

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**  
USO DE ACIDIFICANTES NA NUTRIÇÃO DE SUÍNOS

KAMILLA MARTINS BORGES

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alessandra G. Mascarenhas

GOIÂNIA  
2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**KAMILLA MARTINS BORGES**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
USO DE ACIDIFICANTES NA NUTRIÇÃO DE SUÍNOS**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, apresentado como exigência parcial à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alessandra Gimenez Mascarenhas.

GOIÂNIA  
2014

KAMILLA MARTINS BORGES

USO DE ACIDIFICANTES NA NUTRIÇÃO DE SUÍNOS

Trabalho de Conclusão do Curso de  
Gradação em Zootecnia da  
Universidade Federal de Goiás,  
apresentado como exigência parcial  
à obtenção do título de Bacharel em  
Zootecnia.

APROVADA: 26/ 06/ 2014

Nota: 9,62



Profª. Dra. Heloisa Helena de Carvalho  
Mello  
(Membro da banca)



Profª. Dra. Melissa Seylasim di  
Campos  
(Membro da banca)



Profª Dra. Alessandra Gimenez Mascarenhas  
(Orientador)

Dedico este trabalho a minha família, amigos e a todas as pessoas que acreditaram na minha capacidade e que estiveram ao meu lado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço antes de tudo a Deus que abençoa todos os meus passos, me conduz ao caminho certo, me faz acreditar em dias melhores, não me deixando desistir frente às dificuldades no meio do caminho e que, me deu tantas oportunidades me abrindo tantas portas. Agradeço a Deus também por me dar a coisa mais importante na vida, minha família. Agradeço a Nossa Senhora, minha mãezinha que me protege e intercede por mim todos os dias.

Agradeço a toda minha família, a meus pais Ismael Martins e Valéria Peixoto que me ensinaram a sempre ir atrás dos sonhos e que sempre acreditaram em minha capacidade, me apoiando sempre e mostrando os caminhos certos. Devo a minha vida e as minhas conquistas a eles, cada obstáculo vencido e sonho realizado não só pertencem a mim, mas a meus pais e minhas irmãs Ludmilla Martins e Nathália Martins, que são meus motivos de orgulho também. Obrigada as minhas irmãs pelo amor, companheirismo, paciência e compreensão. Agradeço ao meu cunhado Orlando Jr., que é um irmão para mim, obrigada por sempre estar disposto a ajudar.

Agradeço aos meus colegas de turma pelos momentos compartilhados. E de um modo especial as minhas amigas Hyara, Lidia, Izabela, Edilane, Thuany, Heloísa e Déborah que estiveram mais próximas a mim durante todo esse tempo, no qual dividimos não só momentos de alegria, mas de dificuldades também. Obrigada por poder contar com vocês.

Agradeço a minha orientadora Alessandra Gimenez Mascarenhas, pelo apoio, por todas as palavras ditas e por sempre estar pronta a me ajudar. Suas orientações foram essenciais para a construção deste trabalho e com certeza ajudou também no meu crescimento pessoal. Obrigada professora!

Muito obrigada a todos os professores da UFG que estiveram junto a mim nesta caminhada, todos eles possuíram verdadeira importância em minha vida.

"As pessoas mais felizes não têm as melhores coisas. Elas sabem fazer o melhor das oportunidades que aparecem em seus caminhos. A felicidade aparece para aqueles que choram. Para aqueles que se machucam. Para aqueles que buscam e tentam sempre."

Clarice Lispector

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	viii
2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DOS LEITÕES EM PERÍODO DE PÓS-DESMAME .	9
3 ADITIVOS DESTINADOS À ALIMENTAÇÃO ANIMAL .....	10
4 ACIDIFICANTES .....	14
5 MECANISMOS DE AÇÃO .....	15
5.1 Redução do pH estomacal .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
5.2 Controle de microrganismos indesejáveis .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
5.3 Mudanças na morfologia intestinal e fornecimento de energia	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6 PRINCIPAIS TIPOS DE ÁCIDOS ORGÂNICOS .....	17
6.1 Ácido benzoico .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.2 Ácido fumárico .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.3 Ácido cítrico .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.4 Ácido fórmico .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.5 Ácido acético, propiônico e butírico .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.6 Ácido láctico .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.7 Sais dos ácidos .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.8 Misturas .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
7 ESTUDOS COM ACIDIFICANTES NAS RAÇÕES DE SUÍNOS	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
8 RISCOS DE USO .....	27
9 MICROENCAPSULAÇÃO DOS ACIDIFICANTES .....	31
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## LISTA DE ABREVIações

IgG -	Imunoglobulina G (anticorpo)
pH -	Potencial hidrogeniônico
HCl -	Ácido clorídrico
SDPD -	Síndrome da diarreia pós-desmame
COOH -	Grupo carboxila
H <sup>+</sup> -	Hidrogênio
OH - -	Hidroxila
pKa -	Escala de acidez logarítmica
DNA -	Ácido desoxirribonucleico
RNA -	Ácido ribonucleico
Na <sup>+</sup> -	Sódio
K <sup>+</sup> -	Potássio
AGCC -	Ácido graxo de cadeia curta
CO <sub>2</sub> -	Dióxido de carbono
ADP-	Adenosina trifosfato

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais características dos ácidos orgânicos utilizados para suínos.....	23
---	----

## 1 INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade consolidada no Brasil, de extrema importância para o agronegócio do país, possui um mercado consumidor interno em constante crescimento, e a partir da consolidação do melhoramento genético, avanço sanitário, manejo nutricional e acesso ao mercado internacional, a produção destes animais vem crescendo praticamente de forma ininterrupta (ABCS, 2011).

Aliado ao crescimento da produção está a necessidade de se produzir com qualidade, pensando na segurança do alimento e nas exigências dos consumidores. Diante estes fatos, pode-se entender a necessidade da maximização dos processos produtivos, visando acompanhar o crescente desenvolvimento do mercado, buscando aproveitar de forma eficiente todos os recursos disponíveis à produção e buscando atender as exigências do mercado consumidor.

Uma das práticas de manejo implementadas nos sistemas de produção de suínos, com o intuito de se melhorar a eficiência do processo de produção é o uso do desmame precoce, que consiste no desmame dos leitões com idade média de 21 dias, sendo uma prática bastante adotada nas criações tecnificadas. Porém, hoje já se fala em desmamar os leitões ainda mais cedo, por volta dos 18-19 dias de vida. O objetivo é aumentar os dias produtivos das matrizes na granja. Entretanto, com o desmame ocorrendo de forma antecipada, os leitões sofrem com as mudanças abruptas em sua forma de manejo, além de seu sistema imune, termorregulador e digestivo serem ainda imaturos nesta fase. Esses fatores contribuem para ocorrência de estresse elevado nestes animais, causando mudanças como, ingestão insuficiente de alimentos, digestão incompleta, mudanças morfológicas no epitélio intestinal, diminuição da imunidade, diarreias (ROBLES-HUAYNATE et al., 2013), proliferação de bactérias patogênicas, causando assim queda de desempenho ou aumento da mortalidade (SANTOS, 2007).

Como solução aos danos que ocorrem nesta fase, os produtores buscaram ajuda na adição de antibióticos nas rações dos animais, antibióticos que são utilizados como melhoradores de desempenho e que possuem comprovada capacidade de aumentar a desempenho dos suínos (UTIYAMA et al., 2006). Porém, diversos países têm restringido seu uso, devido à possibilidade de resistência bacteriana em animais e humanos e suposta presença de resíduos nos produtos de origem animal.

Por isso, tem-se buscado alternativas ao uso de antibióticos melhoradores de desempenho, e os acidificantes surgem como uma possível alternativa, visto que, podem melhorar o desempenho zootécnico, e possuem efeitos similares aos antibióticos, trazendo também benefícios a morfologia intestinal (VIOLA e VIEIRA, 2007).

Por meio desse trabalho de revisão objetiva-se relatar as possibilidades de substituição dos antibióticos melhoradores de desempenho pelos acidificantes nas rações de suínos.

## **2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DOS LEITÕES EM PERÍODO DE PÓS-DESMAME**

O período conhecido como pós-desmame é um dos mais preocupantes durante todo o processo de criação de suínos, no qual o maior fator de estresse é causado por mudanças em sua forma de manejo. Isto é causado por mudanças de ambiente; separação da mãe; formação de novos lotes reunindo animais de lotes diferentes em uma mesma baia, causando brigas e comportamentos de hierarquia; dificuldade em adaptação às instalações, assim como aos bebedouros e comedouros; e mudança na alimentação. Os leitões que antes se alimentavam principalmente do leite da porca, um alimento líquido de alta digestibilidade, após o desmame são alimentados com dieta sólida e normalmente composta por produtos de origem vegetal que possuem menor digestibilidade.

As principais fontes de energia do leite são a gordura e a lactose, que serão substituídas pelo amido e óleos vegetais, assim como a caseína, uma proteína altamente digestível presente no leite, será substituída por proteínas vegetais menos digestíveis (PUPA, 2008).

Na busca de maximizar o processo de criação de suínos, os suinocultores adotam a prática do desmame entre 21 e 28 dias de idade, porém, buscam desmamar os leitões cada vez mais cedo, com o intuito de elevar a produtividade na exploração intensiva desses animais, visando aumentar o número de leitões porca/ano, obtendo redução no período de lactação e reduzindo o intervalo entre partos/porca/ano, podendo também fazer melhor aproveitamento das instalações (CHAMONE et al., 2010). A prática do desmame precoce mesmo trazendo vantagens no que se refere a intensificação da produção, acarreta grandes problemas no ambiente social e fisiológico dos leitões, podendo levar a mortalidade ou prejudicando o bom desenvolvimento dos animais, causando, perdas

econômicas, resultado das relações entre o leitão e o novo ambiente, sendo o atraso na ativação do sistema imunológico um dos maiores responsáveis pelos problemas nesta fase (FERREIRA e SOUSA, 2002).

Segundo Morés e Amaral (2001), o período de desmame corresponde a fase de transição entre a imunidade passiva e a imunidade ativa, em que os leitões apresentam a menor concentração de IgG no soro sanguíneo, sendo essas, imunoglobulinas passadas inicialmente de mãe para filho através do leite, assim acarretando em um período favorável ao estabelecimento de infecções.

Os leitões apresentam limitada capacidade física do trato gastrointestinal e não estão prontos fisiologicamente para produzir as enzimas digestivas, bicarbonato e muco, que são necessários para digestão e absorção dos nutrientes, sendo assim, os carboidratos e as proteínas, dentre outros ingredientes, não serão eficientemente digeridos nem absorvidos, tornando-se fonte de nutrientes para bactérias patogênicas no colón (MOLLY, 2001).

Bactérias patogênicas podem secretar enterotoxinas, causando diarreia e outros distúrbios fisiológicos (CHAMONE et al., 2010). Além disto, os leitões apresentam dificuldade em secretar ácido clorídrico (HCl) o principal constituinte do suco gástrico, e por esta razão não conseguem baixar de forma eficiente o pH estomacal para que se inicie o processo de digestão (UTIYAMA, 2004). Esta insuficiência na produção de HCl influencia muito nesta fase, pois a medida em que o valor de pH e a capacidade tampão de um determinado alimento aumentam, mais ácido deve ser secretado, fazendo com que o pH diminua a um nível que possibilite a ativação das enzimas, para que exerçam suas funções no processo digestivo (BRUMANO e GATTÁS, 2009a). O estômago deve apresentar pH entre 2,0 a 3,5 para desempenhar funções importantes, como iniciar o processo de digestão, formar barreira contra patógenos e promover ambiente adequado para ação de enzimas, como a pepsina, enzima responsável pela digestão de proteínas no estômago (CHAMONE et al., 2010). O baixo pH reduz patógenos como *Escherichia coli* e *Salmonella*, pois não são capazes de sobreviver em pH ácido (SANTOS et al., 2003).

Durante a fase de aleitamento existe grande quantidade de ácido láctico proveniente da ação dos *Lactobacillus* sobre a lactose do leite (BRAZ, 2007), que somado a produção de HCl, são os principais responsáveis pela acidificação do estômago. Porém, pelo fato dos animais jovens não conseguirem produzir HCl de

forma eficiente e com o desmame a quantidade de substrato para os *Lactobacillus* diminuirá, gerando um quadro de pH elevado.

O intestino delgado dos animais possui como estrutura funcional as vilosidades, que são projeções da mucosa, revestidas por células epiteliais colunares, denominados enterócitos, na qual a maturação acontece quando as células indiferenciadas nas criptas migram para a ponta das vilosidades, sendo seu tamanho influenciado pelo número de células que as constituem (SANTOS, 2007).

A morfologia da mucosa intestinal logo após o desmame dependerá do constante fornecimento de nutrientes. A altura das vilosidades do intestino é seriamente prejudicada nesta fase, pois, compreende a um período em que o consumo voluntário dos animais é bastante reduzido. Estes fatores acarretarão mudanças morfológicas nas vilosidades, no qual antes apresentavam formas alongadas e finas se assemelhando a dedos, após o desmame apresentarão formas mais curtas e largas se assemelhando a folhas, ocasionando menor superfície de contato pelo seu tamanho reduzido.

A redução na altura das vilosidades prejudica os processos digestivos e absorptivos, fazendo com que grande quantidade de nutrientes chegue ao intestino grosso, favorecendo o desenvolvimento de microbiota inadequada, que pode dar origem a doenças entéricas (MORÉS e AMARAL, 2001).

A redução da altura das vilosidades após o desmame ocorre devido ao insuficiente consumo de alimento e pela troca da dieta líquida por uma dieta mais sólida. Essa redução é devido ao aumento na taxa de perda de células epiteliais acompanhado de reduzida taxa de renovação destas células na velocidade necessária para repor as células descamadas. Isto influencia diretamente a divisão celular nas criptas que são as responsáveis pela regeneração das células epiteliais, provocando conseqüente aumento na profundidade das criptas, pelo aumento de produção celular nas mesmas (SOTO e TRINDADE NETO, 2007). Ou seja, na tentativa de recompor os vilos as células indiferenciadas aumentam sua diferenciação levando a um aumento na profundidade das criptas, embora nem sempre esse aumento seja suficiente para tornar rapidamente o vilo novamente íntegro.

Quanto aos níveis de enzimas digestivas no organismo animal, estes são influenciados pela idade e pelo tipo de alimento fornecido. Nos leitões recém-nascidos as enzimas maltase, sacarase, protease e a amilase, são inicialmente pouco ativas, enquanto que a lactase apresenta grande atividade nos leitões e

decrece com o passar da idade (NERY et al., 2000). Isto ocorre porque o leitão se alimenta inicialmente do leite materno, estando assim apto para digerir somente proteínas lácteas, lactose e lipídios de cadeia curta (PINHEIRO, 2005), seu sistema digestivo é imaturo diante a outros tipos de alimentos e excreção de outros tipos de enzimas. Assim, os animais precisam se adaptar a ração sólida, adequando o pH, enzimas digestivas, e a motilidade intestinal.

Em geral os principais fatores que afetam a morfologia intestinal, são a presença de microrganismos indesejáveis no intestino; o acúmulo de alimentos que não foram digeridos de forma eficaz e que se tornarão fonte de nutrientes para patógenos; e a composição da dieta.

Tendo em vista que na nova dieta a grande maioria dos ingredientes são de origem vegetal, sendo os principais utilizados o milho e a soja, estes podem apresentar fatores anti-nutricionais, sendo agressivo a mucosa intestinal dos leitões (BELLAVIER e SNIZEK JUNIOR, 1999). A soja é utilizada nas rações animais como fonte proteica, e apresenta em sua composição fatores alergênicos ou anti-nutricionais, como a glicinina e a betaconglucina, inibidores de tripsina que podem ser diminuídos quando a soja é tostada (FERREIRA e SOUSA, 2002). Tais fatores podem provocar reações de hipersensibilidade transitória e distúrbios gastrointestinais, causando lesões e modificando a estrutura da mucosa intestinal dos leitões.

Nesta fase de criação existe aumento nas possibilidades de ocorrências de problemas sanitários, que é acompanhado de atraso no crescimento, às vezes até com perda de peso pelo baixo desempenho, e diarreia (LIMA et al., 2009).

O principal patógeno capaz de causar grandes danos nos suínos jovens recém-desmamados é a *Escherichia coli*, conhecido por ser um dos principais causadores da síndrome da diarreia pós-desmame (SDPD) e doença do edema (KUMMER et al., 2009). Estas doenças acometem os leitões nas duas primeiras semanas após o desmame, podendo causar até 10% de mortalidade, trazem perdas econômicas, aumento de refugos, e gastos com medicamentos (LIMA et al., 2009).

Segundo Lima et al. (2009), para que se amenize os efeitos do estresse e de todas as perdas nessa fase de criação, é preciso buscar alternativas que possam minimizar os problemas, buscando por exemplo, fornecer dietas adequadas às exigências dos leitões, com alta digestibilidade e ingredientes de qualidade, que contenham níveis de nutrientes e energia capazes de suprir as necessidades dos leitões, promovendo a manutenção da integridade intestinal. Além disso, muitos produtores buscam saída em produtos alternativos, normalmente utilizando os agentes antimicrobianos, os antibióticos, que são adicionados às rações, na tentativa de prevenir o surgimento de enfermidades, diminuir a morbidade e mortalidade pós-desmame, aumentar ganho de peso diário e o consumo de ração (CRISTANI, 2008). Mas pelo fato da inclusão destes antibióticos serem proibida em diversos países, principalmente pelos problemas vinculados a eles, se busca hoje aditivos alternativos aos antibióticos melhoradores de desempenho, assim surgindo os acidificantes.

### **3 ADITIVOS DESTINADOS À ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

O termo aditivo faz referência a todas as substâncias as quais, quando adicionadas às rações, são capazes de melhorar o desempenho animal ou as características físicas dos alimentos (ARAUJO et al., 2007). A legislação brasileira define aditivos destinados à alimentação animal como “Substância, microrganismo, ou produto formulado, adicionados intencionalmente aos produtos, que não é utilizada como ingredientes tenham ou não valor nutritivo, e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda as necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano” (BRASIL, 2004).

Aditivos antimicrobianos são à base de antibióticos ou quimioterápicos, são utilizados nas dietas de suínos para promover melhor crescimento e eficiência alimentar (SOUSA e SILVA, 2008). Eles atuam sobre microrganismos responsáveis pelas doenças infecciosas que são prejudiciais aos processos digestivos, e causando alteração seletiva da população microbiana do intestino dos animais (BRUMANO e GATTÁS, 2009b). Ainda segundo Brumano e Gattás (2009b), os antimicrobianos são classificados como pró-nutrientes quando utilizados de forma subterapêutica, administrado em doses profiláticas, pertencentes aos grupos dos melhoradores de desempenho.

Porém, com o aumento da preocupação da população e de órgãos públicos em relação à utilização dos antibióticos na alimentação de animais, pela possibilidade de haver resistência bacteriana (ARAÚJO et al., 2001), causada por sua frequente utilização e uso abusivo, podendo também deixar resíduos nos produtos de origem animal e prejudicar a saúde humana (GODOI et al., 2008), seu uso com essa finalidade vem sendo restringido. Na Europa o uso de antibióticos foi limitado até janeiro de 2000 e totalmente retirado em janeiro de 2006 (ALMEIDA, 2012).

Por essa razão surgiu à necessidade de se buscar produtos alternativos aos antibióticos melhoradores de desempenho, e que, além de substituir não cause perdas nos índices zootécnicos (CRISTANI, 2008). Segundo Namkung et al. (2004), os acidificantes possuem efeito antibacteriano semelhantes aos antibióticos, por isso, podem ser uma boa fonte de substituição aos mesmos nas rações de leitões recém-desmamados, agindo principalmente sobre a microbiota intestinal.

#### **4 ACIDIFICANTES**

“Os acidificantes produzem acidez, a qual por sua vez age como flavorizante e também retardando a degradação enzimática oxidativa, atuando também como agentes complexantes que se liga a metais formando os complexos metálicos (prevenindo ou reduzindo a oxidação). Agem ainda diretamente como fortes inibidores do crescimento microbiano, podendo ter uso na preservação de grãos e rações, sanitização de carne e como promotor de crescimento” (FRANÇA, 2008, p. 14).

Os acidificantes estão inseridos no grupo dos aditivos zootécnicos, denominados como quaisquer substâncias utilizadas para influir positivamente na melhoria do desempenho dos animais, e dentro deste grupo se classificam como equilibradores da microbiota intestinal, a qual se define como microrganismos que formam colônias ou outras substâncias definidas quimicamente que, administradas aos animais, têm um efeito positivo para a microbiota intestinal (BRASIL, 2004). Ainda segundo Brasil (2004), os acidificantes podem ser orgânicos ou inorgânicos, e quando adicionados a alimentação animal reduzem o pH do trato digestivo anterior, com o objetivo de facilitar o processo de digestão e diminuir a quantidade de microrganismos patogênicos no estômago e no intestino.

Utiliza-se dietas ácidas por razão da ineficiência dos leitões desmamados em manter o pH gástrico adequado para um bom funcionamento, o que causa diminuição no aproveitamento do alimento fornecido (BELLAYER, 2005). A acidificação da dieta e a redução da capacidade tamponante da ração, já são muito importantes e consagradas para o bom desempenho de leitões e a boa saúde de matrizes suínas (SILVA JR. et al., 2009).

Os ácidos inorgânicos são utilizados como conservantes, reduzem o pH da ração, prevenindo ou retardando o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (ROCHA et al., 2008). Não possuem carbono em suas moléculas e são considerados ácidos fortes, podem baixar o pH estomacal, não apresentando ação bactericida direta, como exemplo temos o HCl, sulfúrico, nítrico e fosfórico (MONTEIRO, 2004).

Ácidos orgânicos possuem valor energético, enquanto que os inorgânicos podem conter nutrientes como o fósforo (VIOLA e VIEIRA, 2007). Os ácidos inorgânicos são de baixo custo quando comparados aos ácidos orgânicos, e podem ser adicionados aos orgânicos para se obter sinergismo de efeitos (JACELA et al., 2009). Os ácidos orgânicos correspondem à maioria dos acidificantes encontrados comercialmente e aos mais testados, por serem considerados ácidos mais fracos menos corrosivos e potencialmente menos tóxicos que os inorgânicos (HERMES, 2011). Por esta razão, ácidos orgânicos são mais comumente utilizados em alimentação de leitões desmamados.

Os ácidos orgânicos são constituintes naturais de diversos alimentos, e contém uma ou mais carboxilas (COOH) em sua molécula, por isso, são denominados ácidos carboxílicos, classificação na qual podem ser incluídos os aminoácidos e os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (BRAZ, 2007).

Em geral, os ácidos orgânicos empregados na produção animal são ácidos graxos de cadeia curta com um a sete átomos de carbono na molécula, que produzem menores quantidades de prótons ao se dissociarem, e são chamados de ácidos fracos (BELLAYER e SCHEUERMANN, 2004). Esses ácidos podem ser produtos intermediários ou finais do metabolismo microbiano, resultado da fermentação microbiana de carboidratos no intestino grosso de suínos (BRUMANO e GATTÁS, 2009b), ou também encontrados na natureza, como recursos alimentares naturais, ingredientes frescos, pré-fermentados ou ensilados, ingredientes de origem vegetal e animal, e os aditivos (MROZ, 2005). Os ácidos orgânicos podem ser utilizados como conservantes de rações, baixam o pH estomacal, e podem ter ação

antibacteriana direta ou indireta, de acordo com sua configuração (MONTEIRO, 2004). Seus efeitos antibacterianos são especialmente contra bactérias gram-negativas *E. coli*, *Clostridium spp*, *Salmonella* e outros agentes patogênicos que não se desenvolvem em pH ácido, e paralelamente estimulam o crescimento de microrganismos benéficos como *Lactobacillus* e *Bifidobactérias* (SILVA JR. et al., 2009).

Segundo Bellaver e Scheuermann (2004), o efeito obtido com ácidos orgânicos não é o mesmo obtido quando utilizado os ácidos inorgânicos, e a razão disso pode ser o fato de os ânions inorgânicos (cloreto, sulfato, fosfato) não terem influência positiva no processo de digestão no intestino.

A quantidade de acidificante a ser adicionado a ração e o alcance dos objetivos em adicioná-lo dependerá de fatores como seu pH, sua capacidade tamponante, a idade dos animais, a composição da dieta e do acidificante, a presença ou ausência de antimicrobianos e características físico-químicas dos ingredientes da dieta (KRYGIEROWICZ, 2010).

Os acidificantes podem ser encontrados de duas formas físicas, sólida ou líquida, sendo suas formas sólidas mais fáceis de manusear, por serem menos voláteis e menos corrosivas, visto que, as formas líquidas podem ser até 20% voláteis durante o processo de pulverização e apresentam odor desagradável e corrosividade (MROZ, 2005). Desvantagem que pode ser eliminada através de tecnologias de revestimento, como o encapsulamento, que mascara o sabor amargo, trazendo benefícios também ao permitir o controle do local de ação do acidificante, bem como a velocidade de liberação e dissociação (MROZ, 2005).

## 5 MECANISMOS DE AÇÃO

Os ácidos são doadores de prótons ( $H^+$ ) enquanto que as bases são receptoras. Cada ácido possui tendência característica de perder seus prótons quando em uma solução aquosa e esta é uma das características que diferencia um ácido do outro (LEHNINGER, 1990). Ainda segundo Lehninger (1990), quanto mais forte for um ácido maior será sua tendência de perder prótons  $H^+$  e sua constante química de equilíbrio para as reações de ionização, separação da fração  $H^+$  e  $OH^-$  do ácido, na qual é conhecida como constante de ionização ou dissociação e é designada pelo termo  $pK$  ( $p$  denota “logaritmo negativo de”). Ácidos mais fortes possuem sua constante de dissociação ( $K$ ) maior enquanto que ácidos mais fracos

possuem sua constante de dissociação menor. Isto implica que, quanto maior a dissociação de um ácido menor será seu valor de pK e quanto menor sua tendência de dissociação maior será seu valor de pK.

Existem varias hipóteses sobre os mecanismos de ação dos acidificantes, dentre eles os mais conhecidos são: redução do pH estomacal e da capacidade tamponante da dieta; alteração na microbiota intestinal através de controle bactericida ou bacteriostático; redução da taxa de esvaziamento estomacal; aumento da atividade enzimática, maior proteólise e digestibilidade de nutrientes; estimulação das secreções pancreáticas; e menores mudanças morfológicas intestinais (PARTENEN e MROZ, 1999; MROZ, 2005; BRUMANO e GATTÁS, 2009a; PUPA, 2008).

### 5.1 Redução do pH estomacal

De acordo com Schöner (2001), a adição de ácidos orgânicos nas dietas induz uma redução mais rápida do valor de pH no estômago, o que resulta em um tempo mais curto para alcançar o pH ótimo de 4 a 3, o qual é necessário para a ativação do pepsinogênio em pepsina, esta resposta leva a uma melhoria da digestibilidade da proteína, além do aumento na atividade de outras enzimas. Os produtos resultantes da digestão das proteínas pela pepsina no estômago chegam ao duodeno e estimulam a secreção de enzimas pancreáticas e bicarbonato, no qual pode apresentar função significativa sobre a regulação do esvaziamento gástrico, que se torna mais lento (LEHNINGER, 1990). Assim, a redução do pH e o esvaziamento gástrico podem tornar as proteínas mais hidrolisadas e favorecer seu processo de digestão (ROCHA et al., 2008).

Outro problema relacionado à deficiente redução do pH estomacal está intimamente ligado ao poder tamponante de alguns ingredientes presentes nas formulações das rações. Segundo Krygierowicz (2010), uma das características físico-químicas importantes no momento de formular a ração dos leitões recém-desmamados é a capacidade tamponante dos alimentos, que pode ter influência na resposta dos acidificantes no trato gastrointestinal dos animais. Bockor (2009), define capacidade tamponante como a habilidade de um alimento em suspensão aquosa em resistir à mudança de pH diante da adição de um ácido ou uma base. Bockor (2009), complementa ainda que, a neutralização do ácido clorídrico e do

meio, causada pelo efeito tamponante dos alimentos pode diminuir a ação de enzimas gástricas e prejudicar o processo de digestão.

A capacidade tampão da dieta formulada vai depender da fonte e das quantidades adicionadas de ingredientes que possuem alta capacidade tamponante, como proteínas e minerais, além da digestibilidade dos outros ingredientes que a compõe (MONTEIRO, 2004). Ainda Monteiro (2004), a redução do pH da dieta em 15 a 20%, pode ajudar a baixar a capacidade tampão, sendo os acidificantes uma alternativa contra o problema.

## 5.2 Controle de microrganismos indesejáveis

A redução do pH gástrico traz benefícios também no controle dos microrganismos indesejáveis, pois a faixa de pH ácido favorece a proliferação de alguns microrganismos benéficos, como os *Lactobacillus* produtores de ácido láctico, e prejudica o desenvolvimento de alguns patógenos que se desenvolvem de maneira eficaz em pH entre 6,5 a 7,5. Por isso os ácidos orgânicos são importantes para proporcionar uma faixa ótima de pH, agindo na microbiota, fazendo seleção de bactérias benéficas.

Os ácidos exercem ação sobre os microrganismos de duas maneiras diferentes, mas que são relacionadas, primeiramente existe efeito no meio extracelular pela acidificação estomacal por um ácido em sua forma dissociada (RODRIGUEZ-PALENZUELA, 2000), e a segunda consiste além da acidificação do meio, na ação de ácidos na forma não dissociada agindo diretamente sobre os microrganismos.

Segundo Rodriguez-Palenzuela (2000), o efeito da acidificação do meio dependerá da concentração e da força de um ácido, sendo assim, ácidos orgânicos e inorgânicos possuem o mesmo efeito se tratando da redução do pH do meio, porém ácidos orgânicos devem ser adicionados em maiores quantidades que os inorgânicos para se alcançar o mesmo efeito de pH, pois ácidos inorgânicos são mais fortes e possuem maior constante de dissociação.

Ácidos facilmente dissociáveis liberam seu próton de seu ânion antes de chegar à membrana bacteriana. Pela dissociação prematura estes ácidos não possuem ação bactericida, apresentando somente ação bacteriostática, enquanto que ácidos não dissociados podem entregar somente parte de seus prótons para baixar o pH do estômago, apresentando quantidades suficientes de ânions e prótons

ligados para assim adentrar a membrana bacteriana e agir de forma bactericida (MONTEIRO, 2004).

O primeiro mecanismo de ação dos ácidos é exercido pela capacidade em si de acidificação do meio extracelular em que as bactérias estão inseridas. De acordo com Rodriguez-Palenzuela (2000), a ação bacteriostática dos ácidos em sua forma dissociada é explicado principalmente pelo fato que todos os microrganismos têm um pH ótimo de crescimento, e um intervalo de pH em que são incapazes de crescerem e se desenvolverem. Isto se refere tanto ao pH do meio extracelular quanto ao pH do meio intracelular, e segundo Booth (1985) citado por Rodriguez-Palenzuela (2000), manter estas condições apropriadas de pH é conseguido através de uma variedade de homeostases. Com as condições de pH extracelular não adequadas, as bactérias não conseguem manter em equilíbrio seus processos biológicos, conseqüentemente não conseguem se proliferar. Mas este nível de acidez não garante segura esterilidade, muitas bactérias podem sobreviver nestas condições por períodos de tempo prolongados, por isso, a ação bactericida exercida por ácidos na forma não dissociada é mais eficaz no ponto de vista de muitos pesquisadores.

Segundo Monteiro (2004), a segunda forma de ação em termos práticos é mais importante, pois além de contribuir com a redução do pH do meio, age diretamente sobre os microrganismos, especialmente contra as bactérias classificadas como gram-negativas que possuem membranas mais delgadas.

De acordo com Viola e Vieira (2007), os ácidos na forma não dissociada são lipossolúveis e penetram passivamente na célula microbiana e liberam prótons e ânions, sendo os radicais  $H^+$  e o  $COO^-$  causando redução do pH intracelular, acúmulo de ânions polares dentro da célula, inibindo a ação de enzimas e levando o microrganismo a morte. Como mecanismo de resistência as células dos microrganismos reagem bombeando os íons  $H^+$  para fora, tentando manter o pH constante, isso faz com que haja grande gastos de energia, reduzindo crescimento celular (BELLAVIER e SCHEUERMANN, 2004), além de provocar inibição da síntese de DNA e RNA e outras moléculas microbianas (MONTEIRO, 2007). O aumento do pH interno das células interfere em seu metabolismo, interfere no sistema de transporte de aminoácidos e fosfato, ainda acarreta aumento na turgidez celular pelo aumento da quantidade de ânions, gerando mecanismo compensatório de carga elétrica que obriga as células a aumentarem os níveis de  $Na^+$ ,  $K^+$ , e/ou glutamato,

que causa aumento adicional da força iônica intracelular e turgência (RODRIGUEZ-PALENZUELA, 2000).

### 5.3 Mudanças na morfologia intestinal e fornecimento de energia

Segundo Silva (2011), o desequilíbrio intestinal em leitões no pós-desmame tem determinado os quadros de desorganização também nos períodos de crescimento e terminação dos animais, podendo assim verificar o tamanho das perdas que são geradas se práticas corretas de manejo não forem adotadas desde os primeiros dias de vida desses animais.

O intestino dos animais quando esta em equilíbrio aporta uma complexa, densa, dinâmica e diversificada comunidade de microrganismos não patogênicos, esta microbiota gera produtos benéficos aos hospedeiros, formando uma barreira protetora contra patógenos, desta forma possui grande importância na morfologia intestinal dos animais (SILVA, 2011). Ainda segundo Silva (2011), parte da seleção microbiológica intestinal é química devido a agentes inibitórios como ácidos graxos de cadeia curta, ácido sulfídrico, bile, lisozimas, lisolectinas e imunoglobinas produzidos pelo organismo em equilíbrio, e na ausência de microbiota benéfica ocorrem mudanças morfológicas, incluindo a redução da massa intestinal, alteração no comprimento e na espessura do intestino, e um ceco de maior dimensão com uma mucosa mais fina.

Quando há ação de patógenos ou altas condições de estresse, existe grande perda de eletrólitos e aumento de endotoxinas séricas, pois ocorre interferência nas funções da barreira intestinal, estimulando o sistema imune, ocasionando pioras das funções, assim, alguns produtos como os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) considerados agentes tróficos, podem interagir com a mucosa, acelerando processo mitóticos, agindo no aumento do número de células e tamanho das vilosidades, e na nutrição local, havendo assim estimulação do crescimento por nutrientes específicos (SILVA, 2011).

A ênfase dos benefícios relacionados aos aspectos de morfologia e fontes de energia se dá principalmente aos ácidos graxos de cadeia curta, as quais são compostos orgânicos obtidos endogenamente através do metabolismo de gorduras e carboidratos, ou exogenamente pela absorção de produtos formados pela fermentação bacteriana de carboidratos e alguns aminoácidos, sendo o acetato, o propionato e o butirato os principais AGCC (VINOLO, 2010). O efeito modulador no

padrão de AGCC produzidos no intestino é relacionado ao fornecimento de ácidos orgânicos adicionados à dieta (SANTOS, 2010).

Os acidificantes servem então como substrato energético, age na estimulação do desenvolvimento da mucosa intestinal, assim, causando aumento na produção e crescimentos das células epiteliais da mucosa, proporcionando dessa forma maior capacidade de absorção e aproveitamento dos nutrientes (MROZ, 2005).

## 6 PRINCIPAIS TIPOS DE ÁCIDOS ORGÂNICOS

A magnitude da resposta diante a utilização dos ácidos orgânicos dependerá do tipo e características do ácido utilizado (BRAZ, 2007). Mroz (2005) cita outros fatores que interferem diretamente nestas respostas, sendo alguns deles: doses administradas; tipo de dieta e sua capacidade tampão; níveis de produção intraluminal de AGCC em diferentes seguimentos do trato gastrointestinal; idade; e condições de higiene ambientais. Os principais ácidos utilizados para suínos estão especificados na tabela 1.

### 6.1 Ácido benzoico

De acordo com Miguel (2008), o ácido benzoico ( $C_6H_5COOH$ ) é um ácido monocarboxílico aromático, que se apresenta na forma de cristais brancos, comumente conhecido como benzoato. Entre os ácidos orgânicos o ácido benzoico é considerado o mais importante ácido carboxílico aromático (GHELER et al., 2009).

Ele pode ser encontrado em frutas frescas, como o morango, em algumas especiarias, como o cravo e o azeite de aniz (MIGUEL, 2008). Os benzoatos muitas vezes são utilizados como antifúngicos ou antibacterianos, na preservação de alimentos, e quando adicionados as rações animais pode causar redução na capacidade tampão das dietas e elevar a acidez da urina dos animais (MROZ et al., 2000).

Quadro 1- Principais características dos ácidos orgânicos utilizados para suínos

Nome	Fórmula	Solubilidade em H <sub>2</sub> O	Forma física	Odor/gosto	CR	pKa
Fórmico	HCOOH	<b>Solúvel em todas proporções</b>	<b>Líquido transparente fumegante</b>	<b>odor pungente Emissão de odores fortes</b>	++(+)	3.75
Acético	CH <sub>3</sub> COOH	<b>Solúvel em todas proporções</b>	<b>Líquido Incolor, Muito volátil</b>	<b>odor pungente gosto amargo</b>	+++	4.76
Propiônico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	<b>Solúvel em todas proporções</b>	<b>Líquido oleoso</b>	<b>odor pungente Emissão de cheiros muito fortes</b>	++	4.88
Butírico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	<b>Solúvel em todas proporções</b>	<b>Líquido oleoso</b>	<b>rançoso, odor desagradável,</b>	+	4.82
Fumárico	COOHCH:CHCOOH	<b>Moderadamente solúvel</b>	<b>Sólido</b>	<b>Inodoro Sabor azedo,</b>	0 a (+)	3.02
Láctico	CH <sub>3</sub> CH(OH)COOH	<b>Muito solúvel</b>	<b>Líquido incolor ou ligeiramente amarelo</b>	<b>rançoso, odor desagradável, gosto de leite azedo</b>	(+)	3.83
Cítrico	COOHCH <sub>2</sub> C(OH)(COOH)CH <sub>2</sub> COOH	<b>Muito solúvel</b>	<b>Sólido</b>	<b>Inodoro agradável gosto azedo</b>	0 a ++	3.13
Benzoico	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	-	<b>Sólido incolor cristalino</b>	<b>odor perfumado</b>	0	4.19

CR = taxa de corrosividade: elevado (+ + +), médio (+ +), baixo (+), insignificante (0)

Fonte: Mroz (2005), Papatsiros e Billinis (2012).

O ácido benzoico ingerido pelos animais, ao contrário de outros ácidos orgânicos, não é oxidado, ele é absorvido no intestino delgado e, em seguida, transportados para o fígado onde é convertido em ácido hipúrico por sua ligação com o aminoácido glicina (GALASSI et al., 2011). Por esta razão, ele não é considerado tóxico, e não acumula resíduo no organismo, pois o ácido hipúrico é facilmente eliminado pelos rins, podendo desta forma exercer papel também como bactericida contra proliferação bacteriana na bexiga (BRIDGES et al., 1970). O ácido hipúrico

causa acidificação da urina, pois libera íons H<sup>+</sup>, causando queda no pH (MROZ et al., 2000).

## 6.2 Ácido fumárico

Segundo Miguel (2008), o ácido fumárico é um ácido dicarboxílico (C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub>). Apresenta-se na forma de pequenos cristais brancos, e por ser encontrado na forma sólida ele é considerado não volátil, inodoro, possui sabor azedo e é considerado quase insolúvel em água (PARTANEN e MROZ, 1999). O ácido fumárico é encontrado naturalmente em plantas e fungos (BÜHLER, 2009).

Nos suínos, o ácido fumárico ocorre naturalmente no metabolismo e surge como um metabolito o fumarato, um sal ou éster do ácido fumárico, a partir da degradação da fenilalanina e tirosina, e também como um intermediário no ciclo da ureia e durante a síntese de purinas (PARTANEN e MROZ, 1999).

O ácido fumárico pode apresentar efeito positivo sobre a digestibilidade ileal da proteína bruta e dos aminoácidos nas dietas para leitões desmamados precocemente (LANFERDINI et al., 2009). Outro efeito positivo do ácido fumárico é apresentar resistência à alcalinização do meio, permitindo sua utilização na redução do pH das dietas (PARTANEN e MROZ, 1999).

O ácido fumárico é absorvido sob a forma de fumarato até a corrente sanguínea, é um importante metabolito intermediário no ciclo de Krebs, pois é usado pelas células para a formação de energia, sob a forma de adenosina trifosfato (ATP) (STRYER, 1988, citado por PARTANEN e MROZ, 1999).

A ação antimicrobiana do ácido fumárico está relacionada a sua alta capacidade de dissociação, e quando o ácido não está na forma dissociada ele possui a capacidade de atravessar a membrana celular bacteriana, se dissociando no citoplasma alcalino, no qual libera prótons e reduz o pH intracelular (LEHNEN, 2009).

## 6.3 Ácido cítrico

Segundo Miguel (2008), o ácido cítrico COOHCH<sub>2</sub>C(OH)(COOH)CH<sub>2</sub>COOH é tricarboxílico. Ele é considerado um ácido orgânico fraco, é o principal ácido encontrado nas frutas cítricas, confere sabor ácido e refrescante a alimentos e bebidas, servindo como acidulante, e também utilizado como antioxidante um conservante natural (BRAZ, 2007). Braz (2007) ainda complementa que, na

bioquímica o ácido cítrico tem papel importante como um dos primeiros intermediários do ciclo do ácido cítrico, de forma que ocorre no metabolismo de quase todos os seres vivos.

O ácido cítrico a temperatura ambiente se apresenta na forma cristalina, é inodoro, e possui gosto amargo agradável (PARTANEN e MROZ, 1999). Devido a sua importância no metabolismo, muitos microrganismos são adaptados e resistentes a este ácido (BÜHLER, 2009). Por esta razão o ácido cítrico não é um agente antimicrobiano tão eficiente como outros ácidos (PARTANEN e MROZ, 1999).

Trabalhos apontam que o ácido cítrico tem sido utilizado principalmente em dietas de leitões, pois melhora a taxa de crescimento e eficiência alimentar e também na dieta de porcas, sendo utilizado para controle de infecções urinárias.

#### 6.4 Ácido fórmico

O ácido fórmico  $\text{HCOOH}$  é um líquido incolor, com um odor pungente, e é considerado um ácido potencialmente tóxico, e o formiato é um constituinte natural de tecidos animais e do sangue (PARTANEN e MROZ, 1999).

O ácido fórmico é derivado do metano (FRANÇA, 2008), e pode ser encontrado em plantas e insetos, agindo principalmente como agente de defesa (BÜHLER, 2009).

Segundo França (2008), o nome formiga deriva de “ácido fórmico”, pois é um ácido produzido por algumas espécies de formigas, e possui ação direta sobre microrganismos patogênicos, além de provocar a redução do pH do meio. Ele é utilizado como preservante em silagens de forrageiras e diversos subprodutos, além disso, ele apresenta grande eficiência no controle de bactérias e leveduras (BRAZ, 2007).

Segundo Bühler (2009), na alimentação dos animais o ácido fórmico é utilizado principalmente como formiato, pois o sal é menos corrosivo e menos tóxico do que o ácido livre.

Há uma abundância de estudos em leitões e suínos em fase de crescimento e terminação que descrevem aumento do crescimento e efeitos antimicrobianos do ácido fórmico e seus sais.

### 6.5 Ácido acético, propiônico e butírico

Segundo Partanen e Mroz (1999) o ácido acético  $\text{CH}_3\text{COOH}$  é um líquido incolor com um odor pungente, é produzido por bactérias *Acetobacter*, pela oxidação de álcoois, já os ácidos propiônico  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  e butírico  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  são ambos líquidos oleosos e têm odores rançosos desagradáveis.

O ácido propiônico é um ácido derivado do propano (FRANÇA, 2008), e é um produto da degradação de certos ácidos graxos e aminoácidos, é produzido no intestino grosso por fermentação bacteriana, e o ácido butírico tem sua origem na fermentação bacteriana sob condições anaeróbias (BÜHLER, 2009).

Como conservante o ácido acético inibe o crescimento de muitas espécies de bactérias, e a menor grau de leveduras e bolores, enquanto que a ação do ácido propiônico é principalmente contra fungos (PARTANEN e MROZ, 1999).

### 6.6 Ácido láctico

O ácido láctico  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$  é um constituinte natural de alguns alimentos e um dos mais antigos conservantes, ele é produzido por muitas espécies de bactérias, principalmente as do gênero *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Pediococcus* (PARTANEN e MROZ, 1999). O ácido láctico é produzido principalmente a partir da fermentação de açúcares no estômago e intestino, ou também nos tecidos musculares a partir do glicogênio, no qual consiste em uma reserva de glicose presente nos músculos, e quando o suplemento de oxigênio é inadequado para suportar a oxidação de piruvato e produção de ATP via metabolismo aeróbico ocorre formação de ácido láctico que posteriormente será convertido à energia (BRAZ, 2007). O lactato proveniente dos músculos ou do lúmen gastrointestinal entra na corrente sanguínea e é transportado para o fígado onde é reoxidado a piruvato (PARTANEN e MROZ, 1999). O piruvato pode, então, ser oxidado através do ciclo do ácido cítrico (Stryer, 1988, citado por PARTANEN e MROZ, 1999).

No desmame o ácido láctico tem importante papel na acidificação estomacal dos leitões.

### 6.7 Sais dos ácidos

Segundo Monteiro (2004), as formas livres dos acidificantes muitas vezes são tóxicas, ácidas, corrosivas, amargas, possuem um odor forte e podem causar

irritação em seu processo de manipulação. Para minimizar estes problemas, são encontrados disponíveis no mercado produtos elaborados a partir de sais de ácidos fumárico, cítrico, láctico, málico, fórmico, acético, propiônico, sórbico, butírico, e em menor frequência o tartárico. Geralmente, a eficácia dos ácidos orgânicos é maior que seus sais e que os ácidos inorgânicos (SCHONER, 2001).

Alguns ácidos se apresentam na forma de sais de potássio, cálcio ou sódio, e em relação aos ácidos livres os sais possuem vantagens por serem geralmente inodoros e por estarem na forma sólida, possuindo assim menos problemas em relação a corrosividade e volatilização, ou seja, transformam os ácidos livres em substâncias mais estáveis e podendo ser também mais solúveis em água (PARTANEN e MROZ, 1999).

Os sais de ácidos são formados a partir da substituição do íon hidrogênio por uma base (potássio, sódio, cálcio, etc.), e podem apresentar alto poder higroscópico podendo também possuir efeitos menores que os ácidos dos quais foram originados. (FRANÇA, 2008). A presença dos sais de ácidos aumenta a capacidade tampão, isso se deve a maior quantidade de bases.

## 6.8 Misturas

Os acidificantes podem ser administrados através do alimento ou da água, podendo ser fornecido de forma individual ou como uma mistura de vários ácidos, com a finalidade de aumentar o potencial de ação.

“As misturas, ou “blends”, têm algumas vantagens potenciais: produzem maior diversidade de pK's o que aumenta a presença de um espectro carboxilado no lúmen intestinal; potencializam a ação antimicrobiana; e permitem uma ação complementar entre os diferentes ácidos no metabolismo intermediário” (MONTEIRO, 2007, p. 20, 21).

## 7 ESTUDOS COM ACIDIFICANTES NAS RAÇÕES DE SUÍNOS

Galassi et al. (2011), avaliaram a inclusão de ácido benzoico na alimentação de suínos na fase de crescimento e concluíram que sua adição na dieta determinou uma redução numérica do pH urinário, devido à conversão do ácido benzoico em ácido hipúrico no fígado. Complementaram também que a redução do pH da urina possui influência na emissão de amônia e demonstraram através dos estudos que a

adição do ácido benzoico é benéfico para o meio ambiente. Isto pode ser explicado de acordo com Nyachoti e House (2003) citado por Oliveira (2010) pelo fato de que a urina ácida mantém a amônia em sua forma não volátil de íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), causando assim redução da emissão de amônia no meio ambiente.

Kluge et al. (2010), observaram também o efeito do ácido benzoico sobre o pH urinário, e a partir de estudos constataram que fêmeas em lactação alimentadas com dieta suplementada com 0,5% de ácido benzoico, excretou 64% de ácido benzoico ingerido na urina como ácido hipúrico, o restante como o ácido benzoico não metabolizado. Além disso, observaram que quando adicionado o ácido benzoico a um nível dietético de 2% ocorre aumento na digestibilidade da matéria orgânica, proteína, gordura e fibra na dieta.

Gheler et al. (2009), realizaram estudos com leitões de 28 a 70 dias de idade e observaram que rações contendo ácido benzoico apresentaram melhora na conversão alimentar dos animais, sendo o melhor nível de inclusão para melhor ganho de peso 0,62%, e a melhor conversão alimentar com 0,79% de ácido benzoico. No mesmo estudo observaram também melhores características histológicas do intestino, como profundidade de criptas e altura das vilosidades, independente do nível de adição do ácido benzoico, e que o desempenho de suínos nos períodos de 28 a 70 dias de idade melhora com a adição de ácido benzoico na dieta com níveis de inclusão de 0,50% a 0,75% sendo mais eficientes na redução da incidência de diarreia.

Em outro estudo com leitões desmamados aos 21 dias de idade Miguel (2008), utilizou níveis de diferentes acidificantes e pôde concluir que o tratamento com 1,0% de ácido fumárico favoreceu o desempenho de leitões desmamados, e que as dietas que continham o ácido fumárico apresentaram maior consumo de ração pelos animais e maior ganho de peso, apresentando resultados bem superiores as demais dietas. Miguel (2008), verificou que a adição de acidificantes reduziu o pH da dieta em relação a dieta controle (sem acidificantes).

No estudo de Gomes et al. (2007), com leitões recém-desmamados a inclusão de ácido fumárico e suas combinações com ácido butírico ou fórmico na dieta, concluíram que dietas suplementadas com ácido fumárico a 0,5% para leitões recém-desmamados melhora o desempenho dos animais nas duas primeiras semanas pós-desmame. A mistura de 1,0% de ácido fumárico mais 0,5% de ácido fórmico diminui o ganho de peso diário dos leitões durante o período de 15 a 36 dias de idade. Porém, concluíram que a associação de 1% de ácido fumárico, 0,1% de

ácido butírico e 0,5% de ácido fórmico causa prejuízos na altura das vilosidades do duodeno de leitões nas primeiras três semanas pós-desmame.

Ribeiro et al. (2002), utilizaram diferentes níveis de ácido fumárico nas rações de leitões e suínos em crescimento e terminação e puderam concluir que adição de 1,0% do ácido na dieta preveniu a ocorrência de diarreia nos 10 primeiros dias pós-desmame e maior consumo de ração na fase inicial. No estudo a inclusão do ácido não afetou o desempenho produtivo, nas fases inicial, crescimento e terminação.

Alguns pesquisadores não encontraram resultados significativos sobre os efeitos do ácido fumárico como Lanferdini et al. (2009), no qual estudaram o efeito do ácido na alimentação de leitões na creche, com foco principalmente no desempenho dos animais. Com o estudo concluíram que a adição de ácido fumárico apresentou correlação negativa com o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Os pesquisadores afirmaram que o uso de ácido fumárico como aditivo nutricional nas dietas para leitões em creche não altera o desempenho dos animais. Trabalho semelhante foi realizado por Gomes et al. (2011), avaliando a inclusão de ácido fumárico na dieta, porém, em uma mistura com os ácidos láctico e propionato de cálcio, e assim como Lanferdini et al. (2009), não encontraram melhora no desempenho dos animais recém desmamados.

Lehnen (2009), verificou a adição de ácido fumárico nas rações elaboradas com silagem de grão úmido de milho, para porcas em lactação e leitegadas e concluiu que a adição de até 0,9% de ácido fumárico reduz o pH e a temperatura das dietas, provoca acidificação do leite, sendo um benefício, tendo em vista que o leite da porca apresenta alta capacidade tamponante, que contribui para o aumento do pH estomacal dos leitões. Porém, concluiu que dietas elaboradas com silagem de grãos úmidos de milho contendo ácido fumárico não alteram o desempenho de porcas lactantes e de leitões, mas que leitões lactentes de porcas alimentadas com dietas contendo ácido fumárico apresentam maior frequência de fezes normais.

Braz (2007), concluiu com seus estudos que os acidificantes são alternativas promissoras aos antibióticos melhoradores de desempenho de leitões na fase de creche. A autora avaliou misturas de acidificantes e seus sais como alternativas aos antimicrobianos melhoradores de desempenho de leitões na fase de creche, e observou que o uso da mistura de acidificantes butirato de sódio, ácido láctico, e ácido fórmico, ocasionou desempenho semelhante aos antimicrobianos, no qual proporcionou melhores ganhos de peso diário, e melhor conversão alimentar nos animais no período de 1 a 14 dias pós-desmame. A mistura de acidificantes não

proporcionou redução na incidência de diarreia ou alteração no pH do conteúdo estomacal, em relação ao antimicrobiano, embora tenha alteração o pH do conteúdo do ceco, morfologia intestinal, e morfometria de órgãos.

Mroz et al. (2005), estudaram os efeitos do benzoato de cálcio em dietas para suínos com e sem misturas de ácidos orgânicos (nenhum, ácido fórmico, ácido fumárico, ácido butírico). Foi realizado estudo *in vivo* sobre os efeitos do ácido benzóico na forma de sal de cálcio na digestibilidade, na retenção de nutrientes e nas características dos dejetos. Os autores concluíram que, combinado com os outros ácidos, ocorre aumento na digestibilidade ileal aparente da maioria dos aminoácidos e nitrogênio, aumenta a acidez urinária e reduz a emissão de amônia pelos dejetos em suínos em fase de crescimento e terminação. Concluíram também que independentemente da capacidade de tamponamento da dieta, todos os ácidos orgânicos diminuiu ainda mais o pH das dietas na seguinte ordem : ácido fumárico > ácido fórmico > ácido butírico.

Rice et al. (2002), concluíram que a adição de ácido cítrico nas dietas de suínos aumenta a digestibilidade da matéria seca e diminui o pH do estômago e da urina.

Outros pesquisadores mostram conclusões contrárias como Cristani (2008), que utilizou diferentes dietas para leitões recém-desmamados, contendo mistura de acidificantes (ácido benzoico, cítrico, fumárico, fosfórico), antibióticos, e probióticos, além de uma ração controle negativo e outra contendo a mistura de acidificantes e probióticos. Nos estudos o uso de antibióticos superou todos os outros aditivos quando analisados o desempenho animal, controle da diarreia pós-desmame, altura de vilosidades e profundidade de cripta, e pH dos segmentos do trato gastrointestinal. Dentre as alternativas estudadas no controle da diarreia o que se mostrou mais eficiente foi o uso dos acidificantes, embora ainda estejam aquém dos antimicrobianos segundo o autor.

Rego et al. (2012), testaram a adição de uma mistura de acidificantes na ração de leitões recém desmamados para avaliar a acidificação da dieta e a digestibilidade de nutrientes. O acidificante utilizado possuía 3% de ácido cítrico, 9% de ácido fumárico e 50% de ácido fosfórico. Os pesquisadores concluíram que não houve diferença no consumo de ração com o aumento dos níveis de acidificantes, e não houve efeito significativo da adição do acidificante sobre a digestibilidade de nutrientes. Os autores relacionaram a idade dos animais como o possível motivo da ausência de efeitos dos acidificantes sobre a digestibilidade de nutrientes. Eles

afirmaram que pelo fato dos animais utilizados no experimento terem sido desmamados aos 28 dias, com início do experimento somente aos 32 dias de idade, o trato digestório está mais desenvolvido nesta idade mais avançada, se comparado com um animal desmamado aos 21 dias. O suposto motivo de falha da ação dos acidificantes apresentado pelos autores do trabalho pode mostrar que a ação dos acidificantes pode variar de acordo com diversos fatores ligados tanto aos animais quanto ao alimento fornecido a eles.

De acordo com Lehnen (2009) e Mroz (2005), aspectos como tipo de dieta e capacidade tamponante da mesma, níveis aplicados, forma apresentada, se são sais, se estão na forma livre ou microencapsulados, idade e categoria animal, associação com outros ácidos, produção luminal de AGCC que possibilitam o controle da microbiota, podem explicar as variações nas respostas obtidas em estudos com os ácidos.

## **8 RISCOS DE USO**

De acordo com Santos (2010), a inclusão de quantidades excessivas de ácidos orgânicos na dieta dos animais pode levar a alteração do equilíbrio ácido-base do leitão, causado por excessiva libertação de íons  $H^+$  que tem de ser compensada pelo organismo, levando a uma acidose metabólica, resultando na diminuição da ingestão de alimento e do crescimento. Outro fator mencionado por Santos (2010) é relacionado à ingestão voluntária de alimento pelos animais, no qual esta altamente relacionada com a palatabilidade da dieta, a palatabilidade depende de fatores como odor e sabor, e tendo isto em vista, os ácidos orgânicos podem provocar a rejeição do alimento por parte dos animais, causando também baixo consumo e desempenho. Este fato se deve ao odor desagradável de alguns ácidos.

Outro problema vinculado à suplementação de ácidos em níveis elevados na alimentação é a corrosividade, no qual pode danificar as estruturas das instalações dos suínos, representando problemas de manuseio e também nos equipamentos para a fabricação de alimentos (PAPATSIROS e BILLINIS, 2012).

Pesquisadores a partir de estudos relataram que as bactérias possuem processos metabólicos capazes de responder a diminuição do pH externo (FRANÇA, 2008). Recentemente tem se percebido que as bactérias sensíveis aos ácidos podem possuir a capacidade de se adaptar ao estresse causado pelo ácido, através de uma resposta de tolerância (RICKE, 2003). Segundo Foster (1999)

citado por Ricke (2003), esta resposta envolve essencialmente o crescimento do microrganismo sensíveis aos ácidos num ambiente de baixo pH conseguindo sobreviver em condições que normalmente seriam consideradas letais aos microrganismos, essa adaptação permite a indução de genes envolvendo a resposta de ácida-tolerância e síntese de uma série de proteínas que são protetoras para condições de ambiente ácido.

## **9 MICROENCAPSULAÇÃO DOS ACIDIFICANTES**

Segundo Santos (2010), a principal limitação do uso de ácidos orgânicos se deve ao fato destes serem imediatamente absorvidos e metabolizados quando entram no duodeno. Sendo assim, a sua ação ao longo dos outros segmentos do trato digestivo (jejuno, íleo, ceco e cólon) fica comprometida, tendo em vista que as quantidades que chegam nestes segmentos são mínimas ou nulas, tornando a ação dos ácidos ineficiente (PIVA et al., 2007). Ainda segundo Piva et al. (2007), problemas como a rápida absorção dos ácidos podem ser superados pela tecnologia de microencapsulação dos compostos ativos em uma matriz que poderia se dissolver a medida que passa ao longo do intestino.

De acordo com Flemming (2012), o processo de microencapsulação consiste no empacotamento de pequenas partículas de nutrientes na forma sólida ou líquida com cápsulas extremamente reduzidas formadas por finas coberturas poliméricas, formando partículas denominadas microcápsulas, são assim feitas com a finalidade de liberar o conteúdo sob velocidade e condições específicas de acordo com o efeito desejado, representando uma solução para as várias limitações no emprego de ingredientes, suprimindo ou atenuando sabores e odores desagradáveis, favorecendo a palatabilidade, aumentando sua estabilidade, e evitando problemas com volatilização. Segundo Lehnen (2009), os ácidos que passam pelo processo de encapsulamento não sofrem reações de hidrólise até a chegada ao intestino delgado, permitindo maior ação sobre o pH elevado nas porções do duodeno e jejuno.

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de acidificantes na alimentação de suínos vem se mostrando uma boa alternativa em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho.

Seu uso traz possíveis benefícios ao desempenho e à saúde animal, além de possuírem efeitos positivos sobre o meio ambiente em que os animais se inserem, não deixando de salientar sua importância econômica, que pode reduzir custos na produção quando se tratando de substituição de produtos na produção da ração.

Os resultados são controversos visto que vários trabalhos confirmaram os benefícios dos acidificantes, tanto para promoção de melhor desempenho e prevenção de possíveis enfermidades quanto para redução de resistências de bactérias e resíduos de outros produtos utilizados com as mesmas finalidades, como no caso os antibióticos, que já vem sendo proibido em diversos países por apresentarem resíduos em alimentos e resistência de bactérias tanto em humanos quanto em animais.

Existem estudos que dizem não encontrar os benefícios na utilização dos acidificantes, propondo várias hipóteses para as possíveis falhas.

Os resultados contrastantes podem estar relacionados à diferença de desafio em que se encontram os animais utilizados nos experimentos, possíveis interações dos ácidos com outros componentes das dietas como enzimas, capacidade tamponante de determinados alimentos, além do tipo de ácido utilizado, idade e categoria animal.

Por essa razão faz-se necessário ainda mais estudos a cerca dos acidificantes, para que se possa afirmar com certeza sua real eficácia.

## 11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. **Aditivos digestivos e equilibradores da microbiota intestinal para frangos de corte**. 2012. 50 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Diamantina, MG.

ARAÚJO, J.A.; SILVA, J.H.V.; AMÂNCIO, A.L.L.; LIMA, M.R.; LIMA, C.B. Uso de aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasília**. v.1, n.3, p.69-77, 2007.

ARAÚJO, M.J.; SILVA, L.P.G.; MARTINS T.D.D. et al. Efeitos da utilização de promotor de crescimento acid-pak4-way sobre o desempenho de leitões desmamados. 2001. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/2658>> Acessado em: 10 de abril de 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS (ABCS). **Manual Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos**. Revisão técnica. Brasília, DF. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011.140 p.

BELLAVER, C. Utilização de melhoradores de desempenho na produção de suínos e de aves. Campo Grande, MS. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 7., 2005. Campo Grande. Anais... Campo Grande: ABZ / UEMS/UFMS, Embrapa Pantanal. 2005. p.1-29.

BELLAVER, C.; SNIZEK JR., P.N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999. Londrina, PR. Anais... Londrina: Embrapa soja, 1999. p. 533.

BELLAVER, C.; SCHEUERMANN, G. Aplicações de ácidos orgânicos na produção de aves de corte. In: CONFERENCIA AVESUI, 3., 2004, Florianópolis, SC. Anais eletrônicos... Concórdia: Embrapa CNPSA, 2004. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_h6n45p3z.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_h6n45p3z.pdf)> Acessado em: 18 de abril de 2014.

BOCKOR, L. **Avaliação da capacidade tamponante de alimentos para animais**. 2009. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Paraná – Curitiba, PR.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Apoio Rural e Cooperativismo. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. Sistema de Legislação Agrícola Federal. Brasília: MAPA, 2004. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=133040692>> Acessado em: 12 de abril de 2014.

BRAZ, D.B. **Acidificantes como alternativas aos antimicrobianos melhoradores de desempenho de leitões na fase de creche**. 2007. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ciência animal e Pastagens). Universidade de São Paulo – Piracicaba, SP.

BRIDGES, J.W; FRENCH, M. R.; SMITH, R.L.; WILLIAMS, R.T. The Fate of Benzoic Acid in Various Species. *Biochem. J.*, 118 p.47–51, 1970. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1179077/pdf/biochemj00677-0053.pdf>> Acessado em: 01 de maio de 2014.

BRUMANO, G.; GATTÁS, G. Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento em rações de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n.2, p. 856-875, 2009a.

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

BÜHLER, K. **Benzoic acid as feed additive in pig nutrition: Effects of diet composition on performance, digestion and ecological aspects**. 2009. p. 161. Dissertação (Mestrado em Ciência). ETH ZURICH, Suíça.

CHAMONE, J.M.A.; MELO, M.T.P.; AROUCA, C.L.C. et al. Fisiologia digestiva de leitões. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.7, n.5, p.1353-1363, 2010.

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.

FERREIRA, R.A.; SOUSA, R.V. O desenvolvimento do sistema imune de leitões e suas correlações com as práticas de manejo. *Boletim Agropecuário, Lavras*. v.39, p.1-39. 2002. Disponível em: <[http://www.editora.ufla.br/BolTecnico/pdf/bol\\_46.pdf](http://www.editora.ufla.br/BolTecnico/pdf/bol_46.pdf)>. Acesso em: 03 de abril de 2014.

FLEMMING, J.S. Microencapsulação de nutrientes. 2012. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MAavicultura/nutricao/artigos/microencapsulacao-nutrientes-t945/141-p0.htm>> Acessado em: 15 de maio de 2014.

FRANÇA, M.I. **Uso de formiato de sódio e potássio em rações para frangos**. 2008. 53 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná – Curitiba, PR.

GALASSI, G.; MALAGUTTI, L.; COLOMBINI, S.; RAPETTI, L.; CROVETTO, G.M. Effects of benzoic acid on nitrogen, phosphorus and energy balance and on ammonia emission from slurries in the heavy pig. *Italian Journal of Animal Science*, v.10, n.3, 2011.

GHELER, T.R.; ARAÚJO, L.F.; SILVA, C.C. et al. Uso de ácido benzoico na dieta de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2182-2187, 2009.

GODOI, M.J.S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Utilização de aditivos em rações formuladas com milho normal e de baixa qualidade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1005-1011, 2008.

GOMES, F.E.; FONTES, D.O.; SALIBA, E.O.S. et al. Ácido fumárico e sua combinação com os ácidos butírico ou fórmico em dietas de leitões recém-desmamados. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.5, p.1270-1277, 2007.

GOMES, F.E.; FONTES, D.O.; VASCONCELLOS, C.H.F. SILVA, F.C.O. Ácido fumárico e sua combinação com ácido láctico ou propionato de cálcio em dietas de leitões recém-desmamados. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v.63, n.3, p.678-686, 2011.

HERMES, R.G. Uso de extratos de plantas e acidificantes para suínos, o que diz a ciência e a prática atual?. 2011. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-suinocultura/nutricao/foruns/uso-extratos-plantas-acidificantes-t585/141-p0.htm>> Acessado em: 19 de abril de 2014.

JACELA, J.Y.; DEROUCHÉY, J.M.; TOKACH, M.D. et al. Feed additives for swine: fact sheets—acidifiers and antibiotics. **J. Swine Health Prod.** v.17, n.5, p. 270–275, 2009.

KLUGE, H.; BROZ, J.; EDER, K. Effects of dietary benzoic acid on urinary pH and nutrient digestibility in lactating sows. **Livestock Science**, v.134 p.119–12, 2010.

KRYGIEROWICZ, E.C. **Taxa linear de tamponamento como estimadora de efeitos nutricionais da acidificação da dieta para leitões**. 2010. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Paraná – Curitiba, PR.

KUMMER, R.; GONÇALVES, M.A.D.; LIPPKE, R.T. et al. Fatores que influenciam o desempenho dos leitões na fase de creche. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37(Supl 1), p.195-209, 2009.

LANFERDINI, E.; LOVATTO, P.A.; ANDRETTA, I. et al. Ácido fumárico na alimentação de leitões em creche: uma meta-análise. In: SEMINÁRIO: SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA. 3. 2009. Dois Vizinhos. Anais... Dois vizinhos: UTFPR, 2009. p. 689-694.

LEHNEN, C.R. **Adição de ácido fumárico em dietas elaboradas com silagem de grãos úmidos de milho: conservação de dietas, desempenho de porcas e leitegadas.** 2009. 87 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria, RS.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. - Princípios de Bioquímica. São Paulo, Editora Sarvier, 1990. 725p.

LIMA, G.J.M.M.; MORÉS, N.; SANCHES, R.L. As diarreias nutricionais na suinocultura. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37.(Supl 1), p.17-30, 2009.

MIGUEL, W.C. **Suplementação de acidificantes em rações de leitões desmamados: desempenho e digestibilidade.** 2008. 54 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade de São Paulo – Pirassununga, SP.

MOLLY, K. Formulating to solve the intestinal puzzle. **Pig Progress**, v. 17, p. 20-22, 2001.

MONTEIRO, A.C. **Utilização de antibiótico e ácidos orgânicos em rações de frangos de corte.** 2007. 52 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá – Maringá, PR.

MONTEIRO, D.P. Ácidos orgânicos em dietas de leitões. **Porkworld**, v.4, n.21, p. 48-51, 2004.

MORÉS, N.; AMARAL, A.L. Patologias associadas ao desmame. In: CONGRESSO DA ABRAVES, 10., 2001, Porto Alegre, RS. Anais... Concórdia: Embrapa CNPSA, 2001. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/abrades-sc/pdf/Palestras2001/Nelson\\_Mores.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/abrades-sc/pdf/Palestras2001/Nelson_Mores.pdf)> Acesso em: 03 de abril de 2014.

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

MROZ, Z.; JONGBLOED A.W.; PARTANEN K.H.; VREMAN K.; KEMME P.A.; KOGUT J. The effects of calcium benzoate in diets with or without organic acids on dietary buffering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, and manure characteristics in swine. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2622-2632, 2000.

NAMKUNG, H.; Li, M.; GONG, J.; Yu, H.; COTTRILL, M.; LANGE, C.F.M. Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs. **Canadian Journal Animal Science**, v.84, n.4, 697-704 p. 2004.

NERY, V.L.H.; LIMA; J.A.F.; MELO, R.C.A.; FIALHO, E.T. Adição de Enzimas Exógenas para Leitões dos 10 aos 30 kg de Peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.794-802, 2000.

OLIVEIRA, F.H. **Aspectos físico-químicos e microbiológicos da urina, pH e consistência das fezes de matrizes suínas suplementadas com ácido cítrico e cloreto de amônio**. 2010. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Federal de Goiás – Goiânia, GO.

PAPATSIROS, V.G.; BILLINIS, C. The Prophylactic Use of Acidifiers as Antibacterial Agents in Swine. 2012. Disponível em: <<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/38655.pdf>> Acessado em: 30 de abril de 2014.

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

PINHEIRO, F.M.L. **Estudo sobre fontes de proteína de origem animal e vegetal em dietas para leitões no período de creche**. 2005. 333 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará – Fortaleza, CE.

PIVA, A.; PIZZAMIGLIO, V.; MORLACCHINI, M.; TEDESCHI, M.; PIVA, G. Lipid microencapsulation allows slow release of organic acids and natural identical flavors along the swine intestine. **Journal of animal science**. v.85, p. 486–493, 2006.

PUPA, J.M.R. Saúde intestinal dos leitões: o papel de alguns agentes reguladores. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA. 2008, Chapecó, SC – Brasil. Anais... Santa Catarina. p.13 – 27, 2008.

REGO, J.C.C.; FERREIRA, R.A.S.; BRITO, C.F. et al. Acidificação da dieta e a digestibilidade de nutrientes em leitões. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, v.10, n.1, p.105-111, 2012.

RIBEIRO, P.R.; KRONKA, R.N.; THOMAZ, M.C. et al. Adição de ácido fumárico em rações de suínos e seus efeitos nas fases inicial e crescimento/ terminação. **ARS VETERINARIA**, Jaboticabal, SP, v.18, n.1, p.70-77, 2002.

RICE, J.P.; PLEASANT, R.S.; RADCLIFFE, J.S. The Effect of Citric Acid, Phytase, and Their Interaction on Gastric pH, and Ca, P, and Dry Matter Digestibilities. Purdue University Swine Research Report. Purdue University, West Lafayette. p.36-42. 2002. Disponível em: <<http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday02/6.pdf>> Acessado em: 17 de maio de 2014.

RICKE, S. C. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. **Poultry Science**, v.82. p.632-639, 2003.

ROBLES-HUAYNATE, R.A.; THOMAZ, M.C.; SANTANA, A.E. et al. Efeito da adição de probiótico em dietas de leitões desmamados sobre as características do sistema digestório e de desempenho. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, p.248-258 jan./mar., 2013.

ROCHA, E.V.H.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T. et al. Utilização de ácidos orgânicos e fitase em dietas para leitões na creche. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, n.3, p.719-724, 2008.

RODRIGUEZ-PALENZUELA, P. Los ácidos orgânicos como agentes antimicrobianos. In: XVI CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA: Avances in Nutrición y Alimentación Animal, 16., 2000, Barcelona. Proceedings... Barcelona: 2000. p.155-167.

SANTOS, C.M.R. **Efeito da utilização de óleos essenciais e ácidos orgânicos microencapsulados na alimentação do leitão**. 2010. 60 p. Dissertação (Mestrado em produção animal). Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

SANTOS, V.M. **Níveis de prebiótico em substituição ao antibiótico em dietas para leitões recém-desmamados**. 2007. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal, SP.

SANTOS, W.G.; FILGUEIRAS, E.P.; BERTECHINI, A.G. et al. Manose na alimentação de leitões na fase de creche (desempenho, pH de trato gastrointestinal e peso dos órgãos). **Ciênc. agrotec.**, v.27, n.3, p.696-702, 2003.

SCHÖNER, F.J. Nutritional effects of organic acids. In: BRUFAU, J. (Ed). Feed manufacturing in the Mediterranean region. Improving safety: From feed to food. Conference of Feed. Manufacturers of the Mediterranean, Zaragoza: CIHEAM, n.54, p.55-61. 2001.

SILVA, C.A. Equilíbrio intestinal: Um desafio para a promoção do desempenho. 2011. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA->

suinocultura/saude/artigos/equilibrio-intestinal-desafio-promocao-t809/165-p0.htm >  
Acessado em: 01 de maio de 2014.

SILVA JR. A. Interações químico-fisiológicas entre acidificantes, probióticos, enzimas e lisofosfolípidios na digestão de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.238-245, 2009 (supl. especial).

SOTO, W.C., TRINTADE NETO, M.A. Alimentación de lechones destetados precozmente y efectos en el subsecuente desempeño en el acabado. In: XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú, Arch. Latinoam. Prod. Anim. v.15 (Supl. 1), 2007.

SOUSA, R.V.; SILVA, V.O. Implicações do uso de aditivos na alimentação animal: resíduos e barreiras às exportações. 2008. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36745/1/AAC-Implicacoes-do-uso.pdf>> Acessado em: 10 de abril de 2014.

UTIYAMA, C.E. **Utilização de agentes antimicrobianos, probióticos, prebióticos, e extratos vegetais como promotores de crescimento de leitões recém-desmamados**. 2004. 94 p. Tese (Doutorado em Ciência animal e Pastagens). Universidade de São Paulo – Piracicaba, SP.

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

VINOLO, M.A.R. **Efeito dos ácidos graxos de cadeia curta sobre neutrófilos**. 2010. 40p. Tese (Doutorado em Fisiologia Humana). Universidade de São Paulo – São Paulo, SP.

VIOLA, E.S.; VIEIRA, S.L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1097-1104, 2007.