

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

ÁCIDOS ORGÂNICOS EM DIETAS DE SUÍNOS

Marco Monteiro de Lima
Zootecnista

2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

ÁCIDOS ORGÂNICOS EM DIETAS DE SUÍNOS

Marco Monteiro de Lima

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para a
obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

2016

L732a Lima, Marco Monteiro de
Ácidos orgânicos em dietas de suínos / Marco Monteiro de Lima.
-- Jaboticabal, 2016
vi, 67 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016

Orientadora: Maria Cristina Thomaz

Banca examinadora: Fábio Henrique Lemos Budiño, Hirasilva
Borba, Luciano Hauschild, Rosemeire da Silva Filardi

Bibliografia

1. Aditivos. 2. Carne. 3. Suínos. 4. Saúde Intestinal. 5.
Antibióticos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 636.087:636.4

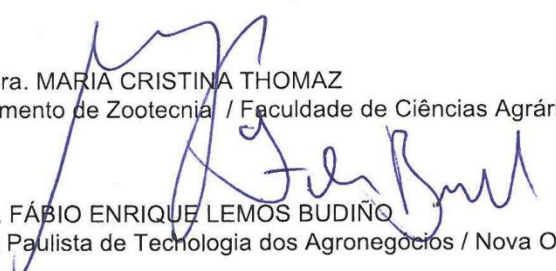
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ÁCIDOS ORGÂNICOS EM DIETAS DE SUÍNOS

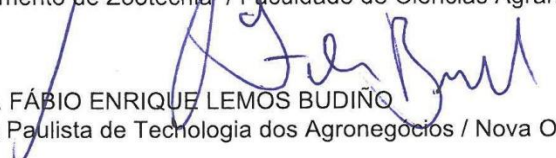
AUTOR: MARCO MONTEIRO DE LIMA

ORIENTADORA: MARIA CRISTINA THOMAZ

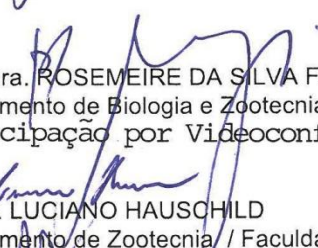
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em ZOOTECNIA, pela
Comissão Examinadora:



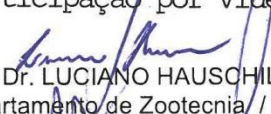
Profa. Dra. MARIA CRISTINA THOMAZ
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. FÁBIO ENRIQUE LEMOS BUDIÑO
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Nova Odessa/SP



Profa. Dra. ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira
Participação por Videoconferência



Prof. Dr. LUCIANO HAUSCHILD
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. HIRASILVA BORBA
Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Jaboticabal, 29 de janeiro de 2016.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Marco Monteiro de Lima nasceu em São Paulo/SP, no dia 21 de janeiro de 1985. Graduiu-se em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista -Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, em fevereiro de 2010. Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus Jaboticabal, fevereiro de 2012. Iniciou o Curso de Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus Jaboticabal, em março de 2012. Ingressou na função de nutricionista em suinocultura na empresa Salus Group em 2015.

Aos meus pais Manoel e Rosemary...

À República Xicreti...

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado, guiando meus passos;

Aos meus pais, Manoel e Rosemary, meus irmãos, Carla e Pedro, meu cunhado João e minha sobrinha Manoela, pelo amor e apoio incondicionais;

Aos professores e funcionários de Ilha Solteira em especial, Rosemeire, Dermeval e João pela amizade, confiança e ensinamentos que vão muito além da profissão;

À Professora Maria Cristina Thomaz pela confiança, amizade e orientação durante a realização do doutorado;

À minha namorada Letícia pelo amor, carinho e dedicação ;

Aos integrantes da república Xicreti, Fabrício (Enema), Thalís (Riniti), Samuel (Puro-Love), Fernando (Gracinha), Félix (Tranzante), Guilherme (Caxará) pela amizade e dedicação.

À equipe Fabrício Castellini, Fabrício Faleiros, Everton, Manuela, Daniela, Maryane, Patrícia, Jade e Thaisa por toda ajuda, dedicação e amizade para realização do trabalho;

Aos funcionários José, Wilson e João por toda a ajuda, amizade e carinho dispensada durante a realização do trabalho de campo;

Aos professores de Jaboticabal que muito contribuíram para a minha formação profissional;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudos e financiamento da pesquisa.

Muito obrigado...

CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 014860/12 do trabalho de pesquisa intitulado "**Blend de ácidos orgânicos e ácidos graxos em dietas de suínos**", sob a responsabilidade da Profª Drª Maria Cristina Thomaz está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 03 de julho de 2012.


Prof. Dr. Andrigo Barboza De Nardi
Coordenador - CEUA

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
3.1. Produção e expectativas da suinocultura brasileira	2
3.2. Desmame e diarreia de leitões.....	4
3.3. Qualidade da carne.....	5
3.4. Ácidos Orgânicos.....	9
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
 Capítulo 2 - Efeito de ácidos orgânicos sobre o desempenho, a digestibilidade de aminoácidos das dietas e na estrutura intestinal de leitões recém-desmamados.....	 24
RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	25
1. INTRODUÇÃO	26
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.1. Animais e alojamento.....	27
2.2. Alimentação	28
2.3. Desempenho.....	28
2.4. Incidência de diarreia e taxa de passagem das dietas.....	28
2.5. Análise microbiológica.....	30
2.6. Taxa de mitose e apoptose das células intestinais.....	30
2.7. Estrutura do intestino delgado.....	32

2.8. Coeficiente de digestibilidade das dietas.....	33
2.9. Análise estatística.....	33
3. RESULTADOS.....	34
4. DISCUSSÃO.....	39
5. CONCLUSÃO.....	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

Capítulo 3 - Efeito de ácidos orgânicos sobre o desempenho, digestibilidade das dietas, qualidade da carcaça e de carne de suínos em crescimento e terminação.....	46
RESUMO.....	46
ABSTRACT.....	47
1. INTRODUÇÃO	48
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	49
2.1. Animais e alojamento.....	49
2.2. Alimentação	49
2.3. Desempenho.....	50
2.4. Digestibilidade das dietas experimentais.....	50
2.5. Abate e características de carcaças.....	52
2.6. Qualidade da carne.....	53
2.7. Perfil de ácidos graxos	55
2.8. Análises estatística	55
3. RESULTADOS.....	55
4. DISCUSSÃO.....	61
5. CONCLUSÃO.....	63
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 2.....	24
Tabela 1. Ingredientes, composições química e centesimal das dietas experimentais para suínos durante o período experimental.....	29
Tabela 2. Peso Inicial (PI), peso final (PF) e desempenho de leitões alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.....	34
Tabela 3. Incidência de diarreia e taxa de passagem das dietas para leitões alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.....	35
Tabela 4. Análises microbiológicas e pH dos conteúdos estômago e do intestino de leitões abatidos com 14 dias pós desmame alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.....	35
Tabela 5. Estrutura do intestino delgado e taxas de mitose e de apoptose do intestino de leitões abatidos com 14 dias pós-desmame alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.....	36
Tabela 6. Estrutura do intestino delgado e taxas de mitose e de apoptose do intestino de leitões abatidos com 28 dias pós-desmame alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.....	37
Tabela 7. Digestibilidade Ileal de aminoácidos de leitões abatidos aos 14 dias pós desmame alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.....	38
Table 8. Digestibilidade Ileal de aminoácidos de leitões abatidos aos 28 dias pós desmame alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.....	39
CAPÍTULO 3.....	46
Tabela 1. Ingredientes, composições química e centesimal das dietas experimentais para suínos durante o período experimental.....	51
Tabela 2. Peso Inicial (PI), peso final (PF) e desempenho de suínos alimentados com níveis crescentes de um ácidos orgânicos.....	56

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade das dietas experimentais de suínos em crescimento alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.....	57
Tabela 4. Características de carcaça de suínos alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.....	58
Table 5. Qualidade da carne de suínos alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.....	59
Tabela 6. Valores médios dos ácidos graxos do músculo <i>Longissimus</i> de suínos alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.....	60

ÁCIDOS ORGÂNICOS EM DIETAS DE SUÍNOS

Resumo – Objetivou-se avaliar os efeitos da utilização de uma mistura (*Blend*) de ácidos orgânicos (ácido acético 147,00 g/kg; ácido cítrico 8,55 g/kg; ácido fórmico 245,00 g/kg; ácido láctico 133,65 g/kg; ácido fosfórico 137,75 g/kg e cálcio 137,00 g/kg) nas dietas de suínos, dos 21 aos 64 dias de idade e dos 65 aos 150 dias de idade, sobre o desempenho, a digestibilidade e taxa de passagem das dietas, a incidência de diarreia, as características morfofisiológicas e microbiológicas do sistema digestório e a qualidade da carcaça e da carne. Para isso, foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro utilizado 96 leitões desmamados com 21 ± 1 dia de idade, e o segundo utilizado 36 suínos com $29,38 \pm 3,13$ kg. Os animais dos dois experimentos foram distribuídos de acordo com o delineamento em blocos casualizados, sendo o primeiro composto por 4 tratamentos, 8 repetições e 3 animais por unidade experimental, enquanto o segundo foi composto por 4 tratamentos, 9 repetições e 1 animal por unidade experimental. Os 4 tratamentos de cada experimento estavam de acordo com a inclusão de 0; 0,15; 0,30 e 0,45 do *Blend*. Todos os dados foram submetidos à análise de variância e polinômios ortogonais foram realizados para determinar os efeitos lineares, quadráticos e cúbicos, usando o procedimento *Mixed*. No primeiro experimento observou-se que o *Blend* não foi capaz de prevenir e nem recuperar as disfunções do intestino delgado gerado pelo período pós desmame. Não notou-se, também, qualquer melhora produtiva dos animais na fase de creche, dos 21 aos 64 dias de idade. No segundo experimento verificou-se efeito linear crescente para o pH24h no músculo *Longissimus* e efeito quadrático nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e energia bruta, com os melhores resultados com a inclusão de 0,17 e 0,18% do *Blend*, respectivamente, entretanto estas mudanças não geraram melhorias no desempenho, qualidade da carcaça e da carne. Portanto, o *Blend* não gera qualquer efeito que justifica sua utilização para animais de creche, crescimento e terminação.

Palavras-chave: aditivos, características morfofisiológicas e microbiológicas, carcaça, carne, leitões.

ORGANIC ACIDS IN DIETS OF PIGS

Abstract - The objective was to evaluate the effects of using a mixture (Blend) of organic acids (acetic acid 147,00 g/kg; citric acid 8.55 g/kg; formic acid 245.00 g/kg; lactic acid 133.65 g/kg; phosphoric acid 137,75 g/kg and calcium 137.00 g/kg) in the diets of pigs from 21 to 64 days of age and from 65 to 150 days of age on performance, digestibility of diets, the rate of passage of the diets, the incidence of diarrhea, morphophysiological and microbiological characteristics of the digestive system and carcass quality and meat. For this, two experiments were conducted, being the first used 96 piglets weaned at 21 ± 1 days old, and the second used 36 pigs with 29.38 ± 3.13 kg. The animals of the two experiments were distributed according to a randomized block design, the first composed of four treatments, eight replicates and three animals per experimental unit, while the second was composed of 4 treatments, 9 replicates and one animal per experimental unit. The 4 treatments for each experiment were in agreement with the inclusion of 0; 0.15; 0.30 and 0.45 Blend. All data were subjected to analysis of variance and orthogonal polynomials were conducted to determine the linear, quadratic and cubic effects, using the Proc Mixed procedure. In the first experiment it was observed that the Blend was not able to prevent and or retrieve dysfunctions generated by the small intestine after weaning period. Not noticed, too, any productive improvement of animals in the nursery phase, from 21 to 64 days old. In the second experiment there was an increasing linear effect for pH24h in *Longissimus* muscle and quadratic effect on digestibilidade coefficients of dry matter and gross energy, with the best results with the addition of 0.17 and 0.18% of the blend, respectively, however these changes did not result in improvements in performance, carcass quality and meat. Therefore, the blend does not generate any effect that justifies their use for nursery pigs, growing and finishing.

Keywords: additives, carcass, meat, morphophysiological and microbiological characteristics, piglets.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A carne suína é a mais produzida e consumida no mundo atingindo, segundo a USDA (2015), 111,458 milhões de toneladas, ou seja, 43,23% de toda a produção de carnes no ano de 2015.

Dentro do processo de criação de suínos, o desmame é o período mais crítico, sendo caracterizado por uma experiência estressante que gera problemas fisiológicos, como, severas diarreias, em especial, a colibacilose pós-desmame causada, principalmente, pela proliferação de *Escherichia coli* enterotoxigénica (ANAMI, 2008; WELLOCK et al., 2008).

Estes problemas fisiológicos são contornados, usualmente, por meio da inclusão de aditivos antimicrobianos às rações (MIGUEL, 2008). Entretanto, o uso destes produtos, principalmente os antibióticos, segundo Gattás (2009), vem sendo proibido por dois motivos: reações de hipersensibilidade e indução de resistência cruzada para bactérias patogénicas para humanos, causadas por resíduos presentes na carne.

Já nos processos científico e comercial da cadeia produtiva da carne suína, a busca por uma carne com maior vida de prateleira, maior qualidade sensorial e com preço acessível, que possa atender as exigências dos consumidores e, assim, alcançar novos mercados, tem lugar de destaque (POLLETO et al., 2002; THOMS et al., 2010; MAGNONI E PIMENTEL, 2015).

Uma das principais causas relacionadas à baixa qualidade sensorial e vida de prateleira da carne suína é o estresse a que os animais estão submetidos durante todo seu processo de criação, como superlotação, mudanças de dieta e do local de criação (BAPTISTA et al., 2011; VELONI et al., 2013), entretanto, pouco se sabe como o estresse, assim como ocorre nos seres humanos, pode gerar desequilíbrio entre as espécies reativas do metabolismo do oxigênio e os antioxidantes gerando assim oxidação dos ácidos graxos polinsaturados, e degradação de proteínas e peroxidação de carboidratos (HALLIWELL e WHITEMAN, 2004; ANDRADE Júnior et al., 2005).

Nesse sentido os ácidos orgânicos de cadeia curta podem ser uma alternativa no combate às espécies reativas, pois além do seu efeito antimicrobiano, que pode contornar os efeitos relacionados à incapacidade fisiológica dos leitões no período pós-desmame, podem agir como antioxidantes, já que através da doação de átomos de hidrogênio são capazes de retardar a degradação enzimática, agir como agentes quelantes, ligando-se a metais como ferro e cobre, prevenindo ou reduzindo a oxidação oriunda da catálise dos metais-íons (ADAMS, 1999; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009; FASCINA, 2011).

Diante deste cenário, nutricionistas, pesquisadores e empresários estão alterando, de forma significativa, a composição das dietas dos suínos, por meio da busca de novas tecnologias nutricionais e aditivos alternativos, como ácidos orgânicos, que proporcionem resultados produtivos similares ou melhores que os antibióticos (LORENÇON et al., 2007; CHIQUIERI et al., 2009).

2. OBJETIVO

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da utilização de um *blend* composto basicamente por ácidos orgânicos nas dietas de suínos, dos 21 aos 64 dias e dos 65 aos 150 dias de idade, sobre o desempenho, digestibilidade das dietas, taxa de passagem, incidência de diarreia, características morfofisiológicas e microbiológicas do sistema digestório, qualidade da carcaça e da carne.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Produção e expectativas da suinocultura brasileira

O Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial em produção e exportação de carne suína, tendo produzido no ano de 2015, 3,451 milhões de toneladas, ficando atrás apenas da União Européia e Estados Unidos, e exportado 565 mil toneladas sendo 16,37% do total produzido (USDA, 2015).

Entretanto, apesar do Brasil ser o terceiro maior exportador, seu volume exportado foi 53,03% menor que o do segundo colocado, o Canadá, que produziu, apenas, 54,12% da produção brasileira em 2015 (USDA, 2015).

As baixas exportações ocorrem devido a três principais fatores: barreiras sanitárias, como o não reconhecimento do status sanitário, barreiras técnicas, como rastreabilidade, bem estar animal, restrições ambientais, padrões sociais e de trabalho, e custos de produção, como custo da ração, custo portuário e o custo da mão-de-obra (ABPA, 2009; SEABRA et al., 2009; FIESC, 2012).

Já o consumo de carne suína no Brasil foi de 15,6 kg/habitante/ano em 2013, enquanto a média nos Estados Unidos e nos países da Europa foi superior a 30 kg/habitante/ano (MAPA, 2014). Segundo Sabb (2011) as razões para o baixo consumo de carne suína são: considerar que o suíno seja criado de maneira inadequada e, portanto, transmita uma série de doenças aos consumidores; acreditar que a carne de frango seja mais saudável, além de mais barata que as outras carnes, e as demandas do consumidor por alimentos mais fáceis e práticos de preparar.

Entretanto, apesar do consumo da carne suína sofrer grandes pressões dos consumidores internacionais e brasileiros, a produção no Brasil vem crescendo gradativamente. Esse crescimento deve-se, principalmente, às mudanças sofridas pela suinocultura nacional diante das alterações de hábitos alimentares dos consumidores, principalmente na procura por cortes nobres e produtos embutidos, e à oportunidade de maiores rentabilidades (HORTA et al., 2010).

Dentre as iniciativas que estão proporcionando estas mudanças, tem lugar de destaque o Projeto Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura–PNDS. Esta iniciativa, coordenada pela Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS), teve início em 2009 e em pouco mais de três anos, segundo a FAEMG (2013), aumentou em 2,6 kg o consumo per capita de carne suína no país. Além das ações na cadeia produtiva, comercialização, indústria e produção, o programa possui metas físicas como implantar modelos de produção tecnicamente adequados, economicamente eficientes e sanitariamente seguros, ampliar alternativas de preparação e apresentação da carne suína nos mais diferentes cortes e oferecer ao consumidor informações qualificadas sobre a qualidade da carne (ABCS, 2015).

Outros fatores que estão contribuindo para o aumento das exportações são: a abertura de novos mercados, divulgação da sua produção e eliminação de algumas

barreiras sanitárias, principalmente quando se diz respeito ao mercado externo (SEBRAE, 2014).

Assim, segundo o OECD/FAO (2014), espera-se que o Brasil aumente de 2014 a 2023, de 3462 para 4,113 milhões de toneladas produzidas; de 2,944 para 3,570 milhões de toneladas consumidas no Brasil e de 529 para 555 mil toneladas exportadas.

3.2. Desmame e diarreia de leitões

O desmame é, sem dúvida, um dos períodos mais críticos da vida do suíno. É caracterizado por uma experiência estressante para leitões dos pontos de vista ambiental, fisiológico, nutricional e social, sendo difícil determinar a contribuição de cada um destes fatores (VAN BEERS-SCHREURS et al., 1998; ROESE e TAYLOR, 2006), e que pode ser intensificado pela precocidade a qual ele é realizado (3-4 semanas de idade) em sistemas de produção intensiva (COX e COOPER, 2001).

Dos pontos de vista nutricional e fisiológico, a mudança da dieta líquida, leite materno, para uma dieta sólida (VAN BEERS-SCHREURS et al., 1998), composta principalmente por ingredientes vegetais, pode gerar maior agressão às vilosidades, promovendo maior descamação no ápice, sem que ocorra renovação dos mesmos em tempo hábil, com aumentos da profundidade de criptas e da produção de muco (SCHNEEMAN et al., 1982).

A agressão às vilosidades é intensificada pelo período de anorexia ou de insuficiente ingestão alimentar, na qual a energia ingerida é insuficiente para manutenção dos animais (PLUSKE et al., 1997; BRUININX et al., 2001), fato esse, considerado por muitos autores (PLUSKE et al., 1997; VAN BEERS-SCHREURS et al., 1998; WOLTER e ELLIS, 2001; PLUSKE et al., 2005; LALLÈS et al., 2007) o maior responsável pelos danos intestinais, que geram baixas absorções dos nutrientes, água e eletrólitos.

Além disso, a baixa capacidade de acidificarem o estômago e a ineficiente secreção e atividade das enzimas gástricas e pancreáticas, somado às tensões sociais e ambientais profundas, bem como alterações agudas, tanto no padrão de consumo e o tipo de dieta (DAVIDICH E SÈVE, 2000) geram severas diarreias, em especial, a colibacilose pós-desmame causada, principalmente, pela proliferação de

Escherichia coli enterotoxigénica (ANAMI, 2008; WELLOCK et al., 2008), e a proliferação de bactérias proteolíticas (HEO et al., 2009), que produzem como produtos finais da fermentação os ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR), NH_3 , e compostos como fenois, indoís e aminas biogênicas (WILLIAMS et al., 2005).

Na tentativa de melhorar a produtividade animal e contornar os problemas relacionados à incapacidade fisiológica dos leitões, o emprego de antimicrobianos na suinocultura moderna tem sido praticado há cerca de 50 anos em diversos países (DIBNER E RICHARDS, 2005; KIM et al., 2005; MIGUEL, 2008).

Entretanto, o uso destes produtos, principalmente os antibióticos, vem sendo proibido pela União Europeia, blocos asiáticos e Oriente Médio devido a preocupação com a segurança alimentar por parte da sociedade consumidora sob a alegação de presença de resíduos na carne, leite ou ovos, que podem causar reações de hipersensibilidade e, até em alguns casos, propriedades cancerígenas; e indução de resistência cruzada para bactérias patogênicas para humanos, o que pode provocar uma seleção de estirpes resistentes dentro dos grupos de bactérias que são patogênicas primárias ou oportunistas para o homem (KIM et al., 2005; GATTÁS, 2009; SANTANA et al., 2011).

Neste sentido, na contramão do uso dos antimicrobianos, uma fatia expressiva de aditivos alternativos (probióticos, prebióticos, ácidos orgânicos, ácidos graxos, etc.) tem surgido no mercado (CHIQUEIRI et al., 2009). Dentre eles, os ácidos orgânicos têm sido utilizados como alternativas promissoras, em substituição aos antibióticos utilizados em rações de suínos.

3.3. Qualidade da carne

O consumidor é o elo final da cadeia produtiva, e é ele quem determinará as características dos produtos a serem oferecidos. Entretanto, quando se envolve o termo qualidade de carne, as exigências da indústria e do consumidor possuem focos distintos. Assim, a indústria tende a considerar como importantes os seguintes itens de qualidade: carne magra com alto rendimento de cortes; necessidade mínima de acabamento, aparência atrativa e alta estabilidade durante a estocagem à frio. Já o consumidor moderno preocupa-se com aspectos de saúde e segurança alimentar, a compatibilidade ambiental, o bem-estar animal e os padrões de produção

socialmente equilibrados que não se utilizem, por exemplo, de mão-de-obra infantil. Preços e quantidades não são as únicas variáveis que interessam ao consumidor moderno (BENEVENUTO, 2002; OLIVEIRA, 2005; ZAMUDIO, 2010).

Portanto, parâmetros de qualidade da carne devem ser conhecidos para obterem-se produtos *in natura* ou processados, de melhor qualidade e de maior valor agregado assegurando, assim, satisfação ao consumidor, tanto no ato da compra, quanto no ato do preparo e consumo da carne suína (ROSA et al., 2008), o que gera ganhos para a cadeia produtiva.

Além disso, a avaliação da qualidade da carne suína deve ser baseada em medidas relativamente baratas e rápidas, tomadas em linha de abate onde a identificação da carcaça está disponível, a fim de ter melhor utilização do produto para posterior processamento e distribuição (TOLDRÁ e FLORES, 2000).

Dentre as exigências da qualidade da carne, os aspectos relacionados à segurança alimentar e saúde têm lugar de destaque. O medo da população em relação aos riscos biológicos e químicos que a carne pode trazer e a busca por alimentos enriquecidos nutritivamente, tem levado as indústrias a buscarem aditivos alternativos que garantam estes dois parâmetros exigidos pelo mercado.

Dentre os aditivos alternativos usados no mercado, os ácidos orgânicos têm lugar de destaque, pois, além de sua atividade antimicrobiana, que pode prevenir a contaminação da carcaça de suínos por *Salmonella* no pré-abate (CALVEYRA, 2010), favorecem o desempenho dos animais, principalmente em crescimento. Isso pode estar associado à menor taxa de passagem do alimento no trato gastrintestinal que favorece o aumento da atividade de enzimas proteolíticas e da digestão proteica; melhoria da morfologia da mucosa; estímulo à secreção pancreática e ao fato dos ácidos orgânicos poderem servir como substrato no metabolismo intermediário (PARTANEN e MROZ, 1999; MROZ, 2005).

Em relação à carne, segundo Upadhaya et al. (2014) a mistura de ácidos orgânicos pode exercer um papel importante na melhoria de sua qualidade, pois podem combater os radicais livres gerados pelo estresse oxidativo.

Segundo Sies (1993) e Ferreira e Matsubara (1997) o estresse oxidativo é gerado pelo desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes que resulta na indução de danos celulares pelas espécies reativas do metabolismo do oxigênio

(ERMO), composto por radicais livres e espécies não radicais como H_2O_2 (peróxido de hidrogênio) e HOCl (ácido hipocloroso).

Os radicais livres são moléculas orgânicas e inorgânicas e átomos que contém um ou mais elétrons não pareados, altamente instáveis e reativas encontrados em todos os sistemas biológicos (BIACHI e ANTUNES, 1990; HALLIWELL, 1994; FERREIRA e MATSUBARA, 1997; MARTELLI e NUNES, 2014) e que em proporções adequadas proporcionam a produção de ATP, fertilização do óvulo, ativação de genes e participação de mecanismos de defesa durante o processo de infecção (FERREIRA e MATSUBARA, 1997; BARBOSA et al., 2010).

São formados nas mitocôndrias, membranas celulares e no citoplasma, sendo as mitocôndrias a maior fonte endógena de produção dos radicais livres. Em condições fisiológicas normais, os organismos aeróbicos metabolizam de 85% a 90% do oxigênio (O_2) consumido na mitocôndria, por meio da cadeia transportadora de elétrons, sendo o restante utilizado por diversas enzimas oxidases e oxigenases e reações químicas de oxidação direta (SCHNEIDER e OLIVEIRA, 2004; BARBOSA et al., 2010; MARTELLE e NUNES, 2014).

Entretanto, quando o equilíbrio é interrompido, surge a condição de estresse oxidativo, na qual os elétrons não pareados na órbita dos radicais livres são capazes de oxidar outras moléculas com as quais se encontram, como proteínas, carboidratos, lipídeos e o ácido desoxirribonucleico (ANDRADE Jr. et al., 2005).

Essa oxidação de biomoléculas com consequente perda de suas funções biológicas e/ou desequilíbrio homeostático, gera dano oxidativo potencial contra células e tecidos, gerando desnaturação celular, destruição das membranas biológicas, inativação ou mutação do DNA, inativação de enzimas, oxidação dos ácidos graxos polinsaturados e degradação de proteínas (HALLIWELL E WHITEMAN, 2004; CÓRDOVA E NAVAS, 2000), fatores estes que podem causar danos na qualidade da carne.

Dentre os fatores que contribuem para o aumento do desequilíbrio entre a produção de radicais livres e sua neutralização pelos sistemas antioxidantes são: estresse, poluição ambiental, resíduos de pesticidas presentes em alimentos cultivados em grandes quantidades e lesões teciduais (FERREIRA e MATSUBARA,

1997; CAMPOS, 2009), fatores as quais os suínos estão submetidos durante toda sua fase produtiva.

Neste sentido, os ácidos orgânicos podem ser alternativa potencial na proteção do organismo contra a ação dos radicais livres, agindo como antioxidantes.

O sistema de defesa antioxidante tem a função de inibir e/ou reduzir os danos causados pela ação deletéria dos radicais livres ou das espécies não radicais. Tais ações, segundo Clarkson et al. (2000) e Koury et al. (2003) podem ser alcançadas por meio de diferentes mecanismos de ação: impedindo a formação dos radicais livres ou espécies não radicais (sistemas de prevenção), impedindo a ação desses (sistemas varredores) ou, ainda, favorecendo o reparo e a reconstituição das estruturas biológicas lesadas (sistemas de reparo).

No caso dos ácidos orgânicos, os mesmos agiriam de forma preventiva contra a formação dos radicais livres já que têm a capacidade de formar quelatos com íons de ferro e cobre, evitando que os mesmos sirvam como catalisadores em reações de óxido-redução evitando, assim, a formação de radicais livres (BELLAYER, 2000; BARBOSA et al., 2010).

Os íons ferro e cobre são muito ativos em reações de óxido-redução, o que os capacitam como potentes catalisadores das reações de geração de radicais livres. O papel dos metais na formação *in vitro* das espécies reativas do metabolismo do oxigênio é confirmado pelas reações de Fenton e de HaberWeiss, sendo o ferro o maior responsável por estas reações devido sua abundância no organismo (DUNFORD, 1987; GUTTERIDGE, 1988; HALLIWELL e GUTTERIDGE, 1990). Na reação de Fenton a liberação do ferro intracelular, associada à baixa capacidade líquórica de ligação ferro-proteína e a deficiência de enzimas antioxidantes no sistema nervoso central, aumentam a formação de radicais livres, enquanto na reação de HaberWeiss o excesso de Fe^{+++} , e OH estimula a lipoperoxidação de membranas. Lesões teciduais associadas a sangramentos também podem liberar hemoglobina (Hb) e ferro, favorecendo reações oxirredutoras (VAN DER KRAAIJ et al., 1988; HALLIWELL e GUTTERIDGE, 1990; FERREIRA e MATSUBARA, 1997).

Portanto, apesar dos efeitos benéficos sobre o desempenho e carcaça de suínos com o uso dos ácidos orgânicos, existem poucas informações, na literatura, sobre os efeitos que o uso de ácidos orgânicos na alimentação de suínos em

crescimento e terminação podem gerar na qualidade da carne, o que torna seu estudo viável.

3.4. Ácidos Orgânicos

Ácidos orgânicos são ácidos de cadeia curta (C1 - C7), largamente distribuídos na natureza como constituintes normais de plantas ou tecido animal, mas também são formados por meio da fermentação microbiana de hidratos de carbono, predominantemente, no intestino grosso de suínos. Muitos deles estão também disponíveis como sais de sódio, potássio ou cálcio, forma que tem como vantagens a facilidade de manuseio e por serem menos voláteis, e como desvantagem a corrosividade e odor desagradável (PARTANEN e MROZ, 1999; DIBNER e BUTTIN, 2002; MROZ, 2005). Eles têm sido usados na alimentação de suínos e parecem oferecer muitas das vantagens dos antibióticos (DIBNER e BUTTIN, 2002).

Segundo Mroz (2005), o modo de ação dos ácidos orgânicos e seus sais não são uniformes, entretanto existe um consenso quanto alguns efeitos que são:

1. As formas não dissociadas difundem-se através das membranas celulares dos patógenos, destruindo seu citoplasma. Dentro da célula, na qual o pH é próximo de 7, o ácido irá dissociar-se e suprimir enzimas celulares, através da descarboxilase e catalase, e o sistema de transporte de nutrientes (PARTANEN e MROZ, 1999; MROZ, 2005);
2. A dissociação intestinal libera íons H^+ que protegem o trato gastrointestinal contra a invasão e colonização por patógenos (MROZ, 2005; AHMED et al., 2014);
3. Reduz o pH gástrico (METZLER e MOSENTHIN, 2009);
4. Na hidrólise gástrica libera íons H^+ , convertendo o pepsinogênio em pepsina, inibindo o crescimento bacteriano (RAVINDRAN e KORNEGAY, 1993; MROZ, 2005; SURYANARAYANA et al., 2012);
5. Como são produtos intermediários dos ácidos tricarboxílicos podem agir como fonte de energia no intestino dos suínos, estimulando o desenvolvimento da mucosa, o crescimento de células epiteliais, levando à maior capacidade de absorção (MROZ, 2005; SURYANARAYANA et al., 2012);

6. Agem de forma sinérgica com os antioxidantes combatendo as espécies reativas do metabolismo do oxigênio (BELLAYER, 2000).
7. Age como flavorizante e retardam a degradação enzimática (KAWA, 2015).
8. Atuam como agentes quelatantes, que se ligam a metais, como ferro e cobre, o que previne a formação de radicais livres e, consequentemente, danos oxidativos às células e tecidos (CÓRDOVA e NAVAS, 2000; KAWA, 2015).

Além disso, podem também: agir como precursores de aminoácidos não-essenciais; aumentar o fluxo sanguíneo e o efeito hipocolesterolêmico; diminuir o esvaziamento gástrico; aumentar a secreção de enzimas pancreáticas; diminuir a incidência e surtos de diarreia, febre, mortalidade e morbidade (MROZ, 2005).

Entretanto, diversos fatores podem interferir na ação dos ácidos orgânicos, como: pKa de ácido, taxa de inclusão e dose de ácidos suplementados, a composição da dieta, a capacidade de tamponamento do ácido, a palatabilidade da ração, a imunidade materna em vacinas contra patógenos e tipo de dieta, na qual as respostas dos animais que receberam ácidos orgânicos em dietas simples, a base de milho e farelo de soja, parecem ser melhores do que aqueles que receberam ácidos orgânicos em dietas que continham produtos lácteos (WEEDEN et al., 1990; PARTANEN e MROZ, 1999; DECUYPERE e DIERICK, 2003; MÖRZ, 2005).

Dentre os ácidos orgânicos mais utilizados estão os ácidos acético, cítrico, fórmico, láctico e fosfórico.

O ácido acético, cuja nomenclatura oficial é ácido etanoico, é um ácido monocarboxílico, que se apresenta naturalmente na forma líquida, incolor, com um odor pungente, sabor azedo e pKa de 3,75. Ele é, principalmente, transportado para o fígado funcionando como substrato energético para o tecido muscular, entretanto sua rapidez de absorção irá depender do pH luminal, pois o pH for abaixo do pKa, o ácido acético é absorvido mais rapidamente. Entre outras funções pode-se citar a possibilidade de aumentar a absorção de Ca e Mg e gerar relaxamento da resistência dos vasos (TOPPING, 1996; PARTANEN e MROZ, 1999; MORAES, 2009; BOAS, 2014).

O ácido cítrico é tricarboxílico e se apresenta naturalmente na forma de cristais brancos com um gosto amargo agradável, inodoro e pKa de 3,13. Possui baixo efeito antimicrobiano devido a muitos microrganismos o produzirem e a seu

baixo pKa e não exerce influência significativa nas digestibilidades da proteína e da energia e na retenção de nitrogênio. Entretanto, pesquisas apontam que o ácido cítrico é capaz de aumentar o ganho diário de peso dos animais e melhorar a conversão alimentar, sendo metabolizado através do ciclo do ácido cítrico como fonte de energia. Além disso, é o segundo ácido mais eficaz na redução do pH da dieta apesar de não ter sido possível definir um nível ótimo deste ácido na alimentação. Pode apresentar efeito sinérgico com antioxidantes, prevenindo a oxidação de óleos e gorduras (PARTANEN e MROZ, 1999; BELLAVER, 2000; DIBNER e BUTTIN, 2002; VILAS BOAS 2014).

O ácido fórmico, cuja nomenclatura oficial é ácido metanoico, é um ácido monocarboxílico que se apresenta naturalmente na forma líquida, transparente e incolor, com odor pungente e pKa de 3,75. É um acidulante eficaz, que na forma indissociada pode, rapidamente, difundir-se através da membrana, onde o mecanismo de absorção é similar a outros ácidos orgânicos de cadeia curta. Entretanto pode, também, inibir a metionina microbiana e enzimas, tais como as catalases. No geral, a atividade antimicrobiana do ácido fórmico é, principalmente, contra leveduras e algumas bactérias, enquanto que as bactérias lácticas e fungos são relativamente resistentes aos seus efeitos. O ácido fórmico é eficaz em pequenas concentrações (217 Mm) contra *E. coli*. (PARTANEN e MROZ, 1999; MROZ, 2005; VILAS BOAS 2014).

O ácido láctico é um composto orgânico de função mista, ácido carboxílico-álcool, que se apresenta naturalmente na forma líquida, tem odor semelhante ao do soro de leite e pKa de 3,86. É produzido por muitas espécies de bactérias, principalmente aquelas do gênero *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Pediococcus* e *Leuconostoc*, sendo constituinte natural de alguns alimentos. Sabe-se que o ácido láctico além da atividade antimicrobiana, contribui para a modificação da microbiota intestinal, mediante a produção de um meio favorável para bactérias lácticas, promovendo benefícios ao organismo do animal (PARTANEN e MROZ, 1999; MROZ, 2005; VILAS BOAS 2014).

Ácido fosfórico ou ortofosfórico é um ácido monovalente, líquido, incolor, solúvel em água e etanol (CARDOSO, 2016). Seu mecanismo de ação ainda não é claro, mas parece estar relacionado com a redução do pH na porção superior do

trato digestório, reduzindo o potencial de proliferação de microrganismos indesejáveis no estômago e intestino delgado de leitões (MAHAN et al., 1996). Já com a vitamina riboflavina, só encontrada em grande quantidade na carne suína e no leite, combina-se nos tecidos, fazendo parte de duas coenzimas, flavina mononucleotídeo e flavina adenina dinucleotídeo, substâncias que podem sofrer oxidação-redução, podendo aceitar ou doar dois elétrons. Além disso, são capazes de se ligar de forma sinérgica a antioxidantes prevenindo a oxidação de óleos e gorduras (GHISLA e MASSEY, 1986; BELLAVER, 2000; APS, 2011).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABCS - Associação Brasileira dos Criadores de Suíno, 2015. Projeto **Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura**. Disponível em: <<http://www.abcs.org.br/pnds/o-projeto>>. Acesso em: 26 fev. 2015.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal, 2009. **Restrições internacionais a carne suína**. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/news/65/127/Restricoes-internacionais-a-carne-suina.html>>. Acesso em: 21 jun. 2015.

ADAMS, C. A. Nutricines. Food components in Health and Nutrition. Nottingham. Nottingham Univ. Press, 1999.

AHMED, S. T.; HWANG J. A.; HOON, J.; MUN, H. S.; YANG, C. J. Comparison of Single and Blend Acidifiers as Alternative to Antibiotics on Growth Performance, Fecal Microflora, and Humoral Immunity in Weaned Piglets. **Asian Australasian Journal Animal Science**, v. 27, n. 1, p. 93-100, 2014.

ANAMI, R. Desenvolvimento e avaliação de uma bacterina contra colibacilose em suínos. **CESUMAR**, v. 10, n.02, p. 135-140, 2008.

ANDRADE JÚNIOR, D. R.; SOUZA, R. B.; SANTOS, S. A.; ANDRADE, D. R. Os radicais livres de oxigênio e as doenças pulmonares. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v, 31, n. 1, p. 60-68, 2005.

APS, 2011. Os benefícios da carne suína para a saúde. Disponível em: < <http://www.aps.org.br/home/1-timas/307-os-beneficios-da-carne-suina-para-sua-saude.html>>. Data de acesso: 1 jan. de 2016.

BAPTISTA, R. I. A. A.; BERTANI, G. R.; BARBOSA, C. N. Indicadores de bem-estar em suínos. **Ciência Rural**, v. 41, n.10, p. 1823-1830, 2011.

BARBOSA, K. B. F.; COSTA, N. M. B.; ALFENAS, R. C.; PAULA, S. O.; MINIM, V. P. R.; BRESSAN, J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n.4, p.629-643, 2010.

BELLAVER, C. 2000. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. Disponível em:<http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/memorias2000_bellaver.pdf>. Data de acesso: 29 dez. 2015.

BENEVENUTO JUNIOR, A. A. **Avaliação de rendimento de carcaça e de qualidade da carne de suínos comerciais, nativos e cruzados**. 2001. 110f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

BIACHI, M. L.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BRUININX, E. M.; VAN DER PEET-SCHWERING, C. M.; SCHRAMA, J. W.; DEN HARTOG, L. A.; EVERTS, H.; BEYNEN, A.C. The IVOG feeding station: A tool for monitoring the individual feed intake of group-housed weanling pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 85, p. 81-87, 2001.

CALVEYRA, J. C. **Efeito da adição de ácidos orgânicos e prebiótico na dieta sobre a excreção de Salmonella Typhimurium em suínos em fase de crescimento e terminação infectados experimentalmente.** 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias Especialidade na área de Bacteriologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Porto Alegre, 2010.

CAMPOS, D. M. T. 2009. Medicina Hortomolecular. Disponível em: <<http://www.dianacamposortomolecular.com.br/radicaais-livres-antioxidantes.html>>. Data de acesso: 01 jan. 2016.

CARDOSO, M. 2016. Ácido fosfórico. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/acido-fosforico/>>. Data de acesso 1 de jan. 2016.

CÓRDOVA, A; NAVAS, F. J. Os radicais livres e o dano muscular produzido pelo exercício: papel dos antioxidantes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.6, n. 5, p. 169-175, 2000.

CHIQUEIRI, J.; SOARES, R. T. R. N.; LYRA, M. S.; HURTADO NERY, V. L.; FONSECA, J. B. Ácidos orgânicos na alimentação de leitões desmamados. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 1, p. 609-612, 2009.

CLARKSON P. M.; THOMPSON, H. S. Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.72, n. 2, p. 637-646, 2000.

COX, L. N.; COOPER, J. J. Observations on the pre- and post-weaning behaviour of piglets reared in commercial indoor and outdoor environments. **Animal Science**, v. 72, p. 75-86, 2001.

DIBNER, J. J.; BUTTIN, P. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 11, p. 453–463, 2002.

DIBNER, J. J.; RICHARDS, J. D. Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action. **Poultry Science**, v. 84, n. 4, p. 634-643, 2005.

Dunford H. B. Free radicals in iron-containing systems. **Free Radical Biology and Medicine**, v.3, p. 405-421, 1987

GHISLA, S.; MASSEY, V. New flavins for old: artificial flavins as active site probes of flavoproteins. **Biochemical Journal**, v.239, p. 1-12, 1986.

GUTTERIDGE J. M. C. Lipid peroxidation: some problems and concepts. In Halliwell B (ed): Oxygen radicals and tissue injury. Proceedings of a Brook Lodge Symposium; 1987 Apr 27-29; Bethesda (MLD): Upjohn/Federation of American Societies for Experimental Biology, p. 9-19, 1988.

FAEMG - Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais, 2013. **Aumento do consumo de carne suína no Brasil**. Disponível em: <<http://www.faemg.org.br/Noticia.aspx?Code=4164&ParentCode=139&ParentPath=None&ContentVersion=R>>. Acesso em: 26 fev. 2015

FASCINA, V. B. **Aditivos fitogênicos e ácidos orgânicos em dietas de frangos de corte**. 2011. 157 f. Tese (Tese em Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, campus Botucatu, São Paulo, 2011.

FERREIRA A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Medica Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 61-68, 1997.

FIESC - Federação das Indústrias de Santa Catarina, 2013. **Exportações de suínos em 2012.** Disponível em: <file:///C:/Users/HP/Downloads/05317daf7b52f4d5dd332bf58fc18b79%20(1).pdf>. Acesso em: 25 fev. 2015

FOOD INGREDIENTS BRAZIL, 2009. Os antioxidantes. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>. Data de acesso: 26 de dez. 2015

GATTÁS, G. B. G. Implicações sobre o uso de antimicrobianos em rações de monogástricos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n. 3, p. 953-959, 2009.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**, New York, v.52, n.8, p.253-265, 1994.

HALLIWELL B.; GUTTERIDGE J. M. C. Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. **Methods Enzymol**, v.186: 1-85, 1990.

HALLIWELL B; WHITEMAN, M. Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? **British Journal of Pharmacology**, v. 142, n.2, p. 231-255, 2004.

HEO, J. M.; KIM, J. C.; HANSEN, C. F.; MULLAN, B. P.; HAMPSON, D. J.; PLUSKE, J. R. Feeding a diet with decreased protein content reduces indices of protein fermentation and the incidence of postweaning diarrhea in weaned pigs challenged with an enterotoxigenic strain of Escherichia coli. **Journal Animal Science**, v. 87, n. 9, p. 2833-2843, 2009.

HORTA, F. C.; ECKHARDT, O. H. O.; GAMEIRO, A. H.; MORETTI, A. S. Estratégias de sinalização da qualidade da carne suína ao consumidor final. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 16, n. 1-4, p.15-21, 2010.

KAWA, L. 2015. Ácidos orgânicos e suas especificações. Disponível em: < <http://professoralucianekawa.blogspot.com.br/2015/06/acidos-organicos-e-suas-aplicacoes.html>>. Data de acesso: 31 de dez. 2015.

KIM, S. W., MATEO, R. D.; JI, F. Fermented soybean meal as a protein source in nursery diets replacing dried skim milk. **Journal Animal Science**, 83(Suppl. 1):116, 2005.

KOURY J. C.; DONANGELO C. M. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. **Revista de Nutrição**, v.16, n.4, p.433-441, 2003.

LALLÈS, J. P.; BOSI, P.; SMIDT, H.; STOKES, C. R. Weaning – A challenge to gut physiologists. **Livestock Science**, v. 108, p. 82–93, 2007.

LEDIVIDICH, J.; SÈVE, B. Effects of underfeeding during the weaning period on growth metabolism, and hormonal adjustments in the piglet. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 19, p.63–74, 2000.

LORENÇON, L.; NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; POZZA, M. S. S.; APPELT, M. D.; SILVA, W. T. M. Utilização de promotores de crescimento para frangos de corte em rações fareladas e peletizadas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 2, p. 151-158, 2007.

MAGNONI, D.; PIMENTEL, I. A importância da carne suína na nutrição humana. Disponível em: < http://www.abcs.org.br/attachments/099_4.pdf>. Data de acesso: 25 dez. 2015.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2014. Brasil será maior produtor mundial de carne. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2013/10/brasil-se-tornara-maior-produtor-mundial-de-carne>>. Data de acesso: 25 de fev. 2015.

MAHAN, D. C.; NEWTON, E. A.; CERA, K. R. Effect of supplemental sodium chloride, sodium phosphate, or hydrochloric acid in starter pig diets containing dried whey. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 1218-1222, 1996.

MARTELLI, F.; NUNES, F. M. F. Radicais livres: em busca do equilíbrio. **Ciências e Cultura**, v. 66, n.3, p. 54-57, 2014.

METZLER, B.; MOSENTHIN, R. 2009. Effect of Organic Acids on Growth performance and nutrient digestibilities in pigs. Acidifiers in Animal Nutrition. Capítulo 5. Editado por Christian Luckstadt. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=qrKxAwAAQBAJ&pg=PA41&lpg=PA41&dq=pig+organic+acids+pH+endogenous+HCl&source=bl&ots=IXQRTWP7k5&sig=S82IRTFb1V2rNeMXGRKnliWyr9Q&hl=pt-BR&sa=X&ei=XyWEVa-BLZLzggTu8IGIBw&ved=0CEsQ6AEwBA#v=onepage&q=pig%20organic%20acids%20pH%20endogenous%20HCl&f=false>>. Data de acesso: 22 de jun. 2015

MIGUEL, W. C. **Suplementação de acidificantes em rações de leitões desmamados: desempenho e digestibilidade**. 2008. 58 f. Dissertação (Dissertação em Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 2008.

MORAIS, S. C. F. **Utilização de dois teores de butirato no regime de desmame do leitão. Crescimento, digestibilidade e fisiologia digestiva**. 2009. 68 f. Dissertação (Dissertação em Produção animal) – Instituto superior de agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

MROZ, Z. Organic Acids as Potential Alternatives to Antibiotic Growth Promoters for Pigs. **Advances in Pork Production**, v. 16, p. 169 -182, 2005

OECD-FAO, 2014. OECD-FAO Agricultural Outlook 2014-2023. Disponível em: <<http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Welternaehrung/OECD->

FAO-AgriculturalOutlook.pdf?__blob=publicationFile>. Data de acesso: 27 de fev. 2015.

OLIVEIRA, A. S. Estudo sobre a importância de alguns atributos da carne bovina para certos consumidores. **Revista do Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial**, v. 8, n. 9, p. 73-92, 2005.

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

POLLETO, A. R.; SANTOS FILHO, J. F.; BARNI, E. J. Avaliação do potencial de mercado dos produtos industrializados derivados de suíno. In. CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Santa Catarina. **Anais...Concórdia: EMBRAPA**, 2002.

PLUSKE, J. R; HAMPSON, D. J.; WILLIAMS, I. H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, v. 51, n. 1-3, p.215-236, 1997.

PLUSKE, J. R.; PAYNE, H. G.; WILLIAMS, I. H.; MULLAN, B. P. Early feeding for lifetime performance of pigs. **Recent Advances in Animal Nutrition in Australia**, v. 15, p. 171-181, 2005.

RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, E. T. Acidification of weaner pig diets: A review. **Journal Science Food Agriculture**, v. 62, p. 313-322, 1993.

ROESE, G.; TAYLOR, G. Basic pig husbandry — the weaner. PRIMEFACT – NSW Department of Primary Industries, n. 72, 2006.

ROSA, A. F.; GOMES, J. D. F.; MARTELLO, M. R.; SOBRAL, P. J. A.; LIMA, C. G. Qualidade da carne de suínos de três linhagens genéticas comerciais em diferentes pesos de abate. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, p. 1394-1401, 2008.

SAAB, M. S. B. L. **Comportamento do consumidor de alimentos no Brasil: um estudo sobre a carne suína. 2011.** 258 f. Tese (Doutorado em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SANTANA, E. S.; OLIVEIRA, F. H.; BARNABÉ, A. C. S.; MENDES, F. R.; ANDRADE, M. A. 2011. Uso de Antibióticos e Quimioterápicos na Avicultura. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/uso%20de%20antibioticos.pdf>> . Acesso em: 22 jun. 2015.

SCHEEMAN, B.O.; RICHTER, D.B.; JACOBS, L.R. Response to dietary wheat bran in the exocrine pancreas and intestine of rats. **Journal of Nutrition**, v. 112, p. 283-286, 1982.

SCHNEIDER, C. D.; OLIVEIRA, A. R. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**, v. 10, p.10, p.308-313, 2004.

SEABRA, F.; JURGENFELD, V. F.; LESBAUPIN, A. F.; ARUTO, P. C. 2009. Exportações de carne suína, market share e barreiras não tarifárias: os casos de Santa Catarina, Brasil e Dinamarca. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/766.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2015.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio as Micro e Pequenas Empresas, 2014. A suinocultura no Brasil está com ótimas perspectivas para 2014. Disponível em: <http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae/Sebrae%202014/Boletins/2014_07_11_BO_Agroneg%C3%B3cio_Bom_jogo_para_a_suinocultura.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2015.

SIES, H. Strategies of antioxidant defence. Review. **European Journal of Biochemistry**, Berlin, v.215, n.2, p.213- 219, 1993.

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

TOLDRÁ, F.; FLORES, M. The use of muscle enzymes as predictors of pork meat quality. **Food Chemistry**, v. 69, p. 387-395, 2000.

THOMS, E; ROSSA, L. S.; STAHLKE, E. V. R.; FERRO, I. D.; MACEDO, R. E. F. Perfil de consumo e percepção da qualidade da carne suína por estudantes de nível médio da cidade de Irati, PR. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, n. 4, p. 449-459, 2010.

TOPPING D. Short-chain fatty acids produced by intestinal bacteria. **Asia Pacific Journal Clinical Nutrition**, v. 5, p.15-19, 1996.

TSILOYIANNIS, V. K.; KYRIAKIS, S. C.; VLEMAS, J. et al. The effect of organic acids on the control of post-weaning oedema disease of piglets. **Research in Veterinary Science**, v. 70, p. 281-285, 2001.

UPADHAYA, S. D.; LEE, K. Y.; KIM, I. H. Influence of protected organic acid blends and diets with different nutrient densities on growth performance, nutrient digestibility and faecal noxious gas emission in growing pigs. **Veterinarni Medicina**, v. 59, n. 10, p. 491-497, 2014.

USDA - United States Department of Agriculture, 2015. Production and Trade of All Meats to Expand in 2016. Disponível em: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.PDF>. Acesso em: 21 fev. 2016.

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 Weanling 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. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 947–953, 1998.

VAN DER KRAAIJ A. M. M.; MOSTERT L. J.; VAN EIJK H. G.; KOSTER J. F. Ironload increases the susceptibility of rat hearts to oxygen reperfusion damage. **Circulation**, v. 78, p. 442-449, 1988.

VELONI, M. L.; PRADO, P. L.; ARSSUFFI, B. M.; BALLESTER, M. C. M.; OLIVEIRA, M. G.; ABREU, P. B.; OLIVEIRA, L. G. Bem-estar animal aplicado nas criações de suínos e suas implicações na saúde dos rebanhos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 21, 2013.

VILAS BOAS, A. D. C. V. **Suplementação de ácidos orgânicos em dietas para leitões na fase de creche**. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em produção animal sustentável). Instituto de Zootecnia da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, 2014.

WELLOCK, I. J.; FORTOMARIS, P. D.; HOUDIJK, J. G. M.; KYRIAZAKIS, I. Effects of dietary protein supply, weaning age and experimental enterotoxigenic *Escherichia coli* infection on newly weaned pigs: health. **Animal**, v. 2, p. 834-842, 2008.

WILLIAMS, B. A.; BOSCH, M. W.; AWATI, A.; KONSTANTINOV, S. R.; SMIDT, H.; AKKERMANS, A. D. L.; VERSTEGEN, M. W. A; TAMMINGA, S. In vitro assessment of gastrointestinal tract (GIT) fermentation in pigs: fermentable substrates and microbial activity. **Animal Research**, v. 54, p.191-201, 2005.

WOLTER, B. F.; ELLIS, M. 2001. The effects of weaning weight and rate of growth immediately after weaning on subsequent pig growth performance and carcass characteristics. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 81, n. 3, p. 363-369.

ZAMUDIO, L. H. B. **Caracterização e percepção de consumidores sobre a qualidade da carne de frango comercializada em Brasília – DF**, 2010. 125p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios. Pós-graduação em Agronegócios da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária , Universidade de Brasília, 2010.

Capítulo 2 - Efeito de ácidos orgânicos sobre o desempenho, a digestibilidade de aminoácidos das dietas e na estrutura intestinal de leitões recém-desmamados

Resumo: O objetivo deste estudo foi determinar se a mistura de ácidos orgânicos (*Blend*) seria capaz de prevenir ou recuperar as disfunções do intestino, e, desta forma, melhorar a capacidade de digestão dos ingredientes da dieta e o desempenho de suínos recém-desmamados. Noventa e seis leitões desmamados com 21 ± 1 dias de idade foram ordenados por peso, sendo distribuídos de acordo com o delineamento em blocos casualizados, em quatro dietas experimentais, com 8 repetições e 3 animais constituindo a unidade experimental. As dietas eram compostas, principalmente, de milho e farelo de soja, com a inclusão de 0, 0,15, 0,30 e 0,45% do *Blend* (ácidos acético (147,00 g/kg), cítrico (8,55 g/kg), fórmico (245,00 g/kg), láctico (133,65 g/kg), fosfórico (137,75 g/kg) e cálcio (137,00 g/kg)). Todos os dados foram submetidos à análise de variância, e polinômios ortogonais foram realizados para determinar os efeitos lineares, quadráticos e cúbicos, usando o procedimento *MIXED*. Nas taxas de mitose e apoptose das células intestinais dos animais abatidos aos 14 dias pós-desmame observou-se efeito quadrático ($P=0,071$) para a relação mitose/apoptose das células do duodeno com o ponto de inflexão mínimo em 0,18% de inclusão do *Blend*. Já para os animais abatidos aos 28 dias pós desmame notou-se efeito linear crescente ($P=0,0006$) na relação altura das vilosidades:profundidade das criptas do jejuno. Os resultados de desempenho, incidência de diarreia, análises microbiológicas, taxa de passagem, coeficiente de digestibilidade ileal, taxas de mitose e de apoptose das células intestinais, não apresentaram diferença ($P>0,05$) estatística. Portanto, o *Blend* de ácidos orgânicos não foi capaz de prevenir as disfunções do intestino delgado, melhorar a capacidade de digestão dos ingredientes da dieta e o desempenho de suínos recém-desmamados o que não justifica o uso deste aditivo para suínos nesta fase.

Palavras-chave: criptas, suínos, vilosidades

Chapter 2 - Effect of organic acids on performance, digestibility of amino acid of diets and intestinal structure of weanling piglets

Abstract: The objective of this study was to determine if the organic acid mixture (Blend) would be able to prevent or recover the dysfunction of the gut and thus improve their ability to digest the ingredients of diets and growth performance in weanling pigs. Ninety-six piglets weaned at 21 ± 1 days old were ordered by weight, being distributed according to the design in randomized blocks in four experimental diets with 8 repetitions and 3 animals constituting the experimental unit. The diets were composed mainly corn and soybean meal, with the inclusion of 0, 0.15, 0.30 and 0.45% Blend (acetic acid (147.00 g/kg), citric (8.55 g/kg), formic (245.00 g/kg), lactic acid (133.65 g/kg), phosphoric acid (137.75 g/kg) and calcium (137.00 g/kg)). All data were subjected to analysis of variance and orthogonal polynomials were conducted to determine the linear, quadratic and cubic effects, using the MIXED procedure. In the rates of mitosis and apoptosis of intestinal cells of animals slaughtered at 14 days post-weaning was observed quadratic effect ($P = 0.071$) in relation mitosis/apoptosis of cells of the duodenum with point of minimal inflection at 0.18% of inclusion of Blend. Already for the animals slaughtered at 28 days post weaning was observed increasing linear effect ($P = 0.0006$) in the height villus: crypt depth relation of jejunum. The performance results, incidence of diarrhea, microbiological, rate of pass, ileal digestibility, rates of mitosis and apoptosis of intestinal cells, showed no difference ($P > 0.05$) statistics. Therefore, the blend of organic acids was not capable of preventing the dysfunction of the small intestine, improving digestion ability of diet ingredients and growth performance of weanling piglets which does not justify the use of this additive for pigs at this phase.

Keywords: crypts, pigs, villus

1. INTRODUÇÃO

Doenças entéricas, disfunções do sistema imunitário, baixos índices produtivos, como a eficiência alimentar, são fatores críticos na produção de suínos (MROZ, 2005; CAMPBELL e POLO, 2013).

Estes fatores críticos ocorrem principalmente na fase de pós-desmame dos leitões, em que normalmente há redução de ingestão de alimentos, diminuição da absorção de nutrientes e, conseqüentemente, diminuição do desempenho, devido aos suínos serem submetidos a inúmeros fatores estressantes, tais como, separação abrupta da mãe, transporte, deixar de consumir dieta líquida e passar para dieta sólida de base vegetal e de menor digestibilidade, formação hierarquia social e aumento da exposição a patógenos (TRAN et al., 2011; CAMPBELL e POLO, 2013), o que pode levar a incidência de diarreia.

Geralmente este problema é resolvido pelo uso de antibióticos na ração, cujas suas respostas são bem documentadas (CROMWELL, 2002 e DRITZ et al., 2002). No entanto, a utilização de antibióticos nas dietas de leitões, como promotores de crescimento, está diminuindo gradativamente devido a proibições de seu uso por alguns países, relacionados com as preocupações dos seus consumidores sobre as implicações que o uso contínuo de antibióticos na produção animal pode gerar, como resistência cruzada para patógenos humanos e diminuição da eficiência de antibióticos; melhoria da biossegurança e das práticas globais de criação de suínos; e protecionismo dos mercados quanto a exportação de carne suína (DIERICK et al, 2002; PLUSKE et al., 2002; JAY et al., 2009; VONDRUSKOVA et al., 2010) .

De modo oposto ao banimento dos antibióticos, uma parte significativa de aditivos alternativos tem surgido no mercado (CHIQUEIRI et al., 2009). Dentre estes estão os ácidos orgânicos, que aparecem como uma alternativa potencial na substituição dos antibióticos na alimentação dos animais (PARTANEN e MORZ, 1999; DIBNER e BUTTIN, 2002).

Estes podem ser administrados isoladamente, mas ultimamente são administrados como *Blend*, com o objetivo de melhorar o seu modo de ação, uma vez que a eficácia do ácido na inibição dos microrganismos patógenos é dependente do seu valor de pKa (PARTANEN e MROZ, 1999; DIBNER e BUTTIN, 2002; MROZ, 2005; ROSSI et al., 2010).

No entanto, apesar dos bons resultados gerados pelos ácidos, até o momento não foi identificado algum ácido ou *Blend* capaz de reproduzir os resultados positivos gerados pelos antibióticos na criação animal, o que pode estar relacionado com o tipo de ácido utilizado e suas concentrações (DIBNER e BUTTIN, 2002; APERCE et al, 2010).

Confrontado com o desafio de nutricionistas na determinação de aditivos capazes de substituir os antibióticos na alimentação de suínos, nosso objetivo foi avaliar se a mistura (*Blend*) de ácidos orgânicos seria capaz de prevenir ou recuperar as disfunções do intestino, e, desta forma, melhorar a capacidade de absorção de nutrientes e o desempenho de leitões recém-desmamados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp-Jaboticabal.

O procedimento com os animais seguiu as orientações estabelecidas pelo Conselho Brasileiro de Experimentação Animal e foram revistos e aprovados pelo Comitê de Ética e Bem-Estar Animal da Universidade Estadual Paulista (protocolo nº 014860/12).

2.1. Animais e alojamento

Noventa e seis leitões desmamados híbridos provenientes da granja comercial (21 ± 1 dia pós-parto) foram distribuídos de acordo com o delineamento em blocos casualizados, em um período de 43 dias de experimento, sendo 4 dietas experimentais, 3 suínos / baia e 8 repetições/ tratamento.

Para colheita das amostras 32 animais foram abatidos mediante desensibilização por choque elétrico e sangramento, sendo 16 abatidos aos 14 dias pós desmame e 16 abatidos aos 28 dias pós desmame, ou seja, 4 animais por tratamento em cada abate. Os animais eram transportados das baias a sala de abate um a um, sendo realizada a evisceração e colheita de amostras de um animal abatido antes do início do transporte e processo de abate do próximo animal.

Nenhum animal recebeu jejum antes do abate para que o trato digestivo de cada animal se mantivesse cheio e as amostras pudessem ser colhidas.

2.2. Alimentação

As dietas eram compostas principalmente por milho, farelo de soja e uma fonte de lactose, com a inclusão de 0, 0,15, 0,30 e 0,45% do *Blend* (mistura de ácidos acético 147,00 g/kg; cítrico 8,55 g/kg; fórmico 245,00 g/kg; láctico 133,65 g/kg; e fosfórico 137,75 g/kg; e cálcio 137,00 g/kg). As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011) para todas as fases: fase 1 - dos 21 a 35 de idade; fase 2- dos 36 a 50 dias de idade e 3 - dos 51 a 64 de idade (Tabela 1).

Foi utilizado núcleo comercial, sendo necessário apenas acrescentar o milho e o farelo de soja. As dietas da fase 1 continha 15% de lactose, enquanto as dietas da fase 2 continha 5% de lactose. As dietas foram isoenergéticas e isoproteicas, e não foram adicionados quaisquer antibióticos ou melhoradores de desempenho. Os animais tinham acesso à ração e água à vontade.

2.3. Desempenho

Animais, rações e sobras de rações foram pesados no final de cada fase experimental. Assim, foi determinado o peso final (PF), em kg, consumo diário de ração (CDR), em kg/dia, ganho de peso diário (GPD), em kg/dia e a conversão alimentar (CA). Os dados foram analisados nos períodos: Período I - dos 21 a 35 de idade; período II- dos 21 a 49 dias de idade e período III - dos 21 a 64 de idade.

2.4. Incidência de diarreia e taxa de passagem das dietas

Para avaliar a influência das rações experimentais sobre a incidência de diarreia, foi realizado levantamento dos dados dos escores fecais dos leitões nos primeiros 21 dias experimentais. Nos primeiros 14 dias foram observados duas vezes ao dia, às 7 h e às 17 h, sendo sempre realizado pelo mesmo operador. Nos dias subsequentes foram visualizados apenas 1 vez ao dia, às 7 h, sempre pelo mesmo operador. Os escores fecais foram: 1–fezes duras, 2–fezes moles e 3–fezes aquosas/diarreicas. Os escores 1 e 2 foram considerados fezes normais. Após cada

observação as baias foram higienizadas para facilitar o trabalho do operador. As análises foram determinadas pelo número de vezes que cada tipo de escore fecal era identificado baia, sendo a medida % Escore 3 realizado pela equação:

$$\% \text{ Escore 3} = \left[\frac{\text{Numero de observações do escore 3}}{\text{Número total de observações}} \right] \times 100$$

Tabela 1. Ingredientes, composições química e centesimal das dietas experimentais para suínos durante o período experimental.

	Período I	Período II	Período III
	21-35 d	36-49 d	50-64 d
Ingredientes			
Milho	34,00	49,05	61,05
Farelo de soja, 46,5%	15,00	25,00	35,00
Núcleos ^{1,2,3} , %	50,05	25,00	3,00
Caulim / <i>Blend</i> , %	0,95	0,95	0,95
Total, %	100,00	100,00	100,00
Nutrientes			
Proteína Bruta, %	18,06	19,76	20,91
Lactose, %	15,00	5,00	0,00
Calcio, %	0,73	0,61	0,81
Fósforo Total, %	0,69	0,56	0,56
Fósforo Disp., %	0,52	0,47	0,44
Energia Met., kcal/kg	3340	3252	3130
Lisina, %	1,46	1,39	1,16
Lisina digestível, %	1,34	1,25	1,02
Metionina, %	0,55	0,50	0,33
Metionina dig., %	0,52	0,46	0,30
Treonina, %	0,90	0,89	0,81
Treonina dig., %	0,79	0,77	0,69
Triptofano, %	0,20	0,24	0,25
Triptofano dig., %	0,17	0,21	0,21
Valina, %	0,87	0,97	1,02
Valina dig., %	0,75	0,82	0,92
Sódio, %	0,40	0,26	0,22

*0 a 0,45% de inclusão do *Blend* em cada uma das fases, sendo retirado do total do inerte.

¹Núcleo - quantidade por kg de produto: extrato etéreo 65 g/kg; fibra bruta 12 g/kg; matéria mineral 120 g/kg; lactose 300 g/kg; cálcio 17-21,0 g/kg; fósforo 9,7 g/kg; lisina 21,5 g/kg; metionina 8,8 g/kg; treonina 12,0 g/kg; triptofano 3,3 g/kg; valina 10,8 g/kg; cobre 375 mg/kg; ferro 250,0 mg/kg; iodo 2,5 mg/kg; manganês 125 mg/kg; selênio 1,25 mg/kg; sódio 6 g/kg; zinco 7mg/kg, vitamina A 25000

UI/kg; Vitamina D3 5000 UI/kg; Vitamina E 150 UI/kg; Vitamina K3 11,25 mg/kg; Vitamina B1 8 mg/kg; Vitamina B2 15 mg/kg; Vitamina B3 125 mg/kg; Vitamina B5 62,5 mg/kg; Vitamina B6 10mg/kg; Vitamina B12 100 mcg/kg; ácido fólico 1,25 mg/kg; biotina 0,5 mg/kg; colina 670 g/kg.

²Núcleo - quantidade por kg de produto: extrato etéreo 10,0 g/kg; fibra bruta 15,0 g/kg; matéria mineral 180,0 g/kg; lactose 200,0 g/kg; cálcio 25,0-31,0 g/kg ; fósforo 11,0 g/kg; lisina 33,0 g/kg; metionina 13,0 g/kg; treonina 13,0 g/kg; triptofano, 4,50 g/kg; valina 15,6 g/kg; cobre 600,0 mg/kg; ferro 432,0 mg/kg; iodo 4,0 mg/kg; manganês 200,0 mg/kg; selênio, 2,0 mg/kg; sódio 8,0 g/kg; zinco 10,0 mg/kg, vitamina A 40000 UI/kg; Vitamina D3 8000 UI/kg; Vitamina E 240,0 UI/kg; Vitamina K3 18,0 mg/kg; Vitamina B1 12,8mg/kg; Vitamina B2 24,0 mg/kg; Vitamina B3 200,0 mg/kg; Vitamina B5 100,00 mg/kg; Vitamina B6 16mg/kg; Vitamina B12 160 mcg/kg; ácido fólico 2,0 mg/kg; biotina 0,8 mg/kg; colina 1,1 g/kg.

³Núcleo - quantidade por kg de produto: cálcio 164,0-201,0 g/kg; fósforo 1,5 g/kg; sódio 49,0 g/kg; lisina 79,3 g/kg; metionina 37,9; triptofano 3,0 g/kg; cobre 4,16 g/kg; ferro 3,35 mg/kg; iodo 33,3 mg/kg; manganês 1671 mg/kg; selênio 13,3 mg/kg; zinco 80,0 g/kg; vitamina A 266640 UI/kg; Vitamina D3 53330 UI/kg; Vitamina E 1599 UI/kg; Vitamina K3 119 mg/kg; Vitamina B1 85mg/kg; Vitamina B2 159 mg/kg; Vitamina B3 1333 mg/kg; Vitamina B5 666,00 mg/kg; Vitamina B6 106 mg/kg; Vitamina B12 1066 mcg/kg; ácido fólico 13,30 mg/kg; biotina 5,33 mg/kg; colina 0,35 g/kg.

2.5. Análises microbiológicas

As análise microbiológicas foram realizadas para quantificar os coliformes totais e as populações de microrganismos dos gêneros *Lactobacillus spp.*, *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens*. As amostras foram colhidas no primeiro abate, através da colheita do conteúdo do íleo (50 cm da junção ileocecal). Para determinar as populações dos microrganismos foi utilizada técnica de revestimento apropriada para cada bactéria, como descrito por Ito e Downes (2001). Cerca de 25 g de cada amostra foram colocados em recipientes estéreis que compunham as unidades amostrais. Nestas foram adicionados 225 mL de solução pré-enriquecida (água peptona tamponada a 1%), homogeneizadas por 2 minutos e incubadas à uma temperatura de $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante um período de 18-24h em estufa bacteriológica para posterior identificação da população de microrganismos.

2.6. Taxas de mitose e apoptose das células intestinais

Para o estudo das taxas de mitose e apoptose das células intestinais, foram colhidas amostras de, aproximadamente, 3 cm da porção média do duodeno e jejuno, que foram abertas pela borda mesentérica, fixadas com grampos em papelão

e acondicionadas em solução fixadora de formalina tamponada 10%. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Histologia do Departamento de Patologia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Unesp, Câmpus de Jaboticabal, para confecção das lâminas.

Para a determinação das taxas de mitose e apoptose nas vilosidades da mucosa da porção média do duodeno e do jejuno, utilizou-se os anticorpo primário Anti-PCNA (Abcam[®]) e Caspase-3 (Abcam[®]), respectivamente. O protocolo utilizado para a detecção de morte celular foi baseado na técnica de imunohistoquímica (TERZIAN et al., 2007).

Os tecidos fixados em formalina tamponada 10% foram incluídos em paraplast e obtidos dois cortes semi seriados, com espessura de 7 µm cada um, que foram montados em lâminas carregadas eletricamente. Os cortes foram desparafinizados em xilol e reidratados em série decrescente de etanol. Após a desparafinização foi feita a recuperação antigênica em panela a vapor (entre 95 e 98 °C) com solução de tampão citrato (pH 6,0) por 40 minutos. Para o bloqueio das proteínas endógenas, as lâminas foram incubadas com *Protein Block* (Spring[®]) por 20 minutos

Para análise da taxa de mitose, as secções foram incubadas em temperatura ambiente por 2 horas, em uma câmara úmida, com anticorpo primário contra PCNA diluído em *Antibody Diluent* (Spring[®]) Tris-HCl (1:20000), enquanto para a análise da taxa de apoptose as lâminas foram incubadas em geladeira a 4°C por 18 horas, em uma câmara úmida, com anticorpo primário Caspase-3 (Abcam[®]) diluído em *Antibody Diluent* (Spring[®]) (1:1250).

Na fase subsequente, as lâminas foram incubadas com o *Hydrogen Peroxide Block* (Spring[®]) por 20 minutos. Posteriormente, as lâminas foram imersas em solução de metanol/peróxido de hidrogênio (10%) por 30 minutos, para o bloqueio da peroxidase endógena. As lâminas foram, então, incubadas por 10 minutos com o *Reveal Complement* (Complemento - Spring[®]) e 30 minutos com o *Reveal HRP Conjugate* (Conjugado - Spring[®]).

As lavagens entre as etapas foram realizadas com água destilada e solução tampão Tris-HCl (pH 7,4). A diaminobenzidina (DAB) foi usada como cromógeno para revelação da reação. A coloração dos cortes foi realizada com hematoxilina-

eosina. Por fim, as lâminas foram desidratadas em séries crescentes de etanol, diafanizadas com xilol e montadas. As leituras das lâminas foram realizadas em microscópio de luz, modelo Olympus BX41, acoplado a um sistema para captura de imagens Olympus DP11-N.

As taxas de mitose e de apoptose do duodeno e jejuno foram analisadas em 30 vilosidades quanto à quantificação média de Caspases-3 (⁺casp-3) nas células epiteliais da extremidade apical.

2.7. Estrutura do intestino delgado

No estudo da estrutura do intestino delgado foram colhidas amostras de, aproximadamente, 3 cm da porção média do duodeno e do jejuno, que foram abertas pela borda mesentérica, fixadas, com grampos, em papelão e acondicionadas em solução fixadora de formalina tamponada 10%. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Histologia do Departamento de Patologia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Unesp, Câmpus de Jaboticabal, para confecção das lâminas.

As amostras permaneceram em solução fixadora de formalina tamponada 10% por 24 horas. Depois da desidratação em série crescente de alcoóis e da passagem por bateria de xilol, as diversas amostras foram incluídas em parafina e microtomizadas para a montagem das lâminas. A coloração dos cortes foi realizada com hematoxilina-eosina, pela técnica do ácido periódico de Schiff-PAS e Alcian Blue em pH 2,5 (TOLOSA et al., 2003).

Os cortes foram analisados em 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[®]1.

Para a avaliação das medidas (μ m) da altura das vilosidades e a profundidade das criptas, 25 leituras por amostra foram realizadas para cada parâmetro. A partir dos resultados obtidos foram calculadas as alturas das vilosidades (AV), profundidades das criptas (PC) e relação AV:PC para cada amostra analisada. Na avaliação do número de células caliciformes, 20 contagens foram realizadas por amostra, uma por vilosidade.

2.8. Coeficiente de digestibilidade ileal das dietas

Para determinação do coeficiente de digestibilidade ileal de nutrientes de dietas foi adicionado 0,5% de óxido de crômio-3 (Cr_2O_3) às dietas. Imediatamente após o abate, as amostras foram retiradas diretamente do íleo dos animais de acordo com Manzanilla et al. (2004). As amostras foram colocadas em recipientes identificados e estéreis e, em seguida, armazenadas em congelador a -8°C até a realização das análises. Posteriormente, as fezes foram descongeladas, homogeneizadas, liofilizadas durante período de 5 dias e moídas em moinho de bola. Os teores de aminoácidos das dietas e amostras dos conteúdos do íleo foram determinados por hidrólise ácida, método adaptado por White et al. (1986).

Os componentes proteicos das dietas e das fezes foram hidrolizados com HCl 6N durante 24 horas. Os aminoácidos liberados a partir da hidrólise ácida foram reagidos com fenilisotiocianato (PITC), separados por HPLC de fase reversa, com detecção por UV a 254 nm. A quantificação foi realizada por calibração interna de vários níveis, com o auxílio de ácido aminobutírico- α (AAAB) como padrão interno.

Algumas mudanças foram feitas na metodologia proposta por White et al. (1986). Utilizou-se uma coluna LUNA C18 100Å 5u 250x4,6mm 00G-4252-EQ de baixo custo comercial em comparação às outras colunas utilizadas para este tipo de análise. Outra modificação está no sistema de secagem, no qual os tubos onde as alíquotas das amostras foram colocadas para serem tratadas e derivatizadas foram aumentados, passando o diâmetro interno do tubo de 6 para 8mm, desta forma as 3 etapas de preparo das alíquotas foram efetuadas em 50min.

2.9. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, e polinômios ortogonais foram realizados para determinar os efeitos lineares, quadráticos e cúbicos do aumento dos níveis do *Blend* de ácidos orgânicos, usando o procedimento MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Outliers foram definidos como aqueles valores com um residual Studentized $\pm 2,5$ de variação. Os dados são apresentados como médias dos quadrados mínimos, com respectivo erro padrão da média (SEM), e significância de $P < 0,05$. Os dados encontrados nas análises microbiológicas foram colocados em $\log_{10}$ antes de serem analisados estatisticamente.

3. RESULTADOS

A Tabela 2 mostra os resultados de peso inicial (PI), peso final (PF) e desempenho dos leitões em cada fase experimental. Nos períodos I e II não foram observados efeitos ($P>0,05$) significativos. O mesmo foi observado no CDR da fase 3. No período III verificou-se efeito cúbico ($P<0,05$) para as variáveis PF, GDP e CA.

Tabela 2. Peso Inicial (PI), peso final (PF) e desempenho de leitões alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.

Período I (21 aos 35 dias de idade)							
	% de inclusão				erro	P	Efeito
	0	0,15	0,30	0,45			
PI, kg	5,18	5,18	5,18	5,18	0,2228	0,9997	.
PF, kg	7,73	7,58	7,47	7,80	0,3706	0,5143	.
GDP, kg	0,18	0,17	0,16	0,19	0,0137	0,5220	.
CDR, kg	0,26	0,28	0,30	0,30	0,0138	0,4625	.
CA	1,52	1,66	1,59	1,55	0,0510	0,2643	.
Período II (21 aos 49 dias de idade)							
PF, kg	15,36	14,65	14,93	15,29	0,6926	0,4213	.
GDP, kg	0,54	0,51	0,53	0,54	0,0234	0,2758	.
CDR, kg	0,86	0,78	0,79	0,85	0,0563	0,6157	.
CA	1,62	1,56	1,51	1,50	0,1182	0,8248	.
Período III (21 aos 64 dias de idade)							
PF, kg	24,12	22,36	24,34	23,95	0,8623	0,0002	C
GDP, kg	0,63	0,56	0,68	0,65	0,0127	<0,0001	C
CDR, kg	1,15	1,07	1,11	1,12	0,0489	0,6682	.
CA	1,85	1,92	1,62	1,81	0,0501	0,0004	C

C- Efeito Cúbico; GDP – Ganho diário de peso; CDR – Consumo diário de ração; CA – Conversão alimentar

Os resultados da incidência de diarreia e taxa de passagem encontram-se na Tabela 3. Não houve diferença estatística ($P>0,05$) para incidência de diarreia dos leitões, no entanto encontrou-se efeito cúbico ($P=0,055$) para taxa de passagem.

Tabela 3. Incidência de diarreia e taxa de passagem das dietas para leitões alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.

	% de inclusão				erro	P	Efeito
	0	0,15	0,30	0,45			
Escore 1*	19,00	16,00	17,00	18,00	1,9551	0,6666	.
Escore 2*	8,00	10,00	9,00	8,00	1,2787	0,7535	.
Escore 3*	3,00	4,00	4,00	4,00	0,9103	0,7322	.
%Escore 3	10,00	14,91	13,75	12,91	3,0719	0,7056	.
TP ¹ , min.	406,00	334,00	491,00	401,00	27,1144	0,0055	C

*Média de observações; ¹ TP- Taxa de passagem; C- Efeito Cúbico

A Tabela 4 mostra os resultados do pH do conteúdo do estômago e intestino e das análises microbiológicas do intestino delgado dos animais abatidos aos 14 dias pós desmame. Observou-se efeito cúbico ($P=0,0006$) para *Lactobacillus spp.* e aumento linear ($P=0,0343$) para coliformes totais ($y = 1,91 + 0,45x$). Não encontrou-se diferença estatística ($P>0,05$) no pH do conteúdo estômago e intestino delgado

Tabela 4. Análises microbiológicas e pH dos conteúdos do estômago e intestino de leitões abatidos com 14 dias pós desmame alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.

	% de inclusão				erro	P	Efeito
	0	0,15	0,30	0,45			
<i>Lactobacillus spp.</i>	6,71	5,00	5,32	4,45	0,2167	0,0006	C
<i>Escherichia coli</i>	2,00	2,85	2,88	3,23	0,4638	0,1893	.
Coliformes totais	2,67	2,64	2,68	4,16	0,3569	0,0343	L
pH estômago	3,68	3,73	3,32	3,83	0,1902	0,4119	.
pH intestino	6,84	6,80	6,80	6,88	0,1035	0,8995	.

Dados apresentados em $\log_{10}$. ; L- Efeito Linear; C- Efeito Cúbico

Na estrutura do intestino delgado e taxas de mitose e apoptose das células intestinais dos animais abatidos aos 14 dias pós desmame (Tabela 5) observou-se no duodeno efeito cúbico ($P<0,0001$) para a relação altura das

vilosidades:profundidade das criptas e taxa de mitose, e efeito quadrático ($P=0,0171$) para a razão mitose: apoptose ($y = 6,5230 - 2,3847x + 0,5459x^2$) com ponto de inflexão mínimo em 0,18% de inclusão de *Blend*. No jejuno verificou-se efeito cúbico na contagem de células caliciformes ($P=0,0034$) pelo método de Schiff-PAS e na taxa de mitose ($P = 0,0062$).

Tabela 5. Estrutura do intestino delgado e taxas de mitose e de apoptose do intestino de leitões abatidos aos 14 dias pós desmame alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.

	% de inclusão				erro	P	Efeito
	0	0,15	0,30	0,45			
Duodeno							
Altura de vilos, μm	491,17	372,02	457,67	415,94	26,7115	0,0604	.
Prof. de criptas, μm	319,65	304,78	324,45	305,07	21,3506	0,8774	.
AV:PC	1,54	1,14	1,41	1,36	0,0298	<,0001	C
Cel. Calicif. (Schiff-PAS)*	12,36	7,45	12,92	9,23	1,9022	0,2139	.
Cel. Calicif. (Alcian Blue)*	8,45	6,68	9,11	9,66	1,2876	0,4369	.
Taxa de mitose*	26,27	31,32	41,60	31,99	1,1400	<,0001	Q
Taxa de apoptose*	5,53	8,24	6,33	5,88	1,2823	0,4865	.
Razão mitose:apoptose	4,86	3,18	7,57	5,55	0,8972	0,0171	Q
Jejuno							
Altura de vilos, μm	311,06	260,63	296,43	274,48	25,3108	0,5341	.
Prof. de criptas, μm	232,75	233,38	256,36	249,79	10,9379	0,3272	.
AV:PC	1,34	1,11	1,17	1,12	0,1163	0,5087	.
Cel. Calicif. (Schiff-PAS)*	3,93	4,24	7,11	6,41	0,4700	0,0034	C
Cel. Calicif. (Alcian Blue)*	4,57	5,07	5,83	4,61	0,4529	0,2480	.
Taxa de mitose*	40,92	41,68	51,85	49,78	1,8615	0,0062	C
Taxa de apoptose*	2,83	1,41	4,03	4,55	0,8473	0,1152	.
Razão mitose:apoptose	16,39	42,18	13,63	19,56	8,1719	0,1253	.

*Média de observações; AV:PC – relação altura das vilosidades:profundidade das criptas; Q-Efeito quadrático; C-Efeito Cúbico

Na estrutura do intestino delgado e taxas de mitose e apoptose das células intestinais dos animais abatidos aos 28 dias pós desmame (Tabela 6) notou-se no jejuno, efeito cúbico ($P < 0,05$) na profundidade das criptas e na contagem de células caliciformes pelo método Schiff-PAS e pelo método de Alcian Blue. Observou-se efeito linear ($P = 0,0006$) na relação altura das vilosidades:profundidade das criptas ($y = 0,9072 + 0,1163x$), de acordo com o aumento dos níveis de *Blend*.

Tabela 6. Estrutura do intestino delgado e taxas de mitose e de apoptose no intestino de leitões abatidos aos 28 dias pós desmame alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.

	% de inclusão				erro	P	Efeito
	0	0,15	0,30	0,45			
Duodeno							
Altura de vilos, μm	445,16	433,19	457,01	414,18	37,1873	0,8438	.
Prof. de criptas, μm	325,45	279,81	276,04	289,86	12,9996	0,0947	.
AV:PC	1,40	1,55	1,67	1,45	0,1677	0,6350	.
Cel. Calicif. (Schiff-PAS)*	10,62	11,51	11,45	12,01	2,4882	0,9779	.
Cel. Calicif. (Alcian Blue)*	9,16	11,95	10,02	12,20	2,7972	0,7578	.
Taxa de mitose*	56,45	51,80	59,67	56,44	8,3267	0,7157	.
Taxa de apoptose*	8,09	7,05	7,72	9,19	1,5000	0,7570	.
Razão Mitose:apoptose	7,16	5,71	7,51	5,28	0,8707	0,1073	.
Jejuno							
Altura de vilos, μm	306,20	325,77	337,61	339,82	15,2810	0,4357	.
Prof. de criptas, μm	316,09	246,72	268,26	253,62	7,7337	0,0009	C
AV:PC	0,97	1,22	1,25	1,35	0,0436	0,0006	L
Cel. Calicif. (Schiff-PAS)*	8,27	5,68	9,49	7,98	0,4216	0,0014	C
Cel. Calicif. (Alcian Blue)*	6,78	5,30	9,21	8,37	0,5749	0,0060	C
Taxa de mitose*	60,24	55,32	68,52	57,29	5,1026	0,1622	.
Taxa de apoptose*	12,18	11,31	12,66	17,62	3,1779	0,1566	.
Razão Mitose:apoptose	6,28	6,49	7,44	3,87	1,2073	0,2677	.

*Média de observações; AV:PC – relação altura das vilosidades:profundidade das criptas; L- Efeito Linear; C- Efeito Cúbico

Para a digestibilidade ileal dos aminoácidos dos animais abatidos aos 14 dias pós desmame (Tabela 7) verificou-se efeito cúbico ($P < 0,05$) para a tirosina, leucina, fenilalanina e treonina.

Tabela 7. Digestibilidade Ileal de aminoácidos de leitões abatidos aos 14 dias pós desmame alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.

	% de inclusão				erro	P	Efeito
	0,00	0,15	0,30	0,45			
Histidina dig.,%	69,64	61,65	75,06	60,67	3,6497	0,0540	.
Tirosina dig.,%	84,25	78,21	83,60	75,46	2,5511	0,0054	C
Valina dig.,%	74,72	70,10	77,80	66,30	2,6227	0,0544	.
Metionina dig.,%	86,02	84,35	84,47	82,15	1,9676	0,6001	.
Isoleucina dig., %	75,21	70,55	77,42	66,73	2,6312	0,0714	.
Leucina dig., %	80,17	73,02	79,66	70,43	2,2977	0,0218	C
Fenilalanina dig., %	80,41	75,05	80,41	71,51	2,0593	0,0205	C
Treonina dig., %	78,15	70,81	78,33	66,81	1,7327	0,0025	C
Lisina dig., %	77,65	77,59	78,96	74,29	2,4985	0,4878	.

C – Efeito Cúbico

Na digestibilidade ileal dos aminoácidos dos animais abatidos aos 28 dias pós desmame (Tabela 8) observamos efeito cúbico ($P < 0,004$) para a metionina digestível e efeito quadrático ($P < 0,0218$) para a lisina digestível ($y = 87,84 - 7,123x + 1,192x^2$) com ponto de inflexão com 0,30% de inclusão do *Blend*.

Tabela 8. Digestibilidade Ileal de aminoácidos de leitões abatidos aos 28 dias pós desmame alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.

	Dietas (% de inclusão)				erro	P	Efeito
	0,00	0,15	0,30	0,45			
Histidina dig.%	79,59	70,88	71,89	65,07	3,3334	0,4135	.
Tirosina dig.%	77,24	71,72	78,86	76,64	2,3760	0,2401	.
Valina, dig.%	75,12	64,46	69,00	69,32	2,5340	0,0891	.
Metionina, dig.%	74,29	73,39	81,78	79,71	1,1792	0,0040	C
Isoleucina, dig. %	77,32	68,17	70,48	72,05	2,3254	0,1016	.
Leucina, dig. %	76,80	68,54	73,01	70,86	2,3444	0,1528	.
Fenilalanine, dig. %	79,65	70,05	74,59	75,52	2,0463	0,0552	.
Treonina, dig. %	71,53	64,36	71,18	72,07	3,3507	0,3719	.
Lisina, dig. %	82,06	77,90	77,66	78,27	0,8967	0,0218	Q

Q-Efeito Quadrático; C- Efeito Cúbico

4. DISCUSSÃO

Através dos resultados encontrados, não foi encontrado menor degradação das vilosidades, diminuição das profundidades das criptas e da taxa de apoptose. Além disso, não ocorreu aumento dos microrganismos como os *Lactobacillus spp.* e sim aumento dos coliformes totais na microbiota intestinal destes animais, ou seja, efeito contrário do que era esperado com o uso dos ácidos orgânicos nas dietas de suínos, os quais visa redução do pH gástrico e efeito antimicrobiano, por meio da liberação de H^+ que protege o trato gastrointestinal dos animais contra o ataque de patógenos (PARTANEN e MROZ, 1999; MROZ, 2005; METZLER e MOSENTHIN, 2009; AHMED et al., 2014).

Estes resultados podem estar associados a três fatores: a escolha dos ácidos usados no *Blend* (ácidos cítrico, fórmico, láctico e fosfórico), aos níveis de inclusão do *Blend* nas dietas e ao efeito tamponante dos ingredientes da dieta.

Em relação aos ácidos, a principal função do acético é servir como substrato energético para o tecido muscular. O ácido cítrico tem como principal função diminuir o pH e ser metabolizado através do ciclo do ácido cítrico como fonte de energia. O ácido fórmico tem como principal função a ação antimicrobiana. Já o ácido láctico,

além da sua atividade antimicrobiana, produz meio favorável para desenvolvimento de bactérias lácticas (TOPPING, 1996; PARTANEN e MROZ, 1999; DIBNER e BUTTIN, 2002; MROZ, 2005; MORAES, 2009; BOAS, 2014).

Os ácidos utilizados apresentam efeitos distintos e independentes um do outro, portanto, não teriam efeito sinérgico. Ao considerar-se esta independência de ação e a mistura destes ácidos em um *Blend*, o qual é incluído em baixas quantidades nas dietas, pode não ser suficiente para melhorar a vitalidade das vilosidades e dos enterócitos, além de diminuir a apoptose dos enterócitos, portanto, não favorecendo o desempenho dos animais e a melhoria na digestibilidade dos aminoácidos, o que foi observado neste experimento (Tabelas 2, 7 e 8).

Houve pequenas melhoras na capacidade de multiplicação das células intestinais do duodeno dos animais abatidos aos 14 dias pós desmame e na relação altura das vilosidades/profundidade das criptas dos animais abatidos aos 28 dias pós-desmame, entretanto estes efeitos positivos não foram suficientes para determinar a capacidade do *Blend* em auxiliar o intestino em sua recuperação.

Estas respostas corroboraram com Kim et al. (2005), que apontaram que o desempenho dos animais depende da dose do ácido orgânico empregada, tendo observado melhores respostas para níveis mais elevados de inclusão (acima de 1%).

Dibner e Buttin (2002) e Mroz (2005) observaram que a falta de respostas na utilização de ácidos orgânicos nas dietas de suínos está associada à variabilidade dos ácidos utilizados e as suas concentrações. Mencionaram também outros efeitos que podem impedir o efeito dos ácidos na saúde intestinal dos animais: o efeito tamponante da dieta e a natureza dos ingredientes, como dietas ricas em lactose que podem apresentar alta taxa de fermentação no intestino delgado, ocultando o efeito dos ácidos; o local em que os animais são alojados, sendo ambientes com menor condição sanitária melhores para detectar o efeito do ácido; presença ou ausência de vacinação materna durante a gestação; e a falta de conhecimento da microbiota intestinal dos animais, sendo esta, segundo estes autores, a principal causa da falta de respostas aos ácidos.

Resultados semelhantes quanto ao uso de *Blends* de ácidos orgânicos na alimentação de suínos foram observados por Chiquieri et al. (2009) que ao

avaliarem a inclusão de um *Blend* composto por ácidos orgânicos (benzoico, fumárico, cítrico e fosfórico) nas dietas de suínos desmamados aos 21 dias de idade, não observaram efeito dos ácidos orgânicos sobre o desempenho e estrutura do intestino delgado.

Freitas et al. (2006) ao estudaram os efeitos da proporção crescente de um *Blend* de ácidos orgânicos (ácidos láctico, fórmico e fosfórico), 0,78; 0,84; e 0,90% na dieta dos leitões, dos 21 a 35 dias de idade e 0,59; 0,63; e 0,66% na dieta dos leitões dos 36 a 49 dias de idade, observaram que apenas 0,84% de ácidos orgânicos na dieta proporcionou melhor conversão alimentar em leitões no período de 21 a 35 dias de idade, níveis bem acima do utilizado neste experimento.

Cristani (2008) ao avaliarem os efeitos da inclusão de 4% de um *Blend* de ácidos orgânicos (cítrico, fumárico, fosfórico e benzoico) nas dietas de leitões, dos 21 aos 63 dias de idade, com ou sem antibiótico e probiótico não observou efeito dos mesmos sobre o desempenho, morfologia intestinal, peso dos órgãos, pH do conteúdo dos segmentos do trato digestório e o número de coliformes fecais e totais.

5. CONCLUSÃO

Através dos resultados encontrados, não foi possível observar efeitos benéficos do *Blend* sobre estrutura intestinal dos leitões, digestibilidade das dietas e, consequentemente, melhora no desempenho.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, S. T.; HWANG J. A.; HOON, J.; MUN, H. S.; YANG, C. J. Comparison of Single and Blend Acidifiers as Alternative to Antibiotics on Growth Performance, Fecal Microflora, and Humoral Immunity in Weaned Piglets. **Asian Australasian Journal Animal Science**, v. 27, n. 1, p.93-100, 2014.

APERCE, C. C.; BURKEY T. E; KUKANICH, B.; CROZIER-DODSON, B. A.; DRITZ, S. S. e MINTON, J. E. Interaction of *Bacillus* species and *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* in immune or inflammatory signaling from swine intestinal epithelial cells. **Journal Animal Science**, v. 88, p. 1649-1656, 2010.

BOAS, A. D. C. V. **Suplementação de ácidos orgânicos em dietas para leitões na fase de creche**. 2014. 69 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável). Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2014.

CAMPBELL, J. M.; CRENSHAW, J. D. E; POLO, J. The biological stress of early weaned piglets. **Journal Animal Science Biotechnology**, .v. 4, p. 2049-1891, 2013.

CHIQUIERI, J.; SOARES, R. T. R. N.; LYRA, M. S.; HURTADO NERY, V. L.; FONSECA, J. B. Organic acids in the feed of weaned pigs. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, p.609-612, 2009.

CRISTANI, J. **Acidificantes e probióticos na alimentação de leitões recém-desmamados**. 2008. 57 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho” – Jaboticabal, SP.

CROMWELL, G. L. Why and how antibiotics are used in swine production. **Animal Biotechnology**, v. 13, p.7-27, 2002.

DECUYPERE, J. A.; DIERICK, N. A. The combined use of triacylglycerols containing medium-chain fatty acids and exogenous lipolytic enzymes as an alternative to in-feed antibiotics in piglets: concept, possibilities and limitations. An overview. **Nutrition Research Reviews**, v. 16, n. 193-209, 2003.

DIBNER, J. J.; BUTTIN, P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. **Journal Applied Poultry Research**, v. 11, p. 453–463, 2002.

DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L. Effects of administration of antimicrobials in feed on growth rate and feed efficiency of pigs in multisite production systems. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 220, p.1690–1695, 2002.

DIERICK, N. A.; DECUYPERE, J. A.; MOLLY, K.; VAN BEEK, E.; VANDERBEKE, E. COMBINED use of triacylglycerols (TAGs) containing medium chain fatty acids (MCFAs) and exogenous lipolytic enzymes as an alternative to nutritional antibiotics in piglet nutrition. II. In vivo release of MCFAs in gastric cannulated and slaughtered piglets by endogenous and exogenous lipases; effects on the luminal gut flora and growth performance. **Livestock Production Science**, v. 76, p. 1–16, 2002.

DOWNES, F. P.; ITO, K. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4th ed. Washington, D. C.: American Public Health Association, 2001.

FREITAS, L. S.; LOPES, D. C.; FREITAS, A. F.; CARNEIRO, J.; 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 da Zootecnia**, v.35, n. 4, p.1711-1719, 2006.

JAY, Y.; JACELA, D. V. M.; DEROUCHÉY, J. M.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L.; RENTER, D. G.; DRITZ, S. S. In-feed antibiotics. **Journal Swine Health Production**, 17:270–275, 2009.

KIM, Y. Y.; KIL, D. Y.; OH, H. K.; HAN, K. Acidifier as an Alternative Material to Antibiotics in Animal Feed. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 18, n. 7, p.1048-1060, 2005.

MANZANILLA, E. G.; PEREZ, J. F.; MARTIN, M.; KAMEL, J.; BAUCCELLS, C. J.; GASA, J. 2004. Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. **Journal Animal Science**, 82: 3210-3218.

METZLER, B.; MOSENTHIN, R. 2009. Effect of Organic Acids on Growth performance and nutrient digestibilities in pigs. Acidifiers in Animal Nutrition. Capítulo 5. Editado por Christian Luckstadt. Disponível em:

<<https://books.google.com.br/books?id=qrKxAwAAQBAJ&pg=PA41&lpg=PA41&dq=pig+organic+acids+pH+endogenous+HCl&source=bl&ots=IXQRTWP7k5&sig=S82IRTFb1V2rNeMXGRKnliWyr9Q&hl=pt-BR&sa=X&ei=XyWEVa-BLZLzggTu8IGIBw&ved=0CEsQ6AEwBA#v=onepage&q=pig%20organic%20acids%20pH%20endogenous%20HCl&f=false>>. Data de acesso: 22 de jun. 2015

Morais, S. C. F. **Utilização de dois teores de butirato no regime de desmame do leitão. Crescimento, digestibilidade e fisiologia digestiva**. 2009. 68 f. Dissertação (Dissertação em Produção animal) – Instituto superior de agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

MROZ, Z. Organic Acids as Potential Alternatives to Antibiotic Growth Promoters for Pigs. **Advances in Pork Production**, v. 16, p. 169 -182, 2005.

PARTANEN, K. H.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, v. 12, p. 177-145, 1999.

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

ROSSI, R., PASTORELLI, G.; CANNATA, S.; CORINO, C. Recent advances in the use of fatty acids as supplements in pig diets: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.162, p.1–11, 2010.

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.; EUCLIDES; R. F. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2001.

TERZIAN, A. C. B., ZUCCARI, D. A. P. C.; PEREIRA, R. S.; PAVAM, M. V.; RUIZ, C. M.; SUEIRO, F. A. R.; COELHO, J. Avaliação da caspase 3 e Ki-67 como marcadores prognósticos nas neoplasias mamárias em cadelas. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, p.96-102, 2007.

TOLOSA, E. M. C.; RODRIGUES, C. J.; BEHMER, O. A.; FREITAS-NETO, A. G. Manual de técnicas para histologia normal e patológica. 2. ed. Manole, Sao Paulo, 331p., 2003.

TOPPING D. Short-chain fatty acids produced by intestinal bacteria. **Asia Pacific Journal Clinical Nutrition**, v. 5, p.15-19, 1996.

TRAN, H.; BUNDY, J. W.; HINKLE, E.; MORENO, R.; WALTER, J.; BURKEY, T. E.; MILLER, P. S. Effects of Lactose and Co-dried Milk-Yeast on Growth Performance and Gastrointestinal Health of Nursery Pigs. **Nebraska Swine Report**, p. 30-37, 2010.

VONDRUSKOVA H, SLAMOVA, R.; TRCKOVA, M.; ZRALY, Z.; PAVLI, I. Alternatives to antibiotic growth promoters in prevention of diarrhea in weaned piglets: a review. **Veterinary Medicine**, v. 55, p.199-224, 2010.

WHITE, J.; HART, R.; FRY, J. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. **Journal Analytical Methods In Chemistry**, v. 8, p. 170-177, 1986.

Capítulo 3 - Efeito de ácidos orgânicos sobre o desempenho, digestibilidade das dietas, qualidade da carcaça e de carne de suínos em crescimento e terminação

RESUMO: O objetivo deste estudo foi determinar se a mistura (*Blend*) de ácidos orgânicos seria capaz de melhorar o desempenho, a digestibilidade das dietas, as características de carcaça, qualidade da carne e o perfil de ácidos graxos de suínos em crescimento e terminação. Trinta e seis suínos híbridos provenientes da granja comercial com $29,38 \pm 3,13$ kg foram ordenados por peso, sendo distribuídos de acordo com o delineamento em blocos casualizados, em quatro dietas experimentais, 9 repetições e 1 animal constituindo a unidade experimental. As dietas eram compostas, principalmente, de milho e farelo de soja, com a inclusão de 0, 0,15, 0,30 e 0,45% do *Blend* (ácidos acético (147,00 g/kg), cítrico (8,55 g/kg), fórmico (245,00 g/kg), láctico (133,65 g/kg), fosfórico (137,75 g/kg) e cálcio (137,00 g/kg)). Todos os dados foram submetidos à análise de variância, e polinômios ortogonais foram realizados para determinar os efeitos lineares, quadráticos e cúbicos, usando o procedimento MIXED. No coeficiente de digestibilidade observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para a matéria seca o ponto de inflexão mínimo em 0,17% e energia bruta, com ponto de inflexão mínimo em 0,18%. No desempenho e características de carcaça não houve diferença ($P > 0,05$). Na qualidade da carne, notou-se efeito linear ($P = 0,0158$), apenas para pH24h *Longissimus*. Para os ácidos graxos verificou-se efeito quadrático ($P = 0,039$) para eicosapentaenoico, com ponto de inflexão mínimo em 0,18% de inclusão do *Blend*. O *Blend* não melhorou o desempenho, as características de carcaça, a qualidade da carne e o perfil de ácidos graxos da carne de suínos em crescimento e terminação, o que não justifica o uso deste aditivo para os suínos nestas fases.

Palavras-chave: aditivo, cinza insolúvel, consumo

Chapter 3 - Effect of organic acids on growth performance, digestibility of diets, carcass quality and meat of pigs in growing and finishing

ABSTRACT: The objective of this study was to determine if the mixture (Blend) of organic acids would be able to improve the performance, digestibility of diets, carcass characteristics, meat quality and profile of fatty acids of pigs in termination. Thirty-six hybrid pigs from commercial farm with 29.38 ± 3.13 kg were ordered by weight, being distributed according to the design in randomized blocks in four experimental diets, 9 repetitions and 1 animal constituting the experimental unit. The diets were composed mainly corn and soybean meal, with the inclusion of 0, 0.15, 0.30 and 0.45% of Blend (acetic acid (147.00 g/kg), citric (8.55 g/kg), formic (245.00 g/kg), lactic acid (133.65 g/kg), phosphoric acid (137.75 g/kg) and calcium (137.00 g/kg)). All data were subjected to analysis of variance and orthogonal polynomials were conducted to determine the linear, quadratic and cubic effects, using the MIXED procedure. In the digestibility coefficient was observed quadratic effect ($P < 0.05$) for dry matter minimum turning point at 0.17% and gross energy with point of minimal inflection at 0.18%. In the growth performance and carcass characteristics were not observe difference ($P > 0.05$). In the quality of the meat, it was noted linear effect ($P = 0.0158$), only to pH24h *Longissimus*. For fatty acids there was a quadratic effect ($P = 0.039$) to eicosapentaenoic with point of minimal inflection at 0.18% of inclusion of Blend. The Blend did not improve the growth performance, carcass characteristics, meat quality and fatty acid profile of the meat of pigs in growing and finishing, which does not justify the use of this additive for pigs in these phases.

Keyword: additive, consumption, insoluble ash

1. INTRODUÇÃO

O consumidor é o elo final da cadeia produtiva, e é ele que irá determinar as características dos produtos que serão oferecidos. Portanto, os parâmetros de qualidade de carne devem ser conhecidos para obtenção de produtos *in natura* ou processados de melhor qualidade e maior valor agregado garantindo, assim, a satisfação dos consumidores, tanto no momento da compra, como na preparação e no consumo da carne suína (ROSA et al., 2008).

Neste sentido, entre os aditivos alternativos utilizados no mercado, os ácidos orgânicos têm lugar de destaque, pois, além de sua atividade antimicrobiana, o que pode impedir a contaminação de carcaças de suíno por *Salmonella* no período pré-abate (CALVEYRA, 2010), são conservantes eficazes das rações e podem promover melhor desempenho dos suínos, especialmente em crescimento, que pode estar associados com a menor taxa de passagem dos alimentos no trato gastrointestinal, aumento da atividade da enzima proteolítica, digestão de proteínas, secreção pancreática, melhoria da morfologia da mucosa, além de servir como substrato no metabolismo intermediário (PARTANEN e MROZ, 1999; TSILOYIANNIS et al., 2001; MROZ, 2005).

Em relação à carne, os ácidos orgânicos podem exercer papel importante em sua qualidade, pois são capazes de combater as espécies reativas do metabolismo do oxigênio (radicais livres, H_2O_2 e $HOCl$), gerados pelo estresse oxidativo (SIES, 1993; FERREIRA e MATSUBARA, 1997; UPADHAYA et al., 2014a), através do seu potencial em liberar H^+ e de se ligarem a metais, como ferro e cobre (BELLAYER, 2000; CÓRDOVA e NAVAS, 2000; KAWA, 2015).

O estresse oxidativo é gerado pelo desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes, sendo o estresse, poluição ambiental, possível presença de resíduos de pesticidas presentes nos alimentos cultivados e lesões teciduais, os maiores responsáveis por este desequilíbrio (FERREIRA e MATSUBARA, 1997; CAMPOS, 2009).

Essa oxidação de biomoléculas gera danos contra células e tecidos, inativação de enzimas, oxidação dos ácidos graxos polinsaturados e degradação de proteínas (CÓRDOVA e NAVAS, 2000; HALLIWELL e WHITEMAN, 2004), fatores estes que podem causar danos à qualidade da carne.

Apesar dos efeitos positivos encontrados no desempenho e saúde intestinal dos animais alimentados com ácidos orgânicos, há pouca informação na literatura sobre o efeito dos mesmos na qualidade da carcaça e da carne de animais.

Portanto, o objetivo foi determinar a mistura (*Blend*) de ácidos orgânicos seria capaz de melhorar o desempenho, a digestibilidade das dietas, as características de carcaça, qualidade da carne e o perfil de ácidos graxos de suínos em crescimento e terminação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp-Jaboticabal

Os procedimentos com animais seguiram as orientações estabelecidas pelo Conselho Brasileiro de Experimentação Animal e foram revistos e aprovados pelo Comitê de Ética e Bem-Estar Animal da Universidade Estadual Paulista (protocolo nº 014860/12).

2.1. Animais e alojamento

Trinta e seis suínos híbridos provenientes de granja comercial (65 ± 1 dia de idade e $29,38 \pm 3,13$ kg de peso) foram ordenados por peso, sendo distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos em um período de 85 dias de experimento (4 tratamentos, 1 suínos / baia; 8 repetições / tratamento).

2.2. Alimentação

As dietas eram compostas principalmente por milho e farelo de soja, com a inclusão de 0, 0,15, 0,30 e 0,45% do *Blend* (mistura de ácidos acético 147,00 g/kg; cítrico 8,55 g/kg; fórmico 245,00 g/kg; láctico 133,65 g/kg e fosfórico 137,75 g/kg, e cálcio 137,00 g/kg). As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações Rostagno et al. (2011) para todas as fases: fase 1 - dos 65 a 87 dias de idade; fase 2 – dos 88 aos 107 dias de idade; fase 3 - dos 108 aos 133 dias de idade; e fase 4 - dos 134 aos 150 dias de idade (Tabela 1).

As dietas foram isoenergéticas e isoproteicas, e não foram adicionados quaisquer antibióticos ou melhoradores de desempenho. Os animais tinham acesso à ração e água à vontade.

2.3. Desempenho

Animais e rações foram pesados ao início do experimento e ao final de cada fase experimental, enquanto as sobras de ração foram pesadas diariamente. Assim, foi determinado o peso inicial (PI), em kg, o peso final (PF), em kg, o consumo diário de ração (CDR), em kg/dia, ganho diário de peso (GDP), em kg/dia e a conversão alimentar (CA). Os dados foram analisados nos períodos: período 1 - dos 65 a 87 dias de idade; período 2 – dos 65 aos 107 dias de idade; período 3 - dos 65 aos 133 dias de idade; e período 4 - dos 65 aos 150 dias de idade.

2.4. Digestibilidade das dietas experimentais

Durante o experimento de desempenho, foi avaliada a digestibilidade das dietas experimentais, por meio do método da colheita parcial de fezes, utilizando-se cinza ácido insolúvel (CAI) como indicador. Estas determinações foram realizadas quando os animais atingiram 110 dias de idade.

Adicionou-se, às rações, 1% de cinza ácido insolúvel, sendo os animais alimentados com essas rações durante três dias, para regular o fluxo do indicador no trato digestório. Nos três dias subsequentes ao período de adaptação, 20% das fezes totais excretadas foram colhidas e colocadas em sacos plásticos devidamente identificados sendo, em seguida, armazenadas em freezer a -8°C, até o momento das análises laboratoriais.

Tabela 1. Ingredientes, composições química e centesimal das dietas experimentais para suínos em crescimento e terminação.

Ingredientes, %	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Milho grão, 7,8%	70,08	72,53	76,27	79,16
Farelo de soja, 45%	26,15	23,23	19,27	16,42
Fosfato bicálcico, %	1,13	0,93	0,83	0,80
Calcário calcítico, %	0,69	0,60	0,60	0,56
Óleo de soja, %	0,36	0,50	0,50	0,65
Sal comum, %	0,30	0,30	0,30	0,30
Suplemento min+vit, %	0,10	0,10	0,10	0,10
L-lisina, HCl, 98%	0,15	0,18	0,23	0,24
DL-metionina, 99%	0,03	0,03	0,03	0,03
L-treonina, 98%	.	.	0,04	0,04
BHT, %	0,10	0,10	0,10	0,10
Blend/Caulim*, %	0,91	1,50	1,73	1,60
Total, %	100	100	100	100
Energia Met, kcal/kg	3230	3230	3230	3230
Matéria Seca, %	84,89	84,67	84,37	84,46
PB, %	17,18	17,07	15,54	13,92
Calcio, %	0,64	0,55	0,51	0,47
Fósforo disponível, %	0,23	0,27	0,25	0,23
Sódio, %	0,18	0,18	0,15	0,15
Lisina Digestível, %	0,94	0,89	0,83	0,75
Metionina Digestível, %	0,28	0,27	0,25	0,23
Treonina Digestível, %	0,61	0,58	0,55	0,50
Triptofano Digestível, %	0,18	0,18	76,27	0,13

¹Premix mineral-vitamínico - quantidade por kg de produto: 500 mg ácido fólico; 150 mg selênio; 10.000 mg cobre; 15.000 mg pantotenato de cálcio; 100mg biotina; 23.000 mg de manganês; 400 mg de iodo; 20.000 mg de niacina; 6.000.000 UI de vitamina A; 1,257 mg de vitamina B1; 15.000 ug de vitamina B12; 3.336 mg de vitamina B2; 1257 mg de vitamina B6; 1.500.000 UI de vitamina D3; 13.000 UI de vitamina E; 2.000 mg de vitamina K; 80.000 mg de zinco; 110.000 mg de ferro; 100 mg de antioxidante (BHT); *0 a 0,45% de inclusão do Blend em cada uma das fases, sendo retirado do total do inerte.

Após o período de colheita, as fezes foram descongeladas e homogeneizadas, para obtenção de uma amostra composta de cada animal, a qual foi submetida à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas, sendo posteriormente moída em moinho tipo “faca”, dotado de peneira com crivos de 1 mm.

As amostras de fezes e ração foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da FCAV - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, determinando-se os teores de matéria seca - MS (AOAC, 1990; método número 930.15); matéria mineral - MM (AOAC, 1990; método número 942.05); proteína bruta - PB (AOAC, 1990; método número 984.13).

Determinou-se, também, a Energia Bruta – EB, pela utilização de bomba calorimétrica do tipo “PARR” e extrato etéreo (EE) de acordo com Silva e Queiroz (2002).

As determinações de CAI nas dietas e nas fezes foram efetuadas por meio de digestão das amostras em ácido clorídrico 4N, sob aquecimento, durante 45 minutos, filtragem do resíduo em papel de filtro quantitativo e, finalmente, incineração dos filtros e resíduos retidos, em forno mufla a 500 °C por quatro horas, conforme método adaptado de Van Keulen e Young (1977).

2.5. Abate e características de carcaça

Quando os animais atingiram 150 dias de idade foi dado um período de jejum de 18 horas, sendo fornecida apenas água para os mesmos. No frigorífico os animais foram atordoados eletricamente, sangrados, depilados, eviscerados, e suas carcaças divididas para baixo da linha média, por um corte longitudinal, de acordo com procedimentos comerciais padrão. Logo em seguida, as meias carcaças esquerda e direita foram pesadas, para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ). Relacionando o PCQ e o peso vivo, obtivemos o rendimento de carcaça, expresso em percentagem. Após este período as meias carcaças foram mantidas em refrigerador (4°C) durante 24 h.

Seguindo o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973), na meia carcaça de cada animal foram realizadas as seguintes medidas: comprimento da carcaça, espessura de toucinho média, resultante das espessuras de toucinho na

altura da primeira e última vértebras torácicas e última vértebra lombar, peso e rendimento de pernil, área de olho de lombo, área de gordura e relação carne/gordura, obtida por meio da divisão da área de olho de lombo pela área de gordura.

Foram também realizadas as seguintes mensurações: peso da carcaça quente, sem patas e cabeça (PCQ), espessura de toucinho (ET) e profundidade de lombo (PL), obtidas entre a última e a penúltima costelas, a seis centímetros da linha dorsal média, sendo estas duas últimas medidas tomadas na meia carcaça direita resfriada, com auxílio de um paquímetro.

Com os valores de PCQ, ET e PL, foram, então, calculadas a quantidade de carne magra (QCM) e a porcentagem de carne magra (%CM), de acordo com as seguintes equações propostas por Guidoni (2000):

$$QCM = 7,38 - 0,48 \times ET + 0,059 \times PL + 0,525 \times PCQ$$

$$\%CM = 65,92 - 0,685 \times ET + 0,094 \times PL - 0,026 \times PCQ$$

Com os valores de %CM e PCQ, determinou-se o índice de bonificação (IB), sendo este um fator de correção do valor da carcaça, expresso em porcentagem, conforme descrito por Fávero et al. (1997) e indicado a seguir:

$$IB = 37,004721 + 0,094412 \times PCQ + 1,144822 \times \%CM - 0,000053067 \times PCQ \times \%CM + 0,000018336 \times PCQ^2 + 0,000409 \times \%CM^2$$

2.6. Qualidade da carne

Após 45 minutos do abate de cada animal, foi mensurado o pH (pH45'), por meio de um potenciômetro digital portátil, específico para carnes, cujo eletrodo foi introduzido diretamente nos músculos *Longissimus* e *Semimembranosus*, sendo o pH novamente mensurado, nos mesmos locais, após 24 horas (pH24h), com as carcaças mantidas sob refrigeração (4°C).

Da meia carcaça direita de cada animal foi colhida uma amostra de, aproximadamente, 15 cm do músculo *Longissimus*, sendo retirada a camada de gordura adjacente ao músculo e foi levada ao Laboratório de Tecnologia de

Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da FCAV - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, onde foram realizadas as seguintes análises de carne. Para medir a capacidade de retenção de água da carne crua, amostras de aproximadamente 2g foram dispostas entre duas folhas de papel filtro e submetidas à pressão exercida por um peso de 10 kg durante 5 minutos (HAMM, 1986), pesando novamente as amostras, sendo expressas em porcentagem.

Na determinação da coloração, cortes de aproximadamente 2cm de espessura foram obtidos do músculo Longissimus dorsi, que foram expostos ao ar por 40 minutos para reação da mioglobina com o oxigênio atmosférico (SHIMOKOMAKI, 2003). As medidas de coloração foram obtidas com o aparelho da marca MINOLTA, operado no sistema CIE, encontrando valores de L* (indicação de luminosidade), a* (indicação do teor de vermelho) e b* (indicação do teor de amarelo) da carne. Em seguida, os cortes foram levados ao forno pré-aquecido (170 °C) até atingirem a temperatura, no centro geométrico da amostra, de 70 °C, determinando-se as perdas por cocção (perdas evaporativas, por gotejamento e total), expressas em porcentagem. Após a cocção, as amostras foram cortadas na forma cilíndrica e submetidas ao aparelho TEXTURE ANALYZER TA-XT-125, para mensuração da força de cisalhamento, expressa em kgf/cm² (LYON et al., 1998).

Para avaliar as perdas de água por gotejamento, amostras de aproximadamente 110g, livres de gordura, foram suspensas em redes de nylon seladas, dentro de sacos plásticos e assim permanecendo em câmara fria, à temperatura de 4 °C por 48 horas. A perda de água por gotejamento foi calculada pela diferença entre os pesos inicial e final da amostra, sendo expressa em porcentagem (BOCCARD et al., 1981). A análise de oxidação lipídica foi realizada por meio de análise comparativa, observando a reatividade de substâncias com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), em amostras armazenadas nos dias 1 e 8 após o abate, sob temperatura de refrigeração, de acordo com o método descrito por Pikul et al. (1989). O teor de colesterol foi determinado por colorimetria, de acordo com Bohac et al. (1988), adaptado por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (1995).

2.7. Perfil de ácidos graxos

Para a análise de ácidos graxos, foram realizadas extrações lipídicas por solubilização em clorofórmio-metanol (2:1), sendo determinado o conteúdo de lipídios totais (BLIGH e DYER, 1959), após secagem do extrato. Os extratos concentrados de lipídios obtidos em rotoevaporador (60 °C) foram processados, sendo realizada a esterificação dos ácidos graxos (BRAGAGNOLO e RODRIGUEZ-AMAYA, 2002). Os extratos esterificados foram levados ao Laboratório de Bioquímica de Microrganismos de Plantas do Departamento de Tecnologia da FCAV - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, para determinação do perfil de ácidos graxos, por meio de cromatografia gasosa.

2.8. Análise estatística

Todos os dados foram submetidos à análise de variância, e polinômios ortogonais foram realizados para determinar os efeitos lineares, quadráticos e cúbicos do aumento dos níveis do *Blend* de ácidos orgânicos, usando o procedimento MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Outliers foram definidos como aqueles valores com um residual Studentized $\pm 2,5$ de variação. Os dados são apresentados como médias dos quadrados mínimos, com respectivo erro padrão da média (SEM), e significância de $P < 0,05$.

3. RESULTADOS

A Tabela 2 mostra os resultados de peso final (PF), ganho diário de peso (GDP), o consumo diário de ração (CDR), a conversão alimentar (CA) de cada fase experimental. Não houve diferença ($P > 0,05$) para o desempenho dos suínos em crescimento e terminação.

Tabela 2. Peso Inicial (PI), peso final (PF) e desempenho de suínos alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos

Período I – 65 aos 87 dias de idade							
	% de inclusão				erro	P	Efeito
	0	0,15	0,30	0,45			
PI, kg	29,38	29,39	29,38	29,38	1,0933	1,0000	.
PF, kg	48,71	48,68	49,86	49,54	1,7056	0,7016	.
GDP, kg/dia	0,87	0,88	0,89	0,88	0,0298	0,9808	.
CDR, kg/dia	1,91	1,95	1,96	1,98	0,0760	0,9160	.
CA	2,25	2,29	2,21	2,20	0,0479	0,5720	.
Período 2 – dos 65 aos 107 dias de idade							
PF, kg	69,55	68,25	69,77	70,24	2,0914	0,7626	.
GDP, kg/dia	0,96	0,96	0,96	0,97	0,0296	0,9759	.
CDR, kg/dia	2,28	2,27	2,32	2,38	0,0813	0,7386	.
CA	2,39	2,36	2,42	2,44	0,0548	0,7406	.
Período 3 - dos 65 aos 133 dias de idade							
PF, kg	98,79	97,94	97,83	100,13	2,2178	0,7531	.
GDP, kg/dia	1,02	1,01	1,01	1,04	0,0259	0,7496	.
CDR, kg/dia	2,67	2,71	2,71	2,85	0,0834	0,3951	.
CA	2,62	2,68	2,69	2,75	0,0568	0,5028	.
Período 4 – dos 65 aos 150 dias de idade							
PF, kg	114,66	113,16	113,03	115,52	2,4853	0,8014	.
GDP, kg/dia	1,04	1,02	1,02	1,05	0,0257	0,7997	.
CDR, kg/dia	2,96	2,98	2,99	3,09	0,0738	0,5327	.
CA	2,85	2,91	2,93	2,95	0,0520	0,5581	.

PI – Peso Inicial; PF – Peso Final; GDP – Ganho diário de peso; CDR – Consumo diário de ração; CA– Conversão Alimentar

Na Tabela 3 são apresentados os resultados de coeficientes de digestibilidade de matéria seca, matéria mineral, proteínas, lípidos e energia bruta das dietas. Verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para a matéria seca ($y = 84,32 - 4,22x + 0,91x^2$) com o ponto de inflexão mínimo em 0,17% e energia bruta ($y = 86,53 - 6,03x + 1,24x^2$) com ponto de inflexão mínimo em 0,18%. Observou-se efeito cúbico ($P < 0,05$) para o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo e da matéria mineral.

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade das dietas experimentais de suínos em crescimento alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.

	% de inclusão				erro	P	Efeito
	0	0,15	0,30	0,45			
Coef. de Dig. MS ¹ , %	81,28	78,72	80,64	81,72	0,717	0,0202	Q
Coef. de Dig. MM ² , %	28,53	22,45	38,42	37,33	0,8586	<0,0001	C
Coef. de Dig. PB ³ , %	78,85	74,71	77,41	78,40	1,3052	0,0932	.
Coef. de Dig. EE ⁴ , %	36,41	26,57	37,42	41,48	1,9582	<0,0001	C
Coef. de Dig. EB ⁵ , %	81,97	78,73	80,32	82,06	0,7618	0,0040	Q

¹MS – Matéria Seca, ²MM – Matéria Mineral; ³PB – Proteína Bruta; ⁴EE - Extrato Etéreo; ⁵EB – Energia Bruta; L- Efeito linear; Q - Efeito Quadrático.

As características de carcaça (Tabela 4) não foram afetadas ($P>0,05$) pelos níveis crescentes do *Blend* de ácidos orgânicos adicionados às dietas.

Tabela 4. Características de carcaça de suínos alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.

	Dietas Experimentais, (% inclusão)				erro	P	Efeito
	0	0,15	0,30	0,45			
PCQ, kg	93,02	91,80	89,67	94,05	1,9670	0,3740	.
RC, %	81,13	81,10	81,25	81,75	0,3129	0,4012	.
Pernil, kg	12,90	12,50	12,88	12,98	0,3471	0,6340	.
CC, mm	96,22	97,17	96,83	98,56	0,9201	0,2421	.
ETM, mm	28,09	27,15	27,37	29,27	1,0376	0,4818	.
ET, mm	17,04	14,69	16,14	16,86	1,1440	0,4707	.
PL, cm	65,49	66,83	69,11	64,66	2,1213	0,4876	.
RP, %	28,21	27,65	28,32	27,95	0,2815	0,0951	.
AOL, cm ²	42,11	42,11	44,33	43,00	2,1520	0,8689	.
AG, cm ²	18,88	20,78	20,67	22,44	1,0319	0,1154	.
Rel. C/G	2,29	2,07	2,05	1,94	0,1410	0,2567	.
QCM, kg	51,90	52,47	50,79	51,33	1,1553	0,7488	.
CM, %	57,99	59,75	59,03	58,00	0,9071	0,4584	.
IB	113,42	115,4	114,34	113,54	1,1124	0,5768	.

PCQ – Peso da carcaça quente; RC - Rendimento de Carcaça; CC – Comprimento de carcaça; ETM – Espessura de toucinho média, segundo Guidoni (2000); ET – Espessura de toucinho; PL – Profundidade de lombo; RP – Rendimento de pernil; AOL – Área de olho de lombo; AG – Área de gordura; Rel. C/G – Relação carne/gordura; QCM – Quantidade de carne magra; CM - % de carne magra; IB – Índice de bonificação

Na qualidade de carne (Tabela 5) observou-se, apenas, efeito linear ($P=0,0158$), para o pH24h no *Longissimus* ($y = 5,51 + 0,04x$).

Tabela 5. Qualidade da carne de suínos alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.

	% de Inclusão				erro	P	Efeito
	0	0,15	0,30	0,45			
pH45' <i>Longissimus</i>	6,02	5,70	6,00	5,88	0,1067	0,1634	.
pH45' <i>Semimenbranosus</i>	6,03	5,93	6,13	6,00	0,0964	0,5101	.
pH24h <i>Longissimus</i>	5,58	5,56	5,64	5,70	0,0315	0,0158	L
pH24h <i>Semimenbranosus</i>	5,80	5,70	5,78	5,85	0,0463	0,1856	.
PG, %	9,41	13,86	11,08	10,97	1,1318	0,0698	.
CRA, %	67,29	69,12	70,75	68,02	1,4125	0,3538	.
FC, kgf/cm ²	1,69	1,88	1,82	1,67	0,1066	0,4692	.
L*	58,12	60,97	57,36	57,50	1,4808	0,2656	.
a*	7,74	9,18	8,81	8,49	0,4946	0,1612	.
b*	5,79	7,51	6,54	6,44	0,6122	0,2812	.
Tbars, mg MDA/kg	0,33	0,33	0,33	0,35	0,0119	0,3445	.
Colesterol, mg/100 g	42,96	44,78	42,91	43,03	1,0748	0,5543	.
Gordura, %	5,31	5,04	4,99	5,16	0,2208	0,7412	.

PG - Perda por gotejamento; TBARS, oxidação lipídica; FC- força de cisalhamento; CRA - capacidade de retenção de água; L *, luminosidade; a *, intensidade do vermelho; b *, intensidade amarelo; L, efeito linear.

Para os ácidos graxos (Tabela 6), observou-se efeito cúbico ($P=0,0473$) para heptadecanóico e efeito quadrático ($P = 0,039$) para eicosapentaenoico ($y = 0,030 - 0,016x + 0,003x^2$) com ponto de inflexão mínimo em 0,18% de inclusão do *Blend*.

Tabela 6. Valores médios dos ácidos graxos do músculo *Longissimus* de suínos alimentados com níveis crescentes de ácidos orgânicos.

Ácidos	% de Inclusão				erro	P	Efeito
	0	0,15	0,30	0,45			
Caprico (C10:0)	0,078	0,092	0,096	0,086	0,0049	0,0643	.
Laurico (C12:0)	0,056	0,068	0,073	0,068	0,0049	0,0985	.
Mirístico (C14:0)	1,400	1,403	1,478	1,403	0,0392	0,3468	.
Miristoleico (C14:1n-5)	0,016	0,013	0,019	0,016	0,0016	0,1322	.
Pentadecanóico (C15:0)	0,049	0,044	0,051	0,500	0,0061	0,8903	.
Palmitico (C16:0)	26,12	26,13	26,66	26,36	0,2867	0,4689	.
Palmitoleico (C16:1)	3,136	2,952	3,191	3,079	0,1152	0,4782	.
Heptadecanóico (C17:0)	0,241	0,235	0,304	0,266	0,0206	0,0473	C
Heptadecenóico (C 17:1)	0,270	0,261	0,309	0,298	0,0371	0,7723	.
Esteárico (C18:0)	11,93	12,60	11,89	11,89	0,3309	0,3552	.
Oleico (C18:1n9c)	43,13	43,21	42,46	42,84	0,3749	0,4976	.
cis-vacénico (C18:1n7)	3,414	3,204	3,312	3,244	0,0996	0,4528	.
Linoleico (C18:2n6c)	7,326	7,399	7,722	7,847	0,3633	0,7021	.
γ- linolênico (C18:3n6)	0,026	0,030	0,031	0,033	0,0023	0,1924	.
α- linolênico (C18:3n3)	0,219	0,240	0,252	0,254	0,0170	0,4472	.
Linoleico Conjugado (CLA)	0,064	0,057	0,058	0,058	0,0024	0,1827	.
Araquidico (C20:4n6)	0,206	0,174	0,190	0,186	0,0094	0,1599	.
Eicosenóico (C20:1n9)	0,701	0,643	0,696	0,660	0,0287	0,4345	.
Eicosadienoico (C20:2)	0,277	0,272	0,291	0,297	0,0127	0,7059	.
Eicosatrienoico (cis -8, 11, 14)	0,116	0,106	0,107	0,117	0,0085	0,6652	.
Araquidônico (C20:4n6)	0,680	0,593	0,580	0,657	0,0768	0,7559	.
Eicosatrienoico (cis-11, 14,17)	0,033	0,031	0,036	0,367	0,0017	0,1092	.
Eicosapentaenoico (C20:5n3)	0,015	0,013	0,011	0,020	0,0017	0,0039	Q
Docosatetraenóico (C22:4n6)	0,147	0,136	0,128	0,143	0,0130	0,7053	.
Nervônico (C24:1n9)	0,062	0,054	0,051	0,058	0,0048	0,2839	.

Q - Efeito Quadrático; C – Efeito Cúbico

4. DISCUSSÃO

A não diferença estatística entre os tratamentos deste experimento pode estar associada a cinco fatores: a escolha dos ácidos usados no *Blend* (ácidos cítrico, fórmico, láctico e fosfórico), ao nível de inclusão do *Blend* nas dietas, ao local de condução do experimento, às dietas fornecidas e à ação do antioxidante. Dibner e Buttin (2002) e Mroz (2005) apontaram que a falta de resposta da utilização de ácidos orgânicos nas dietas de suínos está associada à variabilidade dos ácidos utilizados, à concentração dos mesmos e ao local de alojamento dos animais.

Segundo Kim et al. (2005), o desempenho dos animais depende da dose empregada, sendo observado melhores respostas para níveis mais elevados de inclusão dos ácidos orgânicos (acima de 1%).

Em relação ao local, o galpão no qual os animais foram alojados não permitia que os mesmos sofressem três dos quatro fatores que podem gerar e/ou aumentar o desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes que são: estresse, poluição ambiental e lesões teciduais que aumentam a liberação da hemoglobina (Hb) e ferro, favorecendo reações oxirredutoras, geradas principalmente por superlotação ou baias de baixa qualidade estrutural (FERREIRA e MATSUBARA, 1997; CAMPOS, 2009). A única variável que não era controlável e podia causar aumento do estresse oxidativo era a possível presença de pesticidas nos alimentos cultivados como milho e farelo de soja, que eram a base da alimentação dos animais.

A dieta fornecida é outro fator que pode ser responsável pela falta de respostas do *Blend* sobre a qualidade da carne. Substâncias como, vitaminas A (beta-caroteno), E (tocoferol) e C (ácido ascórbico), junto com minerais como o zinco (Zn), atuam como agentes protetores antioxidantes (CÓRDOVA e NAVAS, 2000; Barbosa et al., 2010), sendo as mesmas fornecidas diretamente nas dietas por meio do suplemento mineral-vitamínico. Estas substâncias podem ser suficientes no combate de radicais livres produzidos pelo organismo, portanto, não sendo observados efeitos positivos dos ácidos orgânicos sobre a qualidade de carne. Além destas substâncias, enzimas endógenas como superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase impedem e/ou controlam a formação de radicais livres e espécies não-radicaais (BARBOSA et al., 2010), o que, também, pode mascarar os efeitos dos ácidos orgânicos.

Em relação à ação do antioxidante Halliwell et al. (1994); Bianchi e Antunes (1999) sugeriram que a ação dos mesmos irá depender do tipo de radicais livres formados, onde e como são gerados estes radicais livres, a análise e métodos para a identificação dos danos, e doses ideais para obter proteção. Assim é possível que um antioxidante, como os ácidos orgânicos, atue como protetor em determinado sistema e falhe em outro.

Alguns experimentos (JANSONS et al., 2011; UPADHAYA et al., 2014a e UPADHAYA et al., 2014b) encontraram diferenças no desempenho, digestibilidade e qualidade de carne de suínos alimentados com ácidos orgânicos. Entretanto, o uso destes ácidos estava associado a outros aditivos nutricionais, podendo estes ser os responsáveis pelas diferenças encontradas, não assegurando, assim, que os ácidos orgânicos, possam ter efeitos positivos no desempenho, nas características de carcaça e na qualidade da carne de animais em crescimento e terminação.

Jansons et al. (2011) ao avaliarem a inclusão de um Blend composto pelos ácidos fórmico, acético, cítrico, fosfórico e cálcio na alimentação de suínos abatidos aos 170 dias de idade, na proporção de 0,6; 0,4 e 0,3% nas fases de 42 a 78; 79 a 114 e 115 a 170 dias de idade, observaram que o *Blend* assegura uma qualidade mais elevada proteína no tecido muscular, ou seja, maior valor nutritivo, entretanto seus efeitos ficaram bem abaixo das dietas que tinham fitoaditivos como aditivos.

Upadhaya et al. (2014a) ao avaliarem a inclusão de um Blend de ácidos orgânicos composto pelos ácidos fumárico, cítrico e málico nas dietas de suínos em crescimento durante um período de 12 semanas, verificaram efeitos positivos com a inclusão de 0,2% do *Blend* sobre a digestibilidade das dietas, no desempenho e na qualidade da carne, entretanto concluíram que os resultados positivos podem estar associados aos ácidos graxos de cadeia média (ácidos cáprico e caprílico) que faziam parte deste blend e têm efeitos positivos sobre a qualidade da carne.

Upadhaya et al. (2014b) ao avaliarem a inclusão de um Blend de ácidos orgânicos composto pelos ácidos fumárico, cítrico e málico na dieta de suínos em crescimento, com 22 kg de peso durante um período de 6 semanas, observaram efeitos positivos com a inclusão de 0,1% do blend sobre o desempenho e menor excreção de H_2S , entretanto, assim como Upadhaya et al. (2014a) os resultados

positivos podem estar associados aos ácidos graxos de cadeia média (ácidos cáprico e caprílico) presentes também nas dietas.

5. CONCLUSÃO

Apesar da melhora de alguns índices de digestibilidade, não foram observados efeitos positivos dos ácidos orgânicos na alimentação de suínos em crescimento e terminação que pudessem justificar seu uso.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCS. Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (n. 2). Estrela, RS, Brazil: Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 1973.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington: AOAC, 1990.

BARBOSA K. B. F.; COSTA, N. M. B.; ALFENAS, R. C.; PAULA, S. O.; MINIM, V. P. R.; BRESSAN, J. A. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.

BELLAVER, C. 2000. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/memorias2000_bellaver.pdf>. Data de acesso: 29 dez. 2015.

BIACHI, M. L.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BOHAC, C. E., RHEE, K. S. Influence of animal diet and muscle location on cholesterol content of beef and pork muscles. **Meat Science**, v. 23, p. 71-79, 1988.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BOCCARD, R.; BUCHTER, L.; CASSELS, E. Proceedings for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. **Livestock Production Science**, v.8, n.3, p.385-397, 1981.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 15, n. 1, p. 11-17, 1995.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, p.98-104, 2002.

CAMPOS, D. M. T. 2009. Medicina Hortomolecular. Disponível em: <<http://www.dianacamposortomolecular.com.br/radicaais-livres-antioxidantes.html>>. Data de acesso: 01 jan. 2016.

CALVEYRA, J. C. **Efeito da adição de ácidos orgânicos e prebiótico na dieta sobre a excreção de Salmonella Typhimurium em suínos em fase de crescimento e terminação infectados experimentalmente**. 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias Especialidade na área de Bacteriologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Porto Alegre, 2010.

CÓRDOVA, A; NAVAS, F. J. Os radicais livres e o dano muscular produzido pelo exercício: papel dos antioxidantes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 6, n. 5, p. 169-175, 2000.

DIBNER, J. J.; BUTTIN, P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. **Journal Applied Poultry Research**, v. 11, p. 453–463, 2002.

FÁVERO, J. A.; GUIDONI, A. L.; BELLAYER, C. Predição do índice de valorização de carcaças suínas em função do peso e do percentual de carne. In: Congresso da Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos, 8, 1997, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, p. 405-406, 1997.

FERREIRA A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Medica Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 61-68, 1997.

GUIDONI, A. L. 2000. Melhoria dos processos para tipificação de carcaças suínas no Brasil. In: Conferência Internacional Virtual sobre qualidade de carne suína, Concórdia, Brazil. p. 221-234. Disponível e; <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_guidoni_pt.pdf>. Data de acesso 14 dez. 2014.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**, New York, v.52, n.8, p.253-265, 1994.

HALLIWELL B; WHITEMAN, M. Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? **British Journal of Pharmacology**, v. 142, n.2, p. 231-255, 2004.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation. **Advances in Food Research**, v. 10, n. 2, p. 335-443, 1960.

JANSON, I.; JEMELJANOV, A.; KONOSONOKA, I. H.; STERNA, V.; LUJANE, B. The influence of organic acid additive, phytoadditive and complex of organic acid additive phytoadditive on pig productivity, meat quality. *Agronomy Research*, v. 9, n. 2, p. 389-394, 2011.

KAWA, L. 2015. Ácidos orgânicos e suas especificações. Disponível em: <<http://professoralucianekawa.blogspot.com.br/2015/06/acidos-organicos-e-suas-aplicacoes.html>>. Data de acesso: 31 de dez. 2015.

KIM, S. W.; MATEO, R. D.; JI, F. Fermented soybean meal as a protein source in nursery diets replacing dried skim milk. **Journal Animal Science**, 83 (Suppl. 1):116, 2005.

LYON, C. E.; LYON, B. G.; DICKENS, J. A.. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.7, p. 53-60, 1998

MROZ, Z. Organic Acids as Potential Alternatives to Antibiotic Growth Promoters for Pigs. **Advances in Pork Production**, v. 16, p. 169 -182, 2005.

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

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of tree modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 37, p. 1309-1313, 1989.

SIES, H. Strategies of antioxidant defence. Review. **European Journal of Biochemistry**, Berlin, v.215, n.2, p.213- 219, 1993.

ROSA, A. F.; GOMES, J. D. F.; MARTELLO, M. R.; SOBRAL, P. J. A.; LIMA, C. G. Qualidade da carne de suínos de três linhagens genéticas comerciais em diferentes pesos de abate. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, p.1394-1401, 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suíno: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Viçosa, MG: UFV, 3ed., 2011, 252p.

SHIMOKOMAKI, M. Princípios da qualidade da carne. In: SIMPÓSIO DE QUALIDADE DA CARNE, 1, 2003, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 2003. 1 CD-ROM.

SILVA, D. J., QUEIRÓZ, A. C. Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 235p, 2002

TSILOYIANNIS, V. K.; KYRIAKIS, S. C.; VLEMAS, J. et al. The effect of organic acids on the control of post-weaning oedema disease of piglets. **Research in Veterinary Science**, v. 70, p. 281-285, 2001.

UPADHAYA, S. D.; LEE, K. Y.; KIM, I. H. Influence of protected organic acid blends and diets with different nutrient densities on growth performance, nutrient digestibility and faecal noxious gas emission in growing pigs. **Veterinari Medicina**, v. 59, n. 10, p. 491-497, 2014. a

UPADHAYA, S. D.; LEE, K. Y.; KIM, I. H. Protected Organic Acid Blends as an Alternative to Antibiotics in Finishing Pigs. **Asian-Australas Journal Animal Science**, v. 27, n.11, p. 1600-1707, 2014.b

VAN KEULEN, J.; YOUNG, B. A. Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. **Journal of Animal Science**, v.44, n. 2, p.282-287, 1977.