

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS DE
DRACENA**

**ADITIVO ALTERNATIVO, ASSOCIADO OU NÃO AO
ANTIMICROBIANO, NA DIETA DE LEITÕES RECÉM-
DESMAMADOS**

**Cláudio Donizete da Silva Júnior
Zootecnista**

2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS DE
DRACENA**

**ADITIVO ALTERNATIVO, ASSOCIADO OU NÃO AO
ANTIMICROBIANO, NA DIETA DE LEITÕES RECÉM-
DESMAMADOS**

**Cláudio Donizete da Silva Júnior
Zootecnista**

**Orientador: Prof. Dr. Urbano dos Santos Ruiz
Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Enrique Lemos Budiño**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena – Unesp, Câmpus de Dracena, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

2016 FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

S586a

Silva Júnior, Cláudio Donizete da.

Aditivo alternativo, associado ou não ao antimicrobiano, na dieta de leitões recém-desmamados / Cláudio Donizete da Silva Júnior. -- Dracena: [s.n.], 2016.

35 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2016.

Orientador: Urbano dos Santos Ruiz

Inclui bibliografia.

1. Aditivos fitogênicos. 2. Intestinos. 3. Diarreia em animais. 4. Leitão (Suíno). I. Título.

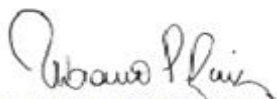
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Aditivo alternativo, associado ou não ao antimicrobiano, na dieta de leitões recém-desmamados.

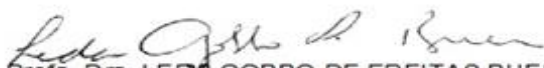
AUTOR: CLÁUDIO DONIZÉTI DA SILVA JÚNIOR

ORIENTADOR: URBANO DOS SANTOS RUIZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: PRODUÇÃO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. URBANO DOS SANTOS RUIZ
Departamento de Zootecnia / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP

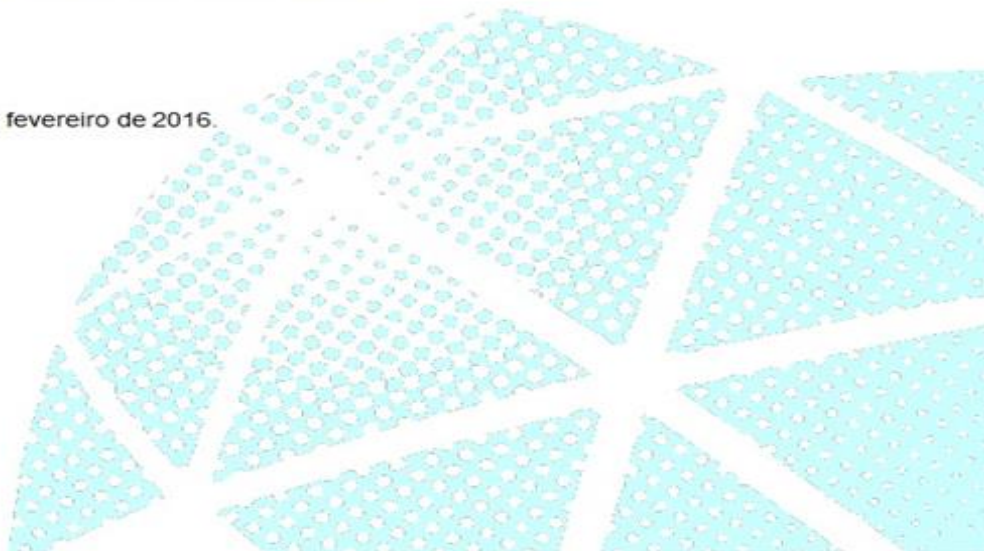


Profa. Dra. LEDA GOBBO DE FREITAS BUENO
Curso de Zootecnia / Câmpus de Dracena / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas



Prof. Dr. GUSTAVO DO VALLE POLYCARPO
Departamento de Nutrição Animal e produção Animal / Universidade de São Paulo

Ilha Solteira: 29 de fevereiro de 2016.



DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Cláudio Donizete da Silva Junior, nascido em Ibitinga- SP em 18/01/1989, filho de Cláudio Donizete da Silva e Elisete Maria Charamitara da Silva, ingressou em 2009 na Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho Campus de Ilha Solteira - SP para cursar Zootecnia, concluindo sua graduação em 2013.

“No meio da confusão, encontre a simplicidade. A partir da discórdia, encontre a harmonia. No meio da dificuldade reside a oportunidade.”

Albert Einstein

DEDICATÓRIA

Dedico este mestrado aos meus pais, que desde sempre me apoiaram, me incentivaram, me deram tudo que um ser humano precisa para ser feliz.

AGRADECIMENTOS

Á DEUS,

Pela vida e pela saúde.

Aos meus pais,

Que além de todo apoio, dedicação, amor e carinho, me deram aporte para me tonar homem e cidadão.

Á minha namorada,

Por todo amor e carinho, me dando apoio e suporte em todas minhas decisões, não me deixando desistir em nenhum momento.

Ao professor Urbano,

Que apesar de distante não mediu esforços para me ajudar.

Aos meus amigos Leonardo, Caio, Mariana, Kelry, Paulo, Nathália, Letícia e Evandro,

Todos de alguma forma contribuíram muito para a realização deste projeto.

Aos professores Fábio e Carla,

Fizeram tudo que estava ao alcance para me ajudar durante meu experimento.

À DSM products, Cláudia e Francine,

Pelo apoio financeiro e técnico para realização deste mestrado.

Aos professores Antônio e Rosemeire,

Me deram o apoio sempre que precisei independente do problema apresentado.



PARECER Nº 219-15

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Instituto de Zootecnia

Comissão de Ética no Uso de Animais

(Trabalhando pelo bem-estar e pela dignidade dos animais de produção)

Parecer Técnico

DrFabio Enrique Lemos Budiño, Pesquisador APTA/IZ

Prezado Senhor:

Conforme solicitação aos integrantes da Comissão de Ética no Uso de Animais do Instituto de Zootecnia (CEUA/IZ) para avaliar o Protocolo Experimental no Uso de Animais e Metodologia do Projeto **“UTILIZAÇÃO DE ADITIVO EUBIÓTICO NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES RECÉM-DESMAMADOS”** constatamos que este está dentro dos princípios em ética e experimentação animal, de acordo com reunião realizada no dia 28 de julho de 2015.

Solicitamos que quaisquer ocorrências que possam vir a acontecer com os animais nos sejam comunicadas.

Nova Odessa, 28 de julho de 2015

Assinatura manuscrita de Cecília José Veríssimo.

Cecília José Veríssimo
Presidente da Comissão de Ética em Experimentação Animal

ADITIVO ALTERNATIVO, ASSOCIADO OU NÃO A ANTIMICROBIANO, NA DIETA DE LEITÕES RECÉM-DESMAMADOS

RESUMO – O objetivo desta pesquisa foi avaliar o aditivo alternativo, composto por ácido benzoico e óleos essenciais de eugenol, timol e piperina, associado ou não a antibiótico melhorador de desempenho na alimentação de leitões recém-desmamados. Foram utilizados 108 leitões, de linhagem genética comercial, em três fases: I - dos 21 aos 35 dias; II - dos 36 aos 50 dias; e III - dos 51 aos 63 dias de idade. As dietas foram isonutritivas, diferindo quanto à adição dos aditivos, da seguinte maneira: dieta sem qualquer aditivo melhorador de desempenho, dieta com adição de 40 ppm do antibiótico colistina, dieta com inclusão de 0,3% do aditivo alternativo, dieta com adições de 0,3 % do aditivo alternativo e de 40 ppm de colistina. Foram avaliados: o desempenho zootécnico, digestibilidades de nutrientes das dietas; incidência de diarreia; tempo de trânsito da digesta, morfologia intestinal, pesos relativos de órgãos do sistema digestório; composição da microbiota do conteúdo do ceco; e índices econômicos. Os animais foram distribuídos em blocos casualizados, de acordo com seus pesos ao início do experimento, com quatro tratamentos e nove repetições, sendo a unidade experimental a baia, composta por três animais na fase I e dois nas fases II e III. Como os animais não foram redistribuídos nos blocos ao final de cada fase, as análises estatísticas foram efetuadas de forma cumulativa, ou seja, do início do experimento ao final das fases I, II e III, em um esquema fatorial 2×2. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA). Constatou-se que o emprego do aditivo alternativo, associado ou não ao antibiótico, foi efetivo em melhorar ($P<0,05$) o ganho de peso dos leitões somente no período I, e que o antibiótico usado de forma isolada não trouxe resultados positivos sobre o desempenho dos animais. Verificou-se que o aditivo alternativo e o antibiótico, associados ou não, melhoraram ($P<0,05$) a digestibilidade dos nutrientes e da energia nas fases I e II, em relação ao constatado com os animais submetidos a dieta controle. Os animais alimentados com ambos aditivos apresentaram incidência de diarreia numericamente menor, assim como menores ($P<0,05$) contagens de células caliciformes e menores ($P<0,05$) pesos relativos do intestino delgado e do ceco dos leitões que consumiram o aditivo alternativo em relação àqueles que não o ingeriram, no período I, sendo indicativos de que houve controle de microrganismos patogênicos e melhor saúde intestinal nestes animais no período I. O emprego dos aditivos no período I influenciou ($P<0,05$) as frequências dos filos bacterianos Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacteria e Spirochaetes. No mesmo período, o uso do aditivo alternativo promoveu redução de 46,6%, numericamente, na porcentagem de *Escherichia* no ceco dos animais. No período III houve efeitos dos aditivos sobre o filo Bacteroidetes e sobre os gêneros *Lactobacillus*, *Ruminococcus*, *Streptococcus* e *Clostridium*. O uso do aditivo alternativo apresentou resultados positivos no período imediatamente após o desmame.

Palavras-chave: aditivos fitogênicos, saúde intestinal, diarreia.

ALTERNATIVE ADDITIVE, ASSOCIATED OR NOT WITH ANTIBIOTIC, IN WEANED PIGLETS DIETS

ABSTRACT – The objective of this research was evaluate alternative feed additive, composed by benzoic acid and the essential oils of eugenol, thymus and piperine, associated or not with performance enhancer antibiotic, in newly weaned piglets feeding. One hundred and eight piglets, from a commercial lineage, were used in three phases: I – from 21 to 35 days; II from 36 to 50 days; and III – from 51 to 63 days. The diets were composed mainly by corn, soybean meal, spray dried blood plasma and dairy products, presenting the same levels of metabolizable energy, digestible amino acids, calcium and digestible phosphorous, differing over feed additive addition, as follows: diet without performance enhancer feed additive; diet with 40 ppm of colistin; diet with 0.3% alternative feed additive; diet with 40 ppm colistin and 0.3% alternative feed additive. The parameters evaluated were: growth performance; nutrient diets digestibility; diarrhea incidence; digesta transit time; intestinal morphology, weights of digestive organs (absolute and relative to body weight); microbial cecum content composition; economical indices. The animals were distributed in blocks, according with their initial body weight, assigned to four treatments, with nine repetitions, and the experimental unit was the pen, with three animals in phase I e two, in phases II and III. As the animals were redistributed in blocks at the end of each phase, the statistical analysis were performed in a cumulative way, that is, from the beginning of the trial to the end of Phases I, II and III, which were named periods, in a factorial 2 x 2 arrangement. Data was submitted to anova, using the GLM procedure of SAS (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA). It was found that the alternative feed additive use, associated or not with the antibiotic, was effective in improve ($P < 0.05$) piglets weight gain only in period I, and that the isolated antibiotic usage did not promote positive results in animals performance. The alternative feed additive, associated or not with the antibiotic, improved ($P < 0.05$) nutrient and energy diets digestibilities in phases I and II, as compared with to what was found with the animals submitted to the control diet. It was observed that the animals fed diet containing both feed additives presented numerically lower diarrhea incidence, lower ($P < 0.05$) globets cells counting and lower ($P < 0.05$) small intestine and cecum relative weights than the piglets fed the control diet, in period I, what indicates that the feed additives exerted certain control over pathogenic microorganisms and improved gut health in period I. The use of feed additives in period I influenced ($P < 0.05$) the frequency of bacterial phyla Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacteria and Spirochaetes. At the same period, the alternative feed additive promoted 46.6% reduction, numerically, on *Escherichia* percentage in animals cecum content. In period III there were effects of additives on the Bacteroidetes phyla and on *Lactobacillus*, *Ruminococcus*, *Streptococcus* and *Clostridium* genus. The alternative additive use presented positive results soon after weaning.

Keywords: diarrhea, gut health, phytogenic additive.

Sumário**Página**

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Fases pré – inicial e inicial	3
2.2 Antimicrobianos melhoradores de desempenho	4
2.3 Ácidos Orgânicos	6
2.4 Extratos Vegetais	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Instalações, animais, dietas e delineamento experimental	9
3.2 Desafio sanitário	10
3.3 Desempenho zootécnico	11
3.4 Incidência de diarreia	11
3.5 Tempo de trânsito da digesta	11
3.6 Digestibilidade das dietas	12
3.7 Abate dos animais	12
3.8 Peso dos órgãos do sistema digestório	13
3.9 Morfologia Intestinal	13
3.10 Avaliações econômicas	14
3.11 Análises estatísticas	14
4 RESULTADOS	16
5 DISCUSSÃO	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
7 REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Na produção intensiva de suínos o período entre o desmame e a fase inicial é crítico, pois muitas vezes se observa redução no desempenho zootécnico e prejuízo à saúde dos leitões. Diversas razões contribuem para tanto, destacando-se a imaturidade do sistema digestório dos animais à desmama, mudança do leite para dieta sólida, e todo o estresse associado a esse processo. Para tentar evitar os problemas associados a este período, antibióticos e quimioterápicos têm sido utilizados como melhoradores de crescimento, sendo adicionados a dieta dos animais em dosagens sub-terapêuticas, isto é, em doses inferiores àquelas aplicadas para o tratamento de doenças (CALDARA, 2008). Desta maneira, agem para garantir bom estado de saúde e máxima expressão do potencial genético dos animais, possibilitando adequado desempenho e reduzindo a mortalidade por doenças entéricas subclínicas (BRENES; ROURA, 2010).

Os melhoradores de desempenho têm sido importantes na alimentação de suínos desde a década de 50, pois além de serem eficazes, também são economicamente viáveis, o que torna a utilização expressiva por grandes granjas e empresas de alimentação animal. Contudo, há indícios de que o uso constante dos antimicrobianos na dieta dos animais possa provocar resistência bacteriana, que poderia ser transferida a bactérias patogênicas a humanos (TEILLANT; BROWER; LAXMINARAYAN, 2015). Ambos os pontos ainda são objeto de muita discussão no meio científico, entretanto, mesmo sem consenso acadêmico, muitos países proibiram o uso de antimicrobianos na alimentação animal, na forma de melhoradores de desempenho.

Para que o Brasil se mantenha entre os maiores produtores e exportadores de carne suína no mundo, deve adaptar-se à tendência de não-utilização de antibióticos. Entre as vantagens desta prática, destaca-se a ausência da possibilidade resistência bacteriana (JUNQUEIRA, 2008) e a possibilidade de atingir mercados em que o uso de antimicrobianos é proibido. Desta forma, estudos sobre aditivos alternativos aos antimicrobianos são fundamentais, pois sua não utilização pode afetar negativamente o desempenho dos suínos e por conseguinte a produção

de suínos no país. Dentre as possíveis alternativas estão os aditivos fitogênicos e acidificantes.

De acordo com Jacela et al. (2010) os aditivos fitogênicos (ou extratos vegetais / óleos essenciais) são produtos naturais oriundos de plantas, contendo diversos princípios ativos, com potenciais usos positivos na nutrição animal. Entre os possíveis mecanismos de ação dos fitogênicos podem ser citados os efeitos antioxidantes, antimicrobianos e melhoria na saúde intestinal.

As espécies de plantas que produzem a maioria dos óleos essenciais economicamente mais importantes compreendem as famílias Cupressaceae, Pinaceae, Magnoliopsida, Rosopsida, Liliopsida, Asteraceae ou Compositae, Geraniaceae, Illiciaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Oleaceae, Rosaceae, Santalaceae, Acoraceae, Poaceae e Zingiberaceae (FRANZ; NOVAK, 2010). Entretanto, os resultados encontrados para a utilização de extratos vegetais como melhoradores de crescimento para leitões recém-desmamados são diversos e os dados são contraditórios variando entre serem eficientes a não apresentarem resultados significativos.

Os acidificantes apresentam atividade antimicrobiana, podem melhorar a digestão de proteínas, e influenciar positivamente as vilosidades intestinais por servirem como substrato energético para as células epiteliais (SILVEIRA, 2014). Todos estes pontos em conjunto podem melhorar o desempenho dos leitões e propiciar boa saúde intestinal aos animais, podendo ser uma alternativa eficiente para a substituição dos antimicrobianos melhoradores de desempenho.

Nesta pesquisa, avaliou-se aditivo alternativo, composto por ácido benzoico e óleos essenciais de eugenol, timol, peperina, associado ou não a colistina, antimicrobiano permitido para uso na alimentação de suínos no Brasil, em dietas para leitões recém-desmamados. Os parâmetros avaliados foram: desempenho zootécnico; digestibilidades de nutrientes das dietas; incidência de diarreia; tempo de trânsito da digesta; morfologia intestinal; pesos relativos de órgãos do sistema digestório; porcentagens de filos e gêneros microbianos presentes no conteúdo do ceco dos animais; e índices econômicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fases pré – inicial e inicial

O período pós desmame é muito crítico para o animal, pois o leitão sofre estresse psicológico e ambiental, devido à separação da mãe, mistura com outros leitões, alteração de ambiente e estresse alimentar, pela troca da dieta líquida (leite materno) pela dieta sólida (ração). Estes estresses afetam a fisiologia do animal, podendo inibir o consumo alimentar e a taxa de crescimento (DIAS et al., 2014). Todas estas mudanças ocorrem em momento no qual o animal apresenta seu sistema imunológico e digestório imaturo, o que torna este período especialmente desafiador para o animal, predispondo-o a problemas entéricos, como diarreias, e a insatisfatório desempenho zootécnico.

A imaturidade do sistema digestório dos leitões nas primeiras semanas de vida é um fator importante a ser considerado, pois está diretamente relacionado aos baixos ganhos de peso muitas vezes verificados logo após o desmame (BOUDRY et al., 2004).

A sucessão de micro-organismos que colonizam o trato gastrintestinal é mais marcante no início do desenvolvimento, durante o qual a alimentação é alterada, principalmente na transição do leite materno para o consumo de dieta sólida de origem vegetal. Existem equilíbrios entre a microbiota gastrintestinal, a fisiologia do animal e a dieta, que influenciam diretamente na aquisição inicial, a sucessão e à eventual estabilidade da saúde intestinal (HOLMAN; CHÉNIER, 2015).

A enzima lactase é produzida em maiores proporções em relação as demais carboidrases (amilase, maltase) até cerca da 4ª semana de vida do leitão, a partir da qual declina, com o crescimento das demais (LIMA, 1997). Além de secreção insuficiente de enzimas digestivas, há também capacidade física limitada para armazenamento de alimentos (estômago e intestino delgado), não permitindo dessa forma uma digestão e absorção de nutrientes adequadas (MOLLY, 2001).

Todos estes fatores podem contribuir para a redução no consumo de alimentos e, conseqüentemente na queda do desempenho, diarreias, morbidez e

morte, que podem refletir no baixo desempenho animal durante as fases seguintes de crescimento e terminação.

Tais danos podem se constituir em encurtamento das vilosidades, alongamento das criptas e com isso reduzir ainda mais a capacidade digestiva e de absorção de nutrientes. A redução na absorção de líquidos e minerais pode promover a ocorrência de diarreia osmótica (NABUURS et al., 2003). A microbiota gastrointestinal equilibrada pode impedir ou ao menos dificultar o desenvolvimento de microrganismos patogênicos que possam causar problemas aos leitões (SAAD, 2006).

Para Freitas et al. (2014) os antimicrobianos melhoram o equilíbrio da flora intestinal com a redução do desenvolvimento de microrganismos patogênicos e aumento de microbiota benéfica, tendo efeito positivo sobre os distúrbios digestivos, melhora na eficiência alimentar e no desempenho dos animais. Devido a estes efeitos, os antimicrobianos melhoradores de desempenho são comumente utilizados nas dietas para leitões recém-desmamados.

2.2 Antimicrobianos melhoradores de desempenho

Os antibióticos e quimioterápicos vêm sendo utilizados na produção animal desde meados do século XX, visando-se a redução da propagação de doenças (COSTA et al., 2007). Segundo Vale (2010), porém, o uso dos antimicrobianos como melhoradores de crescimento, em doses sub-terapêuticas nas rações é praticado desde 1950, viabilizando as criações intensivas na melhoria das taxas de crescimento, na eficiência alimentar e diminuindo a mortalidade, decorrentes de infecções clínicas e subclínicas.

Antibióticos ou quimioterápicos melhoradores de crescimento são compostos de ocorrência natural ou sintéticos, com diferentes espectros de ação, mas que tem em comum as capacidades de reduzir o crescimento de certos microrganismos ou mesmo de eliminá-los, sem comprometer o animal (ALMEIDA; PALERMO NETO, 2006). A utilização destes aditivos se dá via dieta, em dosagens sub terapêuticas, inferiores àquelas utilizadas para o controle de doenças, e tem como objetivo melhorar o desempenho.

Existem diversos mecanismos propostos para a ação positiva dos melhoradores de crescimento antimicrobianos, sendo que acordo com Palermo-Neto (2003), a utilização destes produtos na alimentação animal diminui o número de bactérias patogênicas, favorecendo a redução do espessamento da parede intestinal e promovendo menor turnover de enterócitos e queda da umidade fecal, o que facilita a absorção de nutrientes. Adicionalmente, os antimicrobianos podem inibir o metabolismo bacteriano e reduzir a competição direta pelos nutrientes entre a bactéria e o hospedeiro, além de diminuir a produção microbiana de metabólitos, como aminas, amônia e endotoxinas que podem ter efeito direto sobre o epitélio intestinal e com isso impedirem a absorção de nutrientes (WINDISCH et al., 2007).

Com a possibilidade do desenvolvimento de resistência bacteriana aos antibióticos, que poderia ser transferida para microrganismos patógenos de humanos, e a também possibilidade de resíduos desses micro-ingredientes nas carnes destinadas ao consumo humano, a Comissão Europeia decidiu proibir a inclusão dos antibióticos melhoradores de crescimento na ração dos animais, conforme o regulamento CE N°. 1831/2003 (HUYGHEBAERT, 2011). Deste modo, a pressão para a remoção de antimicrobianos das rações tem aumentado a busca por produtos alternativos que garantam máximo crescimento dos animais sem afetar a qualidade do produto final (OETTING et al., 2006).

Como resultado, novos aditivos comerciais derivados de plantas, incluindo extratos de plantas, óleos essenciais e seus componentes purificados estão sendo avaliados como parte das estratégias de alimentação alternativa para o futuro. Tais produtos têm como vantagens sobre antimicrobianos comerciais os fatos de serem livres de resíduos e reconhecidos pelos consumidores como seguros e comumente usados na indústria de alimentos (BRENES; ROURA, 2010).

Existem vários os aditivos alternativos que têm sido estudados para substituírem os antibióticos melhoradores de desempenho situam-se os prebióticos, probióticos e simbióticos, sendo exemplos destes: ácidos orgânicos e compostos fitogênicos (extratos vegetais/óleos essenciais). No entanto o antimicrobiano melhorador de desempenho ainda é muito utilizado no Brasil, o que demonstra a importância do estudo do mesmo neste projeto.

2.3 Ácidos Orgânicos

O uso dos acidificantes na suinocultura tem sido estudado há mais de 60 anos como conservantes de alimentos. Contudo, apenas no final dos anos 90 com diversas especulações sobre a proibição do uso de antimicrobianos melhoradores de desempenho, os ácidos foram citados como possíveis alternativos. Os ácidos são aditivos capazes de amenizar os problemas pós-desmame, representando uma das soluções mais satisfatórias encontradas para limitar os problemas da diarreia neste período (LALLÈS, 2008).

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 (BRASIL, 2004). De acordo com Silveira (2014) os ácidos têm se destacando devido a sua atividade antimicrobiana e os seus benefícios sobre o desempenho dos animais, podendo ser uma alternativa eficiente para a substituição dos antimicrobianos melhoradores de desempenho. Estes ácidos podem atuar sobre as vilosidades, influenciar a morfologia da mucosa mantendo sua integridade e altura, além de aumentar o número de células epiteliais, por servirem como substrato no metabolismo intermediário.

Na dieta de leitões o ácido benzoico tem apresentado uma série de resultados positivos no desempenho, controle da flora microbiana intestinal, melhora da morfologia intestinal e digestibilidade dos nutrientes (ALVARADO et al., 2013). Silveira (2014) aponta o ácido benzoico como um eficiente melhorador de desempenho para leitões, sendo seus principais mecanismos de ação relacionados ao controle de bactérias patogênicas, melhora das características morfofisiológicas do epitélio intestinal, melhora a retenção de nitrogênio e modulação da microbiota no íleo e ceco.

Desta maneira o ácido benzóico apresenta potencial para substituir os melhoradores de desempenho sintéticos e seu efeito tende a ser potencializado quando se apresenta em conjunto com outros tipos de melhoradores naturais como por exemplo os extratos vegetais.

2.4 Extratos Vegetais

O fator mais importante para o surgimento do interesse pelo uso de extratos de plantas na produção animal é o rigor das legislações em torno dos antibióticos. O mercado para possíveis melhoradores de desempenho à base de princípios ativos das plantas tem aumentado desde a década de 1990, com vendas de óleos essenciais para a União Europeia, que em 1996 foram de 90 toneladas enquanto que dez anos mais tarde foram de 600 toneladas (GREATHEAD, 2003).

De acordo com Bakkali (2008), desde a Idade Média os óleos essenciais e os extratos de plantas eram usados pelos árabes no embalsamamento de corpos, na conservação de alimentos, com a função de antimicrobianos, de antiinflamatórios e analgésicos locais. Na Europa, os estudos sobre princípios ativos de plantas tem aumentado significativamente desde a década de 90, enquanto que no Brasil o número de trabalhos ainda é relativamente reduzido (RIZZO, 2008).

De acordo com Costa et al. (2007) os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, com baixo peso molecular, geralmente odoríferas e líquidas, na maioria das vezes, por moléculas naturais. Normalmente apresentam odor agradável e marcante. Geralmente são extraídos das partes vegetais por meio de arraste a vapor d'água, hidrodestilação ou extração de pericarpo de frutos cítricos. Porém, existe outros métodos de extração como a enfleurage ou enfloração, extração por CO₂ supercrítico (muito utilizado na indústria) e por solventes orgânicos apolares, que não apresentam valor comercial. A utilização dos extratos vegetais e óleos essenciais na alimentação animal se enquadram na classe de aditivos fitogênicos (SARTORI et al., 2009).

Para Kamel (2000) os efeitos positivos dos extratos vegetais na nutrição animal estão associados aos princípios ativos que são os componentes presentes em maior quantidade na planta, porém os componentes secundários, presentes em menores quantidades, atuam potencializando o efeito do princípio ativo. Brugalli (2003) recomendou o uso de uma combinação de diferentes fitogênicos, contendo diferentes princípios ativos, na formulação de rações para, assim, atingir melhores resultados.

Mellor (2000) mencionou que entre os possíveis mecanismos de ação dos extratos vegetais no organismo animal esteja a estimulação da digestão, alterações na microbiota intestinal, aumento na digestibilidade e absorção de nutrientes e efeitos antimicrobianos e imunomoduladores. Adicionalmente, os extratos vegetais, por apresentarem sabor e odor agradáveis, possam estimular o consumo de ração pelos animais, a produção de saliva, a secreção de enzimas digestivas, além de atuarem no controle da microbiota intestinal, ajudando na diminuição de infecções subclínicas (TOLEDO et al., 2007).

Suzuki et al. (2008) comparando a inclusão de óleos essenciais e antimicrobianos para leitões nas fases pré-inicial e inicial, observaram que os leitões do tratamento com óleos demonstraram efeitos similares aos leitões do tratamento com antimicrobianos para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalações, animais, dietas e delineamento experimental

O experimento foi conduzido na creche experimental para suínos do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, São Paulo. Foram utilizados 108 leitões, desmamados aos 21 dias de idade aproximadamente, com $5,3 \pm 0,5$ kg de peso vivo, machos castrados, mestiços e oriundos de granja comercial. Os animais receberam água e ração à vontade durante todo o experimento e foram alojados em grupos de três, em baias metálicas de 1,00 x 2,00 m, com piso plástico vazado instalado a 80 cm do piso do galpão, equipadas com comedouros metálicos semi-automáticos e bebedouros do tipo chupeta.

Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, em função do peso vivo inicial dos animais, num esquema fatorial 2 x 2 (com ou sem inclusão de Aditivo alternativo; com ou sem inclusão de Antibiótico). A unidade experimental foi composta por três animais na fase I e dois animais nas fases II e III, constituindo 9 repetições por tratamento. Sendo a fase I dos 21 aos 35 dias ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $6,5 \pm 1,2$ kg), a fase II dos 36 aos 50 dias ($6,5 \pm 1,2$ kg aos $11,7 \pm 2,6$ kg) e a fase III dos 51 aos 65 dias de idade dos animais ($11,7 \pm 2,6$ kg aos $19,4 \pm 3,8$ kg). Os animais foram submetidos a quatro dietas experimentais, conforme segue:

- Controle (dieta CON), sem qualquer aditivo melhorador do crescimento;
- Com adição de 40 ppm do antibiótico colistina (dieta COL);
- Com inclusão de 0,3% do aditivo alternativo, composto por óleos essenciais de eugenol, timol e piperina, e ácido benzoico (dieta AA);
- Com adições de 0,3 % de aditivo alternativo e de 40 ppm de colistina (dieta AACOL).

As dietas foram compostas principalmente por milho, farelo de soja, plasma sanguíneo seco e produtos lácteos, suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos industriais, e formuladas para animais de alto potencial genético e desempenho superior, de acordo com Rostagno et al. (2011) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição e valores calculados das dietas experimentais nas fases I (21 a 35 dias), II (36 a 49 dias) e III (50 a 63 dias)

Ingredientes (g/kg)	Fase I	Fase II	Fase III
Milho Comum	392,55	481,76	631,35
Farelo de soja	293,74	324,70	291,99
Produto lácteo ¹	162,99	30,40	-
Produto lácteo ²	41,95	86,14	-
Plasma Sanguíneo	39,54	20,00	-
Fosfato bicálcico	15,84	16,07	16,00
Calcário	7,92	8,11	7,60
Sal	-	1,87	4,43
Cinza insolúvel em ácido ³	10,00	10,00	10,00
Inerte ⁴	11,33	11,33	9,39
Suplemento de microminerais ⁵	1,00	1,00	1,00
Suplemento vitamínico ⁶	3,00	3,00	3,00
Óleo de soja	13,46	-	20,75
L-Lisina.HCl, 78%	3,16	3,07	2,90
L-Treonina, 98%	1,02	1,03	0,77
DL-Metionina, 99%	1,69	1,32	0,62
L-Triptofano, 98%	0,06	-	-
L-Valina, 96,5%	0,55	-	-
Antioxidante	0,00	0,20	0,20
TOTAL	100,0	100,0	100,0
Composição calculada			
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3400	3375	3230
Proteína Bruta (g/kg)	220,0	214,2	189,1
Fósforo digestível (g/kg)	4,5	4,1	3,6
Cálcio (g/kg)	8,5	8,2	7,6
Lisina digestível (g/kg)	14,5	13,3	10,9
Metionina+ Cistina digestíveis (g/kg)	8,1	7,4	6,1
Treonina digestível (g/kg)	9,1	8,3	6,8
Triptofano digestível (g/kg)	2,6	2,3	1,9
Valina digestível (g/kg)	10,0	9,1	7,9

¹ Nuklospray L70-5 – 70% Lactose;² Nuklospray E50 – 38% Lactose;³ Celite;⁴ As inclusões do aditivo alternativo e/ou colistina foram feitas em substituição ao inerte;⁵ Suplemento de microminerais (sem melhorador do crescimento), fornecido por quilograma de dieta: Co – 0,168 mg; Cu – 0,015 g; Fe – 0,025 g; I – 1,42 mg; Mn – 0,04 g; Zn – 0,075 g;⁶ Suplemento vitamínico (sem melhorador do crescimento): Vit. A - 8000 UI; Vit. D3 – 3000 UI; Vit. K - 8 mg; Vit. B2 - 6 mg; Vit. B12 - 33 mcg; Vit. B6 – 2 mg; Vit. B1 – 2 mg; Vit. E – 30 UI; Pantotenato de cálcio - 21 mg; Niacina – 0.04 g; Ácido fólico – 1.20 mg; Biotina – 0.05 mg; Selênio – 0.39 mg; Colina – 0.36 g.

3.2 Desafio sanitário

Para avaliação dos aditivos, promoveu-se desafio sanitário aos animais. Para tanto, coletou-se dejetos de suínos da lagoa de tratamento da granja fornecedora dos leitões, que posteriormente foram diluídos em água, na proporção de 60% de

dejetos e 40% de água. Esta mistura foi pulverizada nas baias em que os animais foram alojados, utilizando-se 2 litros do material por baia, nos dias anteriores ao início do experimento. Adicionalmente, não se efetuou limpeza das baias antes e durante a primeira fase do experimento.

3.3 Desempenho zootécnico

Os animais, a ração fornecida e as sobras de ração foram pesadas no início e final de cada fase, para determinação do ganho diário de peso (GDP), do consumo diário de ração (CDR), ambos em g/dia, e cálculo da conversão alimentar. A ração desperdiçada pelos animais foi semanalmente recolhida, quantificada e descontada da quantidade fornecida.

3.4 Incidência de diarreia

Nos primeiros 14 dias do experimento foram verificadas as consistências das fezes dos animais, às 8h00 e às 17h00, por análise visual, sempre pelo mesmo observador, de acordo com os seguintes escores: 1 – fezes normais, 2 – fezes pastosas, e 3 – fezes aquosas. Os escores 1 e 2 foram considerados fezes não diarreicas e o 3 diarreicas. Foram calculadas as frequências (%) de cada escore em relação aos 14 dias de observação. Estes dados foram transformados pela função $y = \arcsen\sqrt{(p/100)}$, de acordo com o recomendado por Barbin (2003).

3.5 Tempo de trânsito da digesta

Na segunda metade de cada fase experimental foram determinados os tempos de trânsito das digestas em função do fornecimento das dietas experimentais, medindo-se o tempo gasto entre a ingestão do alimento marcado com óxido férrico e o aparecimento das primeiras fezes com a coloração característica do marcador. Nos dias das determinações dos tempos de trânsito, os animais foram alimentados com as dietas marcadas com óxido férrico, em

quantidades iguais, sendo que ao final do consumo das dietas com o marcador foram oferecidas dietas sem o marcador, à vontade.

3.6 Digestibilidade das dietas

As digestibilidades da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), e energia bruta (EB) das dietas experimentais foram determinadas pelo método da coleta parcial de fezes, utilizando-se cinza insolúvel em ácido (CIA, em 1% nas dietas) como indicador. A partir dos dias 7, 22 e 36 do experimento, que corresponderam a metade das fases I, II e III, respectivamente, durante três dias consecutivos, foram coletadas amostras de ração e de fezes, logo após a defecação pelos animais, duas vezes ao dia.

As amostras foram armazenadas em freezer a - 8° C, sendo posteriormente descongeladas, submetidas à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 55 °C por 72 horas, moídas em moinho tipo “faca” (1 mm). Nas amostras processadas foram efetuadas determinações de MS, matéria mineral (MM) e PB (AOAC, 2006), e EB em bomba calorimétrica do tipo Parr. A partir dos valores de MS e MM das amostras foram calculados seus teores de matéria orgânica (MO). Com todos os valores obtidos foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, EB, bem como os respectivos valores digestíveis nas dietas (ADEOLA, 2001).

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

3.7 Abate dos animais

Ao final das fases I e III foram abatidos 9 animais por tratamento (um leitão de cada unidade experimental), para pesagem dos órgãos do sistema digestório, coleta

de tecidos dos intestinos para avaliações da morfologia da mucosa intestinal e coleta do conteúdo do ceco para avaliação das bactérias ali presentes.

Os procedimentos de abate foram os mesmos em ambas as fases. Os animais foram submetidos a jejum de 12 horas, após o qual foram insensibilizados por eletronarcolese, passando por sangria e posterior evisceração.

3.8 Peso dos órgãos do sistema digestório

Logo após o abate e evisceração dos animais, procedeu-se as pesagens do estômago, intestino delgado, ceco e cólon vazios, e também do fígado e pâncreas, conforme descrito por Pond et al. (1988). Os pesos dos órgãos foram expressos em relação aos pesos dos animais vivos.

3.9 Morfologia Intestinal

Foram colhidas amostras das porções proximal do duodeno e jejuno, com aproximadamente 1,0 cm, para determinação da altura e largura das vilosidades, profundidade de criptas e contagem do número de células caliciformes, por meio das técnicas de microscopia de luz. As amostras foram abertas em sua borda mesentérica, lavadas, estendidas pela túnica serosa e foram colocadas em solução fixadora de Bouin na qual permaneceram por 24h. Posteriormente, foram desidratadas em série crescente de alcoóis, passadas por bateria de xilol, incluídas em parafina e microtomizadas para a montagem de uma lâmina de cada amostra colhida. As amostras foram coradas pela técnica de hematoxilina-eosina (TOLOSA et al., 2003).

Os cortes foram analisados em microscópio de luz, modelo Olympus BX41, acoplado a um sistema para captura de imagens Olympus DP11-N. As imagens foram transferidas para um computador e as avaliações morfométricas foram realizadas utilizando o “software” Image-Pro Plus[®].

As tomadas das medidas (μm) de altura, largura das vilosidades, profundidade das criptas e contagem de células caliciformes foram feitas nas lâminas, em 15 vilos e 15 criptas bem orientadas por amostra. A partir das medidas

de altura das vilosidades e profundidade das criptas foi calculada a relação altura da vilosidades e profundidade da cripta para cada amostra analisada.

3.10 Avaliações econômicas

Primeiramente foi calculado o custo médio em ração por quilograma de peso vivo ganho (CM_{ei}) durante o período experimental, segundo a seguinte equação descrita por BELLAVER et al. (1985):

$$CM_{ei} = \frac{Q_i \times P_i}{G_i}$$

em que:

CM_{ei} = custo médio da dieta por quilograma ganho no i-ésimo tratamento;

Q_i = quantidade de dieta utilizada no i-ésimo tratamento;

P_i = preço médio por quilograma da dieta utilizada no i-ésimo tratamento;

G_i = ganho médio de peso do animal no i-ésimo tratamento.

Foram também determinados os índice de eficiência econômica (IEE) e de custo médio (IC), propostos por BARBOSA et al. (1992):

$$IEE = \frac{Mc_e}{Ct_{ei}} \times 100$$

$$IC = \frac{Ct_{ei}}{Mc_e} \times 100$$

em que:

Mc_e = menor custo médio observado em dieta por quilograma de peso vivo ganho entre os tratamentos;

Ct_{ei} = custo médio do tratamento i considerado.

3.11 Análises estatísticas

A normalidade dos erros foi testada pelo método de Cramer-von Misses, de acordo com Everitt (1998) e efetuou-se a verificação da presença de dados discrepantes. Quando encontrados foram retirados das análises e seus valores estimados. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (SAS 9.1,

SAS Institute, Cary, NC, USA). Como os animais não foram redistribuídos nos blocos ao final de cada fase, as análises estatísticas foram efetuadas de forma cumulativa, em períodos, da seguinte forma: Período I – do início do experimento ao final da fase I ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $6,5 \pm 1,2$ kg); Período II - do início do experimento ao final da fase II ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $11,7 \pm 2,6$ kg); Período III – do início do experimento ao final da fase III ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $19,4 \pm 3,8$).

4 RESULTADOS

A inclusão do aditivo alternativo, independente do uso do antibiótico, nas dietas dos leitões recém-desmamados aumentou ($P < 0,05$) em 24,5% o ganho de peso e em 16,4% o consumo de ração dos animais (Tabela 2), comparativamente àqueles que não receberam aditivo alternativo em suas dietas, no período I. Nos demais períodos não houve ($P > 0,05$) efeito de qualquer um dos aditivos sobre o desempenho dos animais, assim como também não houve ($P > 0,05$) ação dos aditivos sobre a conversão alimentar dos suínos em qualquer um dos períodos.

Tabela 2. Efeitos de dietas com (+) ou sem (-) Aditivo alternativo (AA) ou Colistina (C) sobre o desempenho de leitões nos períodos I ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $6,5 \pm 1,2$ kg), II ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $11,7 \pm 2,6$ kg) e III ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $19,4 \pm 3,8$).

Variáveis	Período	Colistina	Aditivo alternativo		Médias C	EPM ¹	Valores de P		
			+	-			AA	C	AA x C
Ganho diário de peso, g	I	+	131,1	90,1	110,6	5,8	0,03	0,14	0,07
		-	97,5	93,5	95,5				
		Médias AA	114,3	91,8					
	II	+	258,0	220,2	239,1	12,4	0,44	0,75	0,19
		-	228,4	238,5	233,5				
		Médias AA	243,2	229,4					
	III	+	366,1	312,2	339,1	15,7	0,30	0,99	0,08
		-	332,0	346,5	339,3				
		Médias AA	349,1	329,4					
Consumo diário de ração, g	I	+	205,0	161,3	185,2	6,3	0,02	0,12	0,23
		-	175,2	165,3	168,3				
		Médias AA	190,1	163,3					
	II	+	353,3	308,9	331,1	17,2	0,22	0,90	0,43
		-	336,2	326,5	331,4				
		Médias AA	344,8	317,7					
	III	+	550,2	478,3	514,2	24,0	0,33	0,62	0,14
		-	520,8	536,2	528,5				
		Médias AA	535,5	507,3					
Conversão alimentar	I	+	1,69	1,93	1,81	0,1	0,34	0,69	0,37
		-	1,75	1,76	1,76				
		Médias AA	1,72	1,84					
	II	+	1,51	1,44	1,47	0,1	0,41	0,77	0,92
		-	1,54	1,46	1,50				
		Médias AA	1,53	1,45					
	III	+	1,57	1,55	1,56	0,1	0,19	0,61	0,37
		-	1,61	1,54	1,58				
		Médias AA	1,59	1,55					

¹EPM – Erro padrão da média; Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si ($P > 0,05$).

A avaliação dos escores fecais (Tabela 3) no Período I não foi ($P>0,05$) afetada pelas dietas experimentais. Contudo, os animais que receberam a dieta AACOL apresentaram ocorrência de fezes normais, escore 1, de 40,9% e de fezes diarreicas, escore 3, de 17,1%. Já os leitões submetidos a dieta CON apresentaram 27,8% de fezes normais e 23,4% de fezes diarreicas. Ou seja, apesar de diferenças apenas numéricas, a ocorrência de fezes normais foi 10,3 pontos percentuais maior e a de fezes diarreicas foi 6,3 pontos percentuais menor nos animais que consumiram as dietas com ambos os aditivos em relação àqueles alimentados com a dieta controle.

Tabela 3. Efeitos de dietas com (+) ou sem (-) Aditivo alternativo (AA) ou Colistina (C) sobre os escores das fezes dos leitões no período I ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $6,5 \pm 1,2$ kg).

Variáveis	Colistina	Aditivo alternativo		Médias C	EPM ¹	Valores de P		
		+	-			AA	C	AA x C
Escore fecal 1, %	+	40,9	30,6	36,1	-	-	-	-
	-	36,9	27,8	31,7				
	Médias AA	38,9	29,2					
Médias transformadas do escore fecal 1	+	0,66	0,58	0,62	0,05	0,06	0,31	0,75
	-	0,63	0,52	0,57				
	Médias AA	0,64	0,55					
Escore fecal 2, %	+	42,1	42,5	44,4	-	-	-	-
	-	42,1	48,8	42,2				
	Médias AA	42,4	45,6					
Médias transformadas do escore fecal 2	+	0,72	0,62	0,73	0,05	0,82	0,19	0,08
	-	0,70	0,77	0,67				
	Médias AA	0,71	0,74					
Escore fecal 3, %	+	17,1	27,0	23,8	-	-	-	-
	-	21,0	23,4	21,7				
	Médias AA	19,0	25,2					
Médias transformadas do escore fecal 3	+	0,34	0,47	0,41	0,04	0,21	0,49	0,62
	-	0,43	0,49	0,46				
	Médias AA	0,39	0,48					

¹ EPM – Erro padrão da média.

Com relação as digestibilidades de nutrientes das dietas (Tabelas 4 e 5), verificou-se que o emprego do aditivo alternativo melhorou ($P<0,05$) o CDPB e a ED na fase I, o CDEB nas fases I e III, a PD nas fases II e III, o CDMS e a MSD na fase III. Por sua vez, a inclusão do antimicrobiano às dietas aumentou o CDPB e a MOD na fase I, e a PD nas fases I e II, entretanto, piorou ($P<0,05\%$) a PD na fase III. Verificou-se interação entre os fatores em estudo para o CDMS e MSD nas fases I e

II, CDMO, MOD, CDPB, CDEB e ED na fase II. Nestas variáveis observou-se que os leitões submetidos as dietas que continham o aditivo alternativo ou o antimicrobiano apresentaram médias similares ($P>0,05$) em relação aos animais que receberam a dieta AACOL, porém superiores ($P<0,05$) as apresentadas pelos animais controle.

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade das matérias seca e orgânica, da proteína e da energia bruta de dietas com (+) ou sem (-) Aditivo alternativo (AA) ou Colistina (C) oferecidas a leitões nos períodos médios das fases I, II e III.

Variáveis	Fase	Colistina	Aditivo alternativo		Médias C	EPM ¹	Valores de P		
			+	-			AA	C	AA x C
Coeficiente de digestibilidade da matéria seca, %	I	+	78,94 ^{Aa}	78,66 ^{Aa}	78,80	2,3	<0,05	0,15	<0,05
		-	79,33 ^{Aa}	76,25 ^{Bb}	77,79				
		Médias AA	79,13	77,46					
	II	+	76,79 ^{Aa}	75,01 ^{Aa}	75,89	2,2	<0,05	<0,05	<0,05
		-	75,46 ^{Aa}	68,33 ^{Bb}	71,90				
		Médias AA	76,12	71,67					
	III	+	79,52	76,89	78,21	3,1	<0,05	0,70	0,47
		-	78,71	77,15	77,93				
		Médias AA	79,12	77,02					
Coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica, %	I	+	81,06	81,19	81,12	2,3	0,09	0,14	0,06
		-	81,34	78,81	80,01				
		Médias AA	81,20	80,00					
	II	+	79,62 ^{Aa}	78,22 ^{Aa}	78,92	2,3	<0,05	<0,05	<0,05
		-	78,58 ^{Aa}	72,31 ^{Bb}	75,45				
		Médias AA	79,10	75,26					
	III	+	82,16	79,76	80,96	3,2	0,09	0,97	0,34
		-	81,28	80,56	80,92				
		Médias AA	81,72	80,16					
Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, %	I	+	71,71	71,18	71,44	2,9	<0,05	<0,05	0,10
		-	70,27	66,01	68,14				
		Médias AA	70,99	68,60					
	II	+	70,75 ^{Aa}	67,75 ^{Aa}	69,25	2,2	<0,05	<0,05	<0,05
		-	69,48 ^{Aa}	59,74 ^{Bb}	64,61				
		Médias AA	70,11	63,75					
	III	+	76,50	74,44	75,47	3,0	0,07	0,89	0,84
		-	76,57	74,04	75,30				
		Médias AA	76,53	74,24					
Coeficiente de digestibilidade da energia bruta, %	I	+	77,21	76,42	76,81	2,2	<0,05	0,18	0,09
		-	77,51	73,93	75,72				
		Médias AA	77,34	75,17					
	II	+	74,91 ^{Aa}	73,02 ^{Aa}	73,96	2,2	<0,05	<0,05	<0,05
		-	73,91 ^{Aa}	65,85 ^{Bb}	69,88				
		Médias AA	74,41	69,43					
	III	+	79,40	77,09	78,24	3,1	<0,05	0,55	0,66
		-	78,52	76,96	77,74				
		Médias AA	78,96	77,02					

¹ EPM – Erro padrão da média; Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si ($P>0,05$).

Tabela 5. Matérias seca e orgânica, proteína e energia digestíveis de dietas com (+) ou sem (-) Aditivo alternativo (AA) ou Colistina (C) oferecidas a leitões nos períodos médios das fases I, II e III.

Variáveis	Fase	Colistina	Aditivo alternativo		Médias C	EPM ¹	Valores de P		
			+	-			AA	C	AA x C
Matéria seca digestível, %	I	+	71,23 ^{Aa}	71,44 ^{Aa}	71,34	2,1	0,07	0,10	<0,05
		-	71,56 ^{Aa}	69,04 ^{Bb}	70,30				
		Médias AA	71,40	70,24					
	II	+	68,99 ^{Aa}	67,13 ^{Aa}	68,06	2,0	<0,05	<0,05	<0,05
		-	67,72 ^{Aa}	61,27 ^{Bb}	64,50				
		Médias AA	68,35	64,20					
	III	+	70,76	68,27	69,52	2,8	<0,05	0,91	0,31
		-	70,03	68,87	69,45				
		Médias AA	70,40	68,57					
Matéria orgânica digestível, %	I	+	67,68	68,29	67,98	2,0	0,48	<0,05	0,09
		-	67,50	66,09	66,79				
		Médias AA	67,58	67,18					
	II	+	66,33 ^{Aa}	64,75 ^{Aa}	65,54	1,9	<0,05	<0,05	<0,05
		-	65,80 ^{Aa}	60,26 ^{Bb}	63,03				
		Médias AA	66,06	62,51					
	III	+	68,34	67,51	67,35	2,7	0,14	0,75	0,21
		-	67,67	66,33	67,58				
		Médias AA	68,02	66,92					
Proteína digestível, %	I	+	16,48	16,41	16,44	0,7	0,08	<0,05	0,14
		-	15,35	14,53	14,94				
		Médias AA	15,91	15,47					
	II	+	15,96	15,02	15,49	0,5	<0,05	<0,05	0,41
		-	15,37	13,84	14,60				
		Médias AA	15,66	14,43					
	III	+	14,00	13,86	13,93	0,6	<0,05	<0,05	0,12
		-	15,05	14,17	14,61				
		Médias AA	14,52	14,01					
Energia digestível, kcal/kg	I	+	3208,09	3137,56	3172,82	92,5	<0,05	0,18	0,19
		-	3207,09	3049,09	3128,10				
		Médias AA	3207,32	3093,32					
	II	+	3002,73 ^{Aa}	2906,81 ^{Aa}	2954,77	87,8	<0,05	<0,05	<0,05
		-	2950,67 ^{Aa}	2639,11 ^{Bb}	2794,89				
		Médias AA	2976,70	2772,96					
	III	+	3133,67	3061,50	3097,59	123,0	0,10	0,09	0,61
		-	3059,54	3020,78	3040,16				
		Médias AA	3096,61	3041,14					

¹ EPM – Erro padrão da média; Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si (P>0,05).

No que diz respeito às avaliações histológicas na fase I (Tabela 6), a utilização do aditivo alternativo nas dietas fez com que os leitões apresentassem menor (P<0,05) número de células caliciformes no jejuno. O emprego do antimicrobiano promoveu maior (P<0,05) largura de vilosidades e maior (P<0,05) número de células caliciformes também no jejuno. Observou-se interação entre os

fatores em estudo para a profundidade de criptas no jejuno, de modo que os animais alimentados com a dieta contendo antibiótico apresentaram menor ($P < 0,05$) profundidade de criptas tanto em relação aos leitões submetidos a dieta controle, como aos que receberam a dieta AACOL. Por outro lado, os suínos que receberam a dieta somente com aditivo alternativo não diferiram ($P > 0,05$) daqueles submetidos a dieta controle ou a dieta com ambos aditivos.

Tabela 6. Efeitos de dietas com (+) ou sem (-) Aditivo alternativo (AA) ou Colistina (C) sobre a altura e largura de vilosidades, profundidade de criptas e número de células caliciformes, no duodeno de leitões abatidos ao final do período I ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $6,5 \pm 1,2$ kg).

Variáveis	Local	Colistina	Aditivo alternativo		Médias C	EPM ¹	Valores de P		
			+	-			AA	C	AA x C
Altura de vilosidade, μm	Duodeno	+	618,48	618,40	618,43	1,7	0,74	0,37	0,75
		-	616,52	614,38	615,45				
		Médias AA	617,49	616,39					
	Jejuno	+	654,31	652,66	653,49	1,1	0,72	0,29	0,66
		-	651,15	651,34	651,25				
		Médias AA	652,73	652,00					
Largura de vilosidades, μm	Duodeno	+	332,78	332,44	332,61	1,4	0,62	0,47	0,78
		-	332,06	330,76	331,41				
		Médias AA	332,42	331,60					
	Jejuno	+	359,55	352,52	356,03	1,2	0,09	0,02	0,08
		-	351,28	351,36	351,32				
		Médias AA	355,41	351,94					
Profundidade de criptas, μm	Duodeno	+	250,14	249,46	249,80	1,4	0,43	0,84	0,58
		-	251,14	247,29	249,21				
		Médias AA	250,64	248,38					
	Jejuno	+	265,42 ^{Aa}	260,84 ^{Bb}	263,13	0,7	0,52	0,27	<0,05
		-	263,09 ^{Aa}	266,01 ^{Aa}	264,55				
		Médias AA	264,25	263,43					
Número de células caliciformes	Duodeno	+	107,00	104,78	105,89	1,3	0,33	0,40	0,90
		-	105,11	102,22	103,67				
		Médias AA	106,05	103,50					
	Jejuno	+	107,14	123,11	115,12	2,1	<0,05	<0,05	0,37
		-	101,44	113,00	107,22				
		Médias AA	104,29	118,06					

¹ EPM – Erro padrão da média; Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si ($P > 0,05$).

Ao final da fase III (Tabela 7), verificou-se que os leitões que receberam dietas com antibiótico apresentaram maiores ($P < 0,05$) altura de vilosidades no jejuno e número de células caliciformes no duodeno do que aqueles não submetidos a dietas com antimicrobiano. Para algumas variáveis avaliadas nesta fase observou-se interação entre os fatores estudados. A altura das vilosidades no duodeno dos

leitões que receberam somente o aditivo alternativo em suas dietas foi inferior ($P < 0,05$) a dos animais alimentados com a dieta que continha os dois aditivos e a dos que receberam a dieta controle. Com relação a largura de vilosidades no duodeno, percebeu-se que os animais controle apresentaram vilosidades mais estreitas ($P < 0,05$) do que os submetidos as dietas com antimicrobiano ou com o aditivo alternativo, que, por sua vez, não diferiram ($P > 0,05$) dos animais alimentados com ambos aditivos. Para a mesma variável no jejuno, os animais controle também apresentaram menor ($P < 0,05$) largura de vilosidades do que os leitões alimentados com as dietas com antimicrobiano ou com o aditivo alternativo, contudo, estes dois grupos de suínos tiveram vilosidades mais estreitas ($P > 0,05$) do que os alimentados com ambos aditivos em suas dietas.

Tabela 7. Efeitos de dietas com (+) ou sem (-) Aditivo alternativo (AA) ou Colistina (C) sobre a altura e largura de vilosidades, profundidade de criptas e número de células caliciformes, no duodeno de leitões abatidos ao final do período III ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $19,4 \pm 3,8$).

Variáveis	Local	Colistina	Aditivo alternativo		Médias C	EPM ¹	Valores de P		
			+	-			AA	C	AA x C
Altura de vilosidade, μm	Duodeno	+	715,46 ^{Aa}	719,02 ^{Aa}	717,24	1,9	<0,05	<0,05	<0,05
		-	698,11 ^{Bb}	720,80 ^{Aa}	709,46				
		Médias AA	706,79	719,91					
	Jejuno	+	759,59	758,04	758,09	2,3	0,12	<0,05	0,26
		-	749,74	740,45	745,82				
		Médias AA	754,66	749,25					
Largura de vilosidades, μm	Duodeno	+	447,86 ^{Aa}	444,75 ^{Aa}	446,30	1,5	<0,05	<0,05	<0,05
		-	447,27 ^{Aa}	433,57 ^{Bb}	440,42				
		Médias AA	447,57	439,16					
	Jejuno	+	373,62 ^{Aa}	343,08 ^{Ab}	358,35	2,7	<0,05	<0,05	<0,05
		-	352,93 ^{Ba}	332,99 ^{Bb}	342,96				
		Médias AA	363,27	338,03					
Profundidade de criptas, μm	Duodeno	+	357,33 ^{Aa}	343,15 ^{Ab}	350,24	2,3	<0,05	<0,05	<0,05
		-	330,99 ^{Ba}	326,08 ^{Ba}	328,54				
		Médias AA	344,16	334,62					
	Jejuno	+	373,35 ^{Aa}	352,97 ^{Ab}	348,52	2,0	<0,05	<0,05	<0,05
		-	351,28 ^{Ba}	345,76 ^{Bb}	363,16				
		Médias AA	362,31	349,37					
Número de células caliciformes	Duodeno	+	155,79	159,66	157,73	1,0	0,33	<0,05	0,41
		-	152,00	152,33	152,17				
		Médias AA	153,90	156,00					
	Jejuno	+	97,37 ^{Ab}	117,33 ^{Aa}	107,35	1,9	<0,05	0,11	<0,05
		-	104,89 ^{Aa}	99,78 ^{Ba}	102,33				
		Médias AA	101,13	108,55					

¹ EPM – Erro padrão da média; Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si ($P > 0,05$).

Ainda na fase III, para a profundidade de criptas no duodeno e jejuno, verificou-se que os animais alimentados com a dieta contendo ambos os aditivos apresentaram média superior ($P<0,05$) aos submetidos a dieta com antibiótico ou com aditivo alternativo. De forma diferente, os animais controle apresentaram menores ($P<0,05$) profundidades de cripta do que aqueles que consumiram dieta COL, no duodeno e jejuno, e do que os submetidos a dieta AA, no jejuno. Porém, no duodeno, não houve diferença ($P<0,05$) na profundidade de cripta entre os animais que consumiram as dietas controle ou com aditivo alternativo. Por fim, o número de células caliciformes dos animais alimentados com a dieta contendo aditivo alternativo não diferiu ($P>0,05$) do observado nos animais que receberam ambos aditivos em suas dietas, mas foi maior ($P<0,05$) do que o verificado nos animais controle. Já os suínos que receberam a dieta COL tiveram maior ($P<0,05$) contagem de células caliciformes tanto em relação aos animais controle como em relação aos alimentados com ambos aditivos.

Considerando os pesos dos órgãos em relação ao peso corporal dos animais (Tabela 8), verificou-se que, na fase I, o emprego do aditivo alternativo nas dietas dos animais promoveu menores ($P<0,05$) pesos relativos do intestino delgado e do cólon comparativamente aos suínos que não foram alimentados com o aditivo. Constatou-se interação para os pesos relativos do fígado no período I e do pâncreas no III. Os animais que receberam a dieta AACOL apresentaram peso relativo do fígado menor ($P<0,05$) do que aqueles que receberam a dieta AA, porém não se verificou diferenças ($P>0,05$) entre os animais que não receberam o aditivo alternativo. O peso relativo do pâncreas dos animais alimentados com ambos aditivos foi maior ($P<0,05$) do que os que somente receberam antibiótico ou aditivo alternativo em suas dietas. Por outro lado, os animais controle tiveram maior ($P<0,05$) peso relativo do pâncreas quando comparados aos animais alimentados com a dieta AA, mas não diferiram ($P>0,05$) dos animais que consumiram somente antibiótico.

O emprego de aditivo alternativo as dietas, associado ou não ao antibiótico, diminuiu ($P<0,05$) o tempo de trânsito gastrointestinal da digesta dos animais, no período I (Tabela 9). Contudo, no período III não houve diferença ($P>0,05$) para esta variável entre os animais submetidos as diferentes dietas.

Tabela 8. Efeitos de dietas com (+) ou sem (-) Aditivo alternativo (AA) ou Colistina (C) sobre os peso relativo de órgãos digestivos e não digestivos vazios em relação ao peso vivo de leitões abatidos ao final dos períodos I ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $6,5 \pm 1,2$ kg) e III ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $19,4 \pm 3,8$).

Variáveis	Período	Colistina	Aditivo alternativo		Médias C	EPM ¹	Valores de P		
			+	-			AA	C	AA x C
Peso relativo intestino delgado, %	I	+	4,62	4,87	4,74	0,16	0,04	0,78	0,59
		-	4,58	4,99	4,78				
		Médias AA	4,60	4,93					
	III	+	4,21	4,16	4,19	0,19	0,10	0,89	0,06
		-	3,82	4,50	4,16				
		Médias AA	4,01	4,33					
Peso relativo estômago, %	I	+	0,90	0,90	0,90	0,03	0,89	0,32	0,88
		-	0,94	0,95	0,94				
		Médias AA	0,92	0,93					
	III	+	0,85	0,88	0,86	0,04	0,13	0,42	0,70
		-	0,86	0,91	0,88				
		Médias AA	0,85	0,89					
Peso relativo fígado, %	I	+	2,60 ^{Ba}	2,99 ^{Aa}	2,79	0,11	0,92	0,52	0,02
		-	3,06 ^{Aa}	2,71 ^{Aa}	2,88				
		Médias AA	2,83	2,85					
	III	+	2,63	2,65	2,64	0,13	0,99	0,32	0,86
		-	2,80	2,77	2,79				
		Médias AA	2,71	2,71					
Peso relativo pâncreas, %	I	+	0,18	0,22	0,20	0,01	0,22	0,63	0,37
		-	0,19	0,20	0,19				
		Médias AA	0,18	0,21					
	III	+	0,25 ^{Aa}	0,21 ^{Ab}	0,23	0,01	0,50	0,05	0,002
		-	0,20 ^{Bb}	0,22 ^{Aa}	0,21				
		Médias AA	0,22	0,22					
Peso relativo ceco, %	I	+	0,29	0,31	0,30	0,02	0,60	0,61	0,27
		-	0,35	0,29	0,32				
		Médias AA	0,32	0,30					
	III	+	0,21	0,24	0,21	0,06	0,79	0,20	0,38
		-	0,22	0,22	0,23				
		Médias AA	0,23	0,22					
Peso relativo cólon, %	I	+	1,39	1,70	1,54	0,06	0,001	0,70	0,27
		-	1,43	1,60	1,51				
		Médias AA	1,41	1,64					
	III	+	1,89	1,60	1,75	0,09	0,28	0,48	0,12
		-	1,64	1,70	1,67				
		Médias AA	1,77	1,65					

¹ EPM – Erro padrão da média; Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si ($P>0,05$).

Neste estudo, não se verificou qualquer diferença ($P>0,05$) nos custos das dietas relativos aos ganhos de peso vivo dos animais nos períodos I e II (Tabela 10). No entanto, no período III as dietas com inclusão do aditivo alternativo apresentaram maior ($P<0,05$) custo relativo ao ganho de peso dos animais. Adicionalmente, o uso

da dieta controle demonstrou melhor eficiência econômica e menor índice de custo em todos os períodos.

Tabela 9. Efeitos de dietas com (+) ou sem (-) aditivo alternativo (AA) ou Colistina (C) sobre o tempo de trânsito da digesta em leitões desmamados, nos períodos I ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $6,5 \pm 1,2$ kg) e III ($5,3 \pm 0,5$ kg aos $19,4 \pm 3,8$)..

Variável	Período	Colistina	Aditivo alternativo		Médias C	EPM ¹	Valores de P		
			+	-			AA	C	AA x C
Tempo de trânsito da digesta, min	I	+	743,7	810,8	777,2	11,4	0,04	0,34	0,25
		-	787,8	806,7	797,2				
		Médias AA	765,7	808,7					
	III	+	1187,4	1080,0	1115,8	45,9	0,73	0,78	0,06
		-	1039,4	1192,2	1133,7				
		Médias AA	1113,4	1136,1					

¹EPM – Erro padrão da média; Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si ($P > 0,05$).

Tabela 10. Efeitos de dietas com (+) ou sem (-) aditivo alternativo (AA) ou Colistina (C) sobre os custos médios com ração por quilograma de peso ganho, índices de eficiência econômica e de custo nos períodos médios das fases I, II e III.

Variáveis	Fase	Colistina	Aditivo alternativo		Médias C	EPM ¹	Valores de P		
			+	-			AA	C	AA x C
Custos médios em ração por quilograma de peso ganho, R\$	I	+	4,12	4,80	4,46	0,26	0,96	0,30	0,07
		-	4,42	3,78	4,10				
		Médias AA	4,27	4,29					
	II	+	2,82	2,70	2,76	0,14	0,06	0,73	0,40
		-	2,87	2,59	2,73				
		Médias AA	2,85	2,64					
	III	+	2,33	2,20	2,26	0,11	<0,05	0,83	0,46
		-	2,35	2,16	2,25				
		Médias AA	2,34	2,17					
Índice de eficiência econômica, %	I	+	93,43	80,23	86,83	-	-	-	-
		-	88,03	100,0	94,02				
		Médias AA	90,73	90,12					
	II	+	91,38	96,05	93,72	-	-	-	-
		-	90,19	100,00	95,10				
		Médias AA	90,79	98,03					
	III	+	93,50	97,60	95,55	-	-	-	-
		-	91,91	100,00	95,96				
		Médias AA	92,71	98,80					
Índice de custo, %	I	+	107,03	124,64	115,84	-	-	-	-
		-	113,60	100,00	106,8				
		Médias AA	110,32	112,32					
	II	+	109,43	104,11	106,77	-	-	-	-
		-	110,88	100,00	105,44				
		Médias AA	110,16	102,06					
	III	+	106,95	102,46	104,71	-	-	-	-
		-	108,80	100,00	104,4				
		Médias AA	107,88	101,23					

¹ EPM – Erro padrão da média

5 DISCUSSÃO

De forma geral, constatou-se que o emprego do aditivo alternativo, em conjunto com o antibiótico ou isoladamente, foi efetivo em melhorar o desempenho dos leitões somente no período I, e que o antibiótico na dosagem testada, 40 ppm, que se trata da máxima dosagem permitida para o antibiótico colistina como aditivo em rações pela legislação brasileira, não trouxe resultados positivos. Cabe lembrar, que foi promovido desafio sanitário aos animais de forma efetiva, visto que o desempenho do grupo controle foi significativamente menor do que dos animais alimentados com o aditivo alternativo, associado ou não ao antibiótico.

Inicialmente, as razões de só ter havido diferenças no desempenho dos animais no primeiro período avaliado e não nos demais, possivelmente, estão relacionadas ao fato de que justamente nos primeiros quinze dias após o desmame de suínos que se concentram a maior parte dos problemas que causam prejuízo para o desenvolvimento dos animais. Resumidamente, a mudança de dieta (leite para ração sólida), separação da mãe, mistura com animais diferentes, mudança de local, estresse inerente ao processo de desmama e os sistemas imunológico e digestório dos leitões ainda imaturos, em conjunto, tornam os animais bastante sensíveis (CASTILLO-SOTO et al., 2004), o que costuma se refletir em baixo ganho de peso, maior ocorrência de diarreia e maior susceptibilidade a doenças. Desta forma, é possível inferir que os aditivos testados apresentem respostas maiores na fase imediatamente após o desmame em comparação com as fases seguintes.

Considerando os maiores ganho de peso e consumo de ração dos animais que consumiram as dietas contendo o aditivo alternativo comparativamente àqueles que não a consumiram, e relacionando com as demais variáveis avaliadas neste estudo, é possível que tenham sido originadas pelas melhores digestibilidades de nutrientes verificadas nas dietas em que houve adição do aditivo alternativo, isoladamente e em associação com o antibiótico. Adicionalmente, pode-se inferir que o aditivo alternativo isoladamente e associado ao antibiótico, promoveu certo controle de microrganismos patogênicos, que poderiam prejudicar a saúde intestinal e o adequado desenvolvimento dos leitões. As diferenças numéricas na ocorrência de diarreia em favor dos animais alimentados com os aditivos, as menores

contagens de células caliciformes e menores pesos relativos dos intestino delgado e do cólon dos leitões que consumiram o aditivo alternativo em relação àqueles que não o ingeriram, no período I, são indicativos de que houve controle de microrganismos patogênicos e melhor saúde intestinal nestes animais.

Alguns dos possíveis mecanismos de ação dos extratos vegetais e ácidos orgânicos no organismo animal são a estimulação da digestão, incrementando a digestibilidade e absorção de nutrientes e energia, além de estimularem o consumo de ração pelos animais (MELLOR, 2000). Óleos essenciais podem apresentar diversas ações, como aumento do consumo de ração e melhora da palatabilidade, estímulo a secreção de enzimas digestivas, e aumento das motilidades gástrica e intestinal (BASMACIOĞLU MALAYOĞLU et al., 2010), consequentemente tendendo a melhorar a digestibilidade da dieta. Tais pontos sustentam os resultados observados nesta pesquisa, visto que houve maior consumo de ração e melhores digestibilidades de nutrientes e energia pelos animais submetidos às dietas contendo o aditivo alternativo, em relação àqueles que não receberam o produto.

De acordo com Branco et al. (2011), a inclusão de níveis crescentes de óleos essenciais às rações de suínos promoveu o aumento ($p < 0,05$) da digestibilidade da matéria seca em relação ao observado nos animais submetidos à dieta controle. De forma similar, Hernández et al. (2004), em estudo com frangos, observou aumento no coeficiente de digestibilidade da MS em relação à dieta basal, quando houve suplementação da dieta com extratos vegetais.

Entretanto, resultados divergentes foram apresentados por Manzanilla et al. (2006), que estudando a adição de extratos vegetais e butirato de sódio na ração de leitões recém-desmamados não verificaram diferenças no coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca. Possivelmente, a diferença entre os estudos esteja no fato dos animais terem sofrido desafio sanitário ou não, ponto que pode influenciar diretamente o aproveitamento das dietas. Vale lembrar, novamente, que no presente estudo houve desafio sanitário.

Com relação à ocorrência de diarreia, umas de suas principais causas diz respeito à colonização da mucosa intestinal por microrganismos patogênicos, que ao produzirem toxinas acabam prejudicando a saúde intestinal e desencadeando a diarreia (FRANZ; BASER; WINDISCH, 2010). Acredita-se que extratos vegetais e

ácidos orgânicos possam apresentar ação antimicrobiana, seja por exercer efeito direto sobre microrganismos patogênicos ou por favorecer o desenvolvimento de bactérias benéficas ao animal (JACELA et al., 2010). Deste modo, ao observamos que os suínos alimentados com dietas contendo o aditivo alternativo apresentaram ocorrência de fezes normais numericamente maior ($P=0,06$), e incidência de diarreia numericamente menor ($P=0,21$) em relação aos que receberam as dietas sem o aditivo alternativo, é possível especular que o produto composto por óleos essenciais e ácido benzoico promoveu certo controle de microrganismos patogênicos.

Seguindo esta mesma linha de raciocínio, após a colonização da mucosa por microrganismos patogênicos, algumas das reações de defesa do organismo animal são a produção de muco e de peptídeos antimicrobianos, por meio das células caliciformes (MALOY; POWRIE, 2011) e o espessamento da parede intestinal (PALERMO-NETO, 2003). Assim, pode-se especular que o menor número de células caliciformes verificado nos animais que consumiram dietas com o aditivo alternativo tenha sido decorrente da ação do produto, isoladamente ou em combinação com o antibiótico, em conter o desenvolvimento de microrganismos patogênicos no intestino dos leitões. Os menores pesos do intestino delgado e cólon talvez estejam relacionados ao menor ou não espessamento da parede intestinal nos animais alimentados com as dietas contendo aditivo alternativo.

No que diz respeito ao desempenho de leitões, em algumas pesquisas foram verificados resultados diferentes dos observados no presente trabalho. Hermann et al (2003) verificaram que utilização de extratos vegetais em comparação a antimicrobianos na creche normalmente não apresentam diferenças para a conversão alimentar. De modo similar, Costa et al. (2011), no período experimental dos 1 aos 34 dias de idade, constataram que o CDR e o GDP de leitões não foram influenciados ($P>0,05$) por dietas contendo aditivos fitogênicos e butirato de sódio, embora os melhores resultados numéricos tenham sido observados nos animais do tratamento controle e do tratamento com colistina.

Com relação aos efeitos de antibióticos sobre desempenho de leitões, em outras pesquisas verificou-se aumentos significativos no CDR e GDP dos animais que receberam antimicrobianos na dieta em relação àqueles dos tratamentos controle e com extratos vegetais (OETTING et al., 2006), de forma oposta ao que se

encontrou neste trabalho, no qual o uso da colistina isoladamente não melhorou o desempenho dos leitões. Entretanto, há de se ressaltar que a dose de colistina utilizada no presente estudo foi de 40 ppm, inferior as doses de bacitracina de zinco, olaquinox e colistina, em 50 ppm cada um, numa mesma dieta, adotada por de Oetting et al. (2006). Ou seja, foram usados três antibióticos em doses superiores as aplicadas na presente pesquisa.

As conversões alimentares encontradas neste estudo não foram afetados pelas dietas experimentais, visto que os animais que apresentaram maiores ganhos de peso, também demonstraram maiores consumos de ração. Tais resultados estão de acordo com os apresentados por Oetting et al. (2006), nos quais a conversão alimentar dos leitões não foi influenciada ($P>0,05$) pelos tratamentos em nenhum dos períodos considerados. Jansons et al. (2011) também avaliaram o uso de ácidos orgânicos e fitogênicos nas dietas de leitões desmamados e constataram melhora na conversão alimentar. Neste caso, a adição de ácidos orgânicos e fitogênicos em dietas para suínos pode ter estimulado a proliferação de bactérias benéficas e auxiliado nos processos fisiológicos, possibilitando melhores variáveis de desempenho (JACELA et al., 2010), consequentemente favorecendo a melhora da conversão alimentar.

No que concerne a histologia da mucosa intestinal, no presente estudo não foram verificados efeitos pelo uso do aditivo alternativo. Do mesmo modo, Manzanilla et al. (2006) não encontraram efeito significativo da utilização dos extratos vegetais sobre a morfologia da mucosa intestinal de suínos. De forma análoga, Bhandari et al. (2008) apontaram que não houve modificações em relações a altura das vilosidades e profundidade das criptas com a adição de óleos essenciais e ácidos orgânicos às dietas de leitões recém-desmamados.

Com relação aos custos de ração relativos ao ganho de peso dos animais, mesmo tendo-se observado melhorias no desempenho dos leitões pelo emprego do aditivo alternativo, não se verificaram reduções nos custos. Na realidade, encontrou-se, numericamente, maiores custos em razão do uso do aditivo e pior eficiência econômica. Por ser um produto importado, cujo preço possivelmente esteja atrelado a variações da moeda norte americana, o dólar, seu custo se tornou excessivamente alto. Isto é, mesmo melhorando o desempenho dos animais, nas condições atuais

não foi economicamente viável. Pode-se especular que seu uso se torne viável em condições de menor preço da moeda americana.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do aditivo alternativo se mostrou positiva na alimentação dos leitões, associada ou não ao uso de antimicrobiano, principalmente no período imediatamente após o desmame, em razão das significativas melhoras no ganho de peso dos animais e nas digestibilidades de nutrientes das dietas, e no possível controle de microrganismos patogênicos. Mais estudos são necessários para se avaliar a ação do aditivo alternativo sobre a microbiota e saúde intestinal.

7 REFERÊNCIAS

AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 17. ed. Arlington: AOAC, 2006.

ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L. L. **Swine nutrition**. 2001. cap. 40, p. 903-916.

ALMEIDA, R.T.; PALERMO NETO, J. Antimicrobianos como aditivos em animais de produção. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M.. (Org.). **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 641-658.

ALVARADO, M. A. P.; LÓPEZ, J. C.; VARELA, D. B.; LANDÍN, G. M.; IBARGÜENGOYTIA, J. A. C. Ácido benzoico y un producto basado en especies de *Bacillus* para proteger la productividad de los lechones y al ambiente **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, Mérida, v. 4, n. 4, p. 447-468, 2013.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils: a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446-475, 2008.

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agropecuários**. Arapongas: Midas, 2003. 194 p.

BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; FERREIRA, A.S. et al. Triguilho para suínos nas fases inicial, de crescimento, crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.5, p.827-37, 1992.

BASMACIOĞLU MALAYOĞLU, H.; BAYSAL, S.; MISIRLIOĞLU, Z.; POLAT, M.; YILMAZ, H.; TURAN, N. Effects of oregano essential oil with or without feed enzymes on growth performance, digestive enzyme, nutrient digestibility, lipid metabolism and immune response of broilers fed on wheat-soybean meal diets. **British Poultry Science**, v. 51, n. 1, p. 67-80, 2010.

BELLAVER, C.; RALHO, E. T.; PROTAS, J. F. S.; GOMES, P. C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n.8, p. 969-974, 1985.

BHANDARI, S. K.; XU, B.; NYACHOTI, C. M.; GIESTING, D. W.; KRAUSE, D. O. Evaluation of alternatives to antibiotics using an *Escherichia coli* K88+ modelo of piglet diarrhea: Effects on gut microbial ecology. **Journal of Animal Science**, v.86, p.836- 847, 2008.

BOUDRY, G.; PÉRON, V.; LE HUËROU-LURON, I.; LALLÈS, J.P.; SÈVE, B. Weaning induces both transient and long-lasting modifications of absorptive, secretory, and barrier properties of piglets intestine. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia. V. 134, n. 9, p. 2256-2262, Sept. 2004.

BRANCO, P.A.C.; SOARES, R.; VIEITES, F.; CABRAL, N.; TAVARES, E. Efeito de óleos essenciais como promotores de crescimento em leitões recém-desmamados. **Archivos de zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 231, set. 2011 .

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>>. Acesso em: 12 de out. 2015.

BRENES, A.; ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.158, p. 1-14, 2010.

BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.167-182.

CALDARA, F. R.; ROSA, P. S. G. ; REIS, N. M. O. ; ALMEIDA, F. A. Alho e Orégano como Substitutos de Antimicrobianos na Alimentação de Leitões Desmamados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008.

CASTILLO-SOTO, W.L.; KRONKA, R.N.; PIZAURO JR, J.M.Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica em dietas para leitões desmamados sobre a morfologia intestinal e atividade das enzimas digestivas intestinais. **Archivos Latino americanos de Producción Animal**, v.12, n.1, p.21-27, 2004.

COSTA, L. B., TSE, M. L. P.; MIYADA, V. S. Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém-desmamados. **Rev. Bras. Zootecn.**, 36: 589-595, 2007.

COSTA, L.B.; BERENCHTEIN, B.; ALMEIDA, V.V.; TSE, M.L.P.; BRAZ, D.B.; ANDRADE, C.; MOURÃO, G.B.; MIYADA, V.S. Aditivos fitogênicos e butirato de sódio como promotores de crescimento de leitões desmamados. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 231, set. 2011 .

DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; MANTECA, X. **Bem-estar dos suínos**. Londrina: o Autor, 2014. p. 181-378.

EVERITT, B. S. **The Cambridge dictionary of statistics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 360 p.

FRANZ, C.; NOVAK, J. Sources of Essential Oils. In. BASER, K.H.C.; BUCHBAUER, G. (Ed.). **Handbook of essential oils: science, technology, and applications**. CRCPress, 2009. cap. 3, p. 39-81.

FREITAS, E. R.; RABELLO, C. B.; WATANABE, P. H. Probióticos e Prebióticos na Nutrição de Monogástricos. In: Nilva Kazue Sakomura. **Nutrição de Não-Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2014. p. 485-510.

GREATHEAD, H. Plants and plant extracts for improving animal productivity. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 62, n. 2, p. 279–290, 2003.

HERMANN, J.R.; HONEYMAN, M.S.; ZIMMERMAN, J.J.; THACKER, B.J.; HOLDEN, P.J.; CHANG, C.C. Effect of dietary *Echinacea purpurea* on viremia and performance in porcine reproductive and respiratory syndrome virus-infected nursery pigs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, p.2139-2144, 2003.

HERNÁNDEZ, F.; MADRID, J.; GARCÍA, V.; ORENGO, J.; MEGÍAS, M.D. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. **Poultry Science**, v.83, p.169-174, 2004.

HOLMAN, D.B.; CHÉNIER, M. R. Antimicrobial use in swine production and its effect on the swine gut microbiota and antimicrobial resistance. **Canadian journal of microbiology**, Ottawa, v. 61, n. 11, p. 785-798, 2015.

HUYGHEBAERT, G.; DUCATELLE, R.; VAN IMMERSEEL, F. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. **The Veterinary Journal**, v. 187, n. 2, p. 182-188, 2011.

JACELA, J. Y.; DEROUCHÉY, J. M.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L.; RENTER, D. G.; DRITZ, S. S. Feed additives for swine: Fact sheets – prebiotics and probiotics, and phytogenics. **Journal of Swine Health and Production**, v. 18, n. 3, p. 132-136, 2010.

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

JUNQUEIRA, O. M.; GARIBALDI, L. C.; BARBOSA, S., PEREIRA, A. A.; ARAÚJO, L.F.; NETO, M. G.; PINTO, M. F. Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p.2394-2400, 2008.

KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts. **Feed Mix: The International Journal on Feed, Nutrition and Technology: Special: Alternatives to antibiotics**. Doetinchen, 2000. p.19-21.

LALLÈS, J. P. Nutrition and gut health of the young pig around weaning: what news? **Archiva Zootechnica**, Erie, v. 11, n. 1, p. 5-15, 2008.

LIMA, A.F.; SOARES, M.C.; OLIVEIRA, A.I.G., FIALHO, E.T. **Suinocultura**. UFLA- Universidade Federal de Lavras / FAEPE-Fundação de Apoio ao Ensino Pesquisa e Extensão. Lavras/MG; 1997; p.298.

MALOY, K. J.; POWRIE, F. Intestinal homeostasis and its breakdown in inflammatory bowel disease. **Nature**, v.474, n.7351, Jun 16, p.298-306. 2011.

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 early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 84, p. 2743-2751, 2006.

MELLOR, S. Herbs and spices promote health and growth. **PigProgress**, v. 16, n. 4, 2000.

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

NABUURS, M. J. A.; ZUDERVELD, F. G.; DE LEEUW, P. W. Vilus height and criphth depth in weaned and unweaned pigs, reared under various circumstances in the Netherlands. **Research in Veterinary Science**, v. 55, p.78-84, 2003.

OETTING, L. L.; UTIYAMA, C. E.; GIANI, P. A.; RUIZ, U.S.; MIYADA, V. S. Efeitos de antimicrobianos e extratos vegetais sobre a microbiota intestinal e a frequência de diarreia em leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2013-2017, 2006.

PALERMO-NETO, J. A questão dos resíduos de antimicrobianos em avicultura: verdade ou protecionismo europeu? **Revista Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v.9, n.28-29, p.25-32, 2003.

POND, W. G. ; JUNG, H. G. ; VAREL, V. H. Effect of dietary fiber on young genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weights and digesta content. **Journal of Animal Science**, Urbana-Champaign, v. 66, n. 3, p. 699-706, 1988.

RIZZO, P. V. **Misturas de extratos vegetais como alternativas ao uso de antibióticos melhoradores do desempenho nas dietas de frango de corte**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; DE OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L.T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suíno**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Rev. Bras. Cienc. Farm.**, São Paulo , v. 42, n. 1, p. 1-16, mar. 2006 .

SARTORI, J. R.; FASCINA, V. B.; CARVALHO, F. B.; GONZÁLES, E. Atualidades em aditivos: óleos essenciais, prebióticos e probióticos. In: IX SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 9., 2009. **Anais...** Goiânia, 2009.

SILVEIRA, Hebert. **Ácido benzoico para leitões na fase inicial**: avaliação in vivo e ex vivo. 2014. 119 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras - Mg, 2014.

SUZUKI, O. H.; FLEMMING, J. S.; SILVA, M. E. T. Uso de óleos essenciais na alimentação de leitões. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 6, n. 4, p. 519-526, 2008.

TEILLANT, A.; BROWER, C.H.; LAXMINARAYAN, R. Economics of Antibiotic Growth Promoters in Livestock. **Annual Review of Resource Economics**, Palo Alto-California, v. 7, n. 1, p. 349-374, 2015.

TOLEDO, G. S. P.; COSTA, P. T. C.; SILVA, L.P.; PINTO D.; FERREIRA, P.; POLETTTO, C. J. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico e/ou fitoterápico como melhoradores, adicionados isoladamente ou associados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p.1760-1764, 2007.

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

DO VALE, P. A. C. B.; SOARES, R. T. R. N., BRÊTAS, A. A.; BONAPARTE, T.; VIEITES, F. M.; CABRAL, N. O.; MOTA, T. Desempenho de leitões recém-desmamados alimentados com rações contendo óleos essenciais e melhoradores de crescimento. **Gl. Sci. Technol.**, v. 03, n. 03, p. 59–66, set./dez. 2010.

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

WINDISCH, W.M.; SCHEDULE, K.; Plitzner, C.; Kroismayr, A. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. **Journal Animal. Science.**, v. 86, p. 140-148, 2007.