

**GABRIEL DE OLIVEIRA**

**UTILIZAÇÃO DO BUTIRATO DE SÓDIO E ÁCIDO BENZOICO NA  
ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES EM FASE DE CRECHE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Rogério Pinto

**VIÇOSA - MINAS GERAIS**

**2020**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

O48u  
2020

Oliveira, Gabriel de, 1988-  
Utilização do butirato de sódio e ácido benzoico na  
alimentação de leitões em fase de creche / Gabriel de Oliveira. –  
Viçosa, MG, 2020.  
35 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Rogério Pinto.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f.29-35.

1. Suínos - Alimentação e rações. 2. Ácidos Orgânicos.  
3. Desempenho. I. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.40855

GABRIEL DE OLIVEIRA

**UTILIZAÇÃO DO BUTIRATO DE SÓDIO E ÁCIDO BENZOICO NA  
ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES EM FASE DE CRECHE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

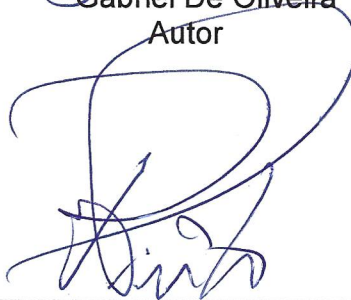
APROVADA: 18 de junho de 2020.

Assentimento:



---

Gabriel De Oliveira  
Autor



---

Rogério Pinto  
Orientador

**Dedico este trabalho aos meus pais e irmãos, pelo exemplo de vida, amor, companheirismo e apoio incondicional.**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me mostrar o caminho nas horas incertas e ter me dado forças para seguir sempre em frente.

Aos meus pais, Andre Luiz de Oliveira e Ana Amélia de Oliveira, por estarem sempre me apoiando. Aos meus irmãos, Leandro e Thomás, por toda a forma de ajuda.

A Wanderley Ventura, pela oportunidade, compreensão e pelo incentivo sempre em busca do aperfeiçoamento do conhecimento e de meu crescimento profissional.

À universidade Federal de Viçosa, por possibilitar a realização do mestrado.

A todos os professores que contribuíram, direta e indiretamente, por meio da transmissão de conhecimentos, em especial, ao meu orientador Professor Dr. Rogério Pinto, pelas reuniões, pelos ensinamentos, incentivos e apoio durante este estudo.

À professora Dra. Mariana Fausto e e ao professor Dr. Marcelo Dias, por contribuírem para o enriquecimento deste trabalho.

À empresa Suiminas Nutrição e Saúde Animal, pelo fornecimento das matérias-primas para execução do trabalho.

Aos colegas do mestrado, pelo companheirismo durante o curso.

A Aluísio, por possibilitar a realização do trabalho; a todos os funcionários, em especial, a Eloísio, Igor e Edson, por me ajudarem na condução do experimento, não medindo esforços para que tudo desse certo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização do presente trabalho.

**“Tudo o que um sonho  
precisa para ser realizado é  
alguém que acredite que ele possa  
ser realizado”.**

Roberto Shinyashiki

## **BIOGRAFIA**

GABRIEL DE OLIVEIRA, filho de Ana Amélia de Oliveira e André Luiz de Oliveira, nasceu em Viçosa-MG, em 1º de junho de 1988.

Em janeiro de 2009, ingressou no curso de Medicina Veterinária na UNIVIÇOSA-FACISA, colando grau em dezembro de 2013.

Em agosto de 2017, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), na área de Nutrição e Produção de Monogástricos, submentendo-se à defesa de dissertação em 18 junho de 2020.

## RESUMO

OLIVEIRA, Gabriel de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2020. **Utilização do butirato de sódio e ácido benzoico na alimentação de leitões em fase de creche.** Orientador: Rogério Pinto.

Objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar o efeito da adição de um complexo de ácidos orgânicos (*blend*) e a utilização desses ácidos isolados no desempenho de leitões em fase final de creche, com peso inicial de 12 kg e peso final de 27 kg, em rações preparadas à base de milho e farelo de soja como ingredientes básicos para leitões. Foram delineados por blocos ao acaso, com 6 tratamentos: O tratamento 1 (T1), ração basal + 0,3% de ácido benzoico; o tratamento 2 (T2), ração basal + 0,4% de ácido benzoico; o tratamento 3 (T3), ração basal + 0,1% de butirato de sódio; o tratamento 4 (T4), ração basal + 0,2% do butirato de sódio; o tratamento 5 (T5), somente ração basal; e o tratamento 6 (T6), ração basal + 0,15% do butirato de sódio + 0,3% do ácido benzoico) com 4 repetições de 10 animais cada tratamento. Foram utilizados 240 leitões de ambos os sexos, mestiços do cruzamento de Landrace X Large White. Em cada unidade experimental, foram alojados 10 animais de mesma faixa de peso, não separados por sexo, utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso. Avaliou-se o desempenho dos leitões por meio do Consumo de Ração Médio Diário (CRMD), Ganho de Peso Médio Diário (GPMD), Conversão Alimentar (CA). Não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos avaliados. A utilização do ácido benzoico e do butirato de sódio, isoladamente ou na forma de *blend* na ração de leitões, em fase de creche, não melhorou os índices de conversão alimentar, ganho de peso diário e consumo de ração.

**Palavras-chave:** Aditivos. Ácidos Orgânicos. Desempenho. Suínos.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Gabriel de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June 2020. **Use of sodium butyrate and benzoic acid in the feeding of piglets in the nursery phase.** Advisor: Rogério Pinto.

The evaluation of the effectiveness of the use of organic acids or blend of acids in pig farming is currently growing, mainly for the performance of piglets in the nursery phase. Thus, this study aimed to evaluate the effect of adding a complex of organic acids (blend) and the use of these isolated acids on the performance of piglets in the final phase of day care, with an initial weight of 12 kg and a final weight of 27 kg, in diets prepared from corn and soybean meal as basic ingredients for piglets. They were delineated by blocks at random, with 6 treatments: Treatment 1 (T1), basal ration + 0.3% benzoic acid; treatment 2 (T2), basal ration + 0.4% benzoic acid; treatment 3 (T3), basal ration + 0.1% sodium butyrate; treatment 4 (T4), basal ration + 0.2% sodium butyrate; treatment 5 (T5), only basal ration; and treatment 6 (T6), basal ration + 0.15% sodium butyrate + 0.3% benzoic acid) with 4 repetitions of 10 animals each treatment. 240 piglets of both sexes, crossbred from Landrace X Large White, were used. In each experimental unit, 10 animals of the same weight range were housed, not separated by sex, using a randomized block design. Piglet performance was assessed by means of average daily feed intake (CRMD), average daily weight gain (GPMD), feed conversion (AC). There were no significant differences ( $P > 0.05$ ) between the treatments evaluated. The use of benzoic acid and sodium butyrate, alone or in the form of a blend in piglet feed, in the day-care phase did not improve feed conversion rates, daily weight gain and feed consumption.

**Keywords:** Additives. Organic Acids. Performance. Swine.

## LISTA DE FIGURAS ETABELAS

Figura 1	Sala de creche, onde os animais foram alojados experimentalmente.	22
Figura 2	Visão dos animais alojados nas baias experimentais.	22
Tabela 1	Composição percentual e calculada da ração Basal	21
Tabela 2	Resultados médios do efeito dos tratamentos sobre o peso vivo final (PVF), consumo de ração médio diário (CRMD), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA), para o período de 43 a 64 dias de vida dos leitões (21 dias de experimento).	25

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
	Acidificantes .....	13
	Modo de ação dos acidificantes .....	14
	Ação bacteriostática ou bactericida .....	14
	Redução do pH estomacal .....	15
	Aumento da atividade enzimática.....	16
	Utilização do Butirato de sódio em rações de leitões .....	16
2. 4	Utilização do ácido benzoico em rações de leitões .....	18
<b>3.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29

## 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O Brasil foi o quarto maior produtor de carne suína do mundo, no ano de 2019, produzindo cerca de 3,983 milhões de toneladas, sendo que 81,0% dessa produção foi destinada ao mercado interno e 19,0% a exportações (ABPA, 2020).

Na produção intensiva de suínos, busca-se, cada vez mais, melhorias na eficiência técnica e produtiva dos rebanhos, com custos de produção cada vez menores. Segundo Cabral (2013), pelo fato de rações para suínos terem como base farelo de soja e milho, o custo com alimentação desses animais representa em torno de 70% do total investido na produção.

Diante de consumidores cada vez mais exigentes em relação ao que irão consumir, preocupando-se não apenas com o preço, mas também com a procedência, bem-estar animal e a segurança alimentar de produtos de origem animal, alavancam-se mudanças no setor suinícola, obrigando os produtores a se adequarem a esse novo cenário.

Frente a esse cenário e à necessidade de lucratividade por parte do produtor, a suinocultura vem utilizando rotineiramente antimicrobianos como promotores de crescimento, uma vez que, em dosagens mínimas, podem garantir um bom desempenho dos animais. Porém, essa prática vem sendo restringida por grande parte do mercado consumidor que tem como preocupação a indução de resistência por parte dos microrganismos patogênicos e ainda a presença de resíduos no produto final que chega à mesa do consumidor (COSTA *et al.*, 2011).

Segundo Junqueira *et al.* (2009), embora os benefícios do uso de antimicrobianos como promotores de crescimento no desempenho animal sejam conhecidos, a suinocultura deve partir do princípio da diminuição ou da não utilização dos mesmos.

Na Europa, o uso de antimicrobianos foi limitado até janeiro de 2000 e totalmente retirado em janeiro de 2006 (ALMEIDA, 2012). Com isso, aumentaram-se os estudos de alternativas para utilização de antimicrobianos e conseqüentemente os ácidos orgânicos ganharam espaço (DUTRA, 2017).

Primeiramente, os ácidos orgânicos foram utilizados para inibir o crescimento bacteriano ou fúngico indesejáveis nas dietas, para preservar os alimentos armazenados, tendo como mecanismo de ação sua capacidade de reduzir o pH dos

alimentos (MONTEIRO, 2004). Os ácidos são utilizados nas dietas para melhorar o desempenho e a conversão alimentar de leitões, mas as respostas apresentam grandes variações, podendo estar relacionadas às diferenças no tipo e na dosagem dos ácidos utilizados (KRYGIEROWICZ, 2010).

Em virtude de sua ação antimicrobiana e dos efeitos benéficos sobre o desempenho dos animais, os ácidos orgânicos vêm sendo mais estudados, para se substituir a utilização de antimicrobianos. Dentre os ácidos orgânicos mais utilizados na nutrição de suínos, destacam-se os ácidos: benzoico, butírico, fumárico e seus sais (HILGEMBERG *et al.*, 2015).

Diante do exposto, objetivou-se, com este estudo, avaliar o desempenho de leitões em fase inicial, submetidos a diferentes níveis de ácido benzoico e butirato de sódio, bem como a um complexo desses dois ácidos orgânicos na forma de *blend*.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### Acidificantes

Os ácidos orgânicos são aqueles que possuem propriedades ácidas e em sua composição átomos de carbono. Quando adicionados à 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 (GRECCO, 2014).

Segundo França (2008), os acidificantes 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.

Os acidificantes estão inseridos no grupo dos aditivos zotécnicos, denominados como quaisquer substâncias utilizadas para melhorar o desempenho dos animais. Dentro desse grupo se classificam como equilibradores da microbiota intestinal, a qual se define como microrganismos que formam colônias ou outras substâncias definidas quimicamente que, fornecida aos animais, apresentam um efeito positivo para a microbiota intestinal (BRASIL, 2004). Os ácidos orgânicos são substâncias que contêm uma ou mais carboxilas em sua molécula, sendo também chamados de ácidos carboxílicos e, quando empregados na produção animal, em geral, referem-se aos ácidos fracos de cadeia curta, com um a sete átomos de carbono na molécula (BELLAVÉR; SCHUERMANN, 2004).

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). Segundo esse mesmo autor, essa desvantagem 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.

Alguns autores, por exemplo KRYGIEROWICZ (2010), sugerem que o uso bem-sucedido dos acidificantes nas dietas de suínos depende da compreensão dos

modos de ação dos mesmos e da quantidade de acidificante a ser adicionada na ração.

### **Modo de ação dos acidificantes**

#### **Ação bacteriostática ou bactericida**

Os acidificantes exercem ação sobre os microrganismos de duas maneiras diferentes, entretanto, estão relacionadas. Primeiramente, existe efeito no meio extracelular pela acidificação estomacal por um ácido em sua forma dissociada; e a segunda consiste além da acidificação do meio, na ação de ácidos na forma não dissociada, agindo diretamente sobre os microrganismos (CHIQUIERI *et al.*, 2009).

O primeiro mecanismo de ação dos ácidos é exercido pela própria capacidade 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 tem um pH ótimo de crescimento, e um intervalo de pH em que são incapazes de crescerem e multiplicarem. Isto se refere tanto ao pH do meio extracelular quanto do intracelular (RODRIGUEZ-PALENZUELA, 2000).

Segundo Suiryanrayna e Ramana (2015), em meios com pH elevado, bactérias patogênicas se proliferam melhor, enquanto em meios com pH entre 3,5 e 4,0, são os microrganismos benéficos que têm o desenvolvimento favorecido. Com as condições de pH extracelular não adequadas, as bactérias não conseguem manter em equilíbrio seus processos biológicos, conseqüentemente, não conseguem se proliferar. Mas esse nível de acidez não garante segura esterilidade, muitas bactérias podem sobreviver nessas 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. Portanto, a inclusão dos acidificantes visa à redução do pH gástrico, selecionando, dessa forma, as bactérias benéficas ao organismo animal (WALSH *et al.*, 2004).

Além do controle proporcionado pela alteração do pH, os acidificantes na forma não dissociada são lipofílicos e podem difundir-se livremente através da membrana semipermeável de bactérias gram-negativas. O efeito pode ser mais forte

em algumas bactérias que em outras. A parede celular de bactérias gram-negativas é espessa, 10 a 50 nm, chegando até a 80 nm, composta quase que por um todo de peptidoglicano (PARTANEN, 2001).

### **Redução do pH estomacal**

A maioria dos ácidos orgânicos e os seus sais suplementares atuam principalmente na parte proximal do trato gastrintestinal. Em suínos, uma atividade importante dos ácidos é depressão do pH do estômago (DESAI; RANADE, 2007), podendo resultar em maior atividade de enzimas digestivas, como, por exemplo, a lipase e pepsina. Segundo Cunningham (1992), os produtos resultantes da digestão pela pepsina, ao chegarem ao duodeno, favorecem a estimulação da secreção de bicarbonato e de enzimas pancreáticas, podendo exercer um papel na regulação do esvaziamento gástrico.

De acordo com Vilas Boas (2014), 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.

Dietas com alto poder tamponante resistem à acidificação estomacal, ocasionando a redução da digestibilidade ileal aparente da proteína bruta e dos aminoácidos dietéticos (BLANK *et al.*, 1999).

Segundo Vilas Boas (2014), 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, que é conhecida como constante de ionização ou dissociação e é designada pelo termo pK. Ácidos mais fortes possuem sua constante de dissociação (K) maior, enquanto os ácidos mais fracos possuem sua constante de dissociação menor. De fato, 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. Contudo, a utilização de acidificantes apresenta alternativa para reduzir o pH da dieta, melhorando o aproveitamento dos nutrientes pelos suínos. Quanto mais próximo o valor do pKa a 1, mais forte é o ácido.

## **Aumento da atividade enzimática**

Os acidificantes servem como substrato energético, agem na estimulação do desenvolvimento da mucosa intestinal, assim, causam aumento na produção e no crescimento das células epiteliais da mucosa, proporcionando, dessa forma, maior capacidade de absorção e aproveitamento dos nutrientes (MROZ, 2005).

A acidificação influencia o aumento da secreção enzimática pelo pâncreas, resultando no aumento da digestibilidade das dietas, assim como da digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos (PARTANEN, 2001). De acordo com Burnell *et al.* (1988), a acidificação do conteúdo gastrintestinal acarreta aumento na atividade da pepsina, melhorando a digestibilidade proteica.

Nos monogástricos, a digestão das proteínas começa no estômago com ação da pepsina, onde seu precursor, o pepsinogênio é secretado pela mucosa do estômago e é ativado pelo ácido clorídrico (HCL). Rapidamente, ocorre a conversão de pepsinogênio em pepsina, a um pH 2,0 e mais lentamente a um pH entre 5,0 e 6,0. Por sua vez, a pepsina apresenta maior atividade em um ambiente ácido: pH 2,0 a 3,5 e sua atividade diminui rapidamente acima desse pH (SURYANARAYANA *et al.*, 2012). Sendo assim, a acidificação do meio gástrico é necessária para a conversão de pepsinogênio em pepsina e a sua atividade. A suplementação com acidificantes reduz mais rapidamente o pH do conteúdo estomacal, com valores ótimos entre 3 e 4, facilitando a ativação do pepsinogênio (MORAIS, 2009).

## **Utilização do Butirato de sódio em rações de leitões**

Muitos ácidos orgânicos estão disponíveis na forma de sais de sódio, potássio ou cálcio, apresentando a vantagem de serem geralmente inodoros e mais fáceis de serem manuseados no processo de produção de ração e alimentação, dada a sua forma sólida e menos volátil (CANIBE *et al.*, 2001); são menos corrosivos e podem ser mais solúveis em água do que os ácidos livres (PARTANEN; MROZ, 1999).

O butirato de sódio tem como fórmula molecular o  $C_4H_7O_2Na$ , que é um sal derivado do ácido butírico, atuando como um acidificante (TONEL, 2009). Esse ácido tem como característica a estimulação do crescimento de novos enterócitos (FIREMAN, 2010).

O butirato microencapsulado (forma protegida) influenciará a parte posterior do trato gastrointestinal, enquanto esse composto, ao não ser protegido, apenas afetará diretamente a parte proximal do trato digestivo (VAN IMMENSEEL *et al.*, 2004). Como o butirato de sódio é rapidamente absorvido, sendo uma fonte de energia disponível para os colonócitos, o restante dessa energia fica disponível para a fermentação bacteriana (TONEL, 2009).

A absorção do butirato é acoplada à reabsorção de sódio e água, e pode, assim, proporcionar um efeito antidiarreico. A alimentação dos enterócitos e colonócitos pelos ácidos graxos de cadeia curta conduz a uma hipertrofia da mucosa intestinal, aumento de seu peso e superfície, o que melhora a digestibilidade dos nutrientes por uma expansão da sua superfície de absorção (BORGES *et al.*, 2011).

De maneira geral, o butirato de sódio tem mostrado melhorar o desempenho de leitões desmamados, fornecendo fonte de energia disponível pela fermentação de bactérias, particularmente dos colonócitos (PARTANEN, 2001). O Butirato tem também uma importante função regulatória no que se refere à proliferação celular, diferenciação, inibição da apoptose, induzindo a absorção de água e sódio e ainda modula a microbiota do trato gastrointestinal, dependendo da adaptação da bactéria a variações na acidez química (MAZZONI *et al.*, 2008). O acidificante apresenta efeito na integração do epitélio intestinal e na regulação do IGF-I (fator de crescimento semelhante ao da insulina), e em animais o butirato pode aumentar a produção de anticorpos e promover mudanças no conteúdo da albumina e da proteína do sangue (LEANDRO *et al.*, 2010).

Trabalhos realizados com suínos, alimentados com 0,3% de butirato de sódio permitiram verificar que o aumento dos níveis de butirato estavam presentes no estômago, mas não no jejuno (MANZANILLA *et al.*, 2006). No entanto, ácidos graxos de cadeia curta, como por exemplo o butirato de sódio, podem ser revestidos e microencapsulados, sendo liberados lentamente durante o transporte no trato gastrointestinal, podendo alcançar o intestino delgado e ceco (VAN IMMENSEEL *et al.*, 2004).

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.

Com o avanço tecnológico, a forma de incorporação dos ácidos orgânicos melhorou nos aspectos de palatabilidade e potencial de dissociação através do

processo de microencapsulamento. Esse processo envolve as moléculas de ácido orgânico ou blend com uma fina camada de lipídios ou polímeros e, quando ingeridos pelo animal, os ácidos são dissociados lentamente no intestino delgado, apresentando melhores resultados em relação aos ácidos não protegidos (GRILLI *et al.*, 2010).

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 feitas dessa forma, com a finalidade de liberar o conteúdo sob velocidade e condições específicas de acordo com o efeito desejado.

## **2. 4 Utilização do ácido benzoico em rações de leitões**

O ácido benzoico ( $C_6H_5$ ) COOH é um ácido monocarboxílico aromático, que se apresenta na forma de cristais brancos, comumente conhecido como benzoato (MIGUEL, 2008). Entre os ácidos orgânicos, o ácido benzoico é considerado o mais importante ácido carboxílico aromático (GHELER *et al.*, 2009). Esse ácido foi obtido pela primeira vez no começo do século XVI, por meio da sublimação da goma de benjoim do benjoeiro (Styraxbenzoin). O maior grupo dos ácidos orgânicos é o dos carboxílicos, que é caracterizado pela presença do grupo funcional carboxila (COOH), (SNYDER, 1995).

O ácido benzoico foi um dos primeiros conservantes de alimentos permitidos pelo “Food and Drugs Administration”. Ele pode ser encontrado em frutas frescas, como o morango, em algumas especiarias, como o cravo e o azeite de anis (MIGUEL, 2008). Os benzoatos, muitas vezes, são utilizados como antifúngicos ou antibacterianos, na preservação de alimentos, e quando adicionados às rações animais podem causar redução na capacidade tampão das dietas (MROZ *et al.*, 2000). O ácido benzoico não é considerado tóxico, quando ingerido pelos animais em dosagens corretas; ao contrário de outros ácidos orgânicos, ele não é oxidado, ele é absorvido no intestino delgado e, em seguida, transportado para o fígado onde é convertido em ácido hipúrico por sua ligação com o aminoácido glicina (GALASSI *et al.*, 2011), não acumulando resíduo no organismo, pois o ácido hipúrico é facilmente

eliminado pelos rins, podendo, dessa forma, exercer papel também como bactericida contra proliferação bacteriana na bexiga (BRIDGES *et al.*, 1970).

O ácido benzoico é um ácido fraco, com baixa solubilidade em água e com uma constante de dissociação relativamente alta ( $pK_a = 4,21$ ). Com isso, o ácido benzoico se encontra em grande parte no estômago, na forma não dissociada. Os ácidos orgânicos de cadeia curta e na forma não dissociada podem se difundir passivamente através da parede celular bacteriana; após internalizar a bactéria, o ácido se dissocia.

Essa dissociação, segundo Partenen (2001), decorre do fato de o pH da bactéria ser superior ao  $pK_a$  do ácido. Com sua dissociação, o pH interno diminui, o que é incompatível com certos tipos de bactérias que não toleram um gradiente concentrado no pH transmembrana. As bactérias gram-negativas são as mais susceptíveis aos ácidos com menos de oito carbonos, enquanto as bactérias gram-positivas apresentam sensibilidade aos ácidos com cadeias maiores e moléculas mais lipofílicas (PARTENEN; MROZ, 1999).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética Em Pesquisa Com o Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, sob o número de protocolo 0125/2019.

A pesquisa foi realizada no setor de creche de uma granja tecnificada, localizada na região de Ponte Nova, Minas Gerais, no período de janeiro a fevereiro de 2020.

O experimento foi montado em delineamento por blocos casualizados, onde foram utilizados 06 tratamentos. O tratamento 1 (T1) era constituído de uma ração basal + 0,3% de ácido benzoico; o tratamento 2 (T2) por ração basal +0,4% de ácido benzoico; o tratamento 3 (T3), ração basal + 0,1% de butirato de sódio; o tratamento 4 (T4), ração basal + 0,2% do butirato de sódio; o tratamento 5 (T5), somente ração basal; e o tratamento 6 (T6), ração basal + 0,15% do butirato de sódio + 0,3% do ácido benzoico), com 4 repetições de 10 animais cada tratamento, totalizando o uso de 240 leitões mistos (machos e fêmeas).

A ração basal foi formulada, valendo-se das informações de Rostagno *et al.* (2017), e esta sofreu a inclusão dos níveis de butirato de sódio ou ácido benzoico, em substituição ao milho, conforme apresentado na Tabela 1.

Os animais foram pesados no início do experimento e apresentaram peso médio de  $12,126 \pm 1,50$ kg, sendo distribuídos em blocos ao acaso, de modo a controlar os pesos em cada unidade experimental. Esses foram alojados aos 45 dias de idade, em galpão de creche, construído em alvenaria, com telhado de amianto, e pé direito de 2,60 m de altura, equipado com cortinas nas laterais para o controle da ventilação interna. O galpão de creche utilizado no experimento era subdividido em salas, cada uma contendo dez (10) gaiolas suspensas, medindo 2,56 m<sup>2</sup> de piso ripado e 1,60 m<sup>2</sup> de piso compacto (alvenaria), com comedouro linear e bebedouro tipo chupeta fixa, como apresentado na Figura 1.

Sob as gaiolas, havia manutenção de uma lâmina d'água, que era esgotada uma vez por semana, conforme a produção de dejetos dos animais.

Tabela 1 – Composição percentual e calculada da ração Basal

Ingredientes	Porcentagens
Milho	56,068
Farelo de Soja (46,0%)	30,00
Fosfato Bicálcico	0,600
Calcário	0,290
Óleo Vegetal	1,800
Sal	0,500
Açúcar	04,00
Farelo de Bolacha	05,00
Premix Inicial <sup>1</sup>	01,00
L- Lisina.Hcl (78%)	0,412
L-Treonina (98%)	0,150
DL-Metionina (99%)	0,090
L-Triptofano (99%)	0,040
L_Valina	0,050
Total	100,00

## Composição Calculada

Proteína (%)	19,76	
E.M. (Kcal/Kg)	3.467,63	
Cálcio (%)	1,163	
Fósforo Disponível (%)	1,201	
Sódio (%)	0,225	
Aminoácidos	Totais	Digestíveis <sup>2</sup>
Lisina (%)	1,335	1,204
Met.+ Cistina (%)	0,709	0,638
Triptofano (%)	0,266	0,241
Treonina (%)	0,882	0,771
Valina (%)	0,954	0,843

<sup>1</sup> Conteúdo/kg do produto: Níveis de garantia do produto, (min): Vit A, 11.250.000 UI; Vit D3, 1.900.00 UI; Vit E, 100.000 UI; Vit K3, 5.000 mg; Vit B1, 4.000 mg; Vit B2, 10.000 mg; Ácido Pantotênico, 30g; Vit B6, 6.000 mg; Vit B12, 50.000 mcg; Ácido Nicotínico, 60g; Ácido Fólico, 4.500 mg; Biotina, 500mg; Ferro, 59 g; Cobre, 15.000 mg; Manganês, 30,45 g; Cobalto, 750 mg; Zinco, 78,75 g; Iodo, 777,75 mg; Selênio, 300 mg; Virginamicina, 11.000 mg.

<sup>2</sup> Conteúdo aminoacídico digestível apresentado em ROSTAGNO *et al.* (2017).

Figura 1 - Sala de creche, onde os animais foram alojados experimentalmente.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Cada uma das gaiolas foi utilizada como unidade experimental, contendo 10 leitões em cada, sendo utilizadas 03 salas para distribuir os tratamentos e as repetições, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Visão dos animais alojados nas baias experimentais.



Fonte: Arquivo Pessoal.

No centro do galpão e na altura do piso das baias, foi instalado um termômetro de máximo e mínimo, para aferir a temperatura interna da sala, e assim realizar o manejo da cortina.

A temperatura foi aferida duas vezes ao dia, às 07 h e às 16 h.

O período experimental foi de 21 dias a partir da distribuição dos leitões nas salas.

As rações e a água para os leitões foram fornecidas à vontade, por todo o período experimental.

Foram analisadas as variáveis de Consumo Médio Diário de Ração (CMDR), (kg/animal/dia), Conversão Alimentar (CA), (kg/kg) e Ganho de Peso Médio Diário (GPMD) (kg), para os leitões no período experimental.

A incidência de diarreia foi avaliada diariamente por um único observador, pela manhã, (7h), levando em consideração os seguintes escores: 1 para fezes normais, 2 para fezes pastosas e 3 para fezes líquidas, segundo Sobestiansky *et al.* (2012) e considerada diarreia somente para o escore 2.

Todos os dados obtidos em relação ao desempenho zootécnico foram avaliados por meio de ANOVA e, caso ocorressem diferenças significativas, deveria ser executado o teste de Tukey a 5,0% de probabilidade, valendo-se do pacote estatístico Sistema Para Análises Estatísticas (SAEG, 2007), versão 9.1.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média observada durante o período experimental foi de 23,06 ± 5,50°C, não sendo observado efeito negativo sobre o desempenho dos leitões durante o experimento. Observou-se que essa temperatura era condizente com aquela apresentada no Manual Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de suínos (2011), que citou ser de 24°C a temperatura adequada aos leitões dos 43 aos 56 dias de idade.

Durante o período experimental, não foi observada presença de diarreia nos animais tratados com ácido benzoico, butirato de sódio, e no grupo controle.

Os resultados deste presente trabalho se assemelham aos do estudo realizado por Silva (2013) que, utilizando o butirato de sódio e protease na alimentação de leitões em fase inicial de creche, não observou melhora no ganho de peso, na conversão alimentar e no consumo de ração, em relação ao grupo controle.

Segundo Denck *et al.* (2015), os fatores inerentes ao leitão, como o maior peso ao desmame e melhor resposta imune, no início da fase de creche, podem contribuir para a ausência ou insignificância de resultados positivos, com o uso dos acidificantes.

Corroborando essa informação, Arantes *et al.* (2007), citam que íons de zinco podem interagir com a *Escherichia coli*, reduzindo e, ou inibindo a sua atividade no trato gastrointestinal dos suínos, prevenindo a ocorrência de diarreia, o que também justificaria a ausência de diarreia no grupo controle. Este resultado corrobora aos achados de Braz *et al.* (2011), Santos *et al.* (2010) e Utiyama *et al.* (2006), que não observaram efeito do uso dos acidificantes sobre a frequência de diarreia.

Entretanto, FREITAS *et al.* (2006) citaram que, em situações de campo com elevada exposição a condições de estresse, alta pressão de infecção e matéria-prima de má-qualidade, havia o benefício do uso de acidificantes, por apresentarem resultados positivos para controle e, ou diminuição da incidência de diarreia. Autores, como Silveira (2014) e Gheler *et al.* (2009), utilizaram 0,75% de ácido benzoico em dietas para leitões e apresentaram melhoras significativas na saúde intestinal e redução da incidência de diarreia.

Assim, pode-se inferir que, nesta pesquisa, fatores ambientais predisponentes que pudessem causar desafios, podem não ter ocorrido. Também, a presença de

zinco e matérias-primas de boa qualidade e digestibilidade nas rações podem ter contribuído para que não houvesse nenhuma anormalidade verificada para o escore fecal.

Na Tabela 2, são apresentados os resultados médios do efeito dos tratamentos sobre o Peso Vivo Final (PVF), Consumo de Ração Médio Diário (CRMD), Ganho de Peso Médio Diário (GPMD) e Conversão Alimentar (CA), para o período de 43 a 64 dias de vida dos leitões, correspondendo a 21 dias de experimento.

Tabela 2 - Resultados médios do efeito dos tratamentos sobre o peso vivo final (PVF), consumo de ração médio diário (CRMD), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA), para o período de 43 a 64 dias de vida dos leitões (21 dias de experimento)

Tratamento	PVF (Kg)	CRMD (kg)	GPMD (g/dia)	CA
1	26,95A	1,035A	0,701A	1,476A
2	26,67A	1,030A	0,705A	1,460A
3	26,65A	1,020A	0,692A	1,470A
4	27,40A	1,044A	0,720A	1,451A
5	27,02A	1,032A	0,712A	1,450A
6	27,92A	1,075A	0,751A	1,432A
C.V.	7,247	5,373	5,992	2,099

Letras maiúsculas iguais em mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5,0% de probabilidade;

C.V. Coeficiente de Variação.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os tratamentos não diferiram estatisticamente ( $P > 0,05$ ) para as variáveis analisadas.

Semelhante a esses achados, Halas *et al.* (2009), ao avaliarem o efeito da acidificação de dietas de leitões, com ácido benzoico, não observaram resultados positivos para o seu desempenho em fase de creche. Também, Miguel (2008) relata que não obteve resultados favoráveis para as variáveis, consumo de ração, no ganho de peso diário e conversão alimentar, quando utilizou o ácido benzoico na alimentação de leitões em fase de creche.

Entretanto, Kluge, Broz e Eder (2006) verificaram que a utilização de ácido benzoico reduziu o número de bactérias gram-negativas, e, no íleo, reduziu a quantidade total de bactérias aeróbias. Posteriormente, Guggenbuhl *et al.* (2007) concluíram que a dosagem de 5kg/ton de ácido benzoico melhorou o desempenho zootécnico e reduziu a quantidade de bactérias produtoras de ácido láctico e de *E. Coli* no ceco dos leitões. Também, Gheler *et al.* (2009), ao avaliarem os efeitos de diferentes níveis de inclusão de ácido benzoico na dieta sobre o desempenho de leitões, concluíram que os níveis de 5,0 até 7,5 kg/ton melhoraram as variáveis de desempenho na fase de creche e diminuíram a incidência de diarreia.

Já, Tonel (2009) não encontrou melhora no índice de conversão alimentar utilizando duas fontes de butirato, uma com 54% e outra com 98% de ácido butírico.

Quanto ao uso de blends de ácidos orgânicos, diferentemente do que se verificou neste experimento, Braz *et al.* (2011), ao avaliarem o seu uso como alternativa aos antimicrobianos promotores de crescimento, verificaram que o tratamento contendo 0,15% de butirato de sódio, juntamente com 0,4% de uma mistura à base de ácido láctico, proporcionaram melhor ganho de peso diário aos 14 dias pós-desmame, em relação a outra mistura de ácidos à base de ácido propiônico, acético e fórmico. Esses mesmos autores também verificaram melhor conversão alimentar desse tratamento sobre aquele contendo 0,004% de sulfato de colistina.

Galfi e Bokori (1990) observaram que o butirato de sódio em 1.700 ppm melhorou o ganho de peso diário, o consumo diário de ração e a eficiência alimentar de suínos em crescimento. Trabalhos conduzidos por Biagi *et al.* (2007) não encontraram efeito no desempenho de suínos recém-desmamados, alimentados com butirato de sódio. Entretanto, Manzanilla *et al.* (2006) verificaram que a inclusão de 0,3% de butirato de sódio para leitões aumentou a eficiência alimentar; e Kotunia *et al.* (2004) observaram que o ganho de peso foi, em média, 1,5 vezes maior do que o tratamento controle.

Também, em estudos com leitões de 28 a 70 dias de idade, Gheler *et al.* (2009) verificaram que a adição de ácido benzoico na ração melhorou o desempenho dos leitões. Segundo esses autores, o nível de inclusão que proporcionou melhor ganho de peso foi o de 0,62%, e o mais eficiente para conversão alimentar foi de 0,79% de ácido benzoico. Já, Diao *et al.* (2013) verificaram que a suplementação com 5kg/ton de ácido benzoico na dieta melhorou a conversão alimentar e aumentou a

digestibilidade de nutrientes, em conjunto com o aumento das atividades de maltase, lipase, amilase, tripsina, lactase e sacarase no jejuno de leitões desmamados.

Mazzoni *et al.* (2008) afirmam que o butirato exerce forte impacto sobre o crescimento e consumo de ração dos leitões. Porém, Biagi *et al.* (2007) demonstraram resultados contrários a este, pois o butirato de sódio não influenciou o crescimento ou desempenho dos animais, observando-se, entretanto, aumento no pH e concentração de amônia cecal.

Piva *et al.* (2002), obtiveram maior ganho de peso diário em leitões que receberam dieta suplementada com butirato de sódio, em relação aos animais do grupo controle, e observaram também maior peso final. Entretanto, verificaram que, com o passar do tempo, não ocorria mais o efeito dos tratamentos, tendo sido esse fato verificado após os 35 dias de idade.

Weber e Kerr (2008) conduziram dois experimentos para determinar os efeitos da suplementação de butirato de sódio sobre o desempenho e resposta de lipossacarídeos para *Escherichia coli* em leitões desmamados e verificaram que a dieta suplementada com butirato de sódio não melhorou o desempenho dos animais, mas apresentou a capacidade de regular a resposta aos estímulos inflamatórios em leitões desmamados.

## 5. CONCLUSÃO

A utilização do ácido benzoico e do butirato sódio isoladamente ou na forma de blend na ração de leitões em fase de creche não melhorou os índices de conversão alimentar, ganho de peso diário e consumo de ração.

## 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.

ARANTES, M.M.; THOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N.; MALHEIROS, E. B.; BARROS, V. M.; PINTO, E. S.; BUNDIÑO, F. E. L.; FRAGA, A. L.; HUAYNATE, R. A. R.; RUIZ, U. S. Níveis de zinco na dieta de leitões recém-desmamados sobre o perfil de parâmetros sanguíneos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 193-205, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. **Produção de Suínos: teoria e prática/ coordenação técnica Integral. Soluções em Produção Animal**, Brasília, DF, 2014. 908p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. **Relatório anual**. Disponível em: <[https://abpabr.org/wpcontent/uploads/2020/05/abpa\\_relatorio\\_anual\\_2020\\_portugues\\_web.pdf](https://abpabr.org/wpcontent/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf)>, acessado em 15 de junho de 2020.

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.

BIAGI, G.; PIVA, A.; MOSCHINI, M.; VEZZALI, E.; ROTH, F.X. Performance, intestinal microflora, and wall morphology of weanling pigs fed sodium butyrate. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 1184-91, 2007.

BLANK, R.; MOSENTHIN, R.; SAUER, W. C; HUANG, S. Effect of fumaric acid and dietary buffering capacity on ileal and fecal amino acid digestibilities in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 2974-84, 1999.

BORGES, F.O.; SALGARELLO, R.M.; GURIAN, T.M. **Recentes avanços na nutrição de cães e gatos**. Disponível em: [https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoanimal/files/2011/03/Avan%c3%a7os\\_caes\\_gatos.pdf](https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoanimal/files/2011/03/Avan%c3%a7os_caes_gatos.pdf). Acessado em 15 de fevereiro de 2020.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Apoio Rural e Cooperativismo. Instrução Normativa n. 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=72818869>> Acessado: em 21 de agosto de 2019.

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

BRIDGES, J. W; FRENCH, M. R.; SMITH, R.L.; WILLIAMS, R.T. The Fate of Benzoic Acid in Various Species. **Biochem. J.**, v.118, p.47-51, 1970.

BURNELL, T. W.; CROMWELL, G. L.; STAHLY, T. S. Effects of dried whey and copper sulfate on the growth responses to organic acid in diets for weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 66, n. 5, p.1100-1108, 1988.

CABRAL, NATÁLIA DE O. **Complexo enzimático na valorização nutricional de dietas para suínos em crescimento e terminação**. 2013. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Área de Nutrição de Monogástricos. Campos de Goytacazes-RJ, 2013.

CANIBE, N.; STEIEN, S.H.; OVERLAND, M.; JENSEN, B.B. Effect of Kdifomate 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, p. 2123-33, 2001.

CHIQUIERI, J.; SOARES, R.T.R.N.; LYRA, M.S.; HURTADO, V.L.N. E FONSECA, J.B. **Ácidos orgânicos na alimentação de leitões desmamados**. Arch Zootec., v. 58, p. 609-612, 2009.

COSTA, LEANDRO B.; ALMEIDA, VIVIAM V.; BERENCHTEIN, BERNARDO.; TSE, MARCOS L.P.; ANDRADE, CARLA DE.; MIYADA, VALDOMIRO S.; Aditivos fitogênicos e butirato de sódio como alternativas aos antibióticos para leitões desmamados. **Arch. Zootec.** v. 60, n.231, p. 733-744. 2011.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 450 p.

DENCK, F.M.; LEHNEN, C.R.; HILGEMBERG, J.O.; PRIMIERI, C. E BANCKES, T.N. Ácido fumárico na alimentação de leitões pós-desmame e em creche: estudo meta-analítico. XVII Congresso ABRAVES 2015 – Suinocultura em transformação. **Anais...** Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos. Campinas, SP. pp. 125-127. 2015

DESAI, D. P.; RANADE, A. **Acidifiers in poultry diets and poultry production**. In: Acidifiers in animal nutrition. In: LUKSTADT, C. (Ed). A guide for feed preservation and acidification to promote animal performance. Nottingham: Nottingham University, 2007. P. 63-69.

DIAO, H. *et al.* Effects of benzoic acid on growth performance, serum biochemical parameters, nutrient digestibility and digestive enzymes activities of jejuna digesta in weaner piglets. **Chinese Journal of Animal Nutrition**. Beijing, v. 25, p. 768-777, 2013.

DUTRA, M. C. **Uso de antimicrobianos em suinocultura no Brasil: análise crítica e impacto sobre marcadores epidemiológicos de resistência**. 2017. 244 p. Tese. (Doutorado em Biologia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

FIREMAN, A.K. A escolha de aditivos para alimentação animal na indústria de aves e suínos. In: REGINA, R., LIMA, G.J.M.M., ANDRADE, A.N., BELLAVER, C., BERTECHINI, A.G., FIREMAN, A.K., DUARTE, K.F., JUNQUEIRA, O.M., SANCHES, R.L. **Nutrição Animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos**. São Paulo: Fundação Cargill, 2010, 238-247.

FLEMMING, J.S. **Microencapsulação de nutrientes**. 2012. Disponível em: <[http://pt.engormix.com/MAavicultura/nutricao/artigos/microencapsulacao\\_nutrientes-t945/141-p0.htm](http://pt.engormix.com/MAavicultura/nutricao/artigos/microencapsulacao_nutrientes-t945/141-p0.htm)> Acessado em: 13 de fevereiro de 2020.

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.

Freitas, L.S.; Lopes, D.C.; Freitas, A.F.; Carneiro, J.C.; Corassa, A.; Pena, S.M.; Costa, L. F. Avaliação de ácidos orgânicos em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Rev. Bras. Zootec.**, v.35, n.4, p.1711-1719, 2006.

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.

GALFI, P.; BOKORI, J. Feeding trial in pigs with a diet containing sodium nbutyrate. **Acta Veterinaria Hungarica**, v. 38, p. 3-17, 1990.

GHELER *et al.* Uso de ácido benzoico na dieta de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 38, n. 11, p. 2182-2187, 2009.

GRECCO, H.A.T. **Acidificantes em dietas de leitões desmamados: desempenho, peso de órgãos, pH, morfometria e microbiota intestinal**. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu, 2014.

GRILLI, E.; MESSINA, M.R.; TEDESCHI, M. AND PIVA, A. Feeding a microencapsulated blend of organic acids and nature identical compounds to weaning pigs improved growth performance and intestinal metabolism. **LivestSci**,133: 173-175, 2010.

GUGGENBUHL, A. *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 Production Science**, Amsterdam, v. 108, p. 218-221, 2007.

HALAS, D.; HANSEN, C.F.; HAMPSON, D.J.; MULLAN, B.P.; WILSON, R.H. AND PLUSKE, J.R. 2009. **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*.** **Arch. Anim. Nutr.**, v.63, p. 267-280.

HILGEMBERG, J.O.; DENCK, F.M.; PRIMIERI, C.; BANCKES, T.N.; SIEKLIKI, F. E LEHNEN, C.R. Uso de ácidos orgânicos e sais na alimentação de leitões em pós-desmame: uma meta-análise. **XXIV Encontro Anual de Iniciação Científica – UEPG**, 2015.

JUNQUEIRA, OTTO M.; BARBOSA, LUIS CARLOS G. S.; PEREIRA, ADRIANA A.; ARAÚJO, LÚCIO FRANCELINO; NETO, MANOEL G.; PINTO, MARCOS F.; Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Rev. Bras. Zootec.**, v.38, n.12, p.2394-2400, 2009.

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

KOTUNIA, A.; WOLIŃSKI, J.; LAUBITZ, D.; JURKOWSKA, M.; ROMÉ, V.; GUILLOTEAU, P.; ZABIELSKI, R. Effect of sodium butyrate on the small intestine development in neonatal piglets feed by artificial sow. **Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 55, p. 59-68, 2004.

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. 2010.

LEANDRO, N.S.M. *et al.* **Efeito do prebiótico e do ácido butírico in ovo sobre o desempenho, digestibilidade dos nutrientes da ração e biometria do trato gastrintestinal de pintos submetidos ao jejum.** **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n. 4, 2010.

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.

MANUAL BRASILEIRO DE BOAS PRÁTICAS AGROPECUÁRIAS NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS/Elaboração de conteúdo Técnico Alexandre César Dias. [et al.]. Brasília, DF: ABCS; MAPA; Concórdia: Embrapa. Suínos e Aves, 2011. 140p. Disponível em: <[https://issuu.com/revistaabcs/docs/manual\\_brasileiro\\_de\\_boas\\_praticas](https://issuu.com/revistaabcs/docs/manual_brasileiro_de_boas_praticas)> Acesso em 05/05/20.

MANZANILLA, E.G.; NOFRARIAS, M.; ANGUITA, M.; CASTILLO, M.; PEREZ, J. F., MARTÍN-ORÚE, S. M.; KAMEL, C.; GASA, J. **Effects of butyrate, avilamycin, and a plant extract combination on the intestinal equilibrium of earlyweaned pigs.** *Journal of Animal Science*, v. 84, p. 2743-2751, 2006.

MAZZONI, M. *et al.* Supplemental sodium butyrate stimulates different gastric cells in weaned pigs. **Journal of Nutrition**.v.138, ed. 8, p.1426-1431, 2008.

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.

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

ORAIS, S.C.F. 2009.**Utilização de dois teores de butirato no regime de desmame do leitão: crescimento, digestibilidade, fisiologia digestiva.** Dissertação (Mestrado). Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 62 pp.

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.

PARTANEN, K. Organic acids - their efficacy and modes of action in pigs. In: PIVA, A.; BACH KNUDSEN, K. E.; LINDEBERG, J. E. (Ed.). **Gut Environment of pigs.** **Nottingham**: Nottingham University Press, 2001. p. 201-217.

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

PIVA, A., MORLACCHINI, M., CASADEI, G., GATTA, A.P., BIAGI, G., PRANDINI, A. Sodium butyrate improves growth performance of weaned piglets during the first period after weaning. **Ital. J. Anim. Sci.**, 1: 35-41, 2002.

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.

ROSTAGNO, H.S., *et al.* **Composição de alimentos e exigências nutricionais;** (Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos). 4. ed. - Viçosa-M.G.: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2017. 141p.

SAEG **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV-Viçosa, 2007.

SANTOS, V.M.; THOMAZ, M.C.; PASCOAL, L.A.F.; RUIZ, U.S.; WATANABE, P.H.; HUAYNATE, R.A.R.; SILVA, S.Z.; FARIA, H.G. Digestibilidade, desempenho e características morfofisiológicas do trato digestório de leitões desmamados sob dietas com mananoligossacarídeo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 99-105. 2010.

SILVA, Juliana Luis e. **Protease e Butirato de Sódio nas Dietas Pré-inicial e Inicial de Suínos** [manuscrito]: / Juliana Luis e Silva. 2013.

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

SNYDER, C. H. **The extraordinary chemistry of ordinary things.** 2nd Ed. Nova Iorque: J. Wiley & Sons, 1995. p. 574-575.

SOBESTIANSKY J., Barcellos D., MORENO A.M., CARVALHO L.F.O.S.; DONIN D.G. 2012. In: Sobestiansky J. & Barcellos D. (Eds.) **Exame de rebanho.** Doenças dos Suínos. 2. ed. p.23-67 Cênore Editorial, Goiânia. 2012

SUIRYANRAYNA, M.V; RAMANA, J. A review of the effects of dietary organic acids fed to swine. **J. Anim. Sci. Biotechnol.**, 2015.

SURYANAYARA, M. V. A. N. *et al.* Organic acids in swine feeding: a review. **Agricultural Science Research Journals**, Ghana, v. 2, n. 9, p. 523-533, Sept.2012.

TONEL, I.S.P.A. **Efeito da utilização de butirato de sódio na digestibilidade, atividade fermentativa e morfologia intestinal de leitões desmamados.** Dissertação de mestrado em Engenharia agrônômica. Universidade técnica de Lisboa. 2009.

UTIYAMA, C. E.; OETTING, L. L.; GIANI, P. A.; RUIZ, U. S.; MIYADA, V. S. Efeitos de antimicrobianos, prebióticos, probióticos e extratos vegetais sobre a microbiota intestinal, a frequência de diarreia e o desempenho de leitões recém desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2359-67, 2006.

VAN IMMERSEEL, F.; FIEVEZ, V.; DE BUCK, J.; PASMANS, F.; MARTEL, A.; HAESBROUCK, F. AND DUCATELLE, R. **Microencapsulated short-chain fatty acids in feed modify colonization and invasion early after infection with Salmonella enteritidis in young chickens.** *PoultSci*,83: 69-74. 2004.

VILAS BOAS, A.D.C. **Suplementação de ácidos orgânicos em dietas para leitões na fase de creche. Produção Animal Sustentável.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios. Nova Odessa, 2014.

WALSH, M. C.; PEDDIREDDI, L.; RADCLIFFE, J. S. **Acidification of nursery diets and the role of diet buffering capacity.** Ohio: The Ohio State University, 2004. p. 25-36.