend* de ácidos microencapsulados tecnologia 1 e *Blend* de sais de ácidos. A produção de ácido valérico não foi influenciada ($P > 0,05$) pelas dietas.

Tabela 9 - Concentração em mmol/L dos ácidos graxos voláteis no conteúdo do ceco de leitões desmamados alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos

Tratamentos	Controle ¹	Microencapsulados			<i>Blend</i> sais de ácidos ⁵	P valor	CV%
		<i>Blend</i> ácidos e óleos essenciais ²	<i>Blend</i> ácidos Tecnologia 1 ³	<i>Blend</i> ácidos Tecnologia 2 ⁴			
Ácido Acético	8,03 ^b	17,17 ^a	15,33 ^a	19,35 ^a	17,43 ^a	0,00	34,71
Ácido Propiônico	7,09 ^b	12,88 ^a	11,65 ^{ab}	14,09 ^a	11,46 ^{ab}	0,002	34,02
Ácido Butírico	3,18 ^b	6,06 ^a	5,48 ^{ab}	5,86 ^a	5,10 ^{ab}	0,024	39,23
Ácido Valérico	0,87	1,42	1,65	1,34	1,32	0,576	70,07

¹Ração livre de ácidos orgânicos; ²Ração com a adição de um produto comercial contendo 10,5% ácido fumárico, 8,0% ácido óleos essenciais de limão; ³Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, málico e 20% ácido fumárico; ⁴Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, málico e 20% ácido fumárico; ⁵Ração com a adição de um produto comercial contendo 40,5% de ácido fórmico, 13,6% ácido 4,9% propiônico e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível).

Para letras diferentes na linha, valores significativamente diferentes no teste do Qui Quadrado com $P \leq 0,05$

Fonte: Do próprio autor

Considerando que os óleos essenciais e os ácidos orgânicos têm efeito modulador sobre a população microbiana dos intestinos delgado e grosso (SURYANARAYANA et al., 2012) é de se esperar que provoquem uma alteração no padrão de AGV, em especial os óleos essenciais e os ácidos orgânicos quando microencapsulados, pois têm maior chance de chegar ao intestino grosso.

Willamil et al. (2011) revelaram que os ácidos orgânicos microencapsulados têm a capacidade de modificar a fermentação do ceco. A utilização de um *blend* de ácidos orgânicos microencapsulados na dieta melhorou a

fermentação no intestino grosso de leitões em relação ao tratamento controle, resultando no aumento da produção de AGV (GRILLI et al., 2010). Por sua vez, a adição de formiato de sódio ou ácido benzoico ou ácido fumárico não encapsulado na dieta de leitões com 56 dias de idade não alterou o perfil de AGV no ceco, mas apresentou variação destes AGV no duodeno e no íleo (KASPROWICZ-POTACKA et al., 2009), indicando uma maior fermentação bacteriana.

Observou-se que os tratamentos *Blend* de ácidos e óleos essenciais e *Blend* de ácidos microencapsulados - tecnologia 2 resultaram em maior concentração de AGV, mesmo diante da menor inclusão do *Blend* de ácidos e óleos essenciais (pré-inicial 0,700 kg/ton, inicial I 0,600 kg/ton, inicial II 0,600 kg/ton) na dieta em relação aos demais tratamentos, confirmando a hipótese de que a associação de ácidos orgânicos e óleos essenciais melhora a fermentação bacteriana no ceco. Também pode-se atribuir que o *blend* de ácidos orgânicos microencapsulados atingiu melhor o ceco, incrementando a fermentação bacteriana.

Quanto aos valores morfométricos do intestino delgado (Tabela 10), para a altura das vilosidades, somente houve diferença ($P < 0,05$) no jejuno de leitões que receberam os tratamentos *Blend* de ácidos e óleos essenciais e *Blend* de sais de ácidos em relação ao grupo controle com vantagens para os primeiros. Para a profundidade das criptas as diferenças ($P < 0,05$) ocorreram nas porções do duodeno, jejuno e do íleo. No duodeno o tratamento *Blend* de ácidos microencapsulados - tecnologia 2 apresentou maior profundidade em relação aos tratamentos controle, *Blend* de microencapsulado - tecnologia 1 e *Blend* de sais de ácidos. No jejuno foi observado que os animais do tratamento controle e *Blend* de ácidos microencapsulados - tecnologia 2 apresentou maior profundidade de cripta ($P < 0,05$) em relação aos animais que receberam *Blend* de ácidos e óleos essenciais. Os demais tratamentos não influenciaram na profundidade de cripta. No íleo o tratamento *Blend* de ácidos microencapsulados - tecnologia 1 proporcionou menor ($P < 0,05$) profundidade de cripta em relação ao tratamento controle. Já para a relação vilosidade/cripta houve diferença unicamente no jejuno, onde o tratamento *Blend* de ácidos e óleos essenciais apresentou maior relação vilo/cripta do que o tratamento controle e *Blend* de ácidos microencapsulados - tecnologia 2.

Tabela 10 - Médias da altura (μm) das vilosidades (AV), da profundidade das criptas (PC), da relação da altura da vilosidade/profundidade de cripta (AV/PC) medidas no duodeno (valores expressos em μm) de leitões desmamados alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos

Tratamento	Controle ¹	Microencapsulados				P valor	CV%
		<i>Blend</i> ácidos e óleos essenciais ²	<i>Blend</i> ácidos Tecnologia 1 ³	<i>Blend</i> ácidos Tecnologia 2 ⁴	<i>Blend</i> sais de ácidos ⁵		
Vilo							
Duodeno	269,9	297,6	267,2	284,9	293,8	0,773	19,54
Jejuno	193,0 ^b	277,0 ^a	206,0 ^{ab}	223,0 ^{ab}	257,0 ^a	0,01	24,91
Íleo	239,3	241,9	202,9	237,5	224,7	0,429	20,05
Cripta							
Duodeno	442,0 ^b	433,0 ^{ab}	415,0 ^b	558,0 ^a	439,0 ^b	0,00	16,34
Jejuno	387,6 ^a	320,4 ^b	324,0 ^{ab}	387,5 ^a	358,0 ^{ab}	0,012	15,27
Íleo	339,0 ^a	322,0 ^{ab}	276,0 ^b	422,0 ^{ab}	317,0 ^{ab}	0,04	13,75
Vilo/Cripta							
Duodeno	0,611	0,688	0,643	0,510	0,670	0,084	22,87
Jejuno	0,497 ^b	0,866 ^a	0,635 ^{ab}	0,575 ^b	0,718 ^{ab}	0,01	30,06
Íleo	0,705	0,752	0,735	0,564	0,710	0,94	20,16

¹Ração livre de ácidos orgânicos; ²Ração com a adição de um produto comercial contendo 10,5% ácido fumárico, 8,0% ácido málico e óleos essenciais de limão; ³Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁴Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁵Ração com a adição de um produto comercial contendo 40,5% de ácido fórmico, 13,6% ácido fosfórico, ácido 4,9% propiônico e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível).

Para letras diferentes, valores significativamente diferentes no teste do Qui Quadrado com $P \leq 0,05$

Fonte: Do próprio autor

Os resultados, embora tenham apresentado algumas divergências, favoreceram as dietas com ácidos em relação à dieta controle, especialmente a altura da vilosidade do jejuno, uma importante região produtora de enzimas e absorviva, concordando com Braz et al. (2011), que verificaram melhor resultado na morfologia intestinal utilizando um *blend* de ácidos orgânicos. Também não houve qualquer prejuízo dos ácidos sobre estes parâmetros, contrariando Gomes et al. (2007), que diferente dos efeitos esperados para o uso de ácidos, observaram que a associação de 1% de ácido fumárico aos ácidos butírico (0,1%) e ao fórmico (0,5%) em dietas de leitões, às três semanas pós-desmame, causou prejuízos na altura da vilosidades do duodeno.

Não foi encontrada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para a contagem de *Lactobacillus sp* e *Escherichia coli*, sendo observada também a ausência de *Salmonella SSP* e *Clostridium* (Tabela 11).

Tabela 11 - Contagem bacteriana de *Lactobacillus ssp*, *E.coli*, *Salmonella ssp*, *Clostridium perfringes* nas fezes de leitões desmamados alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos

Tratamentos	Controle ¹	Microencapsulados			P valor	CV%
		<i>Blend</i> ácidos e óleos essenciais ²	<i>Blend</i> ácidos Tecnologia 1 ³	<i>Blend</i> ácidos Tecnologia 2 ⁴		
<i>Lactobacillus SSP</i>	1,9 x 10 ⁸	1,3 x 10 ⁸	1,5 x 10 ⁸	1,2 x 10 ⁸	1,6 x 10 ⁸	0,71 72,87
<i>E. Coli</i>	3,4 x 10 ⁶	2,3 x 10 ⁶	2,6 x 10 ⁶	7,9 x 10 ⁶	3,5 x 10 ⁶	0,50 230,3
<i>Salmonella</i>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	
<i>Clostridium</i>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	

¹Ração livre de ácidos orgânicos; ²Ração com a adição de um produto comercial contendo 10,5% ácido fumárico, 8,0% ácido málico e óleos essenciais de limão; ³ Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁴Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁵Ração com a adição de um produto comercial contendo 40,5% de ácido fórmico, 13,6% ácido fosfórico, ácido 4,9% propiônico e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível).

Fonte: Do próprio autor

Os resultados estão de acordo com o encontrados por Kasprovicz-Potocka et al. (2009), que trabalharam com ácido fumárico e não verificaram diferença na contagem de *Clostridium perfringens*, *Lactobacillus* e *E. coli*, mas divergem quando da adição ácido benzoico, que aumentou a população de *Clostridium perfringens* nas fezes no ceco e duodeno.

Geburu et al. (2010) observaram que a inclusão de um *blend* de ácidos orgânicos e um inorgânico microencapsulado na ração teve efeito semelhante à clortetraciclina no controle da *Salmonella* no 6º e no 14º dia após a contaminação. Freitas et al. (2006) observaram que uma mistura dos ácidos láctico, acético e fosfórico na proporção de 0,84% e 0,63%, respectivamente, nos períodos compreendendo entre 21 a 35 e 36 a 49 dias de idade, foi eficiente, considerando que não foram isoladas as bactérias *E. coli* e *Streptococcus sp*.

O desenvolvimento dos órgãos está relacionado com o desempenho dos animais, que também está relacionado o consumo de ração (energia/proteína) praticado (BIKKER et al., 1995). Todavia, diante da ausência de diferenças para estes parâmetros (Tabela 12), o resultado mostrou-se condizente, mesmo porque as rações dos tratamentos eram isoproteicas e isocalóricas, sendo formuladas levando-se em conta o valor de energia dos ácidos, além de considerar qualquer efeito sensorial limitador do consumo. Porém, Costa et al. (2011) observaram que o uso do butirato com aditivos fitogênicos resultou num efeito antagônico no peso do ceco. Já, Namkung et al. (2004), utilizando extratos vegetais e ácidos orgânicos, não

observaram diferença entre os pesos relativos do intestino delgado e do cólon de suínos, fato que endossa os resultados obtidos.

Tabela 12 - Peso dos órgãos, em kg (estômago, intestino delgado, intestino grosso e total), de leitões desmamados alimentados com dietas contendo diferentes *blends* de ácidos orgânicos

Tratamento	Controle ¹	microencapsulados			Média Geral	P Valor	CV%	
		<i>Blend</i> ácidos e óleos essenciais ²	<i>Blend</i> ácidos Tecnologia 1 ³	<i>Blend</i> ácidos Tecnologia 2 ⁴				<i>Blend</i> sais de ácidos ⁵
Parâmetros								
Estômago	0,803	0,854	0,824	0,838	0,779	0,817	0,577	11,55
Intestino delgado	4,380	4,531	4,387	4,399	4,294	4,398	0,791	10,44
Intestino grosso	3,093	3,061	2,901	2,870	3,375	3,060	0,621	23,22
Total dos órgãos	8,276	8,446	8,112	8,107	8,275	8,416	0,857	14,48

¹Ração livre de ácidos orgânicos; ²Ração com a adição de um produto comercial contendo 10,5% ácido fumárico, 8,0% ácido málico e óleos essenciais de limão; ³Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁴Ração com a adição de um produto comercial contendo 10% ácido fosfórico, 10% ácido cítrico, 10% ácido málico e 20% ácido fumárico; ⁵Ração com a adição de um produto comercial contendo 40,5% de ácido fórmico, 13,6% ácido fosfórico, ácido 4,9% propiônico e seus sais (23,2% de cálcio e 4,4% fósforo disponível).

Fonte: Do próprio autor

4.4 CONCLUSÕES

Os *blends* comerciais de ácidos orgânicos e inorgânico foram eficientes no controle da diarreia no período pós-desmama, sendo este efeito atribuído à capacidade de agirem o intestino delgado e intestino grosso, confirmado pela maior produção de AGV no ceco. A utilização de *Blends* de ácidos microencapsulados é efetiva sob quantidades menores que *Blends* de ácidos orgânicos quelatados, assim como o *Blends* de ácidos orgânicos associado a óleos essenciais, provando seu sinergismo mesmo em doses mais baixas, efetivo nos efeitos de controle da diarreia e produção de AGV. Estas condições podem favorecer a economia dos tratamentos e são positivas na formulação das rações por minimizar a inclusão de aditivos não nutricionais.

REFERÊNCIAS

BASSAN, J. D. L.; FLÔRES, M. L.; ANTONIAZZI, T.; BIANCHI, E.; KUTTEL, J.; TRINDADE, M. M. Controle da infecção por *Salmonella Enteritidis* em frangos de corte com ácidos orgânicos e mananoligossacarídeos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p.1961-1965, 2008.

BIKKER, P.; KARABINAS, V.; VERSTEGEN, M. W. A.; CAMPBELL, R. G. Protein and lipid accretion in body components of growing gilts (20 to 40kilograms) as affected energy intake. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, n. 8, p. 2355-2363, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária - DISPOA. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de agosto de 2003. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 126, de 03 de novembro de 1995. Normas de Credenciamento e Monitoramento de Laboratórios de Diagnóstico das Salmoneloses Aviárias (S. Enteritidis, S. Gallinarum, S. Pullorum e S. Typhimurium)". **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 6 nov. 1995, Seção 1, p. 17694.

BRAZ, D. B. **Acidificantes como alternativas aos antibióticos melhoradores do desempenho de leitões na fase de creche**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. Disponível em: <<http://WWW.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-14052008-113209>>. Acesso em: 27 abr. 2014.

BRAZ, D. B.; COSTA, L. B.; BERENCHTEIN, B. TSE, M. L. P.; ALMEIDA, V. V.; MIYADA, V. S. Acidificantes como alternativa aos antimicrobianos promotores do crescimento de leitões. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 60, p. 745-756, 2011.

CORASSA, A., LOPES, D. C. BELLAVAR, C. Mananoligossacarídeos, ácidos orgânicos. e probióticos para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 61, n. 235, p. 467-476, 2012.

CORASSA, A.; LOPES, D. C.; OSTERMANN, J. D.; SANFELICE, A. M.; TEIXEIRA, A. O.; SILVA, G. F.; PENA, S. M. Níveis de ácido fólico em dietas contendo ácido fórmico para leitões de 21 a 48 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 462-470, 2006.

COSTA, L. B., ALMEIDA, V. V., BERENCHTEIN, B., TSE, M. L. P., ANDRADE, C.; MIYADA, V.S.. Aditivos fitogênicos e butirato de sódio como alternativas aos antibióticos para leitões desmamados. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 60, n. 231, p. 733-744, 2011.

COSTA, L. B., LUCIANO, F. B.; MIYADA, V. S.; GOIS, F. D. Herbal extracts and organic acids as natural feed additives in pig diets. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 43, n. 2, p. 181-193, 2013.

ERWIN, E. S.; MARCO, G. J.; EMERY, E. M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 44, n. 9, p. 1768-1771, 1961.

- FREITAS, L. S.; LOPES, D. C.; FREITAS, A. F.; CARNEIRO, J. C.; CORASA, A.; PENA, S. M.; COSTA, L. F. Avaliação de ácidos orgânicos em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 1711-1719, 2006.
- GEBRU, E.; LEE, J. E.; SON, J. C.; YANG, S. Y.; SHIN, S. A.; KIM, B.; KIM, M. K.; PARK, S. C. Effect of probiotic-, bacteriophage-, or organic acid-supplemented feeds or fermented soybean meal on the growth performance, acute-phase response, and bacterial shedding of grower pigs challenged with *Salmonella enterica* serotype Typhimurium. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. 3880-3886, 2010.
- GOMES, F. E.; FONTES, D. O.; C. H. F.; VASCONCELLOSC, H. F.; SILVA, F. C. O. Ácido fumárico e sua combinação com ácido láctico ou propionato de cálcio em dietas de leitões recém-desmamados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 3, p. 678-686, 2011.
- GOMES, F. E.; FONTES, D. O.; SALIBA, E. O. S.; FERREIRA, W. M.; FIALHO, E. T.; SILVA, F.C. O.; SILVA, M. A.; CORRÊA, G. S. S.; SALUM, G. M. Ácido fumárico e sua combinação comos ácidos butirico ou fórmico em dietas de leitões recém-desmamados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, p. 1270-1277, 2007.
- GRILLI, E.; MESSINA, M. R.; TEDESCHI, A.; PIVA, A. Feeding a microencapsulated blend of organic acids and nature identical compounds to weaning pigs improved growth performance and intestinal metabolism. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 133, p. 1-3, p.173-175, Sep. 2010.
- KASPROWICZ-POTOCKA, M.; FRANKIEWICZ, A.; SELWET, M.; CHILOMER, K. Effect of salts and organic acids on metabolite production and microbial parameters of piglets digestive tract. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 126, p. 310-313, 2009.
- LI, Z.; YI, G.; YIN, J.; SUN, P.; LI, D.; KNIGHT, C. Effects of organic acids on growth performance, gastrointestinal pH, intestinal microbial populations and immune responses of weaned pigs. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 21, n. 2, p. 252-261, 2008.
- MANZANILLA, E. G.; PEREZ, J. F.; MARTIN, M.; KAMEL, C.; BAUCCELLS, F.; GASA, J. Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 3210-3218, 2004.
- MEUNIER, J.-P.; CARDOT, J.-M.; GAUTHIER, P.; BEYSSAC, E.; ALRIC, M. Use of rotary fluidized-bed technology for development of sustained-release plant extracts pellets: potential application for feed additive additive delivery. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 1850-1859, 2006.
- MIGUEL, W. C.; NETO, M. A. T.; BERTO, D. A.; KOBASHIGAWA, E.; GANDRA, E. R. S. Suplementação de acidificantes em rações de leitões desmamados: desempenho e digestibilidade. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 48, n. 2, p. 141-146, 2011.

- NAMKUNG, H.; LI, M.; GONG, J.; YU, H.; COTTRILL, M.; DE LANGE, C. F. M. Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 84, n. 4, p. 697-704, 2004.
- OETTING, L. L.; UTIYAMA, C. E.; GIANI, P. A.; RUIZ, U.S.; MIYADA, V. S. Efeitos de extratos vegetais e antimicrobianos sobre a digestibilidade aparente, o desempenho, a morfometria dos órgãos e a histologia intestinal de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1389-1397. 2006.
- PARTANEN, K.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 12, n. 1, p. 117-145, 1999.
- PEÑACOVA, J. M. **Efecto de la fermentación microbiana en el intestino grueso sobre la digestión, absorción y utilización de nutrientes**: Comparación Entre el Cerdo Landrace y el Ibérico. 2002. Tesis (Doctoral) - Programa de Producción Animal del Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra. 2002.
- PIVA, A.; GRILLI, E.; FABBRI, L.; PIZZAMIGLIO, V.; CAMPANI, I. Free versus microencapsulated organic acids in medicated or not medicated diet for piglets. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 108, p. 214-217, 2007a.
- PIVA, A.; PIZZAMIGLIO, V.; MORLACCHINI, M.; TEDESCHI, M.; PIVA, G. Lipid microencapsulation allows slow release of organic acids and natural identical flavors along the swine intestine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 486-493, 2007b.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- ROTH, F.X. Ácidos orgánicos en nutrición porcina: eficacia y modo de acción. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN, 11., 2000. **Proceedings...** Fundación Española para El Desarrollo de la Nutrición Animal – FEDNA. 2000. p. 169-181.
- SCHURCH, A. F.; CRAMPTON, E. W.; HASKELL, S. R.; LLOYD, E. The Use of Chromic Oxide in Digestibility Studies with Pigs Fed Adlibitum in the Barn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 11, p. 261-265, 1952.
- SILVA, A. M R.; BERTO, D.A.; LIMA, G.J. M. M.; WECHSLER, F.S.; PADILHA, P.M.; CASTRO, V. S. Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 286-295, 2008.
- SILVA, C.A., Consumo Suínos. In: VIEIRA, S.L., **Consumo e preferência alimentar dos animais Domésticos**, 1ª Ed., p. 203-263, Ed. Phytobiotics Brasil 2010.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI; M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010

SILVEIRA, H.; ALVARENGA, R. R.; RODRIGUES, V. V.; JÚNIOR, G. M. O.; ZANGERONIMO, M. G. Padronização de uma metodologia eficaz de determinação do pH do conteúdo estomacal de leitões na fase inicial. **Pubvet**, Londrina, v. 1, n. 8, 2007.

SURYANARAYANA, M. V. A. N.; SURESH, J.; RAJASEKHAR, M. V. Organic acids in swine feeding: a review. **Agricultural Science Research Journals**, Moorebank, v. 2, n. 9, p. 523- 533, 2012.

UTIYAMA, C. E.; OETTING, L. L.; GIANI, P. A.; RUIZ, U. S.; MIYADA, V. S. Efeitos de antimicrobianos, prebióticos, probióticos e extratos vegetais sobre a microbiota intestinal, a frequência de diarreia e o desempenho de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2359-2367, 2006.

VASSALO, M.; FIALHO, E. T.; OLIVEIRA, A. I. G.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A. G. Probióticos para leitões dos 10 aos 30 kg de peso vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 131-138, 1997.

WILLAMIL, J.; CREUS, E.; PÉREZ, F. J.; MATEU, E.; ORÚE-MARTÍN, S. M. Effect of a microencapsulated feed additive of lactic and formic acid on the prevalence of Salmonella in pigs arriving at the abattoir. **Archives of Animal Nutrition**, Montreux, v. 65, n. 6, p. 431-444, 2011.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados do trabalho podemos concluir que *Blend* de ácidos orgânicos mais óleos essenciais com menor inclusão é tão eficiente quanto o *Blend* de ácidos orgânicos microencapsulados e o *Blend* de sais de ácidos orgânicos utilizados em maior quantidade, sugerindo um sinergismo na associação de ácidos orgânicos e óleos essenciais, permitindo utilizar uma menor quantidade por tonelada de ração tratada, o que pode ter uma repercussão econômica para a indústria e o produtor.