

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

JOÃO OTÁVIO HILGEMBERG

USO DE ACIDIFICANTES NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES EM FASE PRÉ-INICIAL:  
ESTUDO META-ANALÍTICO

PONTA GROSSA

2016

JOÃO OTÁVIO HILGEMBERG

USO DE ACIDIFICANTES NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES EM PÓS-DESMAME E EM  
CRECHE: ESTUDO META-ANALÍTICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para aprovação na disciplina de Orientação de Trabalho de Conclusão de Curso na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área de Zootecnia.

Orientadora: Prof. Dra. Cheila Roberta Lehen

PONTA GROSSA

2016

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela minha vida, por sua misericórdia infinita e por me proporcionar o dom da inteligência, perseverança e força de vontade. De forma muito especial, agradeço a meu primo Cassiano (in memoriam) que teve papel fundamental, para que eu escolhesse a Zootecnia como a profissão da minha vida, mesmo eu tendo pouco contato, isso já foi o suficiente para que a minha vocação despertasse.

Agradeço a minha família, de modo muito especial a minha mãe e meu pai, pelo apoio nas decisões da minha vida, por me incentivarem a buscar o conhecimento, por me ajudarem nas horas difíceis e também, é claro nos momentos alegres. Agradeço também a minha namorada Mariane, por ser meu ombro amigo, pelo seu apoio e compreensão na elaboração deste trabalho.

Agradeço aos meus colegas de curso, de modo especial a Fernanda, parceira de pesquisa e estágios, grande amiga, onde não só partilhamos coisas do curso, mas coisas da vida. Passamos por inúmeras coisas neste período de faculdade que serviram para estreitar os nossos laços de amizade, obrigado.

Agradeço a Prof. Dr<sup>a</sup>. Cheila Roberta Lehnem, que durante todo o tempo de iniciação científica colaborou para a minha formação profissional, agradeço por cada conselho (tanto profissional quanto pessoal), pelo apoio, por sua paciência em me ensinar (às vezes as coisas demoram a entrar na cabeça). Obrigado por me mostrar outro lado da Zootecnia: a pesquisa, e é claro pela orientação para elaboração deste trabalho.

## RESUMO

Uma meta-análise foi realizada para avaliar a influência dos acidificantes sobre o desempenho, pH da dieta, pH do trato gastrointestinal e morfometria intestinal de leitões em fase pré-inicial. Foram tabulados os dados relativos ao material e métodos e resultados de 66 artigos publicados entre os anos de 1985 a 2014, totalizando 9.641 leitões distribuídos em 280 tratamentos. O peso médio inicial foi de 6,541kg e final de 9,122kg, idade média inicial de 23 dias e final de 34 dias. Foram divididos em quatro tratamentos: controle, ácido orgânico, sais de ácido orgânico e blends (mistura de acidificantes), onde o consumo médio observado foi de 0,0; 3,26; 1,62 e 2,83 g/d, respectivamente. A meta-análise foi realizada por análise gráfica (para observar a coerência biológica dos dados), de correlação e de variância. Não foi observado diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para os valores de desempenho, embora numericamente, o consumo médio diário foi superior em leitões alimentados com dietas contendo sais de ácidos orgânicos e, o maior ganho médio diário foi em leitões alimentados com blend (misturas) de acidificantes. Não foi observado diferença ( $P>0,05$ ) no pH do estômago, duodeno, ceco, na altura de vilosidades e nas correlações entre as porções do trato gastrointestinal com o pH da dieta. Houve diferença ( $P<0,05$ ) no pH do jejuno, íleo e cólon e na correlação entre a porcentagem de acidificante com o pH do íleo. Portanto, os acidificantes em geral interferem positivamente no consumo de ração e ganho de peso dos leitões em fase pré-inicial. A inclusão de ácidos orgânicos, blends e sais orgânicos diminui o pH intestinal com efeitos benéficos indiretos no desempenho dos leitões.

Palavras-chave: Leitões. Acidificantes. Ácidos Orgânicos. Nutrição. Meta-análise.

## ABSTRACT

A meta-analysis was performed to evaluate the influence of acidifying on the performance of the diet pH in the gastrointestinal tract pH and intestinal morphology of piglets in the pre-initial stage. They were tabulated data on the material and methods and results of 66 articles published between the years 1985-2014, totaling 9,641 piglets distributed in 280 treatments. The average weight was 6,541kg and 9,122kg late, average starting age of 23 days and end 34 days. They were divided into four treatments: Control, organic acid salts and organic acid blends (blend of acidifying) where the observed average consumption was 0.0; 3.26; 1.62 and 2.83 g / d, respectively. The meta-analysis was performed by graphical analysis (to observe the biological coherence of data), correlation and variance. There was no difference ( $P > 0.05$ ) between treatments for the performance values, although numerically, the average daily consumption was higher in piglets fed diets containing organic acid salts, and the highest average daily gain was fed piglets with blend (mixture) acidifying. There was no difference ( $P > 0.05$ ) the pH of the stomach, duodenum, cecum, the height of the villi and the correlations between portions of the gastrointestinal tract with pH of the diet. There was significant difference ( $P < 0.05$ ) pH in the jejunum, ileum and colon and the correlation between the percentage of acidifying to pH ileum. Therefore, acidifying generally positively affect the feed consumption and weight gain of piglets in the pre-initial stage. The inclusion of organic acids, organic salts and blends decreases intestinal pH with indirect beneficial effects on the performance of pigs.

Keywords: Piglets. Acidifying. Organic acids. Nutrition. Meta-analysis.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação de autores selecionados, acidificantes utilizados, número de leitões utilizados no experimento e média de peso inicial e final <sup>1</sup> . .....	13
Tabela 1 – Consumo médio de nutrientes e de acidificantes para leitões em na fase pré-inicial..	16
Tabela 2 – Desempenho de leitões na fase pré-inicial alimentados com dietas contendo ácidos orgânicos, sais ou blends.....	17
Tabela 4 – Influência do pH da dieta e do uso de acidificantes sobre o pH gastrintestinal e morfometria intestinal em leitões na fase pré-inicial.....	18
Tabela 5 – Equações para estimar a influencia da inclusão de acidificantes na dieta de leitões na fase pré-inicial alimentados com dietas contendo acidificantes. ....	20

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ca	Cálcio
CAC	Consumo de Acidificante
CMD	Consumo Médio Diário de ração
dpr	Desvio Padrão Residual
ED	Energia Digestível
EM	Energia Metabolizável
GMD	Ganho Médio Diário de peso
Lys	Lisina
Met	Metionina
n.e.	Não Especificado
P	Fósforo
PB	Proteína Bruta
pKa	Constante de Dissociação
TGI	Trato Gastrintestinal
Thr	Treonina
Trp	Triptofano

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
1.1. Desmame .....	9
1.2. Acidificantes.....	10
1.3. Meta-análise .....	11
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
4. CONCLUSÕES.....	20
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21



## 1. INTRODUÇÃO

A carne suína é a fonte de proteína de animais mamíferos mais consumida no mundo. Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o Brasil produziu em 2015 aproximadamente 3.643 mil toneladas de carne, das quais 15,2% foram exportadas, resultando na quarta colocação entre os países exportadores de carne suína (ABPA, 2016). Para alcançar tal patamar, é necessário que o rebanho tenha altos rendimentos produtivos e a adoção de técnicas que permitam que os suínos expressem ao máximo o seu potencial (SILVA, 2004). Uma dessas técnicas é o desmame precoce.

Com o advento da proibição dos antibióticos na alimentação animal pela União Europeia, os acidificantes vêm sendo estudados, a fim de substituí-los. Os principais efeitos estudados dos acidificantes sobre os leitões são como promotor de crescimento, redução do pH gastrintestinal, controle de bactérias patogênicas, redução de diarreias, melhora do desempenho zootécnico e morfometria intestinal. O efeito promotor de crescimento dos acidificantes é particularmente evidente nas primeiras semanas que seguem o desmame, pois é uma fase muito crítica, caracterizada pelo baixo consumo de ração, baixa digestibilidade, resultado de um trato gastrintestinal (TGI) ainda em desenvolvimento (SILVA, 2004)

### 1.1. Desmame

O desmame é a separação dos leitões de sua mãe, visando aumentar a produtividade das matrizes e otimizar o uso das instalações. É uma prática já consolidada na suinocultura, que no Brasil varia entre os 21 dias aos 28 dias de idade dos leitões (MACHADO, 2014). E levando em consideração a nutrição, este período é classificado como a fase pré-inicial, que segundo Rostagno et al. (2011), compreende os leitões com até 42 dias de vida e peso máximo de 15 kg.

O desmame é um processo estressante para os leitões nos aspectos nutricional, fisiológico, ambiental e social (MORAIS, 2009). No aspecto nutricional, ocorre a mudança na alimentação, deixando de ser líquida (altamente digestível) para ser sólida (menos digestível) (CHAMONE et al., 2011). No aspecto fisiológico, o leitão apresenta baixa capacidade de produção de ácido clorídrico, uma vez que o principal acidificante do trato gastrintestinal era o ácido láctico proveniente da fermentação do leite (MORAIS, 2009). Ocorrem alterações da mucosa intestinal, atrofia de vilosidades e hiperplasias de criptas, que diminuem as capacidades absorptivas e digestivas do intestino delgado dos leitões logo após o desmame. Essa imaturidade digestiva dos leitões impossibilita uma melhor digestão dos alimentos,

sobrando mais substrato, principalmente proteico, no intestino delgado, favorecendo a proliferação de bactérias patogênicas (CHAMONE et al., 2011). Já no aspecto social e ambiental, quando os leitões são desmamados, há um reagrupamento das leitegadas, gerando brigas e disputas hierárquicas, e há a mudança de ambiente, aumentando o desafio sanitário.

## 1.2. Acidificantes

De início, os acidificantes, eram incluídos nas dietas como conservantes, prevenindo o aparecimento de fungos na ração (MIGUEL, 2008). Mas eles vão além disso, sendo classificados como aditivos equilibradores de flora, utilizados para a redução do pH do trato digestivo superior, com o objetivo de facilitar a digestão e reduzir a proliferação de microrganismos indesejáveis no estômago e no intestino (BRASIL, 2004). E ainda influenciam na fisiologia da mucosa intestinal (profundidade de criptas e altura de vilosidades) e secreções enzimáticas, melhoram a absorção e retenção de nutrientes da dieta, servem como substrato para o metabolismo secundário, além de melhorar os índices zootécnicos (CANTELI, 2010).

Para ser considerada acidificante, a substância deve ser um ácido orgânico ou inorgânico, ou ainda um sal proveniente de um ácido orgânico. Os ácidos orgânicos também são conhecidos como ácidos carboxílicos, possuem uma ou mais carboxilas (-COOH) em sua molécula e na alimentação animal, são ácidos fracos e de cadeia curta (dentre um a sete carbonos na molécula) que produzem menor quantidade de prótons ao se dissociarem (MIGUEL, 2008). Os sais de ácidos orgânicos são provenientes da substituição do hidrogênio por outro elemento, como sódio, potássio e cálcio, normalmente seus efeitos são menores do que os próprios ácidos, embora sejam mais estáveis, possuem menos odor, são menos voláteis e corrosivos e mais solúveis em água (GRECCO, 2014).

Para que os acidificantes atuem com bactericidas ou bacteriostáticos, eles necessitam estar na forma não dissociada, difundindo-se pela membrana celular das bactérias, dissociar-se quando o pH interno é superior à constante de dissociação (pKa), e promover a diminuição do pH no interior da membrana com a liberação dos prótons (H<sup>+</sup>) (CHIQUIERI et al., 2009). Certos grupos de bactérias são sensíveis a essa alteração do pH, desta forma, como tentativa de sobrevivência, ativam o mecanismo de bombeamento dos prótons H<sup>+</sup> pela bomba ATPase, consumindo e esgotando a energia celular (GRECCO, 2014). Como a difusão dos ácidos só ocorre quando estes estão na forma não dissociada, ânions acumulam-se internamente, provocando a modificação da pressão osmótica, a interrupção da síntese de ácido nucleico,

bloqueio de reações enzimáticas e alteração no transporte através da membrana (CHIQUIERI et al., 2009).

Os acidificantes surgiram como uma alternativa, devido ao banimento do uso de antimicrobianos (antibióticos promotores de crescimento) na ração pela União Europeia em 2006. Um vez que o uso indiscriminado dos antibióticos tornou-se preocupante para a saúde animal e humana devido à resistência dos microrganismos patogênicos aos princípios ativos e a presença de resíduos na carne (PAPATSIROS et al, 2012; ALVARADO et al., 2013; DIAO et al., 2015). Entretanto, as diferentes formas de uso e níveis aplicados dos acidificantes em ensaios *in vivo* são variáveis e até contraditórias. Parte da variabilidade observada nos trabalhos já publicados pode estar relacionada com a diversidade de fatores experimentais potencialmente influentes sobre a resposta dos animais à alimentação com diferentes fontes proteico-energéticas, além dos acidificantes serem usados de forma isolada, protegida ou misturados. Assim, a meta-análise vem como forma de gerar novos resultados ajustados à diversidade experimental, a partir de resultados já publicados, surge como uma alternativa viável.

### **1.3. Meta-análise**

Para Lovatto et al. (2007) a meta-análise é um procedimento que combina resultados de vários estudos produzindo uma nova conclusão sobre o assunto abordado, com mais precisão na estimacão e tamanho do efeito. E, além disso, em caso de resultados aparentemente discordantes, obter uma visão geral da situação. Devido a suas propriedades analíticas, a meta-análise permite aumentar o número de observações (n) detectando diferenças que não seriam notadas em populações menores (LOVATTO et al., 2007). Diante dessa problemática, esse trabalho tem o objetivo de estudar por meio da meta-análise, a utilização dos acidificantes em dietas de leitões na fase pré-inicial sobre o desempenho animal e morfometria intestinal.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo foi realizado pelo grupo de pesquisa Biologia integrativa e modelagem na produção de não ruminantes GPBioModel/CNPq no Departamento de Zootecnia na Universidade Estadual de Ponta Grossa, sendo desenvolvido a partir de informações obtidas das seções de material e métodos e resultados dos artigos selecionados. Os critérios para seleção das publicações indexadas foram: estudos contendo resultados de desempenho e

morfometria de leitões em fase pré-inicial alimentados com dietas contendo diferentes acidificantes e seus níveis. As principais bases indexadoras foram: Elsevier, ScienceDirect, Scopus, Scielo, PubMed e Periódicos CAPES.

Uma codificação para tipo de acidificante foi realizada na base de dados para agrupar as informações de ácidos orgânicos, sais e blends. Os controles relativos a cada grupo foram agrupados somente para a análise da presença ou não de acidificante. Além das codificações categóricas, foram utilizadas outras três codificações moderadoras: a) codificação geral (efeito de estudo), onde cada artigo recebeu um número sequencial; b) codificação inter, onde cada tratamento recebeu um número composto por codificação geral mais outro número de forma sequencial (artigo 1, tratamento 01= 1+01 = 101); c) codificação intra, código semelhante ao inter utilizado quando haviam medidas repetidas (no tempo ou doses). A definição das variáveis dependentes e independentes e a codificação dos dados, de maneira a permitir a análise dos efeitos inter e intraexperimentos, foram realizadas segundo LOVATTO et al. (2007) e SAUVANT; SCHMIDELY; DAUDIN, (2005).

A tabulação das informações relevantes de cada artigo foi realizada em planilha no Microsoft Excel (2010). Foram tabulados os dados relativos aos aspectos bibliográficos (autores, ano, periódico, país, instituição de origem), as características experimentais (delineamento experimental, ingredientes das dietas, níveis de inclusão, tipo e forma de apresentação dos acidificantes, composição nutricional, instalações, temperatura, idade, peso) e aos resultados (desempenho zootécnico, pH das dietas e das porções do trato gastrintestinal e morfometria intestinal).

Os acidificantes encontrados nos periódicos são os ácidos: acético, benzoico, butírico, cáprico, caprílico, cítrico, fenil-lático, fórmico, fosfórico, fumárico, láctico, málico, propiônico, sórbico e tartárico. Dentre os sais estão o: butirato de sódio, benzoato de sódio, diformiato de potássio, formiato de amônio, formiato de cálcio, gluconato de sódio, lactato de cálcio, propionato de cálcio, sal de cálcio do ácido 2-hidróxi-4-metiltio-butanóico, além das misturas (blends) que poderiam ser entre qualquer acidificante.

A base de dados contemplou 66 artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, sendo composta por 9.641 animais, distribuídos em 280 tratamentos (tabela 1). A idade e o peso máximo da fase pré-inicial seguem o preconizado por Rostagno et al. (2011) sendo, 42 dias de vida e 15 kg, respectivamente. A idade média dos leitões ao início dos experimentos foi de 23 dias (variação: 4 a 36 dias), idade média final de 34 dias (variação: 17 a 42 dias), o peso inicial médio foi de 6,541kg (variação: 2,500 a 11,321kg) e o peso final médio foi de 9,122kg (variação: 4,500 a 15,000kg).

Tabela 3 – Relação de autores selecionados, acidificantes utilizados, número de leitões utilizados no experimento e média de peso inicial e final<sup>1</sup>.

							(continua)
Autor	Ácido	Sal	Blend	Nº de animais	Peso inicial, kg	Peso final, kg	
AHMED et al., 2014	C		For, L, Prop, Fosf	45	8,010	18,03	
ALVARADO et al., 2013	B			90	6,030	8,750	
BERGSTROM et al., 1994	F, Prop		F, Prop	300	4,018	5,538	
BERGSTROM et al., 1996			Fosf, M, T, C, Prop, For	270	5,586	9,616	
BOSI et al., 2007		FC		60	7,267	7,800	
BRAZ et al., 2011			For, Prop, A, Fosf, B, C, BS, L	128	6,690	12,31	
CALLEGARI, 2014			n.e.	72	6,000	10,06	
CANIBE; MIETTINEN; JENSEN, 2008			For, FA	160	8,000	-	
CANIBE; PEDERSEN; JENSEN, 2010	A			60	8,700	10,58	
CANTELI, 2010	B			128	7,443	13,10	
CHE et al., 2012	Fosf		Fosf, F, C	824	6,641	8,252	
CHIQUIERI et al., 2009			B, F, C, Fosf	48	5,650	10,16	
CORASSA et al., 2006	Fol			160	5,666	8,736	
CORASSA; LOPES; BELLAVER, 2012			C, S	80	7,050	13,87	
COSTA, 2009		BS		48	6,080	10,75	
CRISTANI, 2008			C, F, Fosf, B	378	6,299	7,545	
DE RODAS; MAXWELL; BROCK, 1995	F		Fosf, M, T, C	72	7,736	9,841	
DIAO et al., 2013	B			72	6,030	8,395	
DIAO et al., 2014	B			72	6,030	-	
VALE et al., 2010			B, C, F, Fosf	15	6,500	14,22	
EDMONDS; IZQUIERDO; BAKER, 1985	C, F			135	9,150	10,05	
EISEMANN; VAN HEUGTEN, 2007			For, FA	224	-	-	
FREITAS et al., 2006			L, For, Fosf, A	128	5,885	5,888	
GOMES et al., 2007	F		F, But, For	210	4,039	8,092	
GOMES et al., 2011	F		F, PC, L	180	4,774	9,972	
GOTTLOB et al., 2006	M	FC		90	6,395	8,145	

Tabela 4 – Relação de autores selecionados, acidificantes utilizados, número de leitões utilizados no experimento e média de peso inicial e final<sup>1</sup>.

Autor	Ácido	Sal	Blend	Nº de animais	(continuação)	
					Peso inicial, kg	Peso final, kg
GRÄBER et al., 2012	B	BzS		120	6,495	7,990
GRECCO, 2014	F		F, FC, LC, Cap, Capr	216	6,630	9,771
GRILLI et al., 2010			C, S	170	6,690	9,420
GUGGENBUHL et al., 2007	B			124	7,400	9,998
GUY et al., 2008			For, Prop, F	180	8,100	9,800
HALAS et al., 2009	B			36	5,235	6,070
HALAS et al., 2010	B			48	6,511	8,044
JOO et al., 2009	For, L	FA	For, L	360	6,505	11,48
JUNQUEIRA et al., 2009		GS		48	6,900	13,27
KLUGE; BROŽ; STANGL, 2011	B	BzS		120	6,495	7,993
KRAUSE; HARRISON; EASTER, 1994	F, M, C		F, M, C, BiS	265	7,104	9,732
LAWLOR; LYNCH; CAFFREY, 2006	F	FC		180	7,328	11,82
LE GALL et al., 2009		BS		32	2,600	9,344
LEE et al., 2007			For, L	96	9,840	21,22
LI et al., 2008			F, B, DP e HMTBa	18	6,371	13,65
LO TIERZO, 2009	F			96	5,660	10,55
LUO et al., 2011	S			240	6,865	12,08
MANZANILLA et al., 2006		BS		16	6,284	7,340
MAXWELL; SOHN; BROCK, 1993			C, F	72	8,759	11,84
NAMKUNG et al., 2004			For, A, L, Fosf, C	108	6,162	13,49
OMOGBENIGUN; NYACHOTI; SLOMINSKI, 2003			C, M, Fosf, S, T, L	48	7,523	9,586
OWUSU-ASIEDU; NYACHOTI; MARQUARDT, 2003	F			30	3,800	4,592
PAPATSIROS et al., 2011	B			360	7,930	8,78
PARTANEN; SILJANDER-RASI; SUOMI, 2002	L, For	FC, BS		60	10,42	-
PIERCE et al., 2005	L			164	7,979	9,233
PIVA et al., 2007			For, L, S, F	240	5,950	10,85

Tabela 5 – Relação de autores selecionados, acidificantes utilizados, número de leitões utilizados no experimento e média de peso inicial e final<sup>1</sup>.  
(conclusão)

Autor	Ácido	Sal	Blend	Nº de animais	Peso inicial, kg	Peso final, kg
RADCLIFFE; ZHANG; KORNEGAY, 1998	C			56	8,280	13,85
RADECKI; JUHL; MILLER, 1988	F, C			96	7,085	7,925
RISLEY et al., 1992	F, C			96	5,677	7,002
SILVA, 2004	F		For, A, Prop, C, L, ortoF, F	336	6,472	8,652
SILVA et al., 2008			P, For, A, C, Fosf	72	5,900	9,932
SILVEIRA, 2014	B			224	6,370	10,80
TOKACH; NELSEN; GOODBAND, 1992	F	FC		198	6,094	10,19
TORRALLARDONA; BADIOLA; BROZ, 2007	B			144	8,900	12,25
TSILOYIANNIS et al., 2001	Prop, L, For, M, C, F			384	7,588	9,288
VILAS BOAS, 2014		BS	L, For, C, BS	64	5,865	11,26
WALSH et al., 2003			n.e.	180	6,032	6,893
WALSH et al., 2007a			F, L, Prop, C, B, Fosf	394	6,183	8,227
WALSH et al., 2007b			F, L, Prop, C, B, Fosf	12	5,550	7,055
WALSH et al., 2012a, 2012b			Prop, A, B	44	6,961	7,401
WANG et al., 2009	FL			60	7,050	10,15
WETSCHEREK; ROHRER; WETSCHEREK-SEIPELT, 2009			L, For, A, F, C, S	48	9,646	11,86

<sup>1</sup>Acidificantes ácidos: A: acético, B: benzoico, But: butírico, Cap: cáprico, Capr: caprílico, C: cítrico, FL: fenil-lático, For: fórmico, Fosf: fosfórico, F: fumárico, L: láctico, M: málico, ortoF: ortofosfórico, Prop: propiônico, S: sórbico e T: tartárico. Sais: BS: butirato de sódio, BzS: benzoato de sódio, DP: diformiato de potássio, FA: formiato de amônio, FC: formiato de cálcio, GS: gluconato de sódio, LC: lactato de cálcio, PC: propionato de cálcio, HMTBa: sal de cálcio do ácido 2-hidróxi-4-metil-tio-butanóico, blend: mistura de acidificantes, n.e.: não especificado.

Os valores médios de consumo de nutrientes e acidificantes encontram-se na tabela 2. Somente os valores de EM para os tratamentos Sal e Blend estão abaixo do recomendado por Rostagno et al. (2011). O consumo e o ganho de peso foram ajustados para peso metabólico no expoente 0,6. O espaço temporal da base de dados foi de 1985 a 2014 (moda: 2004).

A análise gráfica foi utilizada para observar a distribuição dos dados de modo a formar uma visão global sobre a coerência e heterogeneidade dos dados. Por meio dessa análise puderam ser formadas hipóteses de correlação para definição do modelo estatístico (LOVATTO et al., 2007). Em seguida foi realizada análise de correlação, a qual permitiu observar a interação de algumas variáveis sobre os resultados. Em seguida foi realizada análise de correlação, e de variância-covariância utilizando o ajuste por covariável. As análises estatísticas foram realizadas através do programa MINITAB 17 (Minitab Inc., State College, USA).

Tabela 6 – Consumo médio de nutrientes e de acidificantes para leitões em na fase pré-inicial

Nutrientes	Tratamentos								dpr <sup>1</sup>	P
	Controle		Ác. Orgânico		Sal		Blend			
	N	(g/d)	N	(g/d)	N	(g/d)	N	(g/d)		
EM (kcal/kg)	58	3411	45	3409	7	3349	77	3388	12,8	0,94
ED (kcal/kg)	33	3440	50	3413	5	3430	42	3435	59,52	0,91
PB	91	62,9	101	63,54	19	79,79	120	69,19	20,13	0,83
Ca	96	2,54	102	2,50	20	3,08	143	2,80	0,89	0,69
P	95	2,09	102	2,03	20	2,52	142	2,23	0,67	0,82
Lys	102	4,38	101	4,29	20	4,91	146	4,73	1,24	0,71
Met	54	1,57	40	1,61	8	1,73	100	1,47	0,46	0,79
Thr	50	2,74	45	2,70	9	3,11	90	2,61	0,97	0,67
Trp	36	0,85	36	0,84	5	0,79	77	0,85	0,26	0,57
<i>Acidificantes</i>										
Geral	86	-	105	3,26	16	1,62	130	2,83		
Ácido Fumárico	34	-	37	3,41	-	-	-	-		
Ácido Benzoico	18	-	24	1,33	-	-	-	-		
Ácido Cítrico	11	-	15	5,21	-	-	-	-		
Ácido Lático	7	-	9	3,79	-	-	-	-		
Ácido Fórmico	4	-	6	3,11	-	-	-	-		
Formato de Cálcio	8	-	-	-	8	0,64	-	-		
Butirato de Sódio	6	-	-	-	6	1,54	-	-		

<sup>1</sup>dpr: desvio padrão residual, N: número de amostras.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de desempenho dos leitões estão demonstrados na tabela 3. Os acidificantes não interferem ( $P>0,05$ ) sobre o consumo de ração e ganho de peso dos leitões na fase pré-inicial.

Tabela 7 – Desempenho de leitões na fase pré-inicial alimentados com dietas contendo ácidos orgânicos, sais ou blends.

	Acidificantes								dpr <sup>1</sup>	P
	N	Controle	N	Ác. Orgânico	N	Sal	N	Blend		
CMD, g/dia <sup>0,6</sup>	109	89,31	112	88,55	112	99,82	157	96,54	0,02	0,85
GMD, g/dia <sup>0,6</sup>	110	61,47	115	60,28	21	70,82	154	74,06	0,01	0,36
CA	112	2,69	111	1,57	20	1,51	158	1,50	5,57	0,50

<sup>1</sup>dpr: desvio padrão residual, N: número de amostras.

A fase pré-inicial compreende os leitões em desmame e recém-desmamados até atingirem 15 kg com aproximadamente 42 dias de vida. E nesta fase, os leitões passam por um conjunto de fatores estressantes que prejudicam a sua saúde e seu desempenho como os diferentes ambientes e o status sanitário das instalações, pois até o momento do desmame, o leitão recebe a imunidade da mãe pelo leite e está em um ambiente mais controlado sanitariamente. Já, quando ele é desmamado, passa a ocupar um lugar com um desafio sanitário maior, não recebe mais a imunidade pelo leite e, além disso, disputa a ração, espaço e água com leitões de outras leitegadas. Junto a isso, existe a imaturidade gastrintestinal associada à baixa secreção de ácido clorídrico e atividade enzimática, que fazem com que o leitão não aproveite eficientemente a ração, permitindo que o substrato excedente seja utilizado para o desenvolvimento e proliferação de microrganismos patogênicos. Portanto a utilização de acidificantes na dieta de leitões pode auxiliar na acidificação TGI, melhorando o aproveitamento dos nutrientes da dieta e controlando bactérias patogênicas.

Mroz (2005) elencou os fatores que mais interferem nos resultados das pesquisas envolvendo os acidificantes: diferentes ambientes e status sanitário, tipos e doses de acidificantes, tipos e qualidade das dietas, idade de desmame e idade após o desmame. Os ácidos orgânicos na sua forma livre podem reduzir o consumo de ração por possuírem odor e sabor desagradáveis aos leitões (PARTANEN; MROZ, 1999). Já os sais de ácidos orgânicos têm vantagem sobre os ácidos livres porque eles são em geral inodoros, mais fáceis de manusear na fabricação da ração, mais solúveis em água, menos voláteis e menos corrosivos (CANIBE et al., 2001). E estes fatores podem ter interferido na resposta de desempenho dos leitões, pois numericamente ( $P<0,05$ ) (tabela 3) o Sal é 11,3% e 14,8% superior ao ácido

orgânico no CMD e GMD, respectivamente. Já o Blend, supera o ácido orgânico em 8,2% e 18,6% para CMD e GMD respectivamente, como se trata de uma mistura de acidificantes, possivelmente o sabor e odor de um ácido podem ter sido mascarados por outro acidificante. Além disso, a inclusão na forma de blend fraciona ainda mais a quantidade de acidificante, ou seja, quanto mais acidificantes menores serão suas quantidades.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) nas correlações do pH da dieta com as porções do trato gastrointestinal (tabela 4). Somente a correlação (-0,685) entre o íleo e a porcentagem de acidificante adicionada na dieta foi significativa ( $P<0,05$ ), indicando que se aumentar a inclusão de acidificante na dieta, reduz o pH do íleo. Houve diferença ( $P<0,05$ ) entre as médias de pH dos tratamentos nas porções do jejuno, íleo e cólon. Estes resultados podem ser reflexos da utilização de acidificantes protegidos, proposto por Maxwell, et al., (1993), que nesta forma são liberados lentamente ao longo do trato gastrointestinal. Isso porque os acidificantes quando estão na forma livre podem facilmente tamponar as dietas, ou ainda, seus prótons serem absorvidos no estômago antes de atingir o trato intestinal (JIA et al., 2010). Com as porções do trato gastrointestinal acidificadas há o controle de bactérias patogênicas, sendo importante observar que os acidificantes devem estar na forma não dissociada, somente nesta forma eles difundem-se pela membrana celular, reduzindo o pH intracelular, suprimindo enzimas celulares e sistema de transporte de nutrientes (CANIBE et al., 2001).

Tabela 8 – Influência do pH da dieta e do uso de acidificantes sobre o pH gastrointestinal e morfometria intestinal em leitões na fase pré-inicial.

Variável	Correlações				Acidificante					
	N	pH dieta	N	% acidificante <sup>1</sup>	N	Com	N	Sem	dpr <sup>2</sup>	P
pH										
Estômago	14	0,032 <sup>ns</sup>	21	0,197 <sup>ns</sup>	19	3,59	9	3,63	0,25	ns
Duodeno	14	0,259 <sup>ns</sup>	17	-0,406 <sup>ns</sup>	18	5,61	6	5,63	0,23	ns
Jejuno	9	0,092 <sup>ns</sup>	12	-0,242 <sup>ns</sup>	11	5,93	5	6,18	0,11	*
Íleo	6	0,467 <sup>ns</sup>	11	-0,685*	12	6,54	7	6,71	0,11	*
Ceco	2	-	4	0,593 <sup>ns</sup>	5	5,88	4	5,90	0,31	ns
Cólon	6	0,176 <sup>ns</sup>	7	-0,212 <sup>ns</sup>	9	6,06	5	6,25	0,13	*
Altura vilos, µm										
Duodeno	6	0,507 <sup>ns</sup>	8	0,145 <sup>ns</sup>	10	408,2	8	420,2	31,46	ns
Jejuno	6	0,329 <sup>ns</sup>	11	0,199 <sup>ns</sup>	13	399,4	10	402,3	33,73	ns
Íleo	2	-	7	0,084 <sup>ns</sup>	10	348,8	9	342,4	21,93	ns

<sup>1</sup>% de adição de acidificantes na dieta. Correlação entre pH dieta e % acidificante = -0,624; <sup>2</sup>desvio padrão residual. \* $P<0,05$ , N: número de amostras.

Não foi observado diferença ( $P>0,05$ ) no pH do estômago, duodeno e ceco. Grecco (2014) estudando a adição de ácido fumárico blends não encontrou respostas significativas para o pH do estômago, jejuno, íleo, cólon e reto, atribuindo a estes resultados a interferência do local em que foram realizadas as determinações, as técnicas utilizadas, a utilização de lactose na ração e o tempo após a ingestão da ração. Braz et al. (2011) utilizando diferentes blends, não encontrou respostas significativas para o pH do estômago, atribuindo a esta resposta o fato de ter utilizado um baixo nível de inclusão dos acidificantes, estágio de digestão os alimentos no TGI antes do abate e contaminação das amostras. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para as correlações e no teste de médias para altura de vilosidades. Nos dias que se seguem ao desmame, é normal que, o intestino delgado dos leitões sofra uma redução da altura das vilosidades e um aumento da profundidade das criptas, que está associada a um decréscimo da capacidade de absorção intestinal. Este cenário conduz ao aumento da fermentação intestinal, ao aparecimento de diarreias no pós-desmame e a uma redução do alimento ingerido, que por sua vez, mais tarde, conduzirá a uma redução do fornecimento de nutrientes.

Um dos grandes problemas na fase pré-inicial é o consumo de ração. A adaptação com a nova alimentação leva a um baixo consumo, porque ocorre uma redução normal da altura das vilosidades e um aumento da profundidade das criptas diminuindo a capacidade de absorção intestinal (TONEL, 2009). Sabe-se que a presença de alimentos TGI tem efeitos diretos e indiretos sobre a multiplicação de células epiteliais. Ou seja, a ausência de nutrientes no TGI, seja por restrição alimentar ou inanição resulta em atrofia das vilosidades e uma diminuição na taxa de produção de células epiteliais. (LU; ZOU; WANG, 2008).

Além disso, outra possível causa é a qualidade dos ingredientes da ração. Grecco (2014) não encontrou resultados significativos para a morfologia intestinal utilizando ácido fumárico e blends, atribuindo ao fato de ter utilizado ingredientes de alta digestibilidade, uma vez que ingredientes que contêm fatores antinutricionais provocam alterações na mucosa intestinal, prejudicando a absorção de nutrientes.

As equações de predição encontram-se na tabela 5. A inclusão de 1 grama de acidificante representa aumento de 0,1327 g no peso final, de 0,00891 g no consumo diário de ração e de 0,00601 g no ganho de peso diário ( $P<0,05$ ). Para cada 1 g de acidificante há uma redução de 0,1226 pontos no pH da dieta e 0,0685 pontos no pH do íleo ( $P<0,05$ ).

Tabela 9 – Equações para estimar a influencia da inclusão de acidificantes na dieta de leitões na fase pré-inicial alimentados com dietas contendo acidificantes.

Variável	Equações	dpr	R <sup>2</sup> ,%
Peso final	8,96+0,1327CAc	1,374	64,34
Idade inicial	22,144+0,2336CAc	3,045	73,27
CMD	0,30328+0,00891CAc	0,089	60,71
CMD <sup>0,6</sup>	0,08787+0,002017CAc	0,022	62,05
GMD	0,20955+0,00601CAc	0,068	61,43
GMD <sup>0,6</sup>	0,06158+0,001377CAc	0,017	66,95
pH dieta	6,0047-0,1226CAc	0,424	62,79
pH Íleo	6,3143-0,0685CAc	0,055	99,46

dpr: desvio padrão residual; CAc: Consumo de Acidificante g/d.

A acidificação das dietas na fase pré-inicial para leitões promove uma serie de benefícios, pois proporciona uma melhora na saúde intestinal e no aproveitamento dos nutrientes da ração. Esses benefícios estão relacionados à redução do pH no TGI, promovendo um controle de bactérias patogênicas, uma melhor ativação das enzimas digestivas e redução de diarreias pós-desmame. Portanto, a acidificação das dietas suprime os efeitos estressantes da fase de desmame resultando em melhores índices zootécnicos.

#### 4. CONCLUSÕES

Com o presente estudo conclui-se que os acidificantes em geral interferem positivamente no consumo de ração e ganho de peso dos leitões em fase pré-inicial. A inclusão de ácidos orgânicos, blends e sais orgânicos diminui o pH intestinal com efeitos benéficos indiretos no desempenho dos leitões. Com a meta-análise foi possível identificar a necessidade de maiores estudos com o uso de acidificantes protegidos e respostas em nível gástrico e intestinal, como o comportamento de pH e vilosidades.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPA. **Relatório Anual 2016**. São Paulo: Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), 2016.
- AHMED, S. T. et al. Comparison of single and blend acidifiers as alternative to antibiotics on growth performance, fecal microflora, and humoral immunity in weaned piglets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 1, p. 93–100, 2014.
- ALVARADO, M. A. P. et al. Ácido benzoico y un producto basado en especies de *Bacillus* para proteger la productividad de los lechones y al ambiente. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v. 4, n. 4, p. 447–468, 2013.
- BERGSTROM, J. R. et al. Influence of buffered propionic and fumaric acids on starter pig performance. **Kansas State University Swine Day.**, p. 118–121, 1994.
- BERGSTROM, J. R. et al. An evaluation of several diet acidifiers commonly utilized in pig starter diets to improve growth performance. **Kansas State University Swine Day.**, p. 74–77, 1996.
- BOSI, P. et al. The influence of fat protection of calcium formate on growth and intestinal defence in *Escherichia coli* K88-challenged weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 139, n. 3–4, p. 170–185, 2007.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 13, DE 30 DE NOVEMBRO DE 2004**. Brasil, 2004.
- BRAZ, D. B. et al. Acidificantes como alternativa aos antimicrobianos promotores do crescimento de leitões. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 231, p. 745–756, 2011.
- CANIBE, N. et al. Effect of K-diformate in starter diets on acidity, microbiota, and the amount of organic acids in the digestive tract of piglets, and on gastric alterations. **Journal of animal science**, v. 79, n. 8, p. 2123–33, ago. 2001.
- CANIBE, N.; MIETTINEN, H.; JENSEN, B. B. Effect of adding *Lactobacillus plantarum* or a formic acid containing-product to fermented liquid feed on gastrointestinal ecology and growth performance of piglets. **Livestock Science**, v. 114, n. 2, p. 251–262, 2008.
- CANIBE, N.; PEDERSEN, A. Ø.; JENSEN, B. B. Impact of acetic acid concentration of fermented liquid feed on growth performance of piglets. **Livestock Science**, v. 133, n. 1–3, p. 117–119, 2010.
- CANTELI, T. R. **Diferentes alternativas no controle da diarreia pós-desmame em leitões**. 2010. 64f. Dissertação (Mestrado).: Universidade de São Paulo. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga, São Paulo, 2010.
- CHAMONE, J. M. A. et al. Fisiologia Digestiva de Leitões. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 7, p. 1353–1363, 2011.
- CHE, T. M. et al. Effect of dietary acids on growth performance of nursery pigs: a

- cooperative study. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 12, p. 4408–4413, 2012.
- CHIQUIERI, J. et al. Ácidos orgânicos na alimentação de leitões desmamados. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. Supl. 1, p. 609–612, 2009.
- CORASSA, A. et al. Níveis de ácido fólico em dietas contendo ácido fórmico para leitões de 21 a 48 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 462–470, 2006.
- CORASSA, A.; LOPES, D. C.; BELLAVAR, C. Mananoligossacarídeos, ácidos orgânicos e probióticos para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, p. 467–476, 2012.
- COSTA, L. B. **Aditivos fitogênicos e butirato de sódio como potenciais promotores de crescimento de leitões recém-desmamados**. 2009.96f. Tese (Doutorado): Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2009.
- CRISTANI, J. **Acidificante e probióticos na alimentação de leitões recém desmamados**. 2008. 57 f. Tese (doutorado): Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, São Paulo, 2008.
- DE RODAS, B. Z.; MAXWELL, C. V; BROCK, K. S. Diet acidification effects on performance of early-weaned pigs. **Research report P**, 1995.
- DIAO, H. et al. Effects of benzoic acid on growth performance, serum biochemical parameters, nutrient digestibility and digestive enzyme activities of jejunal digesta in weaned piglets. **Chinese Journal of Animal Nutrition**, v. 25, n. 4, p. 768–777, 2013.
- DIAO, H. et al. Effects of dietary supplementation with benzoic acid on intestinal morphological structure and microflora in weaned piglets. **Livestock Science**, v. 167, p. 249–256, 2014.
- DIAO, H. et al. Effects of benzoic Acid and thymol on growth performance and gut characteristics of weaned piglets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 6, p. 827–39, 2015.
- EDMONDS, M. S.; IZQUIERDO, O. A.; BAKER, D. H. Feed additive studies with newly weaned pigs: efficacy of supplemental copper, antibiotics and organic acids. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 2, p. 462–9, 1985.
- EISEMANN, J. H.; VAN HEUGTEN, E. Response of pigs to dietary inclusion of formic acid and ammonium formate. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 6, p. 1530–1539, 2007.
- FREITAS, L. S. DE et al. Avaliação de ácidos orgânicos em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1711–1719, 2006.
- GOMES, F. E. et al. Ácido fumárico e sua combinação com os ácidos butírico ou fórmico em dietas de leitões recém desmamados. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 59, n. 5, p. 1270–1277, 2007.
- GOMES, F. E. et al. Ácido fumárico e sua combinação com ácido láctico ou propionato de cálcio em dietas de leitões recém-desmamados. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 63, n. 3, p. 678–686, 2011.

GOTTLOB, R. O. et al. Effects of dietary calcium formate and malic acid on nursery pig growth performance. **Kansas State University Swine Day.**, p. 67–71, 2006.

GRÄBER, T. et al. Effects of dietary benzoic acid and sodium-benzoate on performance, nitrogen and mineral balance and hippuric acid excretion of piglets. **Archives of Animal Nutrition**, v. 66, n. 3, p. 227–236, 2012.

GRECCO, H. A. T. **Acidificantes em dietas de leitões desmamados: desempenho , peso de órgãos, ph, morfometria e microbiota intestinal**. 2014. 65 f. Dissertação (Mestrado).: Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Botucatu, São Paulo., 2014.

GRILLI, E. et al. Feeding a microencapsulated blend of organic acids and nature identical compounds to weaning pigs improved growth performance and intestinal metabolism. **Livestock Science**, v. 133, n. 1–3, p. 173–175, 2010.

GUGGENBUHL, P. et al. Effects of dietary supplementation with benzoic acid (VevoVital®) on the zootechnical performance, the gastrointestinal microflora and the ileal digestibility of the young pig. **Livestock Science**, v. 108, n. 1, p. 218–221, 2007.

GUY, J. H. et al. A note on the effect of supplementation with microbial phytase and organic acids on feed intake and growth performance of growing pigs. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, p. 93–97, 2008.

HALAS, D. et al. Effect of dietary supplementation with inulin and/or benzoic acid on the incidence and severity of post-weaning diarrhoea in weaner pigs after experimental challenge with enterotoxigenic Escherichia coli. **Archives of Animal Nutrition**, v. 63, n. 4, p. 267–280, 2009.

HALAS, D. et al. Dietary supplementation with benzoic acid improves apparent ileal digestibility of total nitrogen and increases villous height and caecal microbial diversity in weaner pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 160, n. 3, p. 137–147, 2010.

JIA, G. et al. Effects of encapsulated and non-encapsulated compound acidifiers on gastrointestinal pH and intestinal morphology and function in weaning piglets. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 19, n. 1, p. 82–93, 2010.

JOO, J.-W. et al. Comparison of the Efficacy of Different Organic Acids on Growth Performance and Nutrient Digestibility in Weaned Pigs. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 51, n. 1, p. 15–24, 1 fev. 2009.

JUNQUEIRA, O. M. et al. Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2394–2400, 2009.

KLUGE, H.; BROŽ, J.; STANGL, G. I. Efficacy of benzoic acid and sodium-benzoate in weaned piglets. **BOKU-Symposium Tierernährung**, p. 115–120, 2011.

KRAUSE, D. O.; HARRISON, P. C.; EASTER, R. A. Characterization of the nutritional interactions between organic acids and inorganic bases in the pig and chick. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 5, p. 1257–1262, 1994.

- LAWLOR, P. G.; LYNCH, P. B.; CAFFREY, P. J. Effect of fumaric acid, calcium formate and mineral levels in diets on the intake and growth performance of newly weaned pigs. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, p. 61–71, 2006.
- LE GALL, M. et al. Comparative effect of orally administered sodium butyrate before or after weaning on growth and several indices of gastrointestinal biology of piglets. **British Journal of Nutrition**, v. 102, n. 09, p. 1285–1296, 2009.
- LEE, D. N. et al. Effects of diets supplemented with organic acids and nucleotides on growth, immune responses and digestive tract development in weaned pigs. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 91, n. 11-12, p. 508–18, dez. 2007.
- LI, Z. et al. Effects of Organic Acids on Growth Performance, Gastrointestinal pH, Intestinal Microbial Populations and Immune Responses of Weaned Pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 21, n. 2, p. 252–261, 2008.
- LO TIERZO, V. **Acido fumárico e quelato de cálcio contendo fósforo na dieta de leitões desmamados: desempenho e características intestinais**. 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado): Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Botucatu, São Paulo., 2009.
- LOVATTO, P. A. et al. Meta-análise em pesquisas científicas: enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 285–294, 2007.
- LU, J. J.; ZOU, X. T.; WANG, Y. M. Effects of sodium butyrate on the growth performance, intestinal microflora and morphology of weanling pigs. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 575, p. 54, 2008.
- LUO, Z.-F. et al. Sorbic acid improves growth performance and regulates insulin-like growth factor system gene expression in swine. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 8, p. 2356–64, 2011.
- MACHADO, I. P. Fluxo de produção e dimensionamento de instalações. In: **Produção de Suínos: Teoria e prática**. Brasília: Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS), 2014. p. 908.
- MANZANILLA, E. G. et al. Effects of butyrate, avilamycin, and a plant extract combination on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 10, p. 2743–2751, 2006.
- MAXWELL, C. V.; SOHN, K. S.; BROCK, K. S. Effect of acidification on starter pig performance. **Animal Science Research Report**, p. 333–339, 1993.
- MIGUEL, W. C. **Suplementação de acidificantes em rações de leitões desmamados: Desempenho e digestibilidade**. 2008. 56f. Dissertação (Mestrado): Universidade de São Paulo. Departamento de Nutrição e Produção Animal Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Pirassununga, São Paulo, 2008.
- MORAIS, S. C. F. **Utilização de dois teores de butirato no regime de desmame do leitão**. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado): Instituto Superior de Agronomia. 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.

NAMKUNG, H. et al. Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 84, n. 4, p. 697–704, 2004.

OMOGBENIGUN, F. O.; NYACHOTI, C. M.; SLOMINSKI, B. A. The effect of supplementing microbial phytase and organic acids to a corn-soybean based diet fed to early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 7, p. 1806–1813, 2003.

OWUSU-ASIEDU, A.; NYACHOTI, C. M.; MARQUARDT, R. R. Response of early-weaned pigs to an enterotoxigenic *Escherichia coli* (K88) challenge when fed diets containing spray-dried porcine plasma or pea protein isolate plus egg yolk antibody, zinc oxide, fumaric acid, or antibiotic. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 7, p. 1790–8, 2003.

PAPATSIROS, V. G. et al. Effect of benzoic acid and combination of benzoic acid with a probiotic containing *Bacillus cereus* var. Toyoi in weaned pig nutrition. **Polish Journal of Veterinary Sciences**, v. 14, n. 1, p. 117–125, 2011.

PAPATSIROS, V. G.; CHRISTODOULOPOULOS, G.; FILIPPOPOULOS, L. C. The use of organic acids in monogastric animals (swine and rabbits). **Journal of Cell and Animal Biology**, v. 6, n. 10, p. 154–159, 31 maio 2012.

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

PARTANEN, K.; SILJANDER-RASI, H.; SUOMI, K. Dietary preferences of weaned piglets offered diets containing organic acids. **Agricultural and Food Science in Finland**, v. 11, p. 107–119, 2002.

PIERCE, K. M. et al. Dietary manipulation post weaning to improve piglet performance and gastro-intestinal health. **Animal Science**, v. 81, n. 03, p. 347–356, 9 dez. 2005.

PIVA, A. et al. Free versus microencapsulated organic acids in medicated or not medicated diet for piglets. **Livestock Science**, v. 108, n. 1–3, p. 214–217, 2007.

RADCLIFFE, J. S.; ZHANG, Z.; KORNEGAY, E. T. The effects of microbial phytase, citric acid, and their interaction in a corn-soybean meal-based diet for weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 7, p. 1880–1886, 1998.

RADECKI, S. V.; JUHL, M. R.; MILLER, E. R. Fumaric and citric acids as feed additives in starter pig diets: effect on performance and nutrient balance. **Journal of Animal Science**, v. 66, n. 10, p. 2598–2605, 1988.

RISLEY, C. R. et al. Effect of feeding organic acids on gastrointestinal digesta measurements at various times postweaning in pigs challenged with enterotoxigenic *Escherichia coli*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 35, p. 259–270, 1992.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia., 2011.

SAUVANT, D.; SCHMIDELY, P.; DAUDIN, J. J. Meta-analysis of experimental data : application in animal nutrition. **Productions Animales**, v. 18, p. 63–73, 2005.

SILVA, A. M. R. DA et al. Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 286–295, 2008.

SILVA, G. F. DA. **Digestibilidade ileal de aminoácidos de soja micronizada e de farelo de soja para suínos e avaliação de acidificantes em dietas para leitões**. 2004. 81 f. Tese (Doutorado): Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais., 2004.

SILVEIRA, H. **Ácido benzoico para leitões na fase inicial: avaliação in vivo e ex vivo**. 2014. 121 f. Tese (doutorado): Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais, 2014.

TOKACH, M.; NELSSSEN, J.; GOODBAND, R. Influence of fumaric acid and calcium formate on starter pig performance. **Kansas State University Swine Day. Report of Progress 667.**, p. 83–86., 1992.

TONEL, I. S. P. A. **Efeito da utilização de butirato de sódio na digestibilidade, atividade fermentativa e morfologia intestinal de leitões desmamados**. 2009. 48 f. Dissertação (Mestrado): Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2009.

TORRALLARDONA, D.; BADIOLA, I.; BROZ, J. Effects of benzoic acid on performance and ecology of gastrointestinal microbiota in weanling piglets. **Livestock Science**, v. 108, n. 1, p. 210–213, 2007.

TSILOYIANNIS, V. K. et al. The effect of organic acids on the control of porcine post-weaning diarrhoea. **Research in Veterinary Science**, v. 70, n. 3, p. 287–93, 2001.

VALE, P. DE A. C. B. DO et al. Desempenho de leitões recém-desmamados alimentados com rações contendo óleos essenciais e promotores de crescimento. **Global Science and Technology**, v. 3, n. 3, p. 59 – 66, 2010.

VILAS BOAS, A. D. C. **Suplementação de ácidos orgânicos em dietas para leitões na fase de creche**. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado): Instituto de Zootecnia. APTA/SAA. Nova Odessa, São Paulo, 2014.

WALSH, M. et al. The effects of supplementing weanling pig diets with organic and inorganic acids on growth performance and microbial shedding. **Swine Research Report Purdue University**, p. 89–98, 2003.

WALSH, M. C. et al. Effects of Acid LAC and Kem-Gest acid blends on growth performance and microbial shedding in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 2, p. 459, 2007a.

WALSH, M. C. et al. Effects of water and diet acidification with and without antibiotics on weanling pig growth and microbial shedding. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 7, p. 1799–808, jul. 2007b.

WALSH, M. C. et al. Controlling Salmonella infection in weanling pigs through water delivery of direct-fed microbials or organic acids. Part I: effects on growth performance, microbial populations, and immune status. **Journal of animal science**, v. 90, n. 1, p. 261–71,

2012a.

WALSH, M. C. et al. Controlling Salmonella infection in weanling pigs through water delivery of direct-fed microbials or organic acids: Part II. Effects on intestinal histology and active nutrient transport. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 8, p. 2599–608, 2012b.

WANG, J. P. et al. Effects of phenyllactic acid on growth performance, nutrient digestibility, microbial shedding, and blood profile in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 10, p. 3235–43, 2009.

WETSCHEREK, W.; ROHRER, E.; WETSCHEREK-SEIPELT, G. Einsatz von organischen Säuren in der Ferkelaufzucht. **BOKU-Symposium Tierernährung**, p. 194–201, 2009.