



GABRIEL AUGUSTO MARTINS E COSTA

**ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NO
DEPARTAMENTO DE SUÍNOS DA FAIRFEED COMÉRCIO
DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS**

LAVRAS-MG

2023

GABRIEL AUGUSTO MARTINS E COSTA

**ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NO DEPARTAMENTO DE SUÍNOS
DA FAIRFEED COMÉRCIO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Medicina Veterinária, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Vinícius de Souza Cantarelli

Orientador

LAVRAS-MG

2023

GABRIEL AUGUSTO MARTINS E COSTA

**ESTÁGIO SUPERVISIONADO REALIZADO NO DEPARTAMENTO DE SUÍNOS
DA FAIRFEED COMÉRCIO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS**

**SUPERVISED INTERNSHIP CARRIED OUT IN THE SWINE DEPARTMENT OF
FAIRFEED COMÉRCIO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
curso de Medicina Veterinária, para a
obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 10 de março de 2023.

Prof. Dr. Vinícius de Souza Cantarelli UFLA

Dr. Rhuan Filipe Chaves UFLA

M.V. Jéssica Aparecida Barbosa UFLA

Prof. Dr. Vinícius de Souza Cantarelli

Orientador

LAVRAS-MG

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me iluminar e abençoar nos diferentes momentos vividos neste período e à Nossa Senhora Aparecida por atender todas as minhas preces.

Aos meus pais, Sandro e Mariza, por sempre me incentivarem e investirem em meus estudos, sendo minha base durante toda esta caminhada. Ao meu irmão, Gustavo, pelo apoio e companheirismo. À minha vó Angelina pelo carinho, preocupações e orações.

À minha namorada, Ana Carolina, pelo carinho, conselhos e companheirismo durante boa parte desta trajetória.

À Universidade Federal de Lavras por proporcionar toda estrutura para meu crescimento profissional e pessoal.

Ao Núcleo de Estudos em Suinocultura (NESUI) e à linha de pesquisa Animal Science and Intestinal Health (ASIH) por me proporcionarem tantas oportunidades na área da suinocultura. Agradeço também aos colegas que convivi nesses grupos, obrigado pelas experiências compartilhadas e pelos momentos de diversão!

Ao meu orientador, Prof. Vinícius Cantarelli, pelo apoio, conselhos, confiança, orientação e pelas oportunidades concedidas.

À Jéssica e ao Rhuan pela amizade, experiências compartilhadas e pela disponibilidade e colaborações para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos da República Come Queto, por serem minha base em Lavras e por participarem de tantos momentos de diversão e companheirismo.

Aos amigos da veterinária pelo companheirismo e colaboração nos desafios enfrentados.

Aos amigos que as experiências na suinocultura me proporcionaram em MG, RS, SC, SP e MT.

A todos que de alguma forma se fizeram presentes e contribuíram neste período.

Muito obrigado

RESUMO

Este relatório aborda as atividades vividas junto ao Departamento de Suínos da FairFeed Comércio de Alimento Para Animais, empresa especializada na venda de premixes e núcleos para animais de produção. A principal atividade desenvolvida no estágio foi um levantamento de custos e análise do retorno sobre o investimento de alguns aditivos melhoradores de saúde intestinal para leitões em fase de creche. Foi destinada maior atenção à esta atividade em função do cenário global requerer uma diminuição no uso de antibióticos e os aditivos melhoradores de saúde intestinal se caracterizam com um grau de extrema importância para a resolução desta questão, principalmente para leitões em fase de creche. Um dos maiores limitantes para a efetivação do uso destes produtos é a dificuldade para obter um retorno sobre o investimento semelhante ao observado em cenários que utilizam antibióticos. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar os custos de inclusões e o retorno sobre o investimento (ROI) da utilização de ácidos orgânicos, óleos essenciais e probióticos para leitões em fase de creche. Para isso, foi solicitado pelo menos para cinco empresas o preço médio de venda praticada para cada aditivo, desconsiderando descontos e custos com frete, sendo que os três primeiros a responderem foram utilizados para as análises. Para análise de custo, foi calculado o custo da tonelada de ração tratada, custo por animal, custo por quilograma de peso vivo tratado e ganho de peso necessário para retorno. Para o cálculo do ROI foi feita uma revisão de literatura para levantamento da média de melhoria obtida através da adição de cada aditivo e, baseado neste valor, foi calculado a receita para a análise do mesmo. Os resultados indicam que os ácidos orgânicos têm um custo de inclusão por animal mais elevado, em função de sua inclusão dietética ser maior, embora garanta bons resultados de retorno sobre o investimento nos dois cenários de comparação. Os óleos essenciais apresentam grande amplitude de preços de venda, embora no geral seu custo por animal não fique tão elevado, em função de ser incluído em pequenas quantidades. A associação entre ácidos orgânicos e óleos essenciais possui um excelente ROI, provavelmente como consequência de efeitos sinérgicos. Os probióticos apresentam um custo de inclusão por animal relativamente baixo, em função de serem incluídos em pequenas dosagens, além disso indicam um ROI positivo. Como conclusão, destaca-se que os aditivos melhoradores de saúde intestinal possuem uma grande amplitude de preços e retornos sobre o investimento e, por isso, a tomada de decisão para o uso destes deve considerar as variáveis de custo e retorno associada a especificidades técnicas de cada situação.

Palavras-chave: Ácidos orgânicos, óleos essenciais, probióticos, antibióticos, ROI.

ABSTRACT

This report discusses the activities carried out with the Swine Department of FairFeed Comércio de Alimentos para Animais, a company specialized in the sale of premix and nutritional specialties for livestock animals. The main activity developed during the internship was a cost survey and analysis of the return on investment of some additives that improve intestinal health for piglets in the nursery phase. Greater attention was devoted to this activity due to the global scenario requiring a decrease in the use of antimicrobials and, as a possible solution, the use of additives that improve intestinal health has been frequently evaluated. One of the biggest limitations to the effective use of these products is the difficulty in obtaining a return on investment similar to that observed in scenarios that antimicrobials are used. In this sense, the present study aimed to evaluate the costs of inclusions and the return on investment (ROI) of using organic acids, essential oils and probiotics for piglets in the nursery phase. For this, at least five companies were asked for the average selling price practiced for each additive, disregarding discounts and shipping costs, and the first three to respond were used for the analyzes. For cost analysis, the cost per ton of treated feed, cost per animal, cost per kilogram of treated live weight and weight gain required for return were calculated. To calculate the return on investment, a literature review was carried out to survey the average improvement obtained through the addition of each additive and, based on this value, the revenue for the ROI analysis was calculated. The results indicate that organic acids have a higher inclusion cost per animal, due to their higher dietary inclusion, although they ensure good return on investment results in the two comparison scenarios. Essential oils have a wide range of sales prices, although in general their cost per animal is not so high, due to being included in small quantities. The association between organic acids and essential oils has an excellent ROI. Probiotics have a relatively low cost of inclusion per animal, due to being included in small doses, in addition, they indicate a positive ROI. In conclusion, it should be noted that intestinal health-enhancing additives have a wide range of prices and returns on investment and, therefore, decision-making for their use must consider the cost and return variables associated with technical specificities of every situation.

Key words: Organic acids, essential oils, probiotics, antimicrobials, ROI.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura de misturadores da fábrica de rações da FairFeed.	3
Figura 2 - Estrutura de porta big-bags e pesagem de macroingredientes.	4
Figura 3 - Carrosséis para pesagem de microingredientes.	4

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fórmulas utilizadas.....	8
Tabela 2 - Análise de custo da inclusão dietética de ácidos orgânicos.	12
Tabela 3 - Análise de custo de inclusão de ácidos orgânicos via água.	12
Tabela 4 - Efeito da adição de ácidos orgânicos no ganho de peso em comparação a dietas com antibióticos.	12
Tabela 5 - Análise do custo de inclusão dietética de óleos essenciais.	18
Tabela 6 - Análise custo de inclusão dietética da associação entre óleos essenciais e ácidos orgânicos.....	19
Tabela 7 - Efeito da adição de óleos essenciais sobre o ganho de peso em comparação a dietas com antibióticos.....	19
Tabela 8 - Efeito da adição de ácidos orgânicos e óleos essenciais sobre o ganho de peso em comparação a dietas com antibióticos.	20
Tabela 9 - Análise do custo de inclusão dietética de probióticos.....	26
Tabela 10 - Efeito da adição de probióticos sobre o ganho de peso em comparação a dietas com antibióticos.	26
Tabela 11 - Resumo dos custos de inclusão e retornos sobre o investimento obtidos com o uso dos aditivos avaliados.....	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	LOCAL DE ESTÁGIO	2
2.1	Departamento de Suínos FairFeed	2
2.2	Fábrica de rações FairFeed	2
2.3	Granjas de clientes na região metropolitana de Belo Horizonte.....	2
2.4	Granjas de clientes no oeste de Minas Gerais.....	3
2.5	Granja Magiana (Sorriso-MT)	3
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	5
4	OS ADITIVOS MELHORADORES DE SAÚDE INTESTINAL COMO ALTERNATIVA AOS ANTIBIÓTICOS	6
4.1	Metodologia.....	8
4.2	Ácidos orgânicos.....	10
4.2.1	Introdução.....	10
4.2.2	Resultados da análise de custos e retorno sobre o investimento	11
4.2.3	Discussão	13
4.2.4	Conclusão	16
4.3	Óleos essenciais	16
4.3.1	Introdução.....	16
4.3.2	Resultados da análise de custos e retorno sobre o investimento	18
4.3.3	Discussão	21
4.3.4	Conclusão	23
4.4	Probióticos	24
4.4.1	Introdução.....	24
4.4.2	Resultados de custos e retorno sobre o investimento	25
4.4.3	Discussão	27
4.4.4	Conclusão	30
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31

1 INTRODUÇÃO

A última etapa da matriz curricular do curso de medicina veterinária na Universidade Federal de Lavras é a realização da disciplina obrigatória intitulada “Estágio Supervisionado”. É caracterizada por exigir a realização de um estágio curricular em uma empresa pública ou privada, sob supervisão de um profissional da área e um professor orientador da UFLA. Dentre as atividades previstas nesta disciplina, está incluso o desenvolvimento de um trabalho de conclusão de curso que descreve as experiências vivenciadas durante o estágio.

O presente trabalho foi desenvolvido com base nas atividades realizadas junto à empresa FairFeed Comércio de Alimentos para Animais. Sediada em Santa Gertrudes, no estado de São Paulo, a empresa tem como atividade principal a fabricação de premixes e especialidades nutricionais para animais de produção. A escolha por esta empresa se deu em função de contatos prévios com a equipe técnica de suínos, que é referência âmbito nutricional e sanitário na suinocultura, além da excelente estrutura disponível.

O período das atividades aconteceu de 17 de outubro de 2022 até 08 de março de 2023, de segunda a sexta-feira, no período de 08:00 às 18:00, tendo 02 horas de almoço, totalizando 08 horas diárias. A carga horária total realizada foi de 824 horas. A orientação das atividades foi feita pelo Prof. Vinícius de Souza Cantarelli, enquanto a supervisão ficou a cargo do veterinário Henrique Lamas Gonçalves, responsável pelo departamento de suínos da FairFeed.

Durante o período do estágio, foi possível acompanhar visitas técnicas a clientes da empresa, nas quais eram realizados levantamentos de pontos de melhoria, bem como análises dos custos de produção das propriedades. As granjas acompanhadas se localizam majoritariamente em dois estados do Brasil, Minas Gerais e Mato Grosso. Além disso, treinamentos para formulação de dietas, acompanhamentos sanitários e boas práticas na fabricação de ração foram realizados na sede da empresa. Como a questão econômica direciona boa parte das decisões técnicas na suinocultura, foram realizadas coletas de preços e estudos para avaliação de possibilidades de inclusão de aditivos com capacidade de substituir os antibióticos, sendo esta a principal atividade desenvolvida durante o estágio.

2 LOCAL DE ESTÁGIO

2.1 Departamento de Suínos FairFeed

A FairFeed possui organização em todo território nacional para a venda de premixes e especialidades nutricionais, além de estrutura organizacional para o acompanhamento técnico de seus clientes. O departamento de suínos conta com 6 consultores técnicos, sediados nas cidades de Belo Horizonte (MG), Monsenhor Paulo (MG), Juiz de Fora (MG), Sorriso (MT), Casca (RS) e Xanxerê (SC), sendo estes responsáveis pela parte técnica de inclusão dos produtos comprados pelos clientes e o acompanhamento dos resultados. Além disso, a empresa possui diversos representantes localizados em regiões estratégicas da suinocultura nacional, cuja função é principal a prospecção de novos clientes. Durante este estágio, acompanhei as viagens realizadas pelos consultores técnicos de Minas Gerais e Mato Grosso para o atendimento de clientes.

2.2 Fábrica de rações FairFeed

Durante todo o período de estágio, visitas constantes eram realizadas na fábrica de rações da FairFeed, que possui capacidade para produção de cerca de 200 toneladas de ração por dia. A fábrica conta com 6 misturadores em linha, 8 portas big bags por linha, silos em balança separados por cada linha, transportadores de ingredientes por linhas pneumáticas, 4 carrosséis de pesagem de ingredientes micro e uma imensa estrutura para estoque. As figuras de 1 a 3 exemplificam tal estrutura. Além disso, a fábrica de rações fica ao lado da estrutura de escritório da empresa.

2.3 Granjas de clientes na região metropolitana de Belo Horizonte

A primeira etapa do presente estágio foi baseada de visitas à clientes localizadas na região metropolitana de Belo Horizonte. São granjas de médio e pequeno porte, caracterizadas por possuir entre 100 a 900 matrizes, com instalações mais antigas e poucos automatizadas. Todas as granjas visitadas possuíam ciclo completado, contendo instalações de recria, gestação, maternidade, creche e terminação. Foram visitados 8 diferentes produtores, nas cidades de Esmeraldas, Sete Lagoas, Itatiaiuçu, Conselheiro Lafaiete e Ribeirão das Neves. As visitas eram acompanhadas ou orientadas por técnicos do departamento de suínos da FairFeed.

2.4 Granjas de clientes no oeste de Minas Gerais

A segunda etapa do estágio foi realizada junto com consultores da empresa que atuam na região do Oeste de Minas Gerais, mais especificamente nas proximidades de Pará de Minas. Se tratam de produtores que investem mais em tecnologia e possuem um maior número de matrizes, girando variando de 1500 a 3000 matrizes. Três produtores foram visitados, nas cidades de Pará de Minas, São Gonçalo do Pará e Bom Despacho.

2.5 Granja Magiana (Sorriso-MT)

Um último período foi destinado para o auxílio a um produtor localizado em Sorriso, no estado do Mato Grosso. Se trata de uma granja reprodutora de suínos certificada, altamente tecnificada, que aloja cerca de 2500 matrizes. Embora todas as instalações da granja tenham sido visitadas, o maior foco das atividades foi no sistema de alimentação automática de fêmeas gestante.

Figura 1 - Estrutura de misturadores da fábrica de rações da FairFeed.



Fonte: FairFeed Comércio de Alimentos para Animais, 2022.

Figura 2 - Estrutura de porta big-bags e pesagem de macroingredientes.



Fonte: FairFeed Comércio de Alimentos para Animais, 2022.

Figura 3 - Carrosséis para pesagem de microingredientes.



Fonte: FairFeed Comércio de Alimentos para Animais, 2022.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A primeira etapa do estágio foi desenvolvida com o intuito de acompanhar a rotina de uma granja comercial de suínos, localizada em Esmeraldas-MG. Para isso, diariamente era realizada junto aos colaboradores da granja as atividades de manejo básicas, bem como a computação dos dados coletados e análise de índices zootécnicos. Foram um total de 21 dias acompanhando a rotina desta granja. O objetivo desta fase foi vivenciar atividades simples e que são fundamentais para a suinocultura, como a inseminação artificial, acompanhamento de partos, verificação de status sanitário, medicação de animais, entre outros.

Posteriormente, foi iniciado o acompanhamento de visitas a clientes da empresa, localizados nas regiões metropolitana de Belo Horizonte e Oeste de Minas Gerais, por um período de aproximadamente 40 dias. Como a situação os desafios enfrentados por cada granja eram bem específicos, cada visita tinha uma dinâmica diferente. Observamos desde situações como perda de desempenho de leitões em fase de creche em função de elevada incidência de diarreia, até problemas produtivos como aumento do índice de retorno ao cio e baixo número de nascidos vivos. O único problema em comum em todas as granjas visitadas era relacionado com dificuldades financeiras enfrentadas, em função de um baixo preço pago pelo quilo de suíno vivo, associado à elevação nos preços de milho e soja. Nesse sentido, boa parte das visitas tinham a demanda de ajuste de ingredientes de ração visando diminuição de custos. Nesse período também foi iniciado uma série de pesquisas de mercado relacionadas a preços de aditivos que podem ser usados como substitutos aos antibióticos, especialmente os que possuem mecanismos de ação relacionados com melhorias na saúde intestinal.

Após esse período, uma série de treinamentos foram iniciados dentro da sede da empresa, localizada junto à fábrica de rações. Os treinamentos eram voltados para formulação de dietas, boas práticas na fabricação de ração e acompanhamento sanitário de granjas. Além dos treinamentos, comumente auxiliava os nutricionistas da empresa na formulação de dietas para clientes. A pesquisa dos preços de mercado dos aditivos continuou sendo realizada, sendo esta atividade discutida com a equipe do departamento de suínos. Associado a isso, revisões de literatura foram feitas visando identificar possíveis problemas na adoção de estratégias que utilizem as tecnologias de tais aditivos.

Por fim, fui direcionado para auxiliar a equipe da Granja Magiana, em Sorriso-MT, na correção de problemas apresentados por máquinas de alimentação automática de fêmeas gestantes em baias coletivas. De maneira geral, o sistema vinha apresentando algumas falhas na computação de dados e adequações de curvas de alimentações. Uma primeira atividade

necessária para tal ajuste foi a identificação de fêmeas que tiveram prejuízos no que se refere ao escore corporal e, em seguida, realizar o ajuste da curva de alimentação dessas fêmeas junto ao sistema, para posterior acompanhamento diário do consumo de ração. Além disso, uma alteração na fórmula das fêmeas em pré-parto foi feita, visando substituir uma melhora qualitativa da fórmula, por uma melhora quantitativa.

Destaca-se que durante todo este período a principal atividade desenvolvida e discutida com a equipe do departamento de suínos da FairFeed foi a questão da diminuição do uso de antibióticos, em associação com o uso de aditivos melhoradores de saúde intestinal, como probióticos, ácidos orgânicos e óleos essenciais. O principal questionamento feito internamente e por clientes é a questão do custo benefício relacionado com o uso destas estratégias. Para a FairFeed este tema é de extrema importância, em função da empresa vender os aditivos pesquisados diretamente para o mercado e, além disso, incluí-los na formulação dos premixes comercializados. Por isso, esta atividade objetivou fomentar dados para a tomada de decisões do departamento de suínos da FairFeed e por produtores e, além disso, se tornando o principal tema discutido neste trabalho de conclusão de curso.

4 OS ADITIVOS MELHORADORES DE SAÚDE INTESTINAL COMO ALTERNATIVA AOS ANTIBIÓTICOS

Desde a década de 1950 os antibióticos vêm sendo utilizados dentro da produção de suínos de diferentes formas, seja como antibiótico promotor de crescimento (APC), ou com os fins terapêutico, preventivo/profilático ou metafilático. Destaca-se que alguns dos princípios ativos destes antibióticos são os mesmos utilizados na medicina humana.

Devido a crescente preocupação, principalmente no que se refere a resistência bacteriana, diversas restrições visando diminuir o uso indiscriminado de antibióticos na produção animal surgiram, principalmente ao seu uso como APCs. Um dos maiores desafios nesse cenário de produção com uso restrito de antibióticos acontece na fase de creche, em função do desmame precoce realizado na suinocultura resultar em desmamados com menor desenvolvimento fisiológico (principalmente no que se refere ao trato gastrointestinal), refletindo em imaturidade do epitélio e sistema imunológico intestinal. Além disso, outros fatores complementam a dificuldade desta fase, como a separação abrupta da fêmea, transição de dieta e mistura com animais de outras leitegadas. Com tantos desafios, é comum no período

pós-desmame o surgimento de enfermidades que comprometem o desenvolvimento dos animais.

Nesse cenário, melhorias em diferentes parâmetros estão sendo buscadas para minimizar os impactos da diminuição do uso de antibióticos. Uma das principais estratégias é a inclusão de aditivos nutricionais com capacidade de diminuir o desenvolvimento de patógenos e promover benefícios para a saúde dos animais. Mesmo tendo mecanismos de ação diferentes, boa parte dos aditivos utilizados em substituição parcial ou total dos antibióticos na fase de creche promovem melhorias na saúde intestinal. Um exemplo do quanto esse termo tem se tornado relevante nos últimos anos é o fato de que dos 1900 artigos publicados no PubMed contendo a saúde intestinal de suínos como palavras-chave, 90% foram publicados depois de 2010 (KIM; DUARTE, 2021).

Os mecanismos de ações relacionados com a capacidade de cada aditivo em melhorar a saúde intestinal são complexos e variam consideravelmente de acordo com cada ambiente e situação. Dentre os vários aditivos capazes de ser incluídos em formulações de dietas com o intuito de melhorar a saúde intestinal em substituição parcial ou total aos antibióticos, existem alguns que já têm suas indicações e aplicações mais elucidadas, como é o caso dos ácidos orgânicos, óleos essenciais e probióticos. Entretanto, ainda há uma lacuna muito grande entre os resultados encontrados na literatura e a real efetivação do uso destes aditivos em condições comerciais. Um dos maiores limitantes para tal efetivação surge em função do custo de inclusão dessas tecnologias, que muitas vezes é mais cara do que uma dieta convencional com antibióticos e, além disso, o resultado zootécnico nem sempre se equipara ao obtido com os antibióticos. Embora tenha muito potencial para utilização, podemos afirmar que esses aditivos melhoradores de saúde intestinal em algumas situações não conseguem substituir os antibióticos na mesma magnitude.

Em função da grande diversidade de produtos que podem ser utilizados em substituição aos antibióticos, a análise dos custos de inclusão e dos retornos esperados é fundamental para a tomada decisão. Nesse sentido, a avaliação do retorno sobre o investimento se caracteriza como um importante indicador de sucesso das estratégias utilizadas, visto que representa rentabilidade real.

Diante disso, objetivamos neste trabalho fazer uma análise do retorno sobre o investimento da utilização de ácidos orgânicos, óleos essenciais, enzimas exógenas e

probióticos para leitões em fase de creche, além de discutir possibilidades de uso mediante ao custo de cada tecnologia.

4.1 Metodologia

A escolha dos aditivos avaliados no presente trabalho se baseou em experiências vividas em campo e na quantidade de trabalhos disponíveis na literatura, sendo selecionadas apenas as seguintes tecnologias para serem discutidas: ácidos orgânicos, óleos essenciais e probióticos.

No que se refere a coleta de preços para cada tecnologia foi solicitado para pelo menos cinco fornecedores o preço do produto, além de sempre utilizar um produto que a FairFeed vende no mercado. Os dois primeiros fornecedores a responderem foram utilizados nas análises econômicas realizadas, que juntamente com o produto comercializado pela FairFeed compuseram os três que foram avaliados.

O custo por tonelada tratada foi obtido através da multiplicação do custo do kg do produto pela inclusão em kg/ton. O custo por animal foi determinado através de uma regra de três, considerando a quantidade estimada de consumo por leitão. O custo por kg de animal tratado foi obtido através da divisão do custo por animal pela estimativa de ganho de peso no período. O ganho de peso necessário para o retorno foi determinado da seguinte fórmula: Ganho de peso necessário = Custo por animal / Preço Suíno. O retorno sobre o investimento (ROI) foi determinado através da seguinte fórmula: $ROI = (Receita - custo)/custo$. Todas as fórmulas estão exemplificadas na tabela 1.

Tabela 1 - Fórmulas utilizadas.

*Variável	Fórmula
Custo por tonelada tratada (CTT)	$CCT = \text{Custo kg produto} \times \text{inclusão(kg/ton)}$
Custo por animal (CPA) ¹	$CPA = (CTT \times 26) \div 1000$
Custo por kg de animal tratado (CAT) ²	$CAT = CPA \div 19,86$
Ganho de peso necessário para retorno (CPR) ³	$CPR = CPA \div 7,30$
Ganho de peso adicional (GPA) ⁴	$GPA = (19,86 \times \% \text{ de melhoria média}) \div 100$
Retorno sobre o investimento	$ROI = (\text{receita} - \text{custo}) \div \text{custo}$

1 – O valor de 26 quilos utilizados nesta fórmula é referente ao consumo esperado de ração em todo período de creche. 2 – O valor de 19,86 quilos utilizado nesta fórmula é referente ao ganho de peso esperado para o período de creche, baseado nos dados do Guia de Crescimento e Terminação Agroceres PIC (2021). 3 – O valor de R\$7,30 utilizado nesta fórmula é referente ao preço do quilo vivo de suíno em Minas Gerais no dia 01/12/2022. 4 – O valor de melhoria média de ganho de peso utilizado nesta fórmula foi obtido através do levantamento de literatura feito para cada aditivo.

As estimativas de ganho de peso e consumo diário de ração foram obtidas do Manual de Crescimento e Terminação da Agroceres PIC (2021). Foi considerado o período de creche

como sendo dos 25 aos 70 dias, sendo o peso inicial 6kg e o peso final 25,6. A média de consumo diário de ração utilizada foi 0,577kg. O consumo de água considerado para todo o período de creche foi 75 litros por animal. Foi considerado o preço do suíno da Bolsa de Suínos do Estado de Minas Gerais (BSEMG) na data de 01/12/2022, sendo este valor R\$7,30.

Para a elaboração da revisão de literatura foi realizada uma abrangente revisão de literatura qualitativa, utilizando majoritariamente livros e artigos. Foram utilizados materiais publicados em português e inglês. Os principais bancos de dados utilizados para pesquisa foram: Web of Science, Scielo e Google Scholar.

Para determinação da melhoria obtida através da inclusão de cada produto, foram escolhidos 10 artigos que utilizam os aditivos (sem inclusão conjunta com antibiótico ou algum outro aditivo não avaliado nesta revisão) em avaliações específicas para fase de creche. Para este trabalho, foram selecionados apenas artigos que comparam dietas com aditivos a dietas com antibióticos. A partir deste levantamento, calculou-se a porcentagem de melhoria em comparação ao tratamento controle com antibióticos. Depois disso, foi feita uma média de melhoria resultante da inclusão dos aditivos dentre os trabalhos selecionados e, baseado nesta média, foi calculado o ganho de peso adicional baseado no desempenho previsto no Manual de Crescimento e Terminação da Agroceres PIC (2021). A fórmula para tal cálculo está descrita a seguir: $\text{ganho de peso adicional (kg)} = (19,86 \times \% \text{ de melhoria média})/100$. O ganho de peso adicional obtido no levantamento multiplicada pelo preço do suíno (R\$7,30) foi o valor estipulado como receita, sendo este número utilizado para o cálculo do ROI. As fórmulas utilizadas para cálculo do ROI estão exemplificadas na tabela 1.

Para a avaliação do retorno sobre o investimento da utilização dietética de ácidos orgânicos consideramos a inclusão dietética de 0,2% (Produtos I e II) e 0,4% (Produto III), avaliando apenas produtos não encapsulados. Já para a avaliação da inclusão de ácidos via água foi considerado a utilização de 1L de produto para cada 1000L de água. No que se refere às avaliações de custo de inclusão dos óleos essenciais foi considerada a adição deste aditivo na proporção de 0,02%, considerando produtos não encapsulados, encapsulados e em associação com ácidos orgânicos. Para a avaliação dos custos de inclusão dos probióticos, foi considerado a inclusão de 0,02% (Produtos I e II) e 0,1% (Produto III).

4.2 Ácidos orgânicos

4.2.1 Introdução

A utilização dos ácidos orgânicos dentro da produção animal inicialmente acontecia visando diminuir a proliferação de bactérias e fungos em grãos armazenados, visto que esta substância possui a capacidade de reduzir o pH do seu entorno, o que conseqüentemente dificulta a disseminação de certos microrganismos (PARTANEN; MROZ, 1999a). Atualmente, sabe-se que a inclusão deste aditivo na dieta ou na água para suínos é capaz de trazer benefícios à saúde intestinal e ao desempenho de leitões em diferentes fases. Os ácidos mais utilizados na nutrição de suínos são ácidos de cadeia curta, contendo até sete carbonos, como o ácido benzoico, fórmico, acético, propiônico, butírico, láctico e sórbico (Resende, 2021).

Devido ao fato de serem ácidos fracos, os ácidos orgânicos possuem a capacidade de serem parcialmente dissociados, sendo que maioria dos ácidos com capacidade antimicrobiana possuem o pKa (pH no qual a metade do ácido é dissociada) entre 3 a 5. (KHAN; IQBAL, 2015; MODINA et al., 2019). Quanto menor o pKa de um ácido, maior será sua capacidade de reduzir o pH estomacal e também exercer maior atividade bactericida, por outro lado ácidos com pKa maiores são mais utilizados na preservação de alimentos (TUGNOLI et al., 2020).

A ação bactericida ou bacteriostática destes ácidos pode surgir em função da própria acidificação do meio ou pela capacidade da forma não dissociada se difundir pela barreira celular bacteriana e dissociar-se no interior da célula, liberando prótons para o meio (ZOTTI et al., 2022). Além disso, a acidificação também consegue melhorar a ação de algumas enzimas, como a tripsina e pepsina, o que é fundamental para leitões e fase de creche, visto que neste período o sistema enzimático destes animais ainda não se encontra totalmente desenvolvido (LONG et al., 2018). Destaca-se que leitões recém-desamados possuem uma dificuldade em produzir clorídrico e, além disso, as dietas fornecidas neste período dificultam a acidificação do meio estomacal

Como resultado da ação bacteriostática e bactericida, além da melhoria do perfil enzimático, diversos trabalhos reportam melhorias em parâmetros de saúde intestinal através da inclusão de ácidos orgânicos. Long et al. (2018) e Ma et al. (2021) relatam que um *blend* de ácidos orgânicos é capaz de aumentar a altura de vilosidade, variável diretamente relacionada com a capacidade de absorção de nutrientes, provavelmente em função da acidificação do meio proporcionar maior fermentação de carboidratos por parte da microbiota benéfica e, conseqüentemente, ocasionar maior formação ácidos graxos voláteis, que são utilizados como

substratos energéticos pelos enterócitos. Também é relatado que os ácidos orgânicos têm capacidade de inibir uma resposta imune exacerbada em dias posteriores ao desmame (GRILLI et al., 2015; LIU, AIDONG et al., 2022; MA et al., 2021).

Os níveis de inclusão dos ácidos orgânicos geralmente ficam em torno de 0,1 a 0,5%, podendo ter algumas variações conforme orientações de fornecedores. Dietas com inclusão acima de 1% já são consideradas como alta inclusão (TUGNOLI et al., 2020; TUNG; PETTIGREW, 2006). Nesse sentido, o objetivo desta seção é avaliar o retorno sobre o investimento dos ácidos orgânicos via água e ração.

4.2.2 Resultados da análise de custos e retorno sobre o investimento

A análise de custo referente à inclusão dietética de ácidos orgânicos para leitões em fase de creche está descrita na Tabela 2. O custo por tonelada tratada considerando a inclusão de 0,2% para os produtos I e II, e inclusão de 0,4% para o produto III foi de R\$36,98, R\$35,40 e 53,60, respectivamente. O custo por animal considerando todo o consumo na fase de creche foi de R\$0,96, R\$0,92 e R\$1,39 para os produtos I, II e III respectivamente. Os preços dos produtos I e II se encontram dentro de uma margem mais próxima, tendo seu investimento pago através do ganho de 0,13 kg de peso vivo a mais. Já o produto III está em uma faixa de preço mais elevada, sendo necessário maior ganho de peso, 0,19 kg, para que se pague.

A análise do custo de inclusão dos ácidos via água para leitões em fase de creche está descrita na Tabela 3. O preço dos produtos corrigidos para o tratamento de 1000L de água foram de R\$15,50, R\$4,50 e R\$11,00, respectivamente para os produtos I, II e III. Já o custo total da fase de creche, considerando o uso de 75L de água por animal, foi de R\$1,16, R\$0,34 e R\$0,83, respectivamente para os produtos I, II e III. O produto I apresentou a maior necessidade de ganho de peso para se pagar, sendo necessário o ganho de 0,16kg de peso vivo. O produto II se paga com o aumento de 0,05kg de peso vivo. O produto III se paga com o ganho de 0,11 kg de peso vivo.

Tabela 2 - Análise de custo da inclusão dietética de ácidos orgânicos.

Variável	Produto I	Produto II	Produto III ¹
Custo por kg	R\$ 18,49	R\$ 17,70	R\$ 13,40
Custo por tonelada tratada	R\$ 36,98	R\$ 35,40	R\$ 53,60
Custo por animal	R\$ 0,96	R\$ 0,92	R\$ 1,39
Custo por Kg de animal tratado	R\$ 0,05	R\$ 0,05	R\$ 0,07
Ganho de peso necessário para retorno	0,13	0,13	0,19
Retorno sobre o investimento	-2,28	-2,34	-1,88

1 – Empresa recomenda a inclusão de 0,4% do produto.

Tabela 3 - Análise de custo de inclusão de ácidos orgânicos via água.

Variável	Produto I	Produto II ¹	Produto III ²
Custo por 1000 litros de água tratada	R\$ 15,50	R\$ 4,50	R\$11,00
Custo total da fase por animal	R\$ 1,16	R\$ 0,34	R\$0,83
Custo por Kg de animal tratado	R\$ 0,06	R\$ 0,02	R\$0,04
Ganho de peso necessário para retorno	0,16	0,05	0,11

1 – Empresa recomenda a inclusão de 500ml para o tratamento de 1000 litros de água, o que diminuiria o seu custo de inclusão

2 – Empresa recomenda inclusão de 250ml para o tratamento de 1000 litros de água, o que diminuiria o seu custo de inclusão

A tabela 4 representa um levantamento feito na literatura relacionado à média de melhoria de ganho peso resultante da adição *blends* de ácidos orgânicos, comparado a dietas com antibióticos. Destaca-se que foram considerados apenas trabalhos que continham a inclusão dietética de ácidos orgânicos na forma de *blends* e não encapsulados, sem associação com qualquer outro aditivo, além de não haver nenhum desafio experimental. A inclusão dos AOs resultou em uma diminuição do ganho de peso de em média -0,85%, comparado com a adição de antibióticos. A análise do retorno sobre o investimento está descrita na tabela 2, sendo que os produtos I, II e III apresentaram um prejuízo de R\$2,28, R\$2,34 e R\$1,88 para cada real investido em ácidos orgânicos.

Tabela 4 - Efeito da adição de ácidos orgânicos no ganho de peso em comparação a dietas com antibióticos.

Período ¹	GP AO ²	GP Controle ³	% de melhoria	Autor	Composição do blend de ácidos
21-59	9,86	10,05	-1,95	Che et al. 2012	Ácido fumárico + ácido cítrico
21-63	16,53	16,81	-1,67	Li et al. 2022	AGCC ⁴ + AGCM ⁵
28-56	11,65	11,76	-0,95	Long et al. 2018	Ácido Fórmico, acético e propiônico associado a AGCM
24-56	12,60	11,76	7,14	Long et al. 2018	Compostos fenólicos associados aos ácidos butírico e sórbico
28-56	5,54	5,60	-1,00	Han et al. 2018	Ácidos fórmico, acético, láctico, propiônico, cítrico e sórbico

26-53	10,39	11,06	-6,08	Li et al. 2008	Ácido butanoico fumárico, benzoico
28-56	12,60	12,01	4,90	Xu et al. 2018	Ácido Benzoico e ácido fumárico
*	*	*	-7,20	Wang et al. 2022	Diferentes blends
Média final			-0,85		

1 – Período: Idade dos animais do início ao fim da avaliação; 2 – GP AO: ganho de peso ácidos orgânicos; 3 – GP Controle: ganho de peso de dietas sem ácidos orgânicos 4 – AGCC: ácidos graxos de cadeia curta; 5 – AGCM: ácidos graxos de cadeia média. * - Estudo de meta-análise que considerou diferentes idades e diferentes ganhos de peso, mostrando apenas a porcentagem de melhoria final de -7,20%.

4.2.3 Discussão

Os efeitos benéficos da adição de ácidos orgânicos em dietas para suínos são bem elucidados na literatura, entretanto há uma lacuna do ponto de vista econômico da utilização deste aditivo. Nos dados coletados no presente trabalho, o investimento em ácidos orgânicos é pago com um ligeiro aumento no ganho de peso, em torno de 100 a 230 gramas por animal.

No que se refere ao retorno sobre o investimento, embora a comparação com dietas que usam antibióticos indique um pequeno prejuízo econômico, é importante ressaltar que a redução do uso de antibióticos é uma realidade cada vez mais presente dentro da produção animal e, por isso, em locais que obrigatoriamente trabalham com menor inclusão de antibióticos os ácidos orgânicos se caracterizam como uma excelente opção.

Outro ponto importante é que a inclusão de antibióticos nas dietas também tem um certo custo. Um breve levantamento realizado em fornecedores de Minas Gerais, indica que o custo por quilograma de amoxicilina e tiamulina gira em torno de R\$6,81 e R\$,7,65, respectivamente, sendo incluindo em torno de 250g para leitões em fase de creche (variando conforme cada situação). Sendo assim, o prejuízo econômico relatado da inclusão de ácidos orgânicos teria um impacto econômico menor, em função da adição de antibióticos também impactar economicamente na dieta. Além disso, a adição dos ácidos apenas em momentos estratégicos da fase de creche, como o período pós-desmame, é uma estratégia eficaz para o combate de desafios e pode ser utilizada para diminuição dos gastos com aditivos.

Partanen & Mroz (1999), em meta-análise sobre a utilização de AO, relatam que leitões em fase de creche submetidos a dietas com ácidos orgânicos têm seu ganho de peso diário alterando de -58g/dia até 106g/dia comparado a dietas controle com antibióticos. Por outro lado, Wang et al. (2022) relatam que a substituição dos antibióticos promotores de crescimento pelos

ácidos orgânicos resulta em piora do ganho de peso diário (GPD) e consumo diário de ração (CRD) em -7,2% e -7,0%, respectivamente. As diferenças relatadas por ambos autores destacam a grande divergência dos resultados presentes na literatura.

Um primeiro fator que pode contribuir para diminuição dos efeitos benéficos da adição de ácidos orgânicos é a capacidade tamponante da dieta, que conceitualmente é a capacidade de uma solução em resistir às alterações de pH decorrentes da adição de produtos ácidos ou básicos. Dietas com alta inclusão de ingredientes como o fosfato bicálcico, calcário, vitaminas/minerais, associados à formulação de dietas complexas, geralmente resultam em alta capacidade tamponante do alimento, que acaba por aumentar o pH intestinal (BOCKOR et al., 2007). Níveis mais elevados de fontes de proteínas como a soja e farinha de carne também têm efeito tamponante considerável (TUNG; PETTIGREW, 2006).

A utilização de produtos de origem láctea também é capaz de mitigar efeitos benéficos dos ácidos orgânicos, visto que esse tipo de ingrediente geralmente é utilizado na ração de leitões em fase de creche para atingir níveis mínimos de lactose recomendados e, como consequência, são convertidos em ácido láctico resultando em acidificação estomacal (BOAS et al., 2016). Sendo assim, melhores resultados por parte de tratamentos com inclusão de ácidos orgânicos são mais presentes em dietas simples à base de milho e soja do que em comparação a dietas complexas que utilizam ingredientes lácteos (Partanen & Mroz, 1999).

Existem relatos de que é possível que a neutralização dos ácidos pelo bicabornato secretado na porção inicial do intestino, a reação com metais das fábricas de rações e a diminuição da palatabilidade das rações também podem interferir negativamente na ação dos ácidos orgânicos, contribuindo para divergência de resultados (ZOTTI et al., 2022; PEARLIN et al., 2020). Destaca-se que a questão da diminuição da palatabilidade acontece principalmente em situações em que uma dosagem maior do que a recomendada é utilizada, resultando na diminuição do consumo de ração (FERRONATO; PRANDINI, 2020; WALSH et al., 2007). Além desses fatores, a forma não encapsulada dos ácidos orgânicos tende a ser rapidamente absorvida na porção inicial do intestino delgado, o que limita sua ação a esta porção.

Segundo Pearlín et al. (2020) os três principais fatores envolvidos no sucesso da inclusão dos ácidos orgânicos são: o próprio ácido, levando em consideração o nível de inclusão e características físico-químicas do produto; o animal, sendo necessário avaliar o desafio presente e a maturidade fisiológica; e a dieta, devido a fatores como a composição química, capacidade tamponante e presença de toxinas. Diante da tríade proposta e dos fatores discutidos

anteriormente, é importante ressaltar que cada granja requer soluções específicas para o sucesso na inclusão de ácidos orgânicos ou qualquer outro aditivo.

Embora resultados presentes na literatura e até mesmo na aplicação prática permitam questionamentos sobre a efetividade dos ácidos orgânicos, principalmente na comparação com o uso de antibióticos, é importante ressaltar que o custo de inclusão encontrado através dos orçamentos coletados no presente trabalho é bem baixo. Além disso, a redução do pH estomacal resultante da adição dietética dos ácidos permite que a inclusão de produtos lácteos seja diminuída, visto que a acidificação causada pelos OAs consegue auxiliar na digestão de dietas a base de milho e soja, suprimindo uma dificuldade fisiológica comum em leitões recém-desmamados. Diante disso, há a possibilidade de diminuição do custo de ração, o que reduz ainda mais a necessidade de ganho de peso para que o investimento se pague.

A propriedade antimicrobiana dos ácidos orgânicos também é uma importante forma de assegurar a melhoria de desempenho, além de proporcionar uma possível redução no uso de antibióticos. Entretanto, principalmente para suínos em fase de creche, talvez o efeito redutor de pH seja mais importante do que a ação antimicrobiana propriamente dita, visto que a manutenção da acidez no estômago é um desafio para leitões neste período. De qualquer maneira, a proliferação de bactérias patogênicas como *E. Coli*, *Salmonella* e *Clostridium perfringens* é significativamente reduzida em pH menores que 5 (PEARLIN et al., 2020). Sendo assim, destaca-se que a uma primeira estratégia para aproveitamento de efeitos antimicrobianos dos AOs se dá através da minimização de possíveis neutralizadores da acidificação.

Bactérias gram-positivas são mais susceptíveis à ácidos orgânicos de cadeia longa, enquanto bactérias gram-negativas são vulneráveis à ácidos de cadeia curta (ZOTTI et al., 2022). Ácidos orgânicos de cadeia média e longa possuem geralmente natureza mais lipofílica e, diante disso, a presença de lipopolissacarídeos na membrana das bactérias gram-negativas dificulta a passagem dessas moléculas (TUGNOLI et al., 2020). Associado aos fatores comentados anteriormente, o valor do pKa de um ácido interfere diretamente em sua capacidade antimicrobiana, visto que a forma não dissociada é a que é capaz de se difundir pela barreira celular bacteriana. Pensando na capacidade antimicrobiana de cada ácido, quanto maior for o seu pKa, mais distante do estômago será seu sítio de ação e mais efeitos contra patógenos intestinais serão exercidos. Uma estratégia comumente utilizada é a utilização de ácidos orgânicos de cadeia curta e média dentro de um mesmo blend, objetivando atingir diferentes locais de ação.

A força da ação antimicrobiana dos principais ácidos usados na suinocultura segue a seguinte sequência, com seu respectivo pKa destacado entre parênteses: ácido benzoico (4,19) > fumárico (3,02/4,38) > láctico (3,83) > butírico (4,82) > fórmico (3,75) > propiônico (4,88) (PEARLIN et al., 2020). Para explorar as diferentes propriedades de cada ácido, bem com potencializar o efeito dos produtos, a maioria das empresas buscar por ofertar para o mercado *blends* de ácidos orgânicos. Embora todos os orçamentos coletados sejam de *blends*, apenas o produto III, composto pelos ácidos fosfórico, fórmico e cítrico, teve sua composição divulgada.

A utilização de ácidos orgânicos via água também tem seus efeitos benéficos. Uma das principais justificativas para a adoção desta estratégia vem do fato que o consumo de ração por parte de leitões recém-desmamados é pequeno, ao contrário do que acontece com o consumo de água, que nos primeiros momentos pós desmame tende a ser um pouco mais elevado, o que em tese contribui para uma acidificação mais efetiva através da inclusão de AOs via água (DE BUSSER et al., 2011; XU, QING LEI et al., 2022). Além disso, também é relatado que suínos preferem consumir águas acidificadas com ácidos orgânicos em comparação com águas normais (ESCUREDO et al., 2016; HOUBEN; VAN NES; TOBIAS, 2015). A análise do custo de inclusão desta estratégia nos mostra que esta estratégia se paga com um ganho de peso um pouco maior em comparação à adição dietética de ácidos. Destaca-se que os resultados obtidos com a inclusão deste aditivo via água são bem semelhantes aos obtidos com a inclusão dietética, entretanto a inclusão via água pode ser uma estratégia mais eficaz para a melhoria da saúde intestinal de leitões recém-desmamados.

4.2.4 Conclusão

Sendo assim, destaca-se os ácidos orgânicos se caracterizam como uma boa alternativa para diminuição do uso de antimicrobianos, primeiramente por apresentar resultados financeiros aceitáveis e, além disso, por ter seu mecanismo de ação resultante de uma capacidade física de redução de pH, algo que é bem claro na literatura e que está totalmente alinhado com demandas fisiológicas de leitões em fase de creche.

4.3 Óleos essenciais

4.3.1 Introdução

Os óleos essenciais (OE) são subprodutos do metabolismo plantas e são obtidos a partir de processos como destilação a vapor, prensagem, extração com solvente ou dióxido de

carbono, entre outros (ZOTTI et al., 2022). Os principais componentes destes óleos são divididos principalmente em dois grandes grupos, são eles: os terpenoides (como o timol, limoneno e carvacrol) e os fenilpropanoides (por exemplo cinamaldeído, safrol e eugenol), além de alguns constituintes aromáticos e alifáticos (RAUT; KARUPPAYIL, 2014). Esta classe de aditivos vem sendo estudada como alternativa aos antibióticos devido às suas características antibacterianas, anti-inflamatórias e antioxidantes.

Os constituintes dos óleos essenciais conseguem promover uma ação antimicrobiana de amplo espectro, seja contra bactérias gram-positivas e gram-negativas, fungos e vírus (ABBASZADEH et al., 2014; ROLLER; SEEDHAR, 2002). No que se refere aos efeitos específicos contra bactérias, é relatado que a ação antibacteriana dos óleos essenciais é mais pronunciada contra bactérias gram-positivas, em função da estrutura de lipopolissacarídeos das gram-negativas impedir a entrada de compostos hidrofóbicos (OMONIJO et al., 2018). De maneira geral, os OE conseguem exercer efeitos antibacterianos através da sua ligação com a membrana celular bacteriana, alterando a conformação desta e resultando em maior permeabilidade, além disso também existem óleos com capacidade de adentrar a célula bacteriana e causar prejuízos diretos no metabolismo e na replicação de DNA (ZOTTI et al., 2022). Embora a ação antimicrobiana dos óleos essenciais seja conhecida, a forma como isso acontece com cada espécie e cepa desses microrganismos é diferente, devido à grande variação na composição destes óleos e também a fatores intrínsecos a cada bactéria (NAZZARO et al., 2013).

Devido a grande quantidade de substâncias e microrganismos presentes no intestino, a regulação da resposta imune neste órgão deve ser balanceada, visando diminuir a chance de resposta imunes exacerbadas causarem danos à morfologia intestinal e ao processo de absorção de nutrientes. Nesse sentido, destaca-se que a capacidade de balanceamento da resposta inflamatória resultante da adição dos óleos essenciais pode auxiliar na melhoria da saúde intestinal. O principal mecanismo de ação envolvido nessa capacidade é através da diminuição da expressão de citocinas pró-inflamatórias e o aumento das anti-inflamatórias (AYRLE et al., 2016; LE COZ et al., 2021; REN et al., 2020). Também é interessante destacar a capacidade dos óleos essenciais em diminuir a resposta inflamatória contra injúrias causadas por lipopolissacarídeos (WANG, LEI et al., 2015).

Ativado pelas mesmas vias metabólicas que alteram a expressão de citocinas inflamatórias, os óleos essenciais conseguem regular a expressão de enzimas antioxidantes como a glutatona peroxidase, catalase, superóxido dismutase, entre outras (OMONIJO et al.,

2018). Além da ação sobre as enzimas antioxidantes, alguns trabalhos relatam que os óleos essenciais conseguem diminuir o estresse oxidativo por meios não enzimáticos, atuando como protetores do início de processo de oxidação de moléculas em radicais livres (JIANG et al., 2017; RESENDE et al., 2020). Os radicais livres têm a capacidade de causar danos diretos ao funcionamento de células e tecidos e, por isso, a capacidade antioxidante dos óleos essenciais contribui diretamente para melhoria da saúde intestinal e sistêmica.

Diante disso, os óleos essenciais se caracterizam como um aditivo capaz de melhorar a saúde intestinal e contribuir para a redução de antibióticos. O objetivo desta seção é avaliar os custos de inclusão e o retorno sobre o investimento obtidos com a utilização de óleos essenciais e suas associações.

4.3.2 Resultados da análise de custos e retorno sobre o investimento

Os dados referentes à análise do custo de inclusão dos óleos essenciais para leitões em fase de creche estão descritos na tabela 5. O custo por tonelada de ração tratada levando em consideração a inclusão de 0,2kg por tonelada foi de R\$3,58, R\$28,95 e R\$14,00, para os produtos I, II e III respectivamente. Já o custo por animal foi de R\$0,09, R\$0,75 e R\$0,36 para os produtos I, II e III, respectivamente. No que se refere ao custo por kg de animal tratado, os produtos I, II e III apresentaram os valores de R\$0,05, R\$0,038 e R\$0,018, respectivamente. O ganho de peso necessário para retorno dos gastos com a inclusão dos produtos I, II e III é atingida através do ganho de 10, 100 e 54 gramas, respectivamente.

A tabela 6 exemplifica a análise do custo de inclusão da associação entre ácidos orgânicos e óleos essenciais. O custo por tonelada de ração tratada para o produto I, II e III foi de R\$7,00, R\$3,00 e R\$5,58 respectivamente. O custo por animal foi de R\$0,18 e R\$0,08 e R\$0,15 para os produtos I, II e III, respectivamente. O custo por kg de animal tratado para os produtos I, II e III foi de R\$0,009, R\$0,004 e R\$0,07, respectivamente. Por fim, o ganho de peso em kg necessário para o retorno do investimento é atingido com 20g, 10g e 20g, para os produtos I, II e III, respectivamente.

Tabela 5 - Análise do custo de inclusão dietética de óleos essenciais.

Variável	Produto I	Produto II*	Produto III*
Custo por kg	R\$ 17,90	R\$ 144,76	R\$ 70,00
Custo por tonelada tratada	R\$ 3,58	R\$ 28,95	R\$ 14,00
Custo por animal	R\$ 0,09	R\$ 0,75	R\$ 0,36
Custo por Kg de animal tratado	R\$ 0,005	R\$ 0,038	R\$ 0,018

Ganho de peso necessário para retorno (Kg)	0,01	0,10	0,05
Retorno sobre o investimento	-114,75	-15,06	-30,08

* – Produtos que utilizam a tecnologia de microencapsulação.

Tabela 6 - Análise custo de inclusão dietética da associação entre óleos essenciais e ácidos orgânicos.

Variável	Produto I	Produto II	Produto III
Custo por kg	R\$ 35,00	R\$ 14,98	R\$27,90
Custo por tonelada tratada	R\$ 7,00	R\$ 3,00	R\$5,58
Custo por animal	R\$ 0,18	R\$ 0,08	R\$0,15
Custo por Kg de animal tratado	R\$ 0,009	R\$ 0,004	R\$0,007
Ganho de peso necessário para retorno (Kg)	0,02	0,01	0,02
Retorno sobre o investimento	11,75	28,79	14,99

As tabelas 7 e 8 representam um levantamento feito na literatura relacionado à média de melhoria de ganho peso resultante da adição *blends* de óleos essenciais ou da associação de óleos essenciais com ácidos orgânicos, comparados a dietas com antibióticos. A inclusão de OEs resultou em uma diminuição do ganho de peso médio de -7,30%. Considerando a inclusão dos OEs associados aos AOs a melhoria de desempenho observada foi de 1,6%. Os dados referentes a análise do retorno sobre o investimento da inclusão dos ácidos orgânicos estão descritos nas tabelas 7 e 8. A utilização de óleos essenciais resultou em um prejuízo de R\$114,74, 15,06 e 30,08 para cada real investido nos os produtos I, II e III, respectivamente. No caso da associação com os ácidos orgânicos, o retorno sobre o investimento resultante da inclusão dos produtos I, II e III foi de R\$11,75, R\$28,79 e R\$14,99, respectivamente.

Tabela 7 - Efeito da adição de óleos essenciais sobre o ganho de peso em comparação a dietas com antibióticos.

Período ¹	GP Óleos essenciais ²	GP Controle ³	% de melhoria	Autor	Detalhe óleos essenciais
21-50	10,67	10,92	-2,31	Tian & Piao 2019	Cinamaldeído e timol
21-50	7,97	6,73	18,44	Mo et al. 2022	Timol, carvacrol e cinamaldeído
28-56	6,33*	9,74*	-35,06	Ahmed et al. 2013	Carvacrol, anetol e flavonoide
27-52	10,62	14,68	-27,66	Henn et al. 2010	Óleo essencial de orégano
21-70	22,74	22,05	3,11	Cho et al. 2005	Óleo essencial de alho e canela

21-50	7,90	8,49	-6,95	Zhang et al. 2020	Óleo essencial de orégano e tributirina
21-36	3,72*	3,72*	-0,04	Montoya et al. 2021	Trans-cinamaldeído, eugenol, carvacrol e timol
23-58	13,825	15,015	-7,93	Kommerer et al. 2006	Óleo de anis, cítrico e orégano
Média final			-7,30		

1 – Período: Idade dos animais do início ao fim da avaliação; 2 – GP Óleos essenciais: ganho de peso óleos essenciais; 3 – GP Controle: ganho de peso de dietas sem óleos essenciais; *: avaliação com desafio sanitário

Tabela 8 - Efeito da adição de ácidos orgânicos e óleos essenciais sobre o ganho de peso em comparação a dietas com antibióticos.

Período ¹	GP OE + AO ²	GP Controle ³	% de melhoria	Autor	Detalhe associação
25-56	12,88	12,01	7,23	Xu et al. 2018	Ácidos benzoico e fumárico associados ao óleo carvacrol e timol
21-63	17,598*	17,136*	2,70	Rodrigues et al., 2020	Ácido benzoico associado a timol, 2-metoxifenol e eugenol
25-50	7,519*	6,808*	10,44	Pu et al. 2018	Ácido benzoico associado a carvacrol e timol
23-44	6,46*	6,25*	3,36	Liu et al. 2022	Ácido cítrico, timol, carvacrol e cinamaldeído
21-49	5,16	5,3	-2,64	Yang et al. 2019	Ácidos cítrico, sórbico, málico e fumárico associado a cinamaldeído e timol
22-43	10,143*	11,025*	-8,00	Stensl et al. 2015	Ácidos propiônico, fórico e acético associado a cinamaldeído
21-65	14,608	13,728	6,41	Silva Júnior et al. 2020	Ácido benzoico associado a timol, piperina e eugenol
23-65	19,404	20,79	-6,67	Resende et al. 2020	Ácido benzoico associado a timol, eugenol, 2-metoxifenol, piperina e curcumina
Média final			1,60%		

1 – Período: Idade dos animais do início ao fim da avaliação; 2 – GP OE+AO: ganho de peso associação óleos essenciais e ácidos orgânicos; 3 - GP controle: ganho de peso de dietas sem óleos essenciais ou ácidos orgânicos; *: avaliação com desafio sanitário.

4.3.3 Discussão

Uma das grandes dificuldades relacionadas à análise de dados sobre o uso de óleos essenciais surge da grande diversidade de produtos que esta classe possui. De qualquer maneira, os dados coletados no presente trabalho indicam que a inclusão deste aditivo é paga com um aumento mínimo de peso vivo em todo período de creche, girando em torno 0,01 a 0,1kg. A baixa inclusão deste aditivo justifica a pequena melhoria necessária para se pagar o investimento.

O odor pungente característico dos óleos essenciais levanta questionamentos sobre a possibilidade de ocorrer a diminuição do consumo diário de ração decorrente da inclusão deste aditivo. Os resultados encontrados na literatura sobre esta questão variam bastante, Zeng et al. (2015) relatam que a adição de óleos essenciais em dietas de suínos alterou o consumo de ração diário de -3 a 19%, enquanto revisão feita por Franz et al. (2010) reporta esta variável alterando de -9 a 12% em comparação a dietas controles (considerando dietas com e sem antibióticos). Mo et al. (2022) observaram que o efeito de redução de consumo é mais provável em animais submetidos a dietas com altas inclusões de óleos essenciais, especialmente em casos que não há microencapsulação. Silva et al. (2022) relatam que alguns metabólitos secundários dos óleos essenciais podem gerar odores desagradáveis e resultar na diminuição do consumo.

Contrariando a possibilidade de redução de consumo, alguns autores sugerem que os óleos essenciais possuem a capacidade de se ligar a receptores localizados em diferentes porções do trato digestivo, diminuindo o tempo de esvaziamento gástrico e aumento as secreções salivares, gástricas e biliares, o que contribuiria para o aumento do apetite de leitões (KOMMERA et al., 2006; MONTROYA et al., 2021). As diferenças relatadas pelos trabalhos surgem em função das características de cada óleo essencial utilizado, bem como os níveis de inclusão.

A capacidade bactericida e bacteriostática dos óleos essenciais é bem reportada em avaliações realizadas *in vitro* para diferentes bactérias que ocasionam problemas para leitões em fase de creche (DE AGUIAR et al., 2022; SANTURIO et al., 2014; VAILLANCOURT et al., 2018). Porém, um ponto de discussão levantado sobre esta capacidade dos óleos essenciais é que a inclusão necessária para que se consiga atingir concentrações inibitórias mínimas geralmente são maiores do que os níveis de inclusão geralmente praticados dentro da suinocultura (OMONJO et al., 2018). A dificuldade para que se atinja a concentração inibitória mínima deve ser associada a fatores como a possibilidades de volatilização dos componentes dos óleos essenciais antes destes serem consumidos e, além disso, ao desaparecimento destes

componentes na porção inicial do intestino e no estômago. Entretanto, há uma brecha na literatura para definição de como esses processos que geram volatilização e perdas dos componentes dos óleos essenciais podem acontecer e quais principais caminhos para mitigá-los. Destaca-se que a microencapsulação é uma estratégia bem elucidada e que mitiga tais impactos.

Do ponto de vista financeiro, a análise de custo nos mostra que, levando em consideração o gasto por animal, os gastos para inclusão de óleos essenciais são mínimos, especialmente os que não utilizam a tecnologia de encapsulação. Como mencionado anteriormente, esse fato surge em função da inclusão dietética ser pequena. Diante disso, é importante ressaltar que a tecnologia de encapsulação teria efeitos mais pronunciados neste tipo de aditivo, em função da inclusão ser pequena e não elevar significativamente os custos. Além disso, a encapsulação garante mais segurança no processo de inclusão, minimizando a possibilidade de odores negativos na ração e de que haja perdas durante o processo de fabricação/fornecimento de ração, aumentando a chance do local de ação do aditivo acontecer majoritariamente no intestino. Mo et al. (2022) relatam que a microencapsulação diminui os possíveis efeitos negativos da adição de óleos essenciais, garantindo bons números de consumo de ração e reduzindo a inflamação intestinal, além de diminuir a quantidade de bactérias patogênicas, principalmente quando comparado com o tratamento sem encapsulação.

A avaliação do retorno sobre o investimento indica severos prejuízos no cenário em que o uso dos óleos essenciais é comparado com dietas contendo antibióticos. O valor médio de perda de desempenho de cerca de -7,30% é o principal responsável por tal resultado. Diante disso, podemos supor que os óleos essenciais sozinhos teriam mais dificuldade para o controle de desafios da fase de creche. Acredita-se que, em função do período pós-desmame proporcionar o desenvolvimento de patógenos, aditivos com ação mais direta (efeitos bactericidas e bacteriostáticos) sobre estes microrganismos teriam mais efetividade. Embora os óleos essenciais tenham seus efeitos bactericidas e bacteriostáticos comprovados, a concretização destes efeitos no campo é complexa, principalmente em função de não haver uma definição clara de como os princípios ativos dos óleos essenciais podem se volatilizar ou não conseguir atingir segmentos intestinais mais distantes do duodeno. Nesse sentido, aditivos como ácidos orgânicos e probióticos, que através da acidificação e exclusão competitiva, respectivamente, dificultam diretamente o desenvolvimento de patógenos, teriam resultados melhores em avaliações realizações sem associações de aditivos.

A tecnologia de encapsulação contribui para que os custos de inclusões dos produtos II e III sejam maiores do que em comparação ao produto I. Como consequência, observamos que este produto apresente um elevado prejuízo na avaliação retorno sobre o investimento, em função da quantidade comprada com o valor fixo de R\$1,00 é bem maior para o produto I em comparação aos demais. De qualquer maneira, destaca-se a possibilidade de que resultados encontrados no campo sejam bem diferentes entre as tecnologias que utilizam e não utilizam microencapsulação.

Os componentes ativos dos óleos essenciais possuem melhor ação quando utilizados em conjunto, em função de um efeito sinérgico facilmente obtido em função dos diferentes mecanismos de ação dos óleos essenciais. A utilização de óleos essenciais juntamente com ácidos orgânicos também é capaz de estabelecer um forte efeito sinérgico. A capacidade dos óleos essenciais de danificar as membranas celulares de microrganismos patogênicos facilita a entrada dos ácidos orgânicos dentro destes, facilitando a dissociação dentro da célula (ZOTTI et al., 2022; XU et al., 2018). Além disso, Omonijo et al. (2018) relatam que pequenas moléculas hidrofílicas dos ácidos orgânicos conseguem passar pelas porinas presentes na estrutura da camada celular de bactérias de gram-negativas, ao contrário do que acontece com compostos hidrofóbicos presentes na estrutura dos componentes ativos dos óleos essenciais. Nesse sentido, a utilização dos ácidos orgânicos junto aos óleos essenciais contribuiria para uma melhor ação também contra bactérias gram-negativas.

O levantamento de custos indica que a inclusão de óleos essenciais associados aos ácidos orgânicos resulta em gastos relativamente semelhantes ao cenário em que os óleos essenciais são incluídos sem associações. Além disso, ao analisarmos o levantamento de dados da literatura considerando a comparação de dietas com antibióticos, a associação OEs e AOs possui resultados melhores em relação ao uso sem associações. Nesse sentido, a associação destes aditivos aparenta possuir um excelente custo-benefício.

4.3.4 Conclusão

Como conclusão, destacamos que devido aos baixos níveis de inclusão em dietas, o custo de adição de óleos essenciais é pequeno, mesmo tendo um preço de venda relativamente alto. Além disso, seus benefícios são potencializados através da associação com ácidos orgânicos. Os efeitos benéficos dos óleos essenciais sobre a modulação da resposta imune,

controle do estresse oxidativo e ação antimicrobiana são os responsáveis por melhorias em parâmetros de saúde intestinal e, conseqüentemente, variáveis de desempenho.

4.4 Probióticos

4.4.1 Introdução

A manutenção da saúde intestinal envolve diretamente o equilíbrio dos microrganismos presentes neste órgão, visto que estes possuem a capacidade de produzir metabólitos que interferem positivamente e negativamente no metabolismo intestinal, controlar a proliferação de patógenos e modular a resposta inflamatória. Destaca-se também a capacidade destes microrganismos em atuar na absorção de nutrientes, especialmente na obtenção de energia e metabolismo de carboidratos (ZOTTI et al., 2022).

Os probióticos são classificados como microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro. A microbiota natural dos suínos é predominantemente composta por bactérias do gênero *Lactobacillus*, além de várias espécies de *bifidobacterias* e *bacteroidaceae*. Em função disso, os probióticos mais utilizados na suinocultura utilizam bactérias produtoras de ácido láctico em sua composição, como *Lactobacillus bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. paracasei*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium* e *faecalis*; bifidobactérias como *B. pseudolongum*, *B. thermophilum*, *B. breve*; e espécies de bacillus como *B. cereus*, *B. toyoi* e *B. subtilis* (Silva et al., 2022). Algumas espécies de fungos probióticos como *Saccharomyces cerevisiae* e *S. boulardi* também são comumente utilizadas.

O fornecimento de microrganismos benéficos à microbiota intestinal resulta na exclusão competitiva de patógenos, sendo este um primeiro fator positivo da inclusão de probióticos na dieta. A exclusão competitiva significa que as diferentes espécies de bactérias presentes no intestino competem por sítios de adesão na mucosa intestinal e, sendo assim, o fornecimento oral de cepas não patogênicas resulta na diminuição de sítios para adesão de bactérias patogênicas (BERMUDEZ-BRITO et al., 2015; PEREIRA et al., 2022). A partir do momento em que há a fixação na mucosa, os microrganismos iniciam a produção de metabólitos e outras substâncias que vão exercer efeitos diretos na saúde intestinal.

O aumento na concentração de lactato e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), como o butirato, acetato, propionato, é comum em animais suplementados com probióticos e se caracteriza com um primeiro efeito benéfico resultante da utilização destes microrganismos

(VASQUEZ et al., 2022). Os AGCC exercem diversos efeitos positivos para a saúde intestinal, em função de serem substratos energéticos para colonócitos, melhorarem a morfologia intestinal e a digestibilidade. No caso do lactato, a redução do pH intestinal é a função biológica de maior importância, visto que esta alteração diminui a proliferação de bactérias patogênicas.

A produção de enzimas e substâncias antimicrobianas também são benefícios obtidos através da adição de probióticas em dietas. Bactérias do gênero *Lactobacillus*, por exemplo, são capazes de aumentar a atividade de enzimas como a β -galactosidase, o que resulta no melhor aproveitamento de nutrientes (FULLER, 2012). Além disso, o gênero *Bacillus* também é capaz de produzir uma série de enzimas, como a α -amilase, arabinase, celulase, maltase, dextranase, entre outras (Liu et al., 2018). Outro exemplo são as leveduras do gênero *Saccharomyces*, que são capazes produzir substâncias antimicrobianas e estimular a resposta de IgA contra patógenos (ELGHANDOUR et al., 2020).

O efeito causado por cada probiótico varia consideravelmente conforme a cepa utilizada e, em função da grande diversidade de microrganismos que podem ser usados como aditivos, os resultados e custos de inclusão são diversos. O objetivo desta seção é avaliar os custos de inclusão e o retorno sobre o investimento obtidos com a utilização dos probióticos.

4.4.2 Resultados de custos e retorno sobre o investimento

A análise de custo referente à inclusão de probióticos está descrita na tabela 9. O custo por tonelada tratada dos produtos I, II e III foi de R\$17,00, R\$7,88, R\$26,00. O custo por tonelada de ração tratada levando em consideração a inclusão de 0,2kg por tonelada foi de R\$17,00, R\$7,88 para os produtos I, II, respectivamente, e levando em conta a inclusão de 0,1% para o produto III foi de R\$26,00. No que se refere ao custo por animal, os produtos I, II e III apresentam o custo de R\$0,44, R\$0,20 e R\$0,68. O custo por kg de animal tratado foi R\$0,022, R\$0,010 e R\$0,034. O ganho de peso necessário para retorno dos gastos com a inclusão dos produtos I, II e III é atingido com a melhoria de 0,06, 0,03 e 0,09 quilogramas a mais de ganho de peso, respectivamente.

Tabela 9 - Análise do custo de inclusão dietética de probióticos.

Variável	Produto I	Produto II	Produto III ¹
Custo por kg	R\$ 85,00	R\$ 39,40	R\$26,00
Custo por tonelada tratada	R\$ 17,00	R\$ 7,88	R\$26,00
Custo por animal	R\$ 0,44	R\$ 0,20	R\$0,68
Custo por Kg de animal tratado	R\$ 0,22	R\$ 0,010	R\$0,034
Ganho de peso necessário para retorno (kg)	0,06	0,03	0,09
Retorno sobre o investimento	11,56	26,10	7,21

1 – Empresa recomenda inclusão de 0,1% do produto.

A tabela 10 é referente a revisão de literatura feita sobre os efeitos dos probióticos sobre o desempenho de leitões em fase de creche, sendo considerados apenas avaliações que não utilizam probióticos em associação com outros aditivos. As cepas probióticas utilizadas variam consideravelmente, sendo as espécies *Bacillus*, *Lactobacillus* e *Clostridium* as principais em utilização. O uso dos probióticos resultou na melhoria de desempenho de 3,83% considerando o cenário de comparação com dietas que utilizam antimicrobianos. Os resultados referentes a análise de retorno sobre o investimento estão descritos na tabela 15, sendo constatado um retorno de R\$11,56, R\$26,10 e R\$7,21 para cada real investido em probióticos.

Tabela 10 - Efeito da adição de probióticos sobre o ganho de peso em comparação a dietas com antibióticos.

Período ¹	GP Probiótico ²	GP Controle ³	% de melhoria	Autor	Detalhe Probiótico
28-88	28,62	27,294	4,858	Suo et al. 2012	<i>Lactobacillus plantarum</i>
26-54	9,38	9,8	-4,286	Hu et al. 2015	<i>Enterococcus faecalis</i>
28-56	8,78*	8,82*	-0,454	Qiao et al. 2015	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
25-40	3,99	4,102	-2,730	Li et al. 2021	<i>Bacillus subtilis</i>
28-56	10,92*	10,444*	4,558	Tabasum et al. 2013	<i>Lactobacillus reuteri</i>
21-70	21,546	21,588	-0,195	Wang & Kim, 2021	<i>Lactobacillus plantarum</i>
26-54	15,932	15,008	6,157	Sun et al. 2022	<i>Bacillus coagulans</i>
23-51	7,71176	9,06416	-14,920	Hou et al. 2021	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> , <i>Bacillus</i>

28-56	10,26424	8,4728	21,143	Wang et al. 2019	<i>subtilis</i> e <i>Saccharomyces</i> <i>paradoxus</i> <i>Lactobacillus</i> <i>fermentum</i> e <i>Pediococcus</i> <i>acidilactici</i>
20-48	16,66	13,412	24,217	Lee et al. 2012	<i>Lactobacillus</i> <i>plantarum</i>
Média final			3,83		

1 – Período: Idade dos animais do início ao fim da avaliação; 2 – GP probióticos: ganho de peso de dietas contendo probióticos; 3 – GP Controle: ganho de peso de dietas sem inclusão de probióticos; *: avaliação com desafio sanitário

4.4.3 Discussão

Dentre os aditivos avaliados no presente trabalho, os probióticos apresentaram uma média de preço de venda mais elevada, entretanto, devido a inclusão em pequena quantidade, seu custo por animal foi pequeno e, além disso, mostraram no levantamento de literatura ter os melhores resultados de desempenho. Destaca-se que embora a literatura revele bons resultados acerca da inclusão de probióticos, a efetivação destes números na prática depende de um uso menos empírico e mais baseado no conhecido das cepas probióticas a serem fornecidas, do estado fisiológico e imunológico dos animais, além das características específicas de cada instalação (BARBA-VIDAL; MARTÍN-ORUÉ; CASTILLEJOS, 2018). Nesse sentido, um primeiro passo importante é ter conhecimento da ampla gama de cepas probióticas que podem ser utilizadas dentro da suinocultura, que englobam espécies bacterianas, fúngicas e de leveduras.

Um dos grupos mais conhecidos nesta classe de aditivos são as bactérias produtoras de ácido lático, que englobam diversas espécies, como *Lactobacillus spp.*, *Lactococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Pediococcus spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Enterococcus spp.*, que possuem como característica em comum ter o ácido lático como produto final da fermentação de carboidratos (YANG, FENGJUAN et al., 2015). Em função do aumento da concentração de ácidos, essas bactérias possuem a capacidade de acidificar principalmente a região do duodeno e estômago, contribuindo para melhor ação de enzimas digestivas e, conseqüentemente, melhorando a absorção de nutrientes (GIANG et al., 2010). A acidificação associada a produção de substâncias antimicrobianas também contribui para a diminuição de patógenos, como a *Escherichia coli* (MARCHWIŃSKA; GWIAZDOWSKA, 2021). Os benefícios destas

bactérias sobre a saúde intestinal e o desempenho de leitões em fase de creche são bem conhecidos (GIANG et al., 2012; WANG et al., 2019; ZHU et al., 2022). Destaca-se que espécies de *Lactobacillus* estão entre as mais utilizadas com fins probióticos e, além disso, estão presentes na maioria dos trabalhos considerados no levantamento de literatura do presente trabalho e também na análise de custo.

Juntamente com espécies de *Lactobacillus*, os *Bacillus spp.* também se encontram entre as espécies bacterianas mais utilizadas como probióticos. Além dos efeitos na produção de enzimas, antibacterianos e imunomoduladores, a capacidade de formação de esporos da desta espécie contribui para menor perda de viabilidade durante o processamento e transporte de rações (GIANG et al., 2012; LUISE et al., 2022). Algumas espécies de *Clostridium* são capazes de formar esporos e também são considerados como alternativas para uso como probióticos (CANIBE et al., 2022). Além destes, é interessante destacar os fungos da espécie *Saccharomyces*, que possuem efeitos antimicrobianos e desintoxicantes notórios, são amplamente utilizados como probióticos (ELGHANDOUR et al., 2020; LIU et al., 2018).

Visando aproveitar os diferentes mecanismos de cada probiótico, a utilização de várias cepas em um único produto é uma estratégia comumente adotada. Embora nem sempre o efeito seja sinérgico, devido a possibilidade de competição por sítios de adesão e nutrientes, a associação de diferentes microrganismos pode resultar em efeitos sinérgicos e complementares (BARBA-VIDAL; MARTÍN-ORUÉ; CASTILLEJOS, 2018). Observamos na presente avaliação que todos os produtos que tiverem orçamentos coletados adotam a estratégia de combinação de cepas.

O comparativo entre os produtos utilizados na presente avaliação indica que a espécie *Lactobacillus* é a mais presente em todas as composições. O produto I, por exemplo, associa principalmente bactérias da espécie *Lactobacillus* com *Enterococcus faecium*. Da mesma forma, o produto II também é majoritariamente composto por *Lactobacillus*, embora em sua composição haja outras espécies produtoras de ácido láctico. Já o produto III, embora possua em sua composição bactérias produtoras de ácido láctico, a maior parte do seu efeito probiótico vem de espécies de *Bacillus*.

Embora a diferença de preços seja significativa entre os produtos avaliados, a sua composição probiótica não é a principal responsável por esta discrepância, mas sim outros aspectos relacionados com a garantia de qualidade. O produto I, por exemplo, que possui o custo mais elevado entre os produtos avaliados neste trabalho (levando em consideração o preço

de venda), exige armazenamento em temperaturas mais amenas, possui embalagem a vácuo e tem como veículo lactose (que atua como estimulante de consumo). Por outro lado, o produto III, que é o mais barato entre os produtos avaliados, adota menos estratégias visando a garantia de viabilidade pós processamento e a principal forma para mitigar possíveis perdas é através da maior inclusão na ração (o que resulta no aumento do custo por animal). Destaca-se que embora a estratégia adotada por cada empresa altere o custo de inclusão, as inclusões recomendadas por cada fabricante resultam em níveis de garantia, sendo estes os que devem ser considerados para a análise dos possíveis efeitos. Conforme mencionado anteriormente, a capacidade das espécies de *Bacillus* em formar esporos e contribuir para maior tempo de viabilidade dos probióticos pode justificar uma menor adoção de estratégias de garantia de qualidade por parte do produto III.

A efetividade dos probióticos em situações de desafio é algo comumente avaliado, embora os resultados disponíveis na literatura sejam divergentes. Como exemplo, Yang, Park & Kim, (2020) e Hanczakowska et al. (2016) demonstram a efetividade de cepas de *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecium*, respectivamente, no controle da carga patogênica de *Escherichia coli*, enquanto Peeters et al. (2019) relatam poucos efeitos de cepas de *Clostridium butyricum* em controlar um desafio de *Salmonella Typhimurum*. Devido à diversidade de desafios presentes e características específicas de cada cepa utilizada, a efetividade de cada probiótico varia consideravelmente. Destaca-se que, embora seja possível atingir os mesmos resultados em comparação a dietas com utilização de antibióticos, o uso de probióticos requer uma abordagem diferente, necessitando de uma integração das variáveis de nutrição, manejo e ambiência, para atingir resultados semelhantes.

No caso específico da fase de creche, muitas vezes o intuito da inclusão dos probióticos objetiva um estabelecimento de uma microbiota benéfica e, conseqüentemente, diminuir a vulnerabilidade ao ataque de patógenos. Por outro lado, uma das grandes dificuldades desta transição do desmame é o consumo de ração seca, que na maioria das vezes é pequeno nos momentos iniciais após a separação do leitão e matriz. Nesse sentido, o estímulo ao consumo (seja através de papinhas ou através da própria ração seca) é fundamental para que o efeito probiótico seja alcançado. Além disso, certas variáveis, como a temperatura ambiental, têm alta interferência no comportamento alimentar de leitões em início de fase de creche e precisam ser controladas para minimizarmos o impacto do desmame. Eis um exemplo de como a adoção de uma estratégia nutricional, no caso os probióticos, requer ações dinâmicas em outras variáveis para que seu objetivo seja mais facilmente atingido. Embora em cenários que se

utilizem antibióticos o estímulo ao consumo também seja fundamental para a garantia de desempenho, a ação terapêutica e profilática destes é atingida de uma maneira mais fácil em relação às estratégias que utilizem aditivos nutricionais.

Novamente, os ROIs apresentados pelo uso dos probióticos no presente trabalho são difíceis de serem replicados em condições de criação comercial, visto que a melhoria de desempenho indicada na literatura é difícil de ser obtida na mesma magnitude.

4.4.4 Conclusão

Portanto, destacamos que os probióticos apresentam uma média de custo por animal mais barata e, além disso, os dados obtidos da literatura indicam um retorno sobre o investimento mais facilmente obtido. É importante ressaltar que os produtos avaliados possuem grandes diferenças em sua composição probiótica e constituição de veículos, mais acentuado do que acontece nos outros aditivos. Por fim, destaca-se a importância do conhecimento preciso sobre as cepas probióticas a serem utilizadas, bem como uma visão holística objetivando melhores resultados com a inclusão deste aditivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tabela 11 resume os retornos obtidos com o uso dos aditivos melhoradores de saúde intestinal. Um primeiro ponto de destaque é que as condições controladas nas quais foram desenvolvidos boa parte dos trabalhos que estão presentes no levantamento de literatura, associado a uma tendência para publicação de resultados positivos, justifica as boas melhorias de ganho de peso encontradas com o uso destes aditivos e, conseqüentemente, bons retornos sobre o investimento. É importante ressaltar que nem sempre tais resultados serão igualmente encontrados em condições comerciais de criação. De qualquer maneira, destaca-se que o presente trabalho busca dar início a utilização de estratégias que facilitem a tomada de decisão associando conceitos técnicos e financeiros, principalmente através da análise do retorno sobre o investimento.

Embora os ácidos orgânicos apresentem o menor custo por quilograma, o custo por animal é o maior dentro os produtos avaliados, em função de ser incluído em dosagens maiores. A análise do retorno sobre o investimento indica um pequeno prejuízo econômico resultante da utilização deste aditivo, algo que pode ser bem aceito em situações que os antibióticos já não são incluídos com objetivos metafiláticos.

Já os óleos essenciais tiverem a maior variação de custos dentre os produtos avaliados. A variedade de extratos vegetais e técnicas de extração utilizadas no mercado, associado a algumas estratégias para melhorias de resultados, como a encapsulação, justificam a ampla divergência. Sua associação com ácidos orgânicos foi a que apresentou um melhor retorno sobre o investimento.

A análise dos custos e retornos relacionados ao uso de probióticos demonstram que esta estratégia tem grande potencial para uso em fase creche, em função de seu custo por animal não ser tão elevado e o retorno sobre o investimento ser positivo.

Por fim, destaca-se que a escolha do aditivo a ser empregado no campo não deve ser embasado somente em custo, visto que os resultados obtidos com cada produto variam consideravelmente conforme cada situação, embora essa variável tenha relação direta com o retorno econômico. Os objetivos desejados com a inclusão, bem como os desafios enfrentados pela granja e as características de cada produto devem ser avaliadas associadamente ao custo para a tomada de decisão.

Tabela 11 - Resumo dos custos de inclusão e retornos sobre o investimento obtidos com o uso dos aditivos avaliados.

Variável	Produto I	Produto II	Produto III
Ácidos orgânicos (via ração)			
Custo por kg	R\$ 18,49	R\$ 17,70	R\$ 13,40
Custo por tonelada tratada	R\$ 36,98	R\$ 35,40	R\$ 53,60
Custo por animal	R\$ 0,96	R\$ 0,92	R\$ 1,39
Custo por Kg de animal tratado	R\$ 0,05	R\$ 0,05	R\$ 0,07
Ganho de peso necessário para retorno	0,13	0,13	0,19
Retorno sobre o investimento	-2,28	-2,34	-1,88
Ácidos orgânicos (via água)			
Custo por 1000 litros de água tratada	R\$ 15,50	R\$ 4,50	R\$ 11,00
Custo total da fase por animal	R\$ 1,16	R\$ 0,34	R\$ 0,83
Custo por Kg de animal tratado	R\$ 0,06	R\$ 0,02	R\$ 0,04
Ganho de peso necessário para retorno	0,16	0,05	0,11
Óleos essenciais			
Custo por kg	R\$ 17,90	R\$ 144,76	R\$ 70,00
Custo por tonelada tratada	R\$ 3,58	R\$ 28,95	R\$ 14,00
Custo por animal	R\$ 0,09	R\$ 0,75	R\$ 0,36
Custo por Kg de animal tratado	R\$ 0,01	R\$ 0,04	R\$ 0,02
Ganho de peso necessário para retorno (Kg)	0,01	0,1	0,05
Retorno sobre o investimento	-114,75	-15,06	-30,08
Óleos essenciais e ácidos orgânicos			
Custo por kg	R\$ 35,00	R\$ 14,98	R\$ 27,90
Custo por tonelada tratada	R\$ 7,00	R\$ 3,00	R\$ 5,58
Custo por animal	R\$ 0,18	R\$ 0,08	R\$ 0,15
Custo por Kg de animal tratado	R\$ 0,01	R\$ 0,00	R\$ 0,01
Ganho de peso necessário para retorno (Kg)	0,02	0,01	0,02
Retorno sobre o investimento	11,75	28,79	14,99
Probióticos			
Custo por kg	R\$ 85,00	R\$ 39,40	R\$ 26,00
Custo por tonelada tratada	R\$ 17,00	R\$ 7,88	R\$ 26,00
Custo por animal	R\$ 0,44	R\$ 0,20	R\$ 0,68
Custo por Kg de animal tratado	R\$ 0,22	R\$ 0,01	R\$ 0,03
Ganho de peso necessário para retorno (kg)	0,06	0,03	0,09
Retorno sobre o investimento	11,56	26,1	7,21

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASZADEH, S. *et al.* Antifungal efficacy of thymol, carvacrol, eugenol and menthol as alternative agents to control the growth of food-relevant fungi. **Journal de mycologie medicale**, v. 24, n. 2, 2014.

AHMED, S. T. *et al.* Effects of Resveratrol and Essential Oils on Growth Performance, Immunity, Digestibility and Fecal Microbial Shedding in Challenged Piglets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 26, n. 5, p. 683, 2013.

AYRLE, Hannah *et al.* Medicinal plants – prophylactic and therapeutic options for gastrointestinal and respiratory diseases in calves and piglets? A systematic review. **BMC Veterinary Research**, v. 12, n. 1, p. 1–31, 2016.

BARBA-VIDAL, E.; MARTÍN-ORUÉ, S. M.; CASTILLEJOS, L. Review: Are we using probiotics correctly in post-weaning piglets? **Animal**, v. 12, n. 12, p. 2489–2498, 2018.

BERMUDEZ-BRITO, Miriam *et al.* Lactobacillus paracasei CNCM I-4034 and its culture supernatant modulate Salmonella-induced inflammation in a novel transwell co-culture of human intestinal-like dendritic and Caco-2 cells. **Microbiology**, v. 15, n. 1, p. 1–15, 2015.

BOAS, A. D.C.V. *et al.* Organic acids in diets of weaned piglets: performance, digestibility and economical viability. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 4, p. 1015–1022, 2016.

BOCKOR, L. *et al.* Comparação de medidas da capacidade tamponante de matérias-primas e dietas utilizadas para leitões. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n. 3, 2007.

CANIBE, Nuria *et al.* Review on Preventive Measures to Reduce Post-Weaning Diarrhoea in Piglets. **Animals**, Vol. 12, Page 2585, v. 12, n. 19, p. 2585, 2022.

CHE, T. M. *et al.* Effect of dietary acids on growth performance of nursery pigs: a cooperative study. **Journal of animal science**, v. 90, n. 12, p. 4408–4413, 2012.

CHO, J. H. *et al.* Effects of Essential Oils Supplementation on Growth Performance, IgG Concentration and Fecal Noxious Gas Concentration of Weaned Pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 19, n. 1, p. 80–85, 2005.

DE AGUIAR, F. C. *et al.* Antimicrobial susceptibility of cinnamon and red and common thyme

essential oils and their main constituent compounds against *Streptococcus suis*. **Letters in Applied Microbiology**, v. 74, n. 1, p. 63–72, 2022.

DE BUSSER, Emily V. *et al.* Effect of administration of organic acids in drinking water on faecal shedding of *E. coli*, performance parameters and health in nursery pigs. **Veterinary journal**, v. 188, n. 2, p. 184–188, 2011.

ELGHANDOUR, M. M.Y. *et al.* *Saccharomyces cerevisiae* as a probiotic feed additive to non and pseudo-ruminant feeding: a review. **Journal of applied microbiology**, v. 128, n. 3, p. 658–674, 2020.

ESCUREDO, Juan Antonio Mesonero *et al.* Implementing drinking water feed additive strategies in post-weaning piglets, antibiotic reduction and performance impacts: Case study. **Porcine Health Management**, v. 2, n. 1, p. 1–8, 2016.

FERRONATO, Giulia; PRANDINI, Aldo. Dietary Supplementation of Inorganic, Organic, and Fatty Acids in Pig: A Review. **Animals**, v. 10, n. 10, p. 1–27, 2020.

FRANZ, C.; BASER, K. H.C.; WINDISCH, W. Essential oils and aromatic plants in animal feeding – a European perspective. A review. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 25, n. 5, p. 327–340, 2010.

FULLER, Ray (Ed.). *Probiotics: the scientific basis*. 2012.

GIANG, Hoang Huong *et al.* Growth performance, digestibility, gut environment and health status in weaned piglets fed a diet supplemented with a complex of lactic acid bacteria alone or in combination with *Bacillus subtilis* and *Saccharomyces boulardii*. **Livestock Science**, v. 143, n. 2–3, p. 132–141, 2012.

GIANG, Hoang Huong *et al.* Growth performance, digestibility, gut environment and health status in weaned piglets fed a diet supplemented with potentially probiotic complexes of lactic acid bacteria. **Livestock Science**, v. 129, n. 1–3, p. 95–103, 2010.

GRILLI, Ester *et al.* Impact of dietary organic acids and botanicals on intestinal integrity and inflammation in weaned pigs. **BMC Veterinary Research**, v. 11, n. 1, p. 1–10, 2015.

HANCZAKOWSKA, E. *et al.* Medium chain fatty acids (MCFA) and/or probiotic *Enterococcus faecium* as a feed supplement for piglets. **Livestock Science**, v. 192, p. 1–7, 2016.

HENN, João Dionísio *et al.* Oregano essential oil as food additive for piglets: antimicrobial and antioxidant potential. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1761–1767, 2010.

HOU, Gaifeng *et al.* Probiotics and *Achyranthes bidentata* Polysaccharides Improve Growth Performance via Promoting Intestinal Nutrient Utilization and Enhancing Immune Function of Weaned Pigs. **Animals**, v. 11, n. 9, 2021.

HOUBEN, Manon AM; VAN NES, Arie; TOBIAS, Tijs J. Water palatability, a matter of taste. **Porcine Health Management**, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2015.

HU, Yuanliang *et al.* Dietary *Enterococcus faecalis* LAB31 Improves Growth Performance, Reduces Diarrhea, and Increases Fecal *Lactobacillus* Number of Weaned Piglets. **PLOS ONE**, v. 10, n. 1, p. e0116635, 2015.

HUTCHENS, Wade M. *et al.* Evaluation of microencapsulated organic acids and botanicals on growth performance of nursery and growing-finishing pigs. **Translational animal science**, v. 5, n. 4, 2021.

JIANG, X. R. *et al.* Effect of an essential oils blend on growth performance, and selected parameters of oxidative stress and antioxidant defence of *Escherichia coli* challenged piglets. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 26, n. 1, p. 38–43, 2017.

KHAN, Sohail Hassan; IQBAL, Javid. Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. **Journal of applied animal research**, v. 44, n. 1, p. 359-369, 2016.

KIM, Sung Woo; DUARTE, Marcos E. Understanding intestinal health in nursery pigs and the relevant nutritional strategies. **Animal Bioscience**, v. 34, n. 3, p. 338, 2021.

KOMMERA, S. K. *et al.* Phytobiotics and Organic Acids As Potential Alternatives to the Use of Antibiotics in Nursery Pig Diets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 19, n. 12, p. 1784–1789, 29 set. 2006.

LE COZ, Jeremy *et al.* Exploring With Transcriptomic Approaches the Underlying Mechanisms of an Essential Oil-Based Phytochemical in the Small Intestine and Liver of Pigs. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, p. 863, 2021.

LEE, J. S. *et al.* Effect of *Lactobacillus plantarum* CJLP243 on the growth performance and

cytokine response of weaning pigs challenged with enterotoxigenic *Escherichia coli*. **Journal of animal science**, v. 90, n. 11, p. 3709–3717, 2012.

LI, Hai-Hua; JIANG, Xian-Ren; QIAO, Jia-Yun. Effect of dietary *Bacillus subtilis* on growth performance and serum biochemical and immune indexes in weaned piglets. **Journal of Applied Animal Research**, v. 49, n. 1, p. 83-88, 2021.

LI, Zheji *et al.* Effects of Organic Acids on Growth Performance, Gastrointestinal pH, Intestinal Microbial Populations and Immune Responses of Weaned Pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 21, n. 2, p. 252–261, 2008.

LIU, Aidong *et al.* An Encapsulated Organic Acid and Essential Oil Mixture Improves the Intestinal Health of Weaned Piglets by Altering Intestinal Inflammation and Antioxidative Capacity. **Animals**, v. 12, n. 18, 2022.

LIU, Wen Chao *et al.* Application of Complex Probiotics in Swine Nutrition - A Review. **Annals of Animal Science**, v. 18, n. 2, p. 335–350, 2018.

LONG, S. F. *et al.* Mixed organic acids as antibiotic substitutes improve performance, serum immunity, intestinal morphology and microbiota for weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 235, p. 23–32, 2018.

LUISE, Diana *et al.* *Bacillus* spp. Probiotic Strains as a Potential Tool for Limiting the Use of Antibiotics, and Improving the Growth and Health of Pigs and Chickens. **Frontiers in Microbiology**, v. 13, p. 177, 2022.

MA, Jiayu *et al.* Mixed organic acids as an alternative to antibiotics improve serum biochemical parameters and intestinal health of weaned piglets. **Animal Nutrition**, v. 7, n. 3, p. 737–749, 2021.

MARCHWIŃSKA, Katarzyna; GWIAZDOWSKA, Daniela. Isolation and probiotic potential of lactic acid bacteria from swine feces for feed additive composition. **Archives of microbiology**, v. 204, n. 1, 2021.

MO, Kaibin *et al.* Superiority of Microencapsulated Essential Oils Compared With Common Essential Oils and Antibiotics: Effects on the Intestinal Health and Gut Microbiota of Weaning Piglet. **Frontiers in Nutrition**, v. 8, p. 1185, 2022.

MODINA, Silvia Clotilde *et al.* Nutritional Regulation of Gut Barrier Integrity in Weaning

Piglets. **Animals**, v. 9, n. 12, 2019.

MONTOYA, Daniel *et al.* Effectiveness of Two Plant-Based In-Feed Additives against an Escherichia coli F4 Oral Challenge in Weaned Piglets. **Animals**, Vol. 11, Page 2024, v. 11, n. 7, p. 2024, 2021.

NAZZARO, Filomena *et al.* Effect of Essential Oils on Pathogenic Bacteria. **Pharmaceuticals**, v. 6, n. 12, p. 1451, 2013.

OMONIJO, Faith A. *et al.* Essential oils as alternatives to antibiotics in swine production. **Animal Nutrition**, v. 4, n. 2, p. 126–136, 2018.

PARTANEN, Krisi H; MROZ, Zdzislaw. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition research reviews**, v. 12, n. 1, p. 117–145, 1999a.

PARTANEN, Krisi H; MROZ, Zdzislaw. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition research reviews**, v. 12, n. 1, p. 117–145, 1999.

PEARLIN, Beulah Vermilion *et al.* Role of acidifiers in livestock nutrition and health: A review. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 104, n. 2, p. 558–569, 2020.

PEETERS, L. *et al.* Efficacy of Clostridium butyricum as probiotic feed additive against experimental Salmonella Typhimurium infection in pigs. **Livestock Science**, v. 221, p. 82–85, 2019.

PEREIRA, Wellison A. *et al.* Beneficial effects of probiotics on the pig production cycle: An overview of clinical impacts and performance. **Veterinary Microbiology**, v. 269, p. 109431, 2022.

PU, Junning *et al.* Protective Effects of Benzoic Acid, Bacillus Coagulans, and Oregano Oil on Intestinal Injury Caused by Enterotoxigenic Escherichia coli in Weaned Piglets. **BioMed Research International**, v. 2018, 2018.

QIAO, Jiayun *et al.* Effects of Lactobacillus acidophilus dietary supplementation on the performance, intestinal barrier function, rectal microflora and serum immune function in weaned piglets challenged with Escherichia coli lipopolysaccharide. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 107, n. 4, p. 883–891, 2015.

RAUT, Jayant Shankar; KARUPPAYIL, Sankunny Mohan. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 250–264, 2014.

REN, Chunxiao *et al.* A Combination of Formic Acid and Monolaurin Attenuates Enterotoxigenic Escherichia coli Induced Intestinal Inflammation in Piglets by Inhibiting the NF- κ B/MAPK Pathways with Modulation of Gut Microbiota. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 68, n. 14, p. 4155–4165, 2020.

RESENDE, Maíra *et al.* Benzoic acid and essential oils modify the cecum microbiota composition in weaned piglets and improve growth performance in finishing pigs. **Livestock Science**, v. 242, p. 104311, 2020.

RESENDE, Maíra. Management of in-feed antibiotics for swine: evaluation of alternative dietary strategies. 2021.

RODRIGUES, Leticia Mendonça *et al.* Benzoic Acid Combined with Essential Oils Can Be an Alternative to the Use of Antibiotic Growth Promoters for Piglets Challenged with E. coli F4. **Animals**, v. 10, n. 11, p. 1–17, 2020.

ROLLER, S.; SEEDHAR, P. Carvacrol and cinnamic acid inhibit microbial growth in fresh-cut melon and kiwifruit at 4 degrees and 8 degrees C. **Letters in applied microbiology**, v. 35, n. 5, p. 390–394, 2002.

SANTURIO, Deise Flores *et al.* Antimicrobial activity of the essential oil of thyme and of thymol against Escherichia coli strains. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 42, n. 1, p. 1-4, 2014

SILVA, Caio A. *et al.* Uso de Aditivos não antimicrobianos. **Doenças dos suínos**, ed. 3, p.980-992, 2022.

SILVA JÚNIOR, Cláudio D. *et al.* The use of an alternative feed additive, containing benzoic acid, thymol, eugenol, and piperine, improved growth performance, nutrient and energy digestibility, and gut health in weaned piglets. **Journal of animal science**, v. 98, n. 5, 2020.

STENSL, Ingunn *et al.* A Comparison of Diets Supplemented with a Feed Additive Containing Organic Acids, Cinnamaldehyde and a Permeabilizing Complex, or Zinc Oxide, on Post-Weaning Diarrhoea, Selected Bacterial Populations, Blood Measures and Performance in Weaned Pigs Experimentally Infected with Enterotoxigenic E. coli. **Animals**, v. 5, n. 4, p. 1147–1168, 2015.

SUN, Tiehu *et al.* Effect of dietary *Bacillus coagulans* on the performance and intestinal microbiota of weaned piglets. **Animal**, v. 16, n. 7, 2022.

SUN, Yawang; DUARTE, Marcos E.; KIM, Sung Woo. Dietary inclusion of multispecies probiotics to reduce the severity of post-weaning diarrhea caused by *Escherichia coli* F18+ in pigs. **Animal Nutrition**, v. 7, n. 2, p. 326, 2021.

SUO, Cheng *et al.* Effects of *Lactobacillus plantarum* ZJ316 on pig growth and pork quality. **BMC veterinary research**, v. 8, 2012.

TIAN, Qi Yu; PIAO, Xiang Shu. Essential Oil Blend Could Decrease Diarrhea Prevalence by Improving Antioxidative Capability for Weaned Pigs. **Animals**, v. 9, n. 10, 2019.

TUGNOLI, Benedetta *et al.* From Acidifiers to Intestinal Health Enhancers: How Organic Acids Can Improve Growth Efficiency of Pigs. **Animals**, v. 10, n. 1, 2020.

TUNG, C.M.; PETTIGREW, J. E. Critical Review of Acidifiers. **Animal Science**, p. 5–169, 2006.

VAILLANCOURT, Katy *et al.* In vitro antibacterial activity of plant essential oils against *Staphylococcus hyicus* and *Staphylococcus aureus*, the causative agents of exudative epidermitis in pigs. **Archives of Microbiology**, v. 200, n. 7, p. 1001–1007, 2018.

VASQUEZ, Robie *et al.* Gut microbiome-produced metabolites in pigs: a review on their biological functions and the influence of probiotics. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 64, n. 4, p. 671, 2022.

WALSH, M. C. *et al.* Effects of water and diet acidification with and without antibiotics on weanling pig growth and microbial shedding. **Journal of animal science**, v. 85, n. 7, p. 1799–1808, 2007.

WANG, Hongliang *et al.* Dietary acidifiers as an alternative to antibiotics for promoting pig growth performance: A systematic review and meta-analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v. 289, p. 115320, 2022.

WANG, Huan; KIM, In Ho. Evaluation of Dietary Probiotic (*Lactobacillus plantarum* BG0001) Supplementation on the Growth Performance, Nutrient Digestibility, Blood Profile,

Fecal Gas Emission, and Fecal Microbiota in Weaning Pigs. **Animals**, v. 11, n. 8, 1 ago. 2021.

WANG, Lei *et al.* Beneficial roles of dietary oleum cinnamomi in alleviating intestinal injury. **Frontiers in bioscience**, v. 20, n. 5, p. 814–828, 2015.

WANG, Shilan *et al.* Combined supplementation of *Lactobacillus fermentum* and *Pediococcus acidilactici* promoted growth performance, alleviated inflammation, and modulated intestinal microbiota in weaned pigs. **BMC Veterinary Research**, v. 15, n. 1, p. 1–11, 2019.

XU, Qing Lei *et al.* Drinking Water Supplemented with Acidifiers Improves the Growth Performance of Weaned Pigs and Potentially Regulates Antioxidant Capacity, Immunity, and Gastrointestinal Microbiota Diversity. **Antioxidants**, v. 11, n. 5, p. 809, 2022.

YANG, Caimei *et al.* Effects of dietary supplementation with essential oils and organic acids on the growth performance, immune system, fecal volatile fatty acids, and microflora community in weaned piglets. **Journal of animal science**, v. 97, n. 1, p. 133–143, 2019.

YANG, Fengjuan *et al.* The Use of Lactic Acid Bacteria as a Probiotic in Swine Diets. **Pathogens**, v. 4, n. 1, p. 34, 2015.

YANG, Y.; PARK, J. H.; KIM, I. H. Effects of probiotics containing (*Lactobacillus planetarium*) and chlortetracycline on growth performance, nutrient digestibility, fecal microflora, diarrhea score and fecal gas emission in weanling pigs. **Livestock Science**, v. 241, p. 104186, 2020.

ZENG, Zhaikai *et al.* Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: A review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 6, n. 1, p. 1–10, 2015.

ZHANG, Wen Xin *et al.* Effects of Dietary Supplementation with Combination of Tributyrin and Essential Oil on Gut Health and Microbiota of Weaned Piglets. **Animals**, v. 10, n. 2, 2020.

ZHANG, Z. F.; ROLANDO, A. V.; KIM, I. H. Effects of benzoic acid, essential oils and *Enterococcus faecium* SF68 on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, faecal microbiota and faecal noxious gas emission in weanling pigs. **Journal of applied animal research**, v. 44, n. 1, p. 173-179, 2016.

ZHU, CuiPeng *et al.* A meta-analysis of *Lactobacillus*-based probiotics for growth performance and intestinal morphology in piglets. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, p. 1750, 2022.

ZOTTI, Everson et al. Eubióticos na produção de suínos. **O uso prudente e eficaz de antibióticos na suinocultura: uma abordagem integrada.** 2022.