



HYSLA MILENA CUNHA CARDOSO

**ADITIVOS ZOOTÉCNICOS E TECNOLÓGICOS
MELHORAM O DESEMPENHO DE SUÍNOS EM
CRESCIMENTO**

LAVRAS – MG

2024

HYSLA MILENA CUNHA CARDOSO

**ADITIVOS ZOOTÉCNICOS E TECNOLÓGICOS MELHORAM O
DESEMPENHO DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia e requisito para conclusão de Mestrado.

Orientador: Prof.Dr. Bruno Alexander Nunes Silva

Coorientador: Prof. Dr.Márvio Lobão Teixeira de Abreu

LAVRAS – MG

2024

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Cardoso, Hysla Milena Cunha.

Aditivos zootécnicos e tecnológicos melhoram o desempenho
de suínos em crescimento / Hysla Milena Cunha Cardoso. - 2023.
54 p.

Orientador(a): Bruno Alexander Nunes Silva.

Coorientador(a): Márvio Lobão Teixeira.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. alternativas aos antimicrobianos. 2. monolaurina fitogênico,
emulsificante. 3. mono e tributirina comportamento alimentar. I.
Silva, Bruno Alexander Nunes. II. Teixeira, Márvio Lobão. III.
Título.

HYSLA MILENA CUNHA CARDOSO

**ADITIVOS ZOOTÉCNICOS E TECNOLÓGICOS MELHORAM O
DESEMPENHO DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia e requisito para conclusão de Mestrado.

APROVADA em 31 de março de 2023.

Prof. Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu, UFLA

Prof^a. Dr^a. Luciana de Paula Naves, UFLA

Prof^a. Dr^a. Elenice Andrade Moraes, Univasf

Documento assinado digitalmente
 BRUNO ALEXANDER NUNES SILVA
Data: 19/12/2023 09:58:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof.Dr. Bruno Alexander Nunes Silva

LAVRAS – MG

2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço muito a minha mãe Susan e a minha irmã Hyumi por todo o apoio e compreensão, mesmo que muitas vezes tenha sido bastante doloroso e difícil enfrentar a minha ausência. Agradeço aos meus familiares que me ajudaram com tudo que podiam, em especial agradeço às minhas duas avós Raimunda e Nazaré, aos meus tios Éthany e Patrícia e a minha dindinha Kênia. Sou imensamente grata ao meu amor Kesley por estar sempre do meu lado e ter tornado a caminhada mais leve. Agradeço à minha amiga Jennine que é sinônimo de família e lar na minha vida.

Agradeço ao CNPq-CAPES pela bolsa de estudos concedida e à UFLA-Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de participação no programa de pós-graduação em Zootecnia.

Agradeço ao meu orientador prof. Bruno Silva por todos os ensinamentos e parceria. Agradeço a todos os professores que tive até aqui e a todo o conhecimento transmitido como um legado, que certamente será alicerce e segurança para os meus passos nas próximas etapas.

Por último e não menos importante, agradeço muito a mim mesma, por ter sentido vontade de desistir absolutamente quase que a cada dia desde o primeiro, mas que persisti, com muito sacrifício e dor para chegar ao final da minha jornada.

RESUMO

O objetivo com esse estudo foi avaliar os efeitos do uso de diferentes aditivos melhoradores de desempenho e de emulsificante sobre o desempenho, cinética de comportamento alimentar e status antioxidante de suínos na fase de crescimento. Um total de 84 suínos (42 machos castrados e 42 fêmeas; genética TN70® * Talent®) foram utilizados e distribuídos entre 6 tratamentos: T1 (controle negativo), T2 (monolaurina), T3 (mono e tributirina), T4 (tributirina, extrato de magnólia e emulsificante), T5 (lisozima), T6 (controle positivo). Foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados, com peso corporal, origem das leitegadas e o sexo como principais variáveis. Foram feitas 14 repetições e cada suíno foi considerado a unidade experimental. O comportamento alimentar individual foi registrado durante todo o período experimental, usando um Alimentador Inteligente Automatizado (AIF; GESTAL EVO® Individual Pig Performance Testing – Jyga Technology, Canadá). Os dados foram submetidos a testes de normalidade (SAS Inst., Inc, Cary, NC; versão 9.2). Os efeitos dos aditivos, repetição e sexo foram incluídos no modelo estatístico e testadas suas influências. Valores de probabilidade $\leq 0,10$ e $> 0,05$ foram considerados tendências, enquanto $P \leq 0,05$ foi considerado significativo. As médias foram comparadas pelos testes Tukey e SNK para melhor visualização dos resultados. Os tratamentos T3 e T4 tiveram os maiores valores ($p = 0,005$) de peso vivo intermediário (105 dias de vida). Os melhores valores de atividade volumétrica da catalase (CAT) foram observados nos suínos do T3 e T4, assim como uma menor produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) que também foi menor em T3 e T4. Para o comportamento alimentar foi possível observar que T5 foi o tratamento com maior ($p < 0,0001$) número de visitas às estações de alimentação. O tratamento T2 apresentou maior ($p < 0,0001$) tempo total de duração de visita. Ainda para esse parâmetro, T4 foi igual a T2 e a T5, T5 foi igual a T4 e a T6; T6 foi igual T5 e a T3 e T3 foi igual a T6 e a T1. Para tempo médio de duração de visita e para consumo por visita T3 e T4 apresentaram os maiores ($p < 0,0001$) valores, não diferindo estatisticamente entre si. O consumo por minuto foi maior ($p < 0,0001$) em T3 e T1; seguidos por T2 e T6 que também não diferiram entre si. T5 foi igual estatisticamente a T6 e a T4. T4 apresentou o menor valor para esse parâmetro. Conclui-se com este trabalho que o uso de aditivos melhoradores de desempenho tem capacidade de melhorar o desempenho, sobretudo maior peso vivo intermediário e final dos suínos, principalmente por meio da mono e tributirina presente nos tratamentos T3 e T4, resultando em melhor status antioxidante.

Palavras-chave: Monolaurina. Tributirina. Emulsificante. Status antioxidante. Comportamento alimentar.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of using different performance-enhancing additives and emulsifiers on the performance, feeding behavior kinetics and antioxidant status of pigs in the growing phase. A total of 84 pigs (42 castrated males and 42 females; genetics TN70® * Talent®) were used and distributed among 6 treatments: T1 (negative control), T2 (monolaurin), T3 (mono and tributyrin), T4 (tributyrin, magnolia extract and emulsifier), T5 (lysozyme), T6 (positive control). A randomized block experimental design was used, with body weight, litter origin and sex as the main variables. There were 14 replicates and each pig was considered the experimental unit. Individual feeding behavior was recorded throughout the experimental period using an Automated Intelligent Feeder (AIF; GESTAL EVO® Individual Pig Performance Testing - Jyga Technology, Canada). The data were subjected to normality tests (SAS Inst., Inc, Cary, NC; version 9.2). The effects of additives, repetition and sex were included in the statistical model and their influences tested. Probability values ≤ 0.10 and > 0.05 were considered trends, while $P \leq 0.05$ was considered significant. The means were compared using the Tukey and SNK tests to better visualize the results. Treatments T3 and T4 had the highest values ($p = 0.005$) for intermediate live weight (105 days old). The best values of volumetric catalase activity (CAT) were observed in the pigs from T3 and T4, as well as a lower production of reactive oxygen species (ROS), which was also lower in T3 and T4. With regard to feeding behavior, it was possible to observe that T5 was the treatment with the highest ($p < 0.0001$) number of visits to the feeding stations. Treatment T2 had the longest ($p < 0.0001$) total visit duration. Also for this parameter, T4 was the same as T2 and T5, T5 was the same as T4 and T6; T6 was the same as T5 and T3 and T3 was the same as T6 and T1. For average visit duration and consumption per visit, T3 and T4 had the highest values ($p < 0.0001$), but they did not differ statistically from each other. Consumption per minute was highest ($p < 0.0001$) in T3 and T1; followed by T2 and T6, which also did not differ. T5 was statistically equal to T6 and T4. T4 showed the lowest value for this parameter. It can be concluded from this work that the use of performance-enhancing additives can improve performance, especially the higher intermediate and final live weight of pigs, mainly through the mono and tributyrin present in treatments T3 and T4, resulting in better antioxidant status.

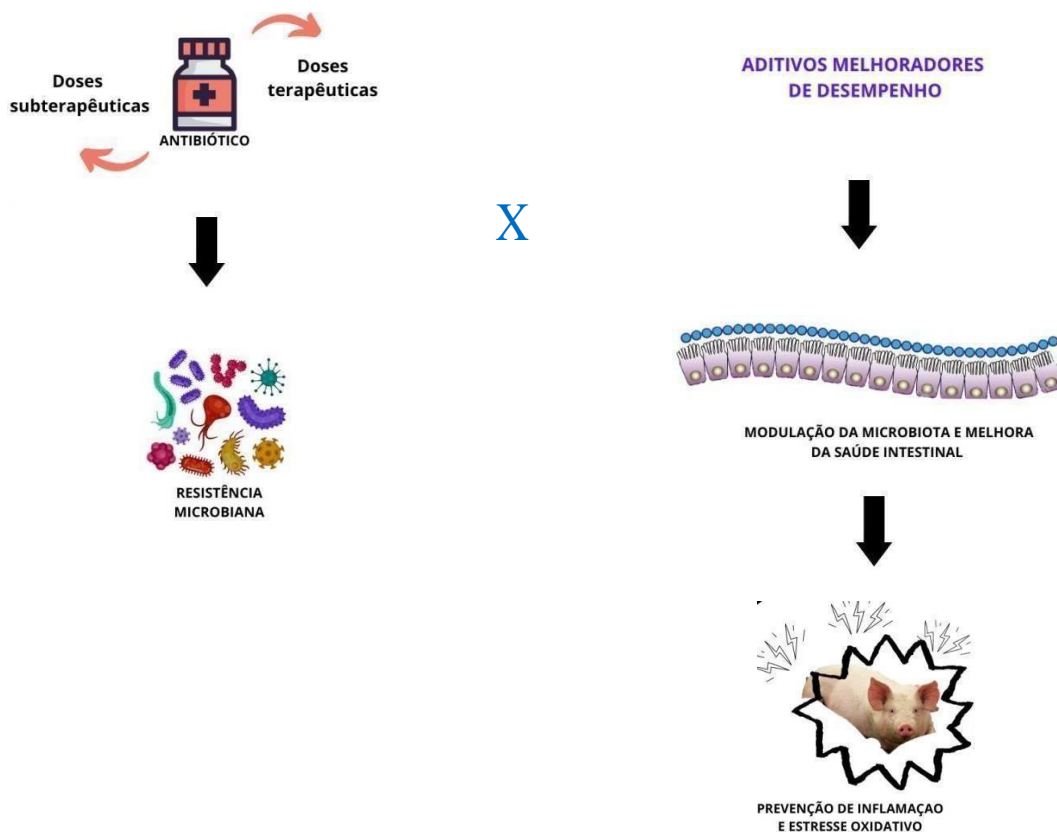
Keywords: Monolaurin. Tributyrin. Emulsifier. Antioxidant status. Eating behavior.

Template para resumo interpretativo e resumo gráfico das dissertações do PPGZ

Elaborado por **Hysla Milena Cunha Cardoso** e orientada por **Bruno Alexander Nunes Silva**

O uso de aditivos melhoradores de desempenho com funcionalidade intestinal poderia ser uma estratégia para substituir o uso de antimicrobianos e, possivelmente, resultar em uma modulação do microbioma intestinal, prevenindo uma inflamação da mucosa. Outros aditivos, por exemplo, emulsificantes também podem ser benéficos para melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta. Essa melhora sistêmica poderia auxiliar na prevenção de uma imunossupressão subclínica e prevenção da incidência de estresse oxidativo.

O objetivo com esse estudo foi avaliar os efeitos do uso de diferentes aditivos melhoradores de desempenho compostos por monolaurina, mono e tributirina, extrato de magnólia, emulsificante e lisozima; sobre o desempenho, cinética de comportamento alimentar e o status antioxidante de suínos na fase de crescimento. Foi observado nesse estudo que o uso dos aditivos melhorou o desempenho e o status antioxidante. A temperatura ambiente esteve relacionada ao comportamento alimentar. Conclui-se com este trabalho que o uso de aditivos melhoradores de desempenho auxiliaram no controle do estresse oxidativo e indiretamente podem estar relacionados à prevenção de inflamação intestinal, a qual poderia promover uma melhor absorção de nutrientes e conseqüentemente melhor desempenho.



Sumário

CAPÍTULO 1	9
1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1. Uso de antimicrobianos na produção de suínos.....	10
2.2. Aditivos zootécnicos alternativos ao uso de antimicrobianos.....	12
2.3. Monolaurina	13
2.4. Fitogênicos	14
2.5. Lisozima	15
2.6. Ácidos orgânicos	16
2.7. Estresse oxidativo	17
2.8. Emulsificantes.....	19
2.9. Comportamento alimentar	20
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS	22
CAPÍTULO 2 – ARTIGO.....	30
1. INTRODUÇÃO	33
2. MATERIAL E MÉTODOS	34
2.1. Comissão de ética no uso de animais.....	34
2.2. Animais, instalações e tratamentos.....	34
2.3. Procedimento experimental	35
2.4. Coleta de sangue e parâmetros de estresse oxidativo	36
2.5. Cálculos e Análises Estatísticas.....	38
2.5.1. Desempenho e status redox	38
2.5.2. Comportamento alimentar	38
3. RESULTADOS	39
3.1. Desempenho.....	39
3.2. Status redox	39
3.3. Comportamento alimentar	39
4. DISCUSSÃO	46
5. CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	51
6. CONCLUSÃO GERAL	54

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura moderna é caracterizada por sistemas de criação intensivos e em larga escala, de modo que os resultados produtivos são proporcionalmente importantes para o rendimento econômico. Entretanto, os desafios dessa cadeia também podem ser maiores e as características de produção tendem a predispor os animais a uma pressão sanitária elevada, o que aumenta a necessidade do uso de antibióticos para combater infecções clínicas e subclínicas. Principalmente em animais em crescimento, é possível perceber as consequências das práticas sanitárias adotadas, em que é comum a necessidade do uso de antibióticos para tratamento e/ou profilaxia.

Porém, o uso indiscriminado de antimicrobianos em doses terapêuticas ou subterapêuticas, pode ocasionar resistência cruzada, quando uma bactéria desenvolve resistência a um antibiótico ou a outros que possuem uma estrutura química similar, o que pode representar um risco sanitário para humanos e animais. A demanda dos consumidores por alimentos mais seguros tem estimulado a diminuição do uso desse fármaco nas granjas. Desta forma, ao alinhar práticas de manejo sanitário adequadas e tecnologias nutricionais é possível reduzir ou até retirar a utilização dessas substâncias na suinocultura. Por esse motivo, os substitutos aos antibióticos são estudados para permitir a modulação da microbiota intestinal, a qual é importante para síntese de compostos relacionados à saúde desse órgão, mecanismos de saciedade e desinflamação. A redução de microbiota patogênica tende a melhorar os processos de absorção de nutrientes e, por conseguinte, o desempenho dos animais. O uso de aditivos com funcionalidade intestinal poderia resultar em uma modulação do microbioma intestinal e prevenir uma possível inflamação da mucosa, induzindo assim uma melhora na capacidade absorptiva e consequentemente melhorias no desempenho e *status* metabólico dos animais. A manutenção da saúde intestinal e metabólica poderia reduzir o estresse oxidativo nos animais, bem como melhorar a eficiência energética e possivelmente contribuir para melhores taxas de crescimento. Outros aditivos, por exemplo, emulsificantes também podem ser benéficos para melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Uso de antimicrobianos na produção de suínos

A produção suinícola moderna é caracterizada por criação intensiva dos animais, crescente uso de tecnologias, aperfeiçoamento de técnicas de manejo e nutrição (GERBER et al., 2010). Entretanto, a elevada densidade animal, produção em larga escala (LASSALETA et al., 2019) e aplicação inadequada de práticas de biossegurança (YUN et al., 2021) podem predispor os animais a doenças. Por conseguinte, torna-se necessário o uso de antimicrobianos em doses terapêuticas, o que inclui tratamento, prevenção e controle das enfermidades (FAJT et al., 2019). Essas substâncias também podem ser utilizadas como melhoradores de desempenho, embora sejam crescentes as restrições para essa finalidade, de modo que em alguns países, sobretudo na União Europeia, existam proibições relacionadas ao uso dos antimicrobianos (SANDERS; PERRIN-GUYOMARD; MOULIN, 2017). Outros países, porém, ainda não possuem restrições destacando-se Brasil e China, ambos com grande influência no cenário mundial de produção de carne suína (ABPA, 2021). A principal consequência relacionada ao uso indiscriminado de antibióticos, seja em doses terapêuticas ou como melhoradores de desempenho, é o aumento da resistência microbiana, especialmente bactérias (MAXIN et al., 2021).

Escherichia coli e *Enterococcus sp.* são exemplos de patógenos que apresentam genes de resistência. De acordo com Abdalla et al. (2021), na África do Sul, *E. coli* resistente foi encontrada nas diferentes etapas da cadeia produtiva, pois mais de 98% das amostras apresentaram resistência a pelo menos um dos antibióticos testados. A resistência foi maior para Tetraciclina, Clorofenicol e Ampicilina e menor para Meropenem, Imipenem e Tigeciclina. Já para *Enterococcus faecalis* estudos brasileiros demonstraram que o *OprA*, principal gene responsável pela resistência a oxazolidinonas e fenóis, possuía herança horizontal e vertical, o que ressalta a capacidade de disseminação e abrangência da resistência bacteriana (ABDALLA et al., 2021).

O gênero *Salmonella* também contém patógenos comumente resistentes. Na China, esse grupo foi avaliado como altamente resistente aos beta-lactâmicos e às quinolonas e algumas cepas demonstraram resistência múltipla para até sete classes diferentes de antibióticos (JIANG et al., 2019). A salmonelose que é a condição clínica ocasionada por esse agente, pode ocorrer em animais e humanos, o que destaca o risco sanitário dos genes de resistência microbiana (THI et al., 2020). Também o padrão de resistência pode ser variável conforme tamanho da

propriedade analisada, de modo a aumentar proporcionalmente a escala produtiva. Entretanto, os genes de resistência foram observados em todas as instalações de abate, evidenciando a possibilidade de contaminação direta da carne suína (JIANG et al., 2019). De modo similar *Staphylococcus aureus* apresenta risco para saúde humana, sobretudo o metilina-resistente sequência-tipo 398, cujo principal reservatório são os suínos (LI et al., 2016). Esse agente patogênico isolado em propriedades, abatedouros e supermercados mostrou-se resistente a penicilina, tetraciclina, clindamicina e claritromicina (ZHOU et al., 2020). Por isso, o protocolo de uso de antibióticos é o fator que deve ser respeitado, pois os dias de medicação e a dosagem, se inadequados, ocasionam maior prevalência de genes de resistência (PISSETTI et al., 2021). A forma de fornecimento do antibiótico também está relacionada à susceptibilidade das bactérias ao medicamento, pois conforme Ricker et al. (2020) a via de administração oral selecionou maior resistência patogênica a oxitetraciclina (RICKER et al., 2020).

Os genes de resistência são ainda mais comuns em amostras de animais na fase de creche, embora a administração dos antimicrobianos cause resistência do desmame a terminação (PISSETTI et al., 2021). Em matrizes suínas, microrganismos resistentes podem ser encontrados na cérvix e serem condicionados pela base medicamentosa utilizada e ordem de parição. Marrãs apresentaram mais cepas resistentes à tetraciclina que fêmeas multíparas (KELLERMAN et al., 2022). Em comparação, o gênero *Coryne bacterium* apresentou resistência em ambas e para uma variedade de bases medicamentosas excetuando-se a clidamicina (KELLERMAN et al., 2022).

A presença dos antibióticos e genes de resistência apresentam-se ainda diretamente prejudiciais ao ambiente, considerando que são excretados via fezes e urina e podem contaminar o solo e os cultivares, segundo Gao et al. (2020). Esse trabalho demonstrou que as classes de antimicrobianos oxitetraciclina e clorotetraciclina eram presentes no solo e em vegetais, as plantas continham ainda sulfametazina e doxiciclina e na superfície havia tetraciclina. A presença desses antimicrobianos no solo possui capacidade de alterar a microbiota local (GAO et al., 2020). Em relação à resistência bacteriana, a maior parte das bactérias presentes em resíduos suínos não apresentou susceptibilidade a alguns antibióticos principalmente às classes sulfametazol, ampicilina e tetraciclina (RASSCHERT et al., 2019).

2.2. Aditivos zootécnicos alternativos ao uso de antimicrobianos

Muitos são os substitutos estudados para os antibióticos: ácidos orgânicos, prebióticos, probióticos, peptídeos antimicrobianos, oligossacarídeos, lisozima, extratos de plantas, óleos essenciais, microelementos minerais, dentre outros. Entretanto, a eficiência de cada um desses aditivos, o mecanismo de ação e efeitos para saúde intestinal e sistema imunológico são aspectos que podem ser influenciados por diversos fatores, dentre eles a categoria animal em que esses substitutos serão incluídos (XU et al., 2021). Para o uso de probióticos, por exemplo, as recomendações de uso e regulamentação ainda são desafios para o estabelecimento pleno desses produtos na produção de suínos (BARBA-VIDAL; MARTÍN-ORÚE; CASTILLEJOS, 2019).

Os probióticos são definidos como microrganismos, que devem seguir critérios para que estejam presentes na alimentação de não ruminantes. Alguns desses critérios são a não toxicidade e não patogenicidade, resistência ao suco gástrico e a bile, produção de substâncias antimicrobianas, antagonismo às bactérias patogênicas e estabilidade genética (GAGGIA, 2010). Estudos de Kwak et al. (2019) revelaram que o uso de probiótico multiespécie incluindo *Lactobacillus plantarum* CJLP243, *L. fermentum* LF21, *L. salivarius* E4101, *Leuconostoc paramesenteroides* KJP421, *Bacillus subtilis* CJMPB957 e *B. licheniformis* CJMPB283 resultaram em melhor saúde intestinal para suínos em crescimento e terminação (KWAK et al., 2021).

A inclusão de probióticos na dieta pode ser benéfica em diversas etapas do sistema produtivo. Para matrizes, são capazes de melhorar a condição corporal ao final da lactação e a imunidade da leitegada (KRITAS et al., 2015; SCHAREK-TEDIN et al., 2015). O intervalo desmame-cio é reduzido, a qualidade do colostro e do leite é maior, com aumento também da quantidade (BARBA-VIDAL; MARTÍN-ORÚE; CASTILLEJOS, 2019). Em animais de engorda é possível perceber redução de condições subclínicas, melhoras de ganho de peso, saúde intestinal e redução da mortalidade (BARBA-VIDAL; MARTÍN-ORÚE; CASTILLEJOS, 2019).

Os oligossacarídeos são outro grupo de substitutos aos antimicrobianos que podem ter efeito prebiótico devido a modulação do microbioma intestinal (WAN et al., 2020). Esse grupo é constituído por uma variedade de compostos, dentre eles mananoligossacarídeos (YU et al., 2022), algina (WAN et al., 2020) e glucomananos (DOS ANJOS et al., 2019). A inclusão desses aditivos pode ter efeito benéfico, incluindo capacidade de redução de citocininas pró-

inflamatórias (WAN et al., 2020). Todavia, alguns trabalhos demonstraram que não houve efeito sobre ganho de peso e consumo e ração, embora a produção de ácidos graxos de cadeia curta tenha sido maior (YU et al., 2022). Já em leitões desmamados, a alta inclusão de prebióticos reduziu a densidade de vilosidades no duodeno e aumentou no jejuno e foi observado impacto negativo sobre conversão alimentar (DOS ANJOS et al., 2019).

Minerais-traço, dentre eles o zinco, podem ser usados como melhoradores de desempenho em substituição aos antimicrobianos, sobretudo para leitões em creche por ser uma alternativa para controle da diarreia pós-desmame (HEO et al., 2010). Entretanto, altas doses de zinco podem ser prejudiciais ao meio ambiente por aumentarem a excreção de nutrientes. Por isso, diferentes formas de fornecimento são estudadas: zinco protegido, nano-encapsulado e o fornecimento tradicional como óxido de zinco, porém em doses menores (BAI et al., 2019; UPADHAYA et al., 2018).

2.3. Monolaurina

A monolaurina é um composto natural, encontrado sobretudo no óleo de coco, mas que pode estar presente no leite materno humano e no óleo de palma (BARKER et al., 2019). Quimicamente é caracterizada por ser um monoéster formado pelo ácido láurico e glicerol e devido a isso também pode ser denominada como glicerol monoláurico (BARKER et al., 2019). Tornou-se disponível como suplemento nutricional em meados da década de 1960 e é reconhecido pelo Food and Drug Administration (FDA) como alimento seguro (FDA, 2016; BARKER et al., 2019). O glicerol monoláurico é análogo a reticilina, substância secretada por alguns microrganismos como *Lactobacillus*, capaz de reduzir o crescimento da microbiota patogênica (WELCH et al., 2020).

Em frangos de corte suplementados com quatro diferentes níveis de glicerol monoláurico foi observado efeito imunomodulador por meio de aumento da concentração sérica de IgG e redução dos níveis de IL-1 β para animais alimentados com 1200 mg/kg. Esse mesmo tratamento teve maior relação altura de vilosidades/ profundidade de cripta do jejuno aos 7 e 14 dias de idade. A desinflamação da mucosa intestinal resultou em redução linear das concentrações séricas de malondialdeído conforme aumento dos níveis de monolaurina. A diversidade da microbiota intestinal também foi maior (KONG et al., 2021). Para matrizes de frango de corte os principais efeitos dessa substância foi a redução da taxa de quebra dos ovos e melhora do *status antioxidante* total dos animais (FENG et al., 2021).

Para leitões na fase de creche desafiados com vírus da diarreia epidêmica suína a administração oral de 100 mg/kg de monolaurina resultou em efeitos menos severos dessa condição. Ocorreu decréscimo da carga viral no intestino e melhora dos parâmetros morfofisiológicos no duodeno e jejuno. Em relação à presença de citocinas inflamatórias, o glicerol monoláurico reduziu IL-8 em animais infectados e IL-6 em animais saudáveis. Todavia, não foram observados efeitos nos parâmetros de desempenho (ZHANG et al., 2022). De maneira semelhante, a monolaurina teve efeitos benéficos em animais desafiados com outros microrganismos. O fornecimento conjuntamente ao ácido fórmico, reduziu o escore fecal e a temperatura retal de animais desafiados por *Escherichia coli* enterotoxigênica, principal bactéria correlacionada a ocorrência de diarreia pós-desmame (REN et al., 2020).

Em comparação a utilização de ZnO, o uso de monolaurina e tributirina demonstrou-se igual estatisticamente para maioria dos parâmetros relacionados ao desempenho dos animais. Também não foram observadas diferenças para contagem microbiana de *E. coli* e *C. Perfringens* (PAPADOULOS et al., 2022). Ocorreu melhoria da enterite histologicamente confirmada e da resposta das células imunitárias (PAPADOULOS et al., 2022). O uso de diferentes níveis de monolaurina e ácidos orgânicos de cadeia média (AGCM) não demonstraram efeitos sobre o consumo, ganho médio diário e conversão alimentar de animais na fase de creche de 0 a 35 dias (THOMAS et al., 2019). Outro trabalho também avaliando o uso de AGCM e glicerol monoláurico revelou que essa utilização conjunta foi eficiente para conter transmissão do vírus da peste suína africana (JACKMAN et al., 2020), o qual é de importância devido a capacidade de gerar perdas no rebanho e prejuízos econômicos (DIXON; SUN; ROBERTS, 2019).

2.4. Fitogênicos

Fitogênicos são compostos derivados de plantas que podem ser utilizados na alimentação animal para causar efeitos benéficos, dentre eles redução de estresse oxidativo, melhora da saúde intestinal e desempenho. Esses compostos podem ser fornecidos na dieta de diferentes formas, por exemplo, diretamente em extratos de plantas ou por meio de óleos essenciais (WINDISCH et al., 2008). O alho é um dos vegetais que possuem propriedades anti-inflamatórias e antibióticas devido presença dos compostos aliina e alicina. De maneira semelhante, o dente-de-leão é uma planta com atividade prebiótica, devido proporção de oligossacarídeos, o que pode resultar em efeito antioxidante e modulação de microbioma. O

uso conjunto desses compostos em suínos resultou em maior área de olho de lombo e rendimento de carne magra, com redução de espessura de toucinho (SAMOLIŃSKA et al., 2020).

O óleo de orégano é outro composto que ocasionou melhora da qualidade de carcaça devido a redução de perdas por gotejamento e do processo oxidativo do músculo *Longissimus thoracis* (CHENG et al., 2017). A principal substância existente no orégano é o carvacrol, a qual inibe a formação de biofilme bacteriano e prejudica a membrana externa de bactérias gram-negativas, dentre elas *Salmonella sp.* (VITO et al., 2019). O orégano poderia ainda amenizar o estresse ambiental de suínos criados em condições extensivas, evitando prejuízos ao ecossistema intestinal e consequentes processos inflamatórios (CAPPELI et al., 2021). Em leitões desmamados desafiados com o vírus da síndrome reprodutiva e respiratória suína, o uso de oleoresina de pimenta, de açafraão-da-terra e de alho alterou a expressão gênica de macrófagos alveolares, o que resultou em efeitos principalmente para reconhecimento do antígeno. A presença desses componentes alterou a expressão gênica do apoptose celular (KIM et al., 2020). A família *Magnolaciae* possui plantas que são tradicionais na medicina chinesa e que contém, dentre seus componentes, o honokiol e magnolol como principais (LEE et al., 2011). A casca da árvore e a flor são as partes mais utilizadas. Essa planta pode controlar desordens intestinais, pois possui efeito hepatoprotetivo e auxilia também na prevenção de diarreia e de úlcera gástrica (LEE et al., 2011). Em humanos tem potencial para ser utilizada para tratamento de câncer (RAUF et al., 2018). Em frangos foi possível observar os efeitos do magnonol promovendo a capacidade antioxidante e melhora linear da conversão alimentar (DU et al., 2021).

2.5. Lisozima

A lisozima ou muramidase é a designação geral para um conjunto de enzimas que podem ser encontradas naturalmente em secreções de mamíferos. Em humanos pode ser encontrada em lágrima e saliva e em animais foi observada em leite e em ovos. O substrato natural dessa enzima são os peptidoglicanos, principais constituintes da parede celular bacteriana (MASSCHALCK; MICHIELS, 2003). Desse modo, as lisozimas tem ação, sobretudo, em bactérias gram-positivas. Entretanto, essa proteína também pode ter efeito em bactérias gram-negativas (MASSCHALCK; MICHIELS, 2003). Em leitões neonatos desafiados por *E. coli* enterotoxigênica e suplementados com lisozima foi possível perceber maior relação altura de vilosidade/profundidade de cripta no jejuno e íleo, embora não exista distinção estatística em

comparação ao controle para esse mesmo parâmetro quando avaliado no duodeno. Foi observado que a muramidase pode ter efeito preventivo à diarreia (HUANG et al., 2018).

As lisozimas podem auxiliar na quebra da parede celular de algas, por exemplo, Spirulina, o que melhora o aproveitamento de nutrientes, sobretudo proteína bruta. Isso pôde ser percebido, pois a presença dessa enzima juntamente com a Spirulina alterou a análise proteômica do músculo *longissimus lumborum* em leitões na primeira semana pós-desmame (RIBEIRO et al., 2021). Para leitões na maternidade, a presença da muramidase na concentração de 1mg/kg resultou em aumento de altura das vilosidades, profundidade de criptase, contagem de linfócitos ileais. Leitões que foram alimentados com 1mg/kg ou 0,5mg/kg apresentaram maior peso corporal aos 14 dias de idade. Esses mesmos tratamentos proporcionaram redução de *Clostridium clostridioforme*, *Helicobacter rodentium* e *Escherichiacoli*. Esses patógenos podem estar associados a processos inflamatórios e diarreia (XIONG et al., 2019).

De modo geral, a maioria dos trabalhos avaliando o uso da lisozima demonstraram que essa proteína pode ser promissora para melhora do ganho médio diário e conversão alimentar em comparação ao controle negativo (VANROLLEGHEM et al., 2019). Para ganho de peso o aumento é, em média, 28 g e para a conversão alimentar estima-se que são necessários cerca de 52 g a menos para ganho de 1 kg de peso corporal. Em comparação ao controle positivo, não foram observadas diferenças estatísticas em relação ao uso de diversas bases de antimicrobianos. A quantidade a ser suplementada foi variável, existem trabalhos com resultados benéficos utilizando a dose de 4 unidades de lisozima/mg (VANROLLEGHEM et al., 2019).

2.6. Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos são substâncias capazes de diminuir o pH estomacal e intestinal, de modo a favorecer a digestão proteica e controlar a população de bactérias patogênicas. Em decorrência de se complexarem com alguns minerais podem reduzir o excesso de excreção de nutrientes (SUIRYANRAYNA E RAMANA, 2015). A modulação que ocorre a nível microbiológico permite desinflamação da mucosa intestinal, melhora de parâmetros morfohistológicos nesse órgão e conseqüentemente melhora de desempenho. O ácido lático, fumárico, benzoico, propiônico e butírico são exemplos de ácidos orgânicos. Os resultados da utilização podem variar conforme as propriedades químicas de cada um desses compostos (SUIRYANRAYNA E RAMANA, 2015).

Os ácidos orgânicos podem ser administrados conjuntamente, por exemplo, suplementando-se ácido acético, propiônico e butírico, os quais são ácidos graxos de cadeia curta que podem ser produzidos naturalmente pela microbiota intestinal. Para animais em fase de creche estes ácidos podem reduzir o consumo médio diário, pois estão relacionados a maior saciedade dos animais. De acordo com Jiao et al. (2018), observa-se também uma redução da concentração de triglicérides e de colesterol total nos parâmetros séricos. Especificamente para o ácido butírico, o uso de butirato de sódio protegido pode aumentar o ganho de peso diário de forma linear e quadrática em suínos em fase de creche (LIN et al., 2020). Os mesmos autores não observaram efeitos no consumo e conversão alimentar. O escore fecal, entretanto, foi reduzido aos 4 e 8 dias pós-desmame.

O uso do butirato de sódio protegido é uma estratégia de utilização ao uso tradicional do butirato de sódio que é não protegido e possui alta higroscopicidade. Também possui odor característico forte e esses fatores impactam em maior dificuldade de utilização desse composto (LIN et al., 2020; MOQUET et al., 2015). Uma alternativa é a utilização de tributirina, um glicerol ligado a três moléculas de butirato que pode ser clivado por lipases intestinais e liberar duas moléculas de ácido butírico e uma de monobutirina (MIYOSHI et al., 2011). A inclusão mínima de tributirina (750 mg/kg) pode resultar em menor escore fecal para leitões desmamados aos 4 e 7 dias (WANG et al., 2019). Nesse mesmo estudo foi observada uma maior relação *Lactobacilli* / *E. coli* e uma melhora no ganho de peso diário com tributirina. Outros autores (TUGNOLI et al., 2020) não observaram efeito sobre o desempenho, porém ocorreu alteração na contagem de células caliciformes e na expressão de citocininas inflamatórias. O uso desse éster promoveu ainda melhor funcionamento da barreira intestinal.

2.7. Estresse oxidativo

O estresse oxidativo é caracterizado por desbalanço, em que há excesso de substâncias pró-oxidantes, sobretudo radicais livres e, conjuntamente, ineficiência do sistema antioxidante para defesa do organismo (DAENEN et al., 2019; HAO; XING; GU, 2021). Essa condição pode possuir diferentes origens, principalmente em animais de produção como os suínos (HAO; XING; GU, 2021). Para essa espécie, até mesmo o nascimento pode ser um momento para ocorrência desse quadro, pois há uma mudança abrupta nas características ambientais, dentre elas temperatura e umidade. Na fase subsequente os desafios do desmame também estão correlacionados a condição de estresse oxidativo. E durante todo o sistema produtivo, a presença de micotoxinas, o reestabelecimento de hierarquia, a densidade de baias, além de

aspectos sanitários serão pontos críticos para o desenvolvimento de status antioxidante inadequado (HAO; XING; GU, 2021).

Um dos conjuntos de substâncias oxidantes corresponde às espécies reativas de oxigênio (ROS), as quais são produzidas basicamente em decorrência do metabolismo aeróbio em células vivas (LEE; SONG, 2021). A presença de ROS pode ser importante para controlar agentes patogênicos, entretanto a produção em excesso tem potencial para causar danos celulares (IGHODARO; AKINLOYE, 2018). O ânion superóxido, o oxigênio singleto e o radical hidroxiperoxil são exemplos de compostos inclusos nesse grupo (IGHODARO; AKINLOYE, 2018). Outro conjunto existente são espécies reativas de nitrogênio (RNS) que também podem provocar desordens a nível celular (ZARKOVIC, 2020).

Algumas enzimas que participam da neutralização de espécies reativas são a glutatona peroxidase, superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT) (LAURIDSEN, 2019). SOD atua na catálise da reação entre duas moléculas do ânion superóxido, os quais são dismutados em peróxido de hidrogênio e oxigênio molecular (IGHODARO; AKINLOYE, 2018). CAT catalisa uma reação de duas etapas, cujo objetivo é decompor esse peróxido de hidrogênio em água e oxigênio (GEBICKA; KRYCH-MADEJ, 2019). Embora estruturalmente sejam enzimas muito distintas, ambas compõem a primeira linha de defesa do organismo, pois iniciam a ação antioxidante contra os radicais livres produzidos (GEBICKA; KRYCH-MADEJ, 2019; PERRY et al., 2010).

Glutationa (GSH) é um tripeptídeo que contém cisteína e que representa a principal forma de tiol não proteico em células de mamíferos. Esse substrato pode ser convertido a sua forma oxidada (GSSG) em uma reação catalisada pela Glutationa peroxidase, que nesse momento converte também o peróxido de hidrogênio à água molecular, de modo a atuar no sistema de defesa contra estresse oxidativo (BRAY; TAYLOR, 1993). Ainda durante essa condição, a Glutationa-S-transferase catalisa reações em que GSH se complexa com compostos nocivos e permite que sejam excretados, dentre eles o 4-Hidroxinonenal e o colesterol α -óxido (HAYES; MCLELLAN, 1999). A presença de compostos nocivos pode ser resultado da produção excessiva de ROS, o que desencadeia processos de degradação, dentre eles a peroxidação lipídica (LPO) (HAYES; MCLELLAN, 1999). A LPO ocorre em três fases: início, propagação e término e os ácidos graxos poliinsaturados das membranas celulares são particularmente sensíveis a esse processo (GUTTERIDGE, 1995).

2.8. Emulsificantes

Os emulsificantes são compostos que contêm uma parte hidrofílica e outra parte lipofílica o que significa possuir afinidade com a água e com substâncias de caráter lipídico, respectivamente (MILLER, 2016). Devido a essa característica química, os emulsificantes auxiliam na estabilidade de soluções imiscíveis, dentre elas as emulsões (MILLER, 2016). Esse surfactante pode ser classificado conforme o balanço de suas partes lipofílica e hidrofílica por meio de um índice numérico (HLB), em que valores maiores são proporcionais a uma composição mais hidrofílica e, portanto, valores menores correspondem a uma composição predominantemente lipofílica (LI et al., 2022; MILLER, 2016). Essa classificação é importante, pois permite adequar o uso do emulsificante às características da solução em que será inserido (LI et al., 2022; MILLER, 2016).

Em suínos, a digestão de lipídios inicia-se na boca principalmente por ação da lipase salivar (AKHTAR et al., 2018; WEALLEANS; BIERINCKX; DI BENEDETTO, 2021). Entretanto, de maneira semelhante ao que acontece no organismo da maioria dos mamíferos, o maior sítio de absorção é no intestino delgado, sobretudo na porção proximal do duodeno (WATANABE et al., 1988; WEALLEANS; BIERINCKX; DI BENEDETTO, 2021). Durante essa etapa, a utilização de emulsificantes reduz o processo de coalescência das gotas lipídicas, o que aumenta a superfície de contato com as enzimas pancreáticas e sais biliares (MILLER, 2016; WEALLEANS; BIERINCKX; DI BENEDETTO, 2021). Esse mecanismo pode melhorar a digestibilidade de gorduras e óleos presentes nas dietas (JONES et al., 1992).

O estearoil-2-lactilato de sódio e o éster de poliglicerol são exemplos de emulsificantes que melhoraram a digestibilidade de nutrientes para suínos na fase de crescimento (BAI et al., 2019). Os ácidos biliares, dentre eles ácido quenodesoxicólico, também pode ser fornecido por meio da dieta e ter função emulsificante, o que conforme trabalho de Song et al. (2021), permitiu melhora no desempenho de leitões na fase de creche e uma tendência de redução de diarreia, condição crítica especialmente para essa categoria (SONG et al., 2021). Em decorrência do potencial de aumento da digestibilidade de nutrientes, principalmente do componente lipídico na alimentação de suínos (BAI et al., 2019), pesquisas são realizadas para avaliar os efeitos de redução da energia metabolizável a partir da inclusão de emulsificantes (SUN; KIM, 2019; YIN et al., 2019).

2.9. Comportamento alimentar

O comportamento alimentar em suínos pode ser influenciado por uma série de fatores. Conforme Brown-brandl et al. (2013), observaram em seus estudos que machos castrados passam um maior tempo se alimentando em comparação às fêmeas. Além disso, também ocorreu aumento do tempo de alimentação devido maior idade dos animais, de modo que entre 95 e 105 dias de vida foi constatado um platô de aproximadamente 76 minutos por dia em que os animais permaneceram nos alimentadores (BROWN-BRANDL et al., 2013). Outro fator que altera o comportamento alimentar suíno, são as condições de higiene a que estão submetidos, pois aqueles que são alojados em ambientes limpos consomem mais alimento e crescem mais rápido (RENAUDEAU, 2009). Em relação as condições de saúde dos animais, considerando a presença de úlceras gástricas, não foram observadas quaisquer alterações significativas no comportamento alimentar, independente dos níveis de lesões observadas (PERALVO-VIDAL et al., 2021).

Muitos estudos utilizam a mensuração do tempo de visita, número de visitas, consumo por visita e intervalo entre visitas como principais indicadores do comportamento alimentar (MASELYNE et al, 2016; SALGADO et al., 2021; CHEN et al., 2021). Considerando esses parâmetros, Chen et al. (2021) relataram existir correlação entre o número de visitas e consumo por visitas com o estabelecimento de hierarquia característico da espécie, pois foi atribuído que leitões mais dominantes possuem um menor número de visitas e maior consumo por visita. Outros trabalhos corroboram com existência de padrões alimentares conforme organização social em suínos (HOY; SCHAMUN; WEIRICH, 2012).

Em diferentes categorias, foi observado que a maior procura por alimento coincidiu com os períodos de menor temperatura do dia (RENAUDEAU, 2009; SILVA et al., 2021). Além disso, durante o estresse por calor o consumo foi menor, estimado em cerca de 6% redução (DE OLIVEIRA et al., 2023). Porém, parece existir um efeito de raças e sexo relacionado à resistência a essa condição (CROSS et al., 2020). No trabalho de HE et al. (2021), os autores demonstraram ainda que a análise do comportamento alimentar quando associada a tecnologia da informação pode auxiliar em prever dados de interesse, dentre eles peso vivo. De modo geral, muitas são as possibilidades interdependentes desse conjunto complexo de fatores que caracteriza o comportamento alimentar da espécie suína.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso inadequado de antibióticos na suinocultura, em doses terapêuticas ou subterapêuticas, pode resultar em resistência bacteriana, a qual é um risco para saúde de humanos e animais. Por esse motivo, vários aditivos alternativos aos antimicrobianos são estudados. A monolaurina, os fitogênicos, a lisozima exógena e os ácidos orgânicos

São alguns exemplos. Além de melhoradores de desempenho, essas substâncias tem potencial de mitigar estresse oxidativo e, conseqüentemente os efeitos negativos dessa condição. A utilização desses aditivos permite ainda que sejam utilizadas concomitantemente outras estratégias para promover melhor desempenho. Dentre elas, o uso de emulsificantes que atuam facilitando a absorção de gorduras e óleos na dieta.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, S. E., et al. From farm-to-fork: E. coli from an intensive pig production system in South Africa shows high resistance to critically important antibiotics for human and animal use. **Antibiotics**, v. 10, n. 2, p. 178, 2021.
- ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual**, São Paulo, SP, 2021.
- AKHTAR, N. et al. An efficient method for saliva collection from mature pigs to determine their enzymatic and electrolytic profiles. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 80, n. 1, p. 147–151, 2018.
- BAI, G. et al. Effects of different emulsifiers on growth performance, nutrient digestibility, and digestive enzyme activity in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 10, p. 4235–4241, 3 out. 2019.
- BAI, M., et al. Use of coated nano zinc oxide as an additive to improve the zinc excretion and intestinal morphology of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 4, p. 1772–1783, 2019.
- BARBA-VIDAL, E.; MARTÍN-ORÚE, S M. and CASTILLEJOS, L. Practical aspects of the use of probiotics in pig production: A review. **Livestock Science**, v. 223, p. 84-96, 2019.
- BARKER, L. A.; BAKKUM, Barclay W.; CHAPMAN, Cynthia. The clinical use of monolaurin as a dietary supplement: a review of the literature. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 18, n. 4, p. 305-310, 2019.
- BRAY, T. M.; TAYLOR, C. G. Tissue glutathione, nutrition, and oxidative stress. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 71, n. 9, p. 746–751, 1 set. 1993.
- BROWN-BRANDL, T. M.; ROHRER, G. A.; EIGENBERG, R. A. Analysis of feeding behavior of group housed growing–finishing pigs. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 96, p. 246–252, ago. 2013.
- CAMPOS, J. et al. Non-typhoidal Salmonella in the pig production chain: a comprehensive analysis of its impact on human health. **Pathogens**, v. 8, n. 1, p. 19, 2019.
- CAPPELLI K., et al. Differential Effects of Dietary Oregano Essential Oil on the Inflammation Related Gene Expression in Peripheral Blood Mononuclear Cells From Outdoor and Indoor Reared Pigs. **Front. Vet. Sci**, 8:602811, 2021.
- CHENG, C., et al. Effect of oregano essential oil supplementation to a reduced- protein, amino acid-supplemented diet on meat quality, fatty acid composition, and oxidative stability of Longissimus thoracis muscle in growing-finishing pigs. **Meat science**, v. 133, p. 103-109, 2017.

CHEN, D. et al. Multi-breed investigation of pig social rank and biological rhythm based on feeding behaviors at electronic feeding stations. **Livestock Science**, v. 245, p. 104419, mar. 2021.

CROSS, A. J. et al. Feeding behavior of grow-finish swine and the impacts of heat stress. **Translational Animal Science**, v. 4, n. 2, p. 986–992, 1 abr. 2020.

DAENEN, K. et al. Oxidative stress in chronic kidney disease. **Pediatric Nephrology**, v. 34, n. 6, p. 975–991, jun. 2019.

DE OLIVEIRA, M. J. K. et al. Feeding Behavior of Finishing Pigs under Diurnal Cyclic Heat Stress. **Animals**, v. 13, n. 5, p. 908, 2 mar. 2023.

DI VITO, M., et al. Origanum vulgare essential oil vs. a commercial mixture of essential oils: in vitro effectiveness on Salmonella spp. from poultry and swine intensive livestock. **Antibiotics**, v. 9, n. 11, p. 763, 2020.

DIXON, L. K.; SUN, H.; ROBERTS, H. African swine fever. **Antiviral Research**, v. 165, p. 34–41, maio 2019.

DU, E. et al. Supplemental magnolol improves the antioxidant capacity and intestinal health of broiler chickens. **Animal Science Journal**, v. 92, n. 1, jan. 2021.

FAJT, V. R. et al. A call to action for veterinarians and partners in animal health to collect antimicrobial use data for the purposes of supporting medical decision-making and antimicrobial stewardship. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 260, n. 8, p. 853–859, 1 maio 2022.

FENG, X., et al. Research Note: Effects of glycerol monolaurate supplementation on egg production, biochemical indices, and gut microbiota of broiler breeders at the late stage of production. **Poultry Science**, v. 100, n. 9, p. 101386, 2021.

GRAS NOTIFICATION; fda.gov, 2016. Página de download. Disponível em: <<https://www.fda.gov/media/99218/download>>. Acesso em: 29 de dez. de 2022. GAGGIA, F.; MATTARELLI, P. and BIAVATI, B. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. **International journal of food microbiology**, v. 141, p. S15-S28, 2010.

GAO, F., et al. Untreated swine wastes changed antibiotic resistance and microbial community in the soils and impacted abundances of antibiotic resistance genes in the vegetables. **Science of The Total Environment**, v. 741, p. 140482, 2020.

GEBICKA, L.; KRYCH-MADEJ, J. The role of catalases in the prevention/promotion of oxidative stress. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v. 197, p. 110699, ago. 2019.

GERBER, P. J.; VELLINGA, T. V.; STEINFELD, H. Issues and options in addressing the environmental consequences of livestock sector's growth. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 244–247, fev. 2010.

GÓCHEZ, D., et al. OIE annual report on antimicrobial agents intended for use in animals: methods used. **Frontiers in veterinary science**, p. 317, 2019.

GONZALEZ-ESQUERRA, R., et al. Effect of dietary copper sources on performance, gastric ghrelin-RNA expression, and growth hormone concentrations in serum in piglets. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 10, p. 4242-4247, 2019.

GUTTERIDGE, J. M. Lipid peroxidation and antioxidants as biomarkers of tissue damage. **Clinical Chemistry**, v. 41, n. 12, p. 1819–1828, 1 dez. 1995.

HAO, Y.; XING, M.; GU, X. Research Progress on Oxidative Stress and Its Nutritional Regulation Strategies in Pigs. **Animals**, v. 11, n. 5, p. 1384, 13 maio 2021.

HAYES, J. D.; MCLELLAN, L. I. Glutathione and glutathione-dependent enzymes represent a co-ordinately regulated defence against oxidative stress. **Free Radical Research**, v. 31, n. 4, p. 273–300, 1 jan. 1999.

HEO, J. M. et al. Effects of dietary protein level and zinc oxide supplementation on the incidence of post-weaning diarrhoea in weaner pigs challenged with an enterotoxigenic strain of *Escherichia coli*. **Livestock Science**, v. 133, n. 1-3, p. 210-213, 2010.

HORKY, P., et al. Protective effect of a new generation of activated and purified bentonite in combination with yeast and phytogenic substances on mycotoxin challenge in pigs. **Plos one**, v. 16, n. 10, p. e0259132, 2021.

HUANG, G., et al. Lysozyme improves gut performance and protects against enterotoxigenic *Escherichia coli* infection in neonatal piglets. **Veterinary research**, v. 49, n. 1, p. 1-11, 2018.

HUNG, Y., et al. Analysis of gastrointestinal responses revealed both shared and specific targets of zinc oxide and carbadox in weaned pigs. **Antibiotics**, v. 9, n. 8, p. 463, 2020.

IGHODARO, O. M.; AKINLOYE, O. A. First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. **Alexandria Journal of Medicine**, v. 54, n. 4, p. 287–293, 1 dez. 2018.

JACKMAN, J. A., et al. Inhibition of African swine fever virus in liquid and feed by medium-chain fatty acids and glycerol monolaurate. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2020.

JIANG, Z., et al. Antibiotic resistance profiles of *Salmonella* recovered from finishing pigs and slaughter facilities in Henan, China. **Frontiers in microbiology**, p. 1513, 2019.

JIAO AR, et al. Oral administration of short chain fatty acids could attenuate fat deposition of pigs. **PLoS ONE**, 13(5): e0196867, 2018.

JONES, D. B. et al. Effects of exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility, serum lipids, and growth performance in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3473–3482, 1 nov. 1992.

KELLERMAN, C., et al. Antibiotic Resistance Patterns in Cervical Microbes of Gilts and Sows. **Animals**, v. 12, n. 1, p. 117, 2022.

KIM, K. et al. Dietary plant extracts modulate gene expression profiles in alveolar macrophages of pigs experimentally infected with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 11, n. 1, p. 1-14, 2020.

KLUGE, H, BROZ J AND EDER, K. Effect of benzoic acid on growth performance, nutrient digestibility, nitrogen balance, gastrointestinal microflora and parameters of microbial metabolism in piglets. **J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)**, Aug;90(7-8):316-24, 2006.

KONG, L., et al. Glycerol monolaurate ameliorated intestinal barrier and immunity in broilers by regulating intestinal inflammation, antioxidant balance, and intestinal microbiota. **Frontiers in Immunology**, p. 3913, 2021.

KRITAS, S. K. et al. Reproductive performance of sows was improved by administration of a sporing bacillary probiotic (*Bacillus subtilis* C-3102). **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 1, p. 405–413, 1 jan. 2015.

KWAK, M.-J. et al. The effects of multispecies probiotic formulations on growth performance, hepatic metabolism, intestinal integrity and fecal microbiota in growing-finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 274, p. 114833, abr. 2021.

LASSALETTA, L., et al. Future global pig production systems according to the Shared Socioeconomic Pathways. **Science of the Total Environment**, v. 665, p. 739-751, 2019.

LEE, J.; SONG, C.-H. Effect of Reactive Oxygen Species on the Endoplasmic Reticulum and Mitochondria during Intracellular Pathogen Infection of Mammalian Cells. **Antioxidants**, v. 10, n. 6, p. 872, 28 maio 2021.

LEE, Y., et al. Therapeutic applications of compounds in the Magnolia family. **Pharmacology & therapeutics**, v. 130, n. 2, p. 157-176, 2011.

LI, J., et al. Characterization of pig-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. **Veterinary microbiology**, v. 201, p. 183-187, 2017. LI, J. et al. Hybrid liposomes composed of hydrophilic emulsifiers and lecithin: Physicochemical, interaction and curcumin loading properties. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 655, p. 130210, dez. 2022.

LIN, F. et al. Effects of coated sodium butyrate on performance, diarrhea, intestinal microflora, and barrier function of pigs during the first 2-week post-weaning. **Animal Feed Science and Technology**, 114464, 2020.

- LUGRIN, J., et al. The role of oxidative stress during inflammatory processes. **Biological chemistry**, v. 395, n. 2, p. 203-230, 2014.
- LUQUE, A. T., et al. Antimicrobial resistant *Escherichia coli* in the reproductive tract microbiota of cows and sows. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, v. 55, p. 13-19, 2017.
- MA, X., et al. Chlortetracycline alters microbiota of gut or faeces in pigs and leads to accumulation and migration of antibiotic resistance genes. **Science of The Total Environment**, v. 796, p. 148976, 2021.
- MASELYNE, J. et al. Methods to construct feeding visits from RFID registrations of growing-finishing pigs at the feed trough. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 128, p. 9–19, out. 2016.
- MASSCHALCK, B.; MICHIELS, C. W. Antimicrobial Properties of Lysozyme in Relation to Foodborne Vegetative Bacteria. **Critical Reviews in Microbiology**, v. 29, n. 3, p. 191–214, jan. 2003.
- MONGER, X. C., et al. Antibiotic resistance: From pig to meat. **Antibiotics**, v. 10, n. 10, p. 1209, 2021.
- MOQUET, P. C. A., et al. Importance of release location on the mode of action of butyrate derivatives in the avian gastrointestinal tract. **World's Poultry Science Journal**, v. 72, n. 1, p. 61-80, 2016.
- MILLER, R. Emulsifiers: Types and Uses. Em: **Encyclopedia of Food and Health**. [s.l.] Elsevier, 2016. p. 498–502.
- MIYOSHI, M. et al. Oral administration of tributyrin increases concentration of butyrate in the portal vein and prevents lipopolysaccharide-induced liver injury in rats. **Clinical Nutrition**, v. 30, n. 2, p. 252–258, abr. 2011.
- NGUYEN THI, H., et al. Characterization of *Salmonella* spp. isolates from swine: Virulence and antimicrobial resistance. **Animals**, v. 10, n. 12, p. 2418, 2020.
- PAPADOPOULOS, G. A., et al. Effects of a tributyrin and monolaurin blend compared to high ZnO levels on growth performance, faecal microbial counts, intestinal histomorphometry and immunohistochemistry in weaned piglets: A field study in two pig herds. **Research in Veterinary Science**, 2022.
- PERRY, J. J. P. et al. The structural biochemistry of the superoxide dismutases. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins and Proteomics**, v. 1804, n. 2, p. 245– 262, fev. 2010.
- PERALVO-VIDAL, J. M. et al. Feeding behavior in nursery pigs affected with gastric ulcers. **Livestock Science**, v. 254, p. 104745, dez. 2021.
- PISSETTI, C., et al. Antimicrobial resistance in commensal *Escherichia coli* and *Enterococcus spp.* isolated from pigs subjected to different antimicrobial administration

protocols. **Research in veterinary science**, v. 137, p. 174-185, 2021.

RAUF, A. et al. Honokiol: An anticancer lignan. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 107, p. 555–562, nov. 2018.

RASSCHAERT, G., et al. Antibiotic residues and antibiotic-resistant bacteria in pig slurry used to fertilize agricultural fields. **Antibiotics**, v. 9, n. 1, p. 34, 2020.

REN, C., 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.

RENAUDEAU, D. Effect of housing conditions (clean vs. dirty) on growth performance and feeding behavior in growing pigs in a tropical climate. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, n. 4, p. 559–563, abr. 2009.

RIBEIRO, D. M., et al. Influence of dietary Spirulina inclusion and lysozyme supplementation on the longissimus lumborum muscle proteome of newly weaned piglets. **Journal of Proteomics**, v. 244, p. 104274, 2021.

RICKER, N., et al. Toward antibiotic stewardship: Route of antibiotic administration impacts the microbiota and resistance gene diversity in swine feces. **Frontiers in veterinary science**, v. 7, p. 255, 2020.

SAMOLIŃSKA, W. et al. Evaluation of garlic and dandelion supplementation on the growth performance, carcass traits, and fatty acid composition of growing-finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 259, p. 114316, 2020.

SANDERS, P.; PERRIN-GUYOMARD, A.; MOULIN, G. Évolution de l'utilisation des antibiotiques en production animale. **Cahiers de Nutrition et de Diététique**, v. 52, n. 6, p. 301–311, dez. 2017.

SCHAREK-TEDIN, L. et al. Probiotic Treatment Decreases the Number of CD14-Expressing Cells in Porcine Milk Which Correlates with Several Intestinal Immune Parameters in the Piglets. **Frontiers in Immunology**, v. 6, 10 mar. 2015.

SCOTT, A. M., et al. Is antimicrobial administration to food animals a direct threat to human health? A rapid systematic review. **International journal of antimicrobial agents**, v. 52, n. 3, p. 316-323, 2018.

SHILI, C. N., et al. Effect of a phytogenic water additive on growth performance, blood metabolites and gene expression of amino acid transporters in nursery pigs fed with low-protein/high-carbohydrate diets. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 555, 2021.

SILVA, B. A. N. et al. Feed flavour supplementation improves kinetics of intake and feeding behaviour pattern of lactating sows in a tropical climate. **Livestock Science**, v. 250, p.104559, ago. 2021.

SONG, M. et al. Dietary chenodeoxycholic acid improves growth performance and intestinal health by altering serum metabolic profiles and gut bacteria in weaned piglets. **Animal Nutrition**, v. 7, n. 2, p. 365–375, jun. 2021.

SUIRYANRAYNA, M. V. and RAMANA, J. V. A review of the effects of dietary organic acids fed to swine. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 6, n. 1, p. 1-11, 2015.

SUN, H. Y.; KIM, I. H. Evaluation of an emulsifier blend on growth performance, nutrient digestibility, blood lipid profiles, and fecal microbial in growing pigs fed low energy density diet. **Livestock Science**, v. 227, p. 55–59, set. 2019.

THOMAS, L. L., et al. Evaluation of different blends of medium-chain fatty acids, lactic acid, and monolaurin on nursery pig growth performance. **Translational Animal Science**, v. 4, n. 2, p. 548-557, 2020.

TUGNOLI, B., et al. Tributyrin differentially regulates inflammatory markers and modulates goblet cells number along the intestinal tract segments of weaning pigs. **Livestock Science**, 103996, 2020.

UPADHAYA, S. D., et al. Use of protected zinc oxide in lower doses in weaned pigs in substitution for the conventional high dose zinc oxide. **Animal Feed Science and Technology**, v. 240, p. 1-10, 2018.

VANROLLEGHEM, W. et al. Potential dietary feed additives with antibacterial effects and their impact on performance of weaned piglets: a meta-analysis. **The Veterinary Journal**, v. 249, p. 24-32, 2019.

WAN, J., et al. Alterations in intestinal microbiota by alginate oligosaccharide improve intestinal barrier integrity in weaned pigs. **Journal of Functional Foods**, v. 71, p. 104040, 2020.

WANG, C., et al. Effects of tributyrin on growth performance, intestinal microflora and barrier function of weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 258, p. 114311, 2019.

WATANABE, S. et al. Role of pancreatic enzymes on release of cholecystokinin-pancreozymin in response to fat. **American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology**, v. 254, n. 6, p. G837–G842, 1 jun. 1988.

WEALLEANS, A. L.; BIERINCKX, K.; DI BENEDETTO, M. Fats and oils in pig nutrition: Factors affecting digestion and utilization. **Animal Feed Science and Technology**, v. 277, p. 114950, jul. 2021.

WELCH, J. L., et al. Glycerol monolaurate, an analogue to a factor secreted by *Lactobacillus*, is virucidal against enveloped viruses, including HIV-1. **Mbio**, v. 11, n. 3, p. e00686-20, 2020.

- WINDISCH, W. et al. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. **Journal of animal science**, v. 86, n. suppl_14, p. E140-E148, 2008.
- XIONG, X., et al. Dietary lysozyme supplementation contributes to enhanced intestinal functions and gut microflora of piglets. **Food & function**, v. 10, n. 3, p. 1696-1706, 2019.
- XU, B., et al. Overall assessment of antibiotic substitutes for pigs: A set of meta- analyses. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 12, n. 1, p. 1-15, 2021.
- YIN, J. et al. Effects of reducing dietary energy (tallow) in diets containing emulsifier blend on growth performance, nutrient digestibility, and blood profile in growing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 99, n. 1, p. 206–209, 1 mar. 2019.
- YU, E., et al. Alteration of Porcine Intestinal Microbiota in Response to Dietary Manno-Oligosaccharide Supplementation. **Frontiers in microbiology**, v. 12, p. 811272- 811272, 2021.
- YUN, Jinhyeon et al. Antimicrobial use, biosecurity, herd characteristics, and antimicrobial resistance in indicator *Escherichia coli* in ten Finnish pig farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 193, p. 105408, 2021.
- ZARKOVIC, N. Roles and Functions of ROS and RNS in Cellular Physiology and Pathology. **Cells**, v. 9, n. 3, p. 767, 21 mar. 2020.
- ZHANG, Q., et al. Monolaurin Confers a Protective Effect Against Porcine Epidemic Diarrhea Virus Infection in Piglets by Regulating the Interferon Pathway. **Frontiers in Immunology**, v. 12, p. 797476-797476, 2021.
- ZHOU, Y.; LI, X and YAN, H. Genotypic Characteristics and Correlation of Epidemiology of *Staphylococcus aureus* in Healthy Pigs, Diseased Pigs, and Environment. **Antibiotics**, v. 9, n. 12, p. 839, 2020.
- ZHOU, H., et al. Short-chain fatty acids can improve lipid and glucose metabolism independently of the pig gut microbiota. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2021.

CAPÍTULO 2 – ARTIGO

(Normas NBR 6022 (ABNT 2003))

**Uso de aditivos zootécnicos melhoradores de desempenho para suínos em
crescimento**

RESUMO

O uso indiscriminado de antimicrobianos em doses terapêuticas ou subterapêuticas, pode ocasionar resistência cruzada, representando um risco sanitário para humanos e animais. O uso de aditivos com funcionalidade intestinal poderia ser uma estratégia para substituir o uso de antimicrobianos. A melhora sistêmica poderia auxiliar na prevenção de uma imunossupressão subclínica e prevenção da incidência de estresse oxidativo. O objetivo com esse estudo foi avaliar os efeitos do uso de diferentes aditivos melhoradores de desempenho e de emulsificante sobre o desempenho, cinética de comportamento alimentar e status antioxidante de suínos na fase de crescimento. Um total de 84 suínos (42 machos castrados e 42 fêmeas; genética TN70® * Talent®) foram utilizados e distribuídos entre 6 tratamentos, sendo eles: T1 (controle negativo), T2 (monolaurina), T3 (mono e tributirina), T4 (tributirina, extrato de magnólia e emulsificante), T5 (lisozima), T6 (controle positivo). Foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados, com peso corporal, origem das leitegadas e o sexo como principais variáveis. Cada tratamento consistiu em 14 repetições e cada suíno foi considerado a unidade experimental. O comportamento alimentar individual foi registrado durante todo o período experimental, usando um Alimentador Inteligente Automatizado (AIF; GESTAL EVO® Individual Pig Performance Testing – Jyga Technology, Canadá; integrado a um sistema de pesagem; Intergado® RealtimePig Weight Monitoring System – Brasil). Os dados foram submetidos a testes de normalidade e analisados pelo procedimento de modelo linear generalizado (GLM) do pacote estatístico SAS (SAS Inst., Inc, Cary, NC; versão 9.2). Valores de probabilidade $\leq 0,10$ e $> 0,05$ foram considerados tendências, enquanto $P \leq 0,05$ foi considerado significativo. Os tratamentos T3 e T4 tiveram os maiores valores ($p = 0,0005$) de peso vivo intermediário (105 dias de vida). O ganho de peso total (GPT) e ganho de peso diário (GPD) foram maiores (ambos $p < 0,0001$) em T6 e menores em T1. O consumo de ração médio diário (CRMD) foi maior ($p = 0,0040$) em T6, T3 e T5 e menor em T1. O consumo de ração total (CRTot) foi maior ($p = 0,0103$) em T6, T5 e menor em T1. Para conversão alimentar não foram observadas diferenças estatísticas ($p > 0,10$). Os valores de atividade volumétrica da catalase (CAT) foram melhores em T3 e T4. Esses dois tratamentos também apresentaram os menores valores de espécies reativas de oxigênio (ROS) produzidas.

Palavras-chave: monolaurina, tributirina, emulsificante, status antioxidante, comportamento alimentar.

ABSTRACT

The indiscriminate use of antimicrobials in therapeutic or sub-therapeutic doses can cause cross-resistance, representing a health risk for humans and animals. The use of additives with intestinal functionality could be a strategy to replace the use of antimicrobials. The systemic improvement could help in preventing subclinical immunosuppression and preventing the incidence of oxidative stress. The objective of this study was to evaluate the effects of the use of different performance enhancing additives and emulsifier on the performance, feeding behavior kinetics and antioxidant status of pigs in the growing phase. A total of 84 pigs (42 castrated males and 42 females; genetics TN70® * Talent®) were used and distributed among 6 treatments, namely: T1(negative control), T2 (monolaurin), T3 (mono and tributyrin), T4 (tributyrin, magnolia extract and emulsifier), T5 (lysozyme), T6 (positive control). A randomized block design was used, with body weight, litter origin and sex as main variables. Each treatment consisted of 14 replicates and each pig was considered the experimental unit. Individual feeding behavior was recorded throughout the experimental period, using an Automated Intelligent Feeder (AIF; GESTAL EVO® Individual Pig Performance Testing - Jyga Technology, Canada; integrated with a weighing system; Intergado® Realtime Pig Weight Monitoring System - Brazil). Data were submitted to normality tests and analyzed by the generalized linear model (GLM) procedure of the SAS statistical package (SAS Inst., Inc, Cary, NC; version 9.2). Probability values ≤ 0.10 and > 0.05 were considered trends, while $P \leq 0.05$ was considered significant. Treatments T3 and T4 had the highest values ($p = 0.0005$) of intermediate live weight (105 days old). Total weight gain (TWG) and daily weight gain (DWG) were highest (both $p < 0.0001$) in T6 and lowest in T1. Average daily feed consumption (CRMD) was highest ($p = 0.0040$) in T6, T3 and T5 and lowest in T1. Total feed consumption (CRTot) was higher ($p = 0.0103$) in T6, T5 and lower in T1. For feed conversion no statistical differences were observed ($p > 0.10$). Catalase (CAT) volumetric activity values were better in T3 and T4. These two treatments also showed the lowest values of reactive oxygen species (ROS) produced. Keywords: monolaurin, tributyrin, emulsifier, redox status, feeding behavior.

Keywords: monolaurin, tributyrin, emulsifier, antioxidant status, feeding behavior.

1. INTRODUÇÃO

Nos sistemas suinícolas, os antimicrobianos podem ser utilizados de modo terapêutico para prevenção e tratamento de doenças (FAJT et al., 2019). Durante a fase de crescimento, as principais causas de morbidade estão relacionadas às enfermidades infecciosas e crônicas (PIVA et al., 2022), as quais podem resultar em impactos econômicos negativos (RITTER et al., 2020). Entretanto, para que o uso do antibiótico seja eficaz, é necessária a adequada aplicação do protocolo de utilização (DI et al., 2021). Os antimicrobianos também podem ser utilizados como melhoradores de desempenho, embora existam restrições conforme o país em que a produção ocorre (SANDERS; PERRIN-GUYOMARD; MOULIN, 2017). Desse modo, o uso indiscriminado de antimicrobianos em doses terapêuticas ou subterapêuticas pode predispor para a seleção de genes de resistência na população bacteriana, o que representa um risco para saúde humana e animal (DI et al., 2021).

Muitos aditivos melhoradores de desempenho alternativos aos antimicrobianos já foram estudados (LI et al., 2021; WANG et al., 2022; LÓPEZ-GÁLVEZ et al., 2021). Dentre eles a monolaurina, o extrato de magnólia, lisozima exógena, mono e tributirina demonstram um potencial de controle patogênico. A monolaurina é um composto natural, encontrado sobretudo no óleo de coco e quimicamente caracterizada por ser um monoéster formado pelo ácido láurico e glicerol (BARKER et al., 2019). O extrato de magnólia possui o honkiol e magnolol como principais ativos, os quais são potencialmente capazes de controlar desordens intestinais, prevenir diarreia e úlcera gástrica (LEE et al., 2011).

A lisozima ou muramidase é a designação geral para um conjunto de enzimas que podem ser encontradas em secreções de mamíferos e quando suplementadas exogenamente podem contribuir para redução de microbiota patogênica, pois o substrato natural dessa proteína são os peptidoglicanos, principais constituintes da parede celular bacteriana (MASSCHALCK; MICHIELS, 2003). Uma molécula de glicerol ligada a três moléculas de butirato caracteriza a tributirina. Ela pode ser clivada por lipases intestinais e liberar duas moléculas de ácido butírico e uma de monobutirina (MIYOSHI et al., 2011), ambas são formas alternativas para fornecimento do butirato, o qual é um ácido orgânico e pode diminuir o pH estomacal e intestinal, de modo a favorecer a digestão proteica e contribuir de maneira benéfica para modulação de microbiota (VINOLO et al., 2011; WANG et al., 2022).

Os emulsificantes são uma estratégia para melhorar o desempenho e são compostos com a capacidade de reduzir a coalescência das gotas lipídicas, o que aumenta a superfície

de contato com as enzimas pancreáticas e sais biliares durante a digestão (MILLER, 2016; WEALLEANS; BIERINCKX; DI BENEDETTO, 2021). Esse mecanismo pode melhorar a digestibilidade de gorduras e óleos presentes nas dietas (JONES et al., 1992). O uso de aditivos melhoradores de desempenho podem ainda prevenir o estresse oxidativo, caracterizado por desbalanço, em que há excesso de substâncias pró-oxidantes, sobretudo radicais livres e, conjuntamente, ineficiência do sistema antioxidante para defesa do organismo (DAENEN et al., 2019; HAO; XING; GU, 2021). Essa condição é intrínseca aos sistemas de produção intensivo, devido aos múltiplos desafios que os animais são expostos (HAO; XING; GU, 2021). Assim sendo, objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos do uso de diferentes aditivos melhoradores de desempenho e de um emulsificante sobre o desempenho, cinética de comportamento alimentar e status antioxidante de suínos na fase de crescimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Comissão de ética no uso de animais

Todos os métodos de manejo dos animais foram realizados de acordo com as normas aprovadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) sob o protocolo de nº 105/2022.

2.2. Animais, instalações e tratamentos

O estudo foi conduzido de julho a setembro de 2022, nas instalações de crescimento/terminação do Núcleo de Estudos em Produção de Suínos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Lavras (NEPSUI – ICA/ UFMG). Um total de 84 suínos (42 machos castrados e 42 fêmeas; genética TN70® * Talent®) foram utilizados e distribuídos em 6 tratamentos seguindo um delineamento experimental em blocos casualizados, utilizando o peso corporal, origem dos leitões e sexo como principais covariáveis. Cada tratamento foi constituído de 14 repetições e cada suíno foi considerado uma unidade experimental. Os tratamentos experimentais foram:

T1– controle negativo, em que os animais receberam somente uma dieta padrão à base de milho e soja e sem aditivos melhoradores de desempenho ou emulsificantes;

T2 – dieta padrão e produto comercial composto por monolaurina na inclusão de 1 kg/ton na ração;

T3 – dieta padrão e produto comercial composto por mono e tributirina na inclusão de

1 kg/ton na ração;

T4 – dieta padrão e produto comercial composto por tributirina, extrato de magnólia e emulsificante na inclusão de 1 kg/ton na ração;

T5 –dieta padrão e produto comercial composto por lisozima na inclusão de 0,4 kg/ton na ração;

T6 – controle positivo, dieta padrão e antibiótico doxiciclina na primeira semana da primeira fase e na primeira semana da última fase do programa de arraçãoamento. Em ambos os momentos a inclusão foi de 250 ppm (0,25 kg/ton).

Todos os aditivos estavam disponíveis na forma física farelada em granulometria fina e semelhante entre os tratamentos. Os animais iniciaram no experimento com 33,12 kg em média de peso corporal (75 dias de idade aproximadamente) e permaneceram no experimento até 85,2 kg em média (130 dias de idade aproximadamente). Os animais foram alojados em baias coletivas de piso de concreto (3,8 x 3,3 m), sendo 14 suínos por baia, as quais eram equipadas com alimentadores automatizados inteligentes e bebedouros tipo *nipple*. Essas baias estavam localizadas em um galpão com laterais e faces frontal e posterior abertas. Os animais foram expostos à flutuação do fotoperíodo, temperatura e umidade relativa do ar natural. A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram registradas diariamente por meio de termohigrômetros instalados no centro do galpão a meia altura do corpo dos suínos. Esses dados foram utilizados para caracterizar o ambiente térmico em que os animais foram expostos.

2.3. Procedimento experimental

O comportamento alimentar individual foi registrado durante todo o período experimental, usando um Alimentador Inteligente Automatizado (AIF; GESTAL EVO® Individual Pig Performance Testing – Jyga Technology, Canadá; integrado ao Intergado® Realtime Pig Weight Monitoring System – Brasil). Cada animal recebeu um brinco com transponder na orelha, o qual emitia um sinal via tecnologia *Radio-Frequency Identification* (RFID). Cada vez que o animal entrava na estação, um sensor instalado no cocho tinha a finalidade de realizar a leitura do brinco e liberar uma quantidade de 100 g de ração. Os suínos podiam repetir esta ativação a cada 2 minutos para evitar desperdício. Ambas as configurações foram previamente determinadas por meio do *software* do equipamento. Após cada visita, eram registrados o tempo e a quantidade de ração no início e no final da visita. Esses dados de consumo eram salvos continuamente pelo sistema a cada 15 minutos e transferidos para uma planilha uma vez a cada sete dias.

Além da medição eletrônica do consumo de ração, as sobras acumuladas nos cochos e fora do cocho das estações eram coletadas por meio de um aspirador e pesadas diariamente entre 13:00 e 13:30 h. A ingestão diária foi determinada pela diferença entre a oferta de ração registrada nas estações e as sobras coletadas. Testes periódicos dos sistemas de fornecimento de ração AIF foram realizados e os sistemas recalibrados quando necessário. Ao longo do período de experimentação, os animais foram pesados semanalmente de maneira individual. O programa de arraçamento utilizado foi multifásico: 70 – 90 dias: Crescimento 1; 91 – 115 dias: Crescimento 2; 116 – 130 dias: Final 1.

Todas as dietas experimentais foram formuladas para atender ou exceder as exigências nutricionais para suínos machos castrados e fêmeas de acordo com as recomendações da Topigs Norsvin Feed Manual para progênie Talent® (2019) (Tabela 1). Os aditivos foram incluídos por meio de substituição parcial ao milho. No primeiro preparo das rações de cada fase, após o processo de mistura da ração, uma amostra de cada tratamento foi coletada para análise posterior. Após a coleta e até o momento das análises, as amostras permaneceram armazenadas a - 4°C.

2.4. Coleta de sangue e parâmetros de estresse oxidativo

No último dia de experimentação (130 dias de idade), 48 suínos (8 animais por tratamento) com o peso vivo mais próximo da média da baia foram contidos para coleta de sangue. As amostras foram coletadas por meio de punção de veia jugular utilizando seringas com heparina e tubos *vacutainer* com anticoagulante EDTA 2. As amostras de sangue foram centrifugadas a 1.500× g por 10 min a 4°C e o plasma dividido em alíquotas em microtubos de 1,0 mL e imediatamente armazenado a -20 °C para posterior análise dos seguintes parâmetros indicativos de estresse oxidativo: atividade volumétrica da enzima superóxido dismutase (SOD) determinada por espectrofotometria segundo metodologia de Gao et al. (1998); atividade volumétrica da enzima catalase (CAT) determinada por espectrofotometria segundo metodologia de Aebi (1984); espécies reativas de oxigênio (ROS) determinada por fluorimetria segundo metodologia de Keston e Brandt(1965); Glutathione-S-transferase (GST) determinada por espectrofotometria segundo metodologia de Habig et al.(1974); Peróxidos lipídicos (LPO) determinados por espectrofotometria segundo metodologia de Jiang et al.(1992).

Tabela 1. Composição da dieta padrão nas fases de Crescimento 1, Crescimento 2 e Final 1.

Ingredientes	C1	C2	F1
Milho	62,38	67,98	71,70
Farelo de soja (46%)	30,00	25,00	22,00
L-Lisina HCl	0,477	0,439	0,339
L-Treonina	0,208	0,198	0,137
DL-Metionina	0,203	0,172	0,116
L-Triptofano	0,068	0,068	0,038
L-Valina	-	0,120	-
Óleo de soja	3,500	3,100	3,100
Desativador de micotoxinas	0,100	0,100	0,100
Premix Vitamina CT ²	0,050	0,050	0,050
Premix Mineral ¹	0,100	0,100	0,100
Calcário calcítico	0,903	0,764	0,730
Fosfato bicálcico	1,500	1,400	1,079
Cloreto de sódio	0,510	0,510	0,510
Composição calculada			
PB, %	18,72	17,16	15,92
FB, %	3,17	2,99	2,89
EM kcal/kg	3,355	3,352	3,351
SID Lis, %	1,220	1,08	0,940
SID Tre, %	0,800	0,73	0,640
SID Tryp, %	0,240	0,22	0,180
SID Met + Cist, %	0,740	0,68	0,600
SID Val, %	0,820	0,81	0,660
Ca, %	0,838	0,750	0,650
Digestível P, %	0,291	0,275	0,230

Na, %	0,191	0,191	0,192
-------	-------	-------	-------

¹Premix inorgânico: Sulfato de cobre (Cobre 13,00 g/kg), sulfato de ferro (Ferro 100,00 g/kg), monóxido de manganês (Manganês 50,00 g/kg), Selênio de sódio (Selênio 184,00 mg/kg), sulfato de zinco (Zinco 95,00 g/kg), Iodo de cálcio (Iodo 1000 mg/kg). 2 Vitamina A (225,00000 UI/kg), Vitamina D3 (380,000 UI/kg), Vitamina E (200,000 UI/kg), Vitamina K (10,000 mg/kg), Biotina (1,000 mg/kg), Ácido fólico (9,000 mg/kg), Niacina (120.000 mg/kg), ácido pantotênico (60.000 mg/kg), vitamina B2 (20.000 mg/kg), vitamina B1 (8.000 mg/kg), vitamina B6 (12.000 mg/kg), e vitamina B12 (100.000 mcg/kg).

2.5. Cálculos e Análises Estatísticas

2.5.1. Desempenho e status redox

Os dados foram submetidos a testes de normalidade e analisados pelo procedimento de modelo linear generalizado (GLM) do pacote estatístico SAS (SAS Inst., Inc, Cary, NC; versão 9.2). Os efeitos dos aditivos, repetição e sexo foram incluídos no modelo estatístico e testadas suas influências sobre o status redox dos animais. Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e qualquer variável que não seguiu a distribuição normal foi transformada pelo procedimento SAS RANK (SAS INSTITUTE, 2009). Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o pacote estatístico SAS por meio do teste F ($P < 0,05$ e $P < 0,1$). Valores de probabilidade $\leq 0,10$ e $> 0,05$ são considerados tendências, enquanto $P \leq 0,05$ será considerado significativo. A comparação das médias ocorreu por meio do teste Tukey e SNK, para melhor comparação dos resultados.

2.5.2. Comportamento alimentar

O consumo de ração por visita foi calculado como a diferença entre os valores registrados imediatamente antes e após a visita. O tempo de ingestão de ração por visita corresponde à diferença entre o tempo no final e no início da visita. Seguindo a metodologia descrita por Silva et al. (2021), foram calculadas as variáveis de comportamento alimentar diário para cada animal: número de refeições por dia, consumo de ração por dia (g), tempo total de consumo de ração (soma do tempo de ingestão e intervalo entre as refeições, min), taxa de ingestão de ração (ingestão total de ração/tempo total de ingestão, g/min) e ingestão de ração por refeição (g). Os dados de alimentação foram agrupados por suíno e diariamente, analisados de acordo com a variância linear do modelo misto usando o procedimento MIXED do SAS/STAT, incluindo os efeitos fixos da composição da dieta, estágio de crescimento e sexo. A comparação de médias foi realizada por meio do teste de Tukey para contrastes. Valores de

probabilidade $\leq 0,10$ e $> 0,05$ foram considerados tendências, enquanto $P \leq 0,05$ foi considerado significativo.

3. RESULTADOS

Os valores médios das temperaturas mínima e máxima foram $16,9^{\circ}\text{C}$ e $33,6^{\circ}\text{C}$, respectivamente e os valores de umidade relativa mínima e máxima obtidos foram 42% e 67%, respectivamente.

3.1. Desempenho

O peso corporal dos suínos no início do experimento não apresentou diferença estatística ($p > 0,10$). Os tratamentos T3 e T4 tiveram os maiores valores ($p = 0,0005$) de peso vivo intermediário (105 dias de vida). T1 e T2 apresentam os menores valores ($p = 0,0005$) para esse parâmetro. O ganho de peso total (GPT) e ganho de peso diário (GPD) foram maiores (ambos $p < 0,0001$) em T6 e menores em T1. T2, T3, T4 e T5 não diferiram estatisticamente para esses parâmetros. O consumo de ração médio diário (CRMD) foi maior ($p = 0,0040$) em T6, T3 e T5 e menor em T1. Em T2 e T4 os valores não diferiram estatisticamente entre si. O consumo de ração total (CRTot) foi maior ($p = 0,0103$) em T6, T5 e menor em T1. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre eles. Para conversão alimentar não foram observadas diferenças estatísticas ($p > 0,10$). Todos esses parâmetros encontram-se descritos na Tabela 1.

3.2. Status redox

Os valores de atividade volumétrica da catalase (CAT) foram melhores em T3 e T4. Esses dois tratamentos também apresentaram os menores valores de espécies reativas de oxigênio (ROS) produzidas. Para os demais parâmetros não foram observadas diferenças estatísticas.

3.3. Comportamento alimentar

T5 foi o tratamento com maior ($p < 0,0001$) número de visitas às estações de alimentação, seguido por T6 e T4. T1, T2 e T3 não diferiram estatisticamente para esse parâmetro. O tratamento T2 apresentou maior ($p < 0,0001$) tempo total de duração de visita. Ainda para esse parâmetro, T4 foi igual a T2 e a T5, T5 foi igual a T4 e a T6; T6 foi igual T5

e a T3 e T3 foi igual a T6 e a T1. T1 apresentou o menor tempo total de duração da visita. Para o tempo médio de duração de visita e para o consumo por visita T3 e T4 apresentaram os maiores ($p < 0,0001$) valores, não diferindo estatisticamente entre si. Em sequência, T3 e T1, também não diferiram entre si. Em seguida encontra-se T6 e o menor ($p < 0,0001$) valor para ambos parâmetros foi observado em T5. O consumo por minuto foi maior ($p < 0,0001$) em T3 e T1; seguidos por T2 e T6 que também não diferiram entre si. T5 foi igual estatisticamente a T6 e a T4. T4 apresentou o menor valor para esse parâmetro. Todas as informações aqui descritas sobre comportamento alimentar, encontram-se disponíveis na Tabela 3 e nos gráficos 1 e 2.

Tabela 1. Efeito dos tratamentos sobre as variáveis de desempenho em suínos dos 70 aos 130 dias de idade.

Variáveis	Tratamentos ¹						CV(%) ²	DPR ³	P-valor*		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6			Trat	Rep	Sexo
Peso vivo Inicial (70 d), kg	33,09	33,31	34,62	34,83	31,43	31,63	15,01	4,97	0,3468	0,2896	0,0350
Peso vivo Intermediário (105 d), kg	60,92c	63,85c	72,56a	73,42a	65,31bc	70,20bc	12,21	8,26	0,0005	0,1532	0,0024
Peso vivo Final (130 d), kg	83,86	90,81	91,00	94,14	91,10	96,19	9,74	8,88	0,0145	0,1334	0,0002
Ganho de peso total (GPT), kg	50,76c	57,50b	56,38b	59,30b	59,66b	64,55a	9,53	5,53	<0,0001	0,2621	<0,0001
Ganho de peso diário (GPD), g/ d	0,8323c	0,9426b	0,9556b	1,0051b	0,995b	1,0760a	9,53	0,09	<0,0001	0,2650	<0,0001
Consumo ração diário (CRMD), kg/d	1,600c	1,715ab	1,768a	1,735ab	1,888a	1,908a	11,13	0,196	0,004	0,9062	0,1121
Consumo de ração total (CRTot), kg	97,62c	104,63ab	104,32ab	102,40ab	113,30a	114,53a	11,15	11,79	0,0103	0,9042	0,1186
Conversão alimentar (CA), kg/ kg	1,929	1,827	1,871	1,740	1,923	1,773	16,42	0,302	0,472	0,851	0,205

¹T1 –controle negativo; T2 –dieta padrão e produto comercial composto por monolaurina; T3 –dieta padrão e produto comercial composto por mono e tributirina; T4 –dieta padrão e produto comercial composto por tributirina, extrato de magnólia e emulsificante; T5 –dieta padrão e produto comercial composto por lisozima; T6 – controle positivo, dieta padrão e antibiótico doxiciclina.; ²Coeficiente de variação; ³Desvio padrão do resíduo; *Valores de probabilidade $\leq 0,10$ e $> 0,05$ são considerados tendências, enquanto $P \leq 0,05$ é considerado significativo; *Valores de probabilidade $\leq 0,10$ e $> 0,05$ são considerados tendências, enquanto $P \leq 0,05$ é considerado significativo.

Tabela 2. Efeito dos tratamentos sobre as variáveis de estresse oxidativo em suínos dos 70 aos 130 dias de idade.

Variáveis	Tratamentos ¹						CV(%) ²	DPR ³	P-valor*	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6			Trat	Rep
Catalase (U/ml)	33,09ab	33,31ab	34,62 ^a	34,83a	31,43b	31,63ab	132,25	0,114	0,1880	0,3016
Superóxido dismutase (U/ml)	0,3448	0,3204	0,3133	0,3186	0,3254	0,3200	12,77	0,04	0,7250	0,4899
Espécies reativas de oxigênio (DCFHA-DA)	0,09038ab	0,08063ab	0,06361 ^a	0,05275a	0,1563b	0,1058ab	109,62	0,100	0,3754	0,6131
Peróxidos lipídicos (mmol/ml)	31,69	33,40	25,12	26,48	32,73	29,74	10,83	0,062	0,0636	0,0598
Glutathiona-S-transferase (mU/ml)	0,054	0,033	0,037	0,038	0,034	0,051	52,98	0,022	0,2931	0,1258

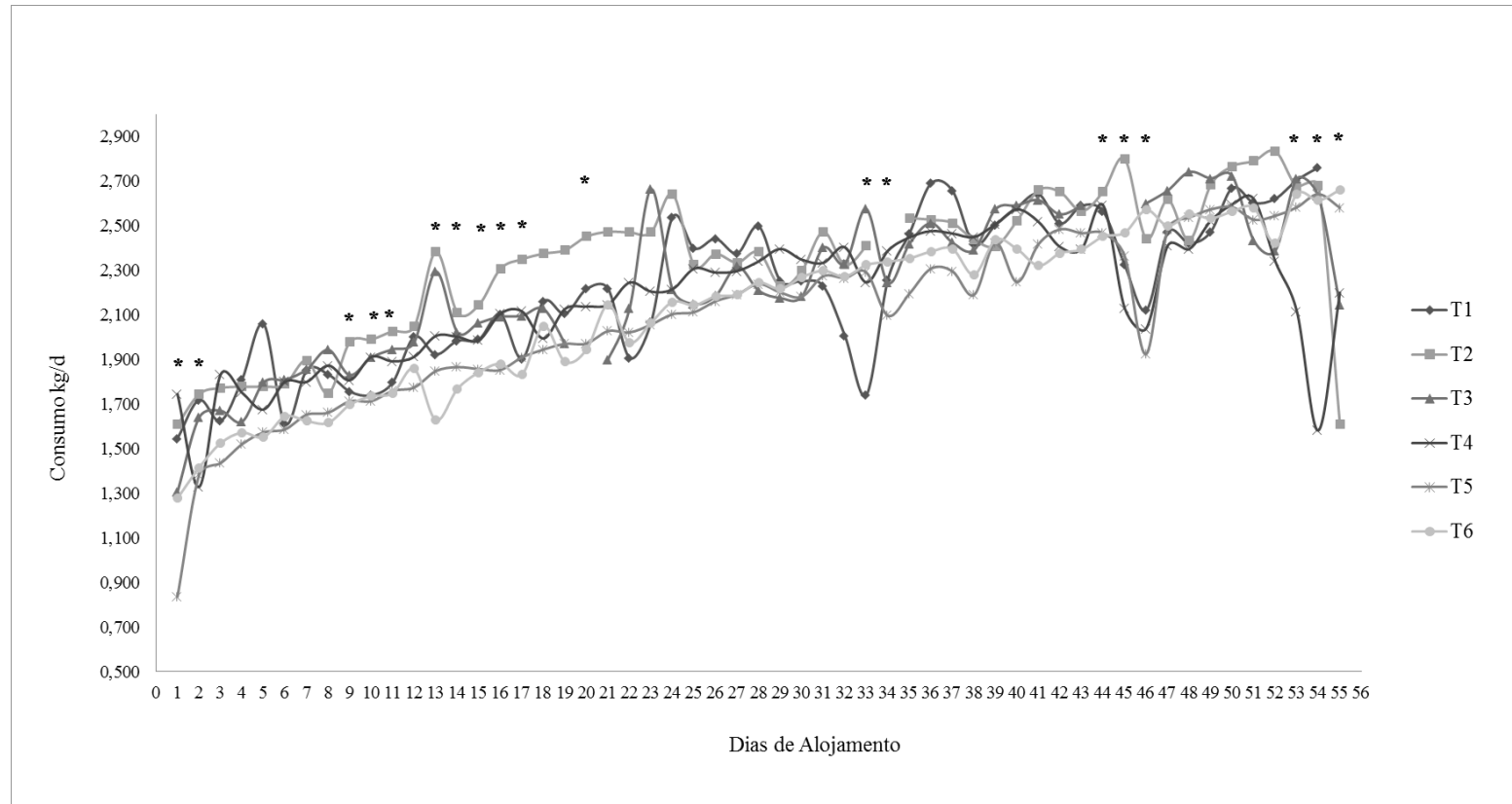
¹T1 –controle negativo; T2 –dieta padrão e produto comercial composto por monolaurina; T3 –dieta padrão e produto comercial composto por mono e tributirina; T4 –dieta padrão e produto comercial composto por tributirina, extrato de magnólia e emulsificante; T5 –dieta padrão e produto comercial composto por lisozima; T6 – controle positivo, dieta padrão e antibiótico doxiciclina.; ²Coefficiente de variação; ³Desvio padrão do resíduo; *Valores de probabilidade $\leq 0,10$ e $> 0,05$ são considerados tendências, enquanto $P \leq 0,05$ é considerado significativo. *Valores de probabilidade $\leq 0,10$ e $> 0,05$ são considerados tendências, enquanto $P \leq 0,05$ é considerado significativo

Tabela 3. Variáveis de comportamento alimentar em suínos dos 70 aos 130 dias de idade.

Variáveis	Tratamentos ¹						CV (%) ²	DPR ³	P-valor*		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6			Trat	Rep	Sexo
Número de visitas	7,92 ^d	8,34 ^d	8,96 ^d	11,49 ^c	19,10 ^a	17,43 ^b	46,19	4,6	<0,0001	<0,0001	0,3311
Tempo total de duração visita (min/ 24 h)	57,75 ^e	64,33 ^a	59,44 ^{de}	62,38 ^{ab}	61,73 ^{abc}	59,69 ^{cd}	18,60	4,5	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tempo médio de visita (min/ visita)	8,91 ^b	10,64 ^a	9,00 ^b	11,22 ^a	6,53 ^d	7,21 ^c	33,88	2,9	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Consumo por visita (g)	335 ^b	401 ^a	338 ^b	408 ^a	240 ^d	281 ^c	36,04	198	<0,0001	<0,0001	0,0009
Consumo por minuto (g)	41 ^a	40 ^b	41 ^a	37 ^c	38 ^{bc}	38 ^b	17,34	3	<0,0001	<0,0001	0,0651

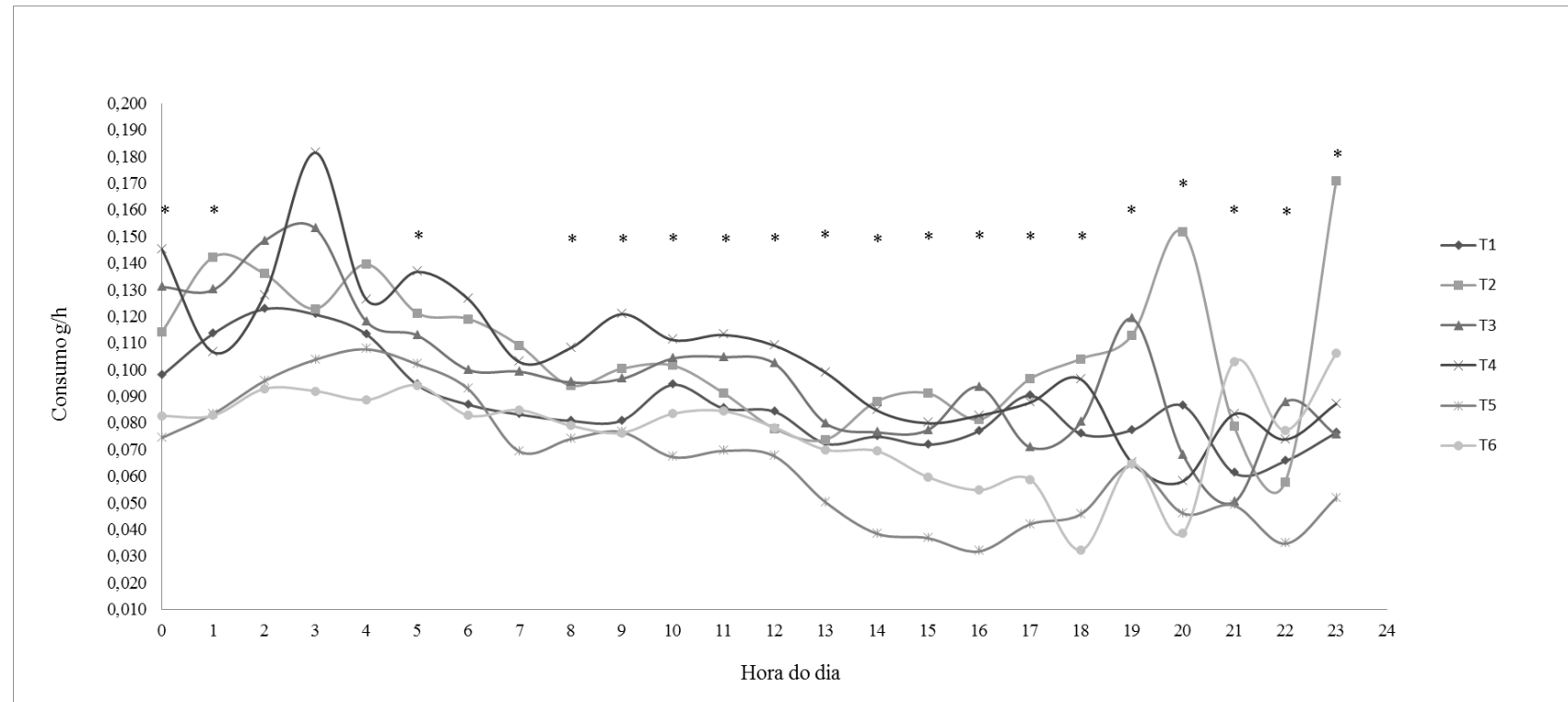
¹T1 – controle negativo; T2 – dieta padrão e produto comercial composto por monolaurina; T3 – dieta padrão e produto comercial composto por mono e tributirina; T4 – dieta padrão e produto comercial composto por tributirina, extrato de magnólia e emulsificante; T5 – dieta padrão e produto comercial composto por lisozima; T6 – controle positivo, dieta padrão e antibiótico doxiciclina.; ²Coeficiente de variação; ³Desvio padrão do resíduo; * Valores de probabilidade $\leq 0,10$ e $> 0,05$ são considerados tendências, enquanto $P \leq 0,05$ é considerado significativo.

Gráfico 1 - Efeito dos tratamentos sobre as variáveis de comportamento alimentar por dia em suínos dos 70 aos 130 dias de idade.



¹T1 –controle negativo; T2 –dieta padrão e produto comercial composto por monolaurina; T3 –dieta padrão e produto comercial composto por mono e tributirina; T4 –dieta padrão e produto comercial composto por tributirina, extrato de magnólia e emulsificante; T5 –dieta padrão e produto comercial composto por lisozima; T6 – controle positivo, dieta padrão e antibiótico doxiciclina.; *Valores de probabilidade $P \leq 0,05$ considerado significativo.

Gráfico 2 - Efeito dos tratamentos sobre as variáveis de comportamento alimentar por hora em suínos dos 70 aos 130 dias de idade.



¹T1 –controle negativo; T2 –dieta padrão e produto comercial composto por monolaurina; T3 –dieta padrão e produto comercial composto por mono e tributirina; T4 –dieta padrão e produto comercial composto por tributirina, extrato de magnólia e emulsificante; T5 –dieta padrão e produto comercial composto por lisozima; T6 – controle positivo, dieta padrão e antibiótico doxiciclina.; *Valores de probabilidade $P \leq 0,05$ considerado significativo.

4. DISCUSSÃO

O ganho de peso diário (GPD) e o ganho de peso total (GPT) apresentaram valores intermediários e iguais estatisticamente entre si nos tratamentos que receberam os aditivos alternativos à antibióticos. O comportamento dessas variáveis está condizente com os resultados esperados, pois o maior valor foi atribuído ao T6, o qual foi o controle positivo deste experimento e o menor valor a T1 que representa o controle negativo. Além disso, o fato de T2, T3, T4 e T5 não diferirem estatisticamente sugere igual capacidade de resposta entre esses tratamentos sobre o GPD e o GPT. Para peso vivo intermediário aos 105 dias de vida, os resultados indicaram melhores valores de T3 e T4. Corroborando nossos resultados, Sotira et al. (2020) constataram, de maneira semelhante, que suínos em fase de creche que receberam dietas com 0,2% de tributirina, apresentaram maior peso vivo aos 56 e 68 dias de vida aproximadamente. Os mesmos autores também demonstraram efeitos da tributirina sobre outras variáveis de desempenho, como ganho médio diário. De acordo com Wang et al. (2019), valores crescentes de tributirina apresentaram efeito linear e quadrático sobre o GPD de leitões desmamados, de modo a atingir o máximo no nível de inclusão de 750 mg/kg. Na literatura disponível, são escassas as informações sobre os efeitos da tributirina em animais de mesma categoria daquela utilizada em nosso estudo.

Em T4 a tributirina foi associada ao extrato de magnólia e emulsificante. O uso de honkiol e magnolol, princípios ativos do extrato de magnólia, demonstram efeitos benéficos contra agentes causadores de diarreia em suínos jovens (HECKMANN et al., 2022). Entretanto, mais pesquisas são necessárias para avaliar os efeitos dessas substâncias de forma conjunta e/ou isolada. De acordo com Yin et al. (2019), o uso de um emulsificante em dietas com diferentes níveis de energia metabolizável, resultam em suínos com mesmo potencial de resposta, observado por igual desempenho entre os tratamentos, evidenciando a capacidade do emulsificante em melhorar a eficiência energética dos animais. Esses resultados ratificam com nossos achados e possivelmente o uso de diferentes estratégias em T4 foi o fator que permitiu além de maior peso vivo intermediário, maior peso vivo final aos 130 dias de vida.

O consumo de ração médio diário (CRMD) dos animais do T3, T5 e T6 destacaram-se com os maiores valores (+9,25 %). Em T3 foi demonstrado também maior peso vivo aos 105 dias. Como peso corporal e tamanho de órgãos estão positivamente correlacionados na espécie suína (ELEFSON et al., 2021), provavelmente essa seria uma das explicações para maior capacidade de consumo em T3 e menor em T1. No T4, os animais também apresentaram maior peso corporal intermediário, de modo que devido a utilização de emulsificante e redução da

energia metabolizável, existe a possibilidade de que os mecanismos de fome e saciedade tenham sido alterados. Porém CRMD não esteve dentre os maiores valores observados para esse grupo. Segundo Bai et al. (2019), que avaliariam o uso de diferentes emulsificantes, a presença desse componente aumentou a digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta, do extrato etéreo e a atividade da lipase pancreática em leitões na primeira fase de creche. Embora no presente estudo essas variáveis não tenham sido monitoradas, é possível que de maneira semelhante a digestibilidade dos nutrientes da dieta tenha aumentado. Sabe-se que os suínos conseguem regular o consumo voluntário de ração em resposta ao nível de energia da dieta (LI; PATIENCE, 2017; HENRY, 1985). Consequentemente, a ação do emulsificante pode ter tornado os animais mais eficientes no aproveitamento da energia, resultando em menor CRMD. Em T5, o aumento de consumo provavelmente estaria atribuído a pouca modificação da palatabilidade, devido ao baixo nível de inclusão do aditivo nesse tratamento. Figueroa et al. (2019), demonstraram que a palatabilidade do alimento para espécie suína é um aspecto complexo e que mesmo substâncias que apresentam sabor e/ou odor de preferência desses animais, por exemplo sucrose, podem causar uma redução de consumo caso incluídas em proporções maiores. Entretanto, não é possível afirmar que o nível de inclusão foi fator limitante para observação dos efeitos do uso do aditivo em T5. Os tratamentos com maior CMRD apresentaram também um maior consumo de ração total (CRTot), exceto T3. Um dos fatores que podem estar relacionados a esse resultado é o comportamento alimentar distinto apresentado por esse tratamento e que será discutido mais adiante. Os valores de consumo não foram relevantes para influenciar a conversão alimentar, a qual não foi influenciada.

A análise do status antioxidante demonstrou melhor atividade da catalase (CAT) em T3 e T4 acompanhada de menor produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) nesses tratamentos. Wang et al. (2019b), observaram que o uso de tributirina resultou em uma redução dos níveis de malondialdeído, o que é um resultado de redução de danos membranares e pode estar correlacionado a menor produção de radicais livres. Ainda de acordo com estes autores, a concentração de peróxido de hidrogênio e de espécies reativas de oxigênio, ao nível mitocondrial, também foram menores. De modo semelhante ao nosso trabalho, os autores relatam que o uso da tributirina tem o potencial para atenuar o estresse oxidativo.

Corroborando com esses achados, Wang et al. (2019a), constataram que a tributirina possibilitou adequada proteção por meio do sistema antioxidante em animais desafiados com

a substância química *diquat* que induz estresse oxidativo e inflamação. Nesse experimento, também foi avaliada a função mitocondrial e o aditivo manteve a funcionalidade da organela. Considerando o desempenho geral em T3 e T4, sobretudo maior peso vivo intermediário, pode-se inferir que provavelmente a melhor atividade da catalase e um menor nível de espécies reativas de oxigênio representaram uma melhor capacidade de defesa por meio do sistema antioxidante dos suínos. Além disso, o estresse oxidativo está correlacionado com o processo inflamatório, principalmente em doenças entéricas (LAURIDSEN, 2019). Por exemplo, os leucócitos possuem capacidade de produzir espécies reativas de oxigênio (ROS) por meio NADPH oxidase, o que é uma função importante na fagocitose de agentes patogênicos, incluindo àqueles potencialmente causadores das desordens intestinais (BOKOCH, 2005). Entretanto, a inadequada ou excessiva ação da NADPH oxidase resulta em excesso de ROS, os quais podem ser prejudiciais e agravar a condição de inflamação (BOKOCH, 2005).

No presente estudo não foram mensurados quaisquer indicativos diretos de processo inflamatório intestinal. Uma vez que a função primária dos aditivos testados em nosso estudo sugere que a modulação de microbiota é uma possibilidade e a presença de estresse oxidativo poderia ser um indicador indireto das condições nesse órgão. Os resultados sugerem que essa complexa interligação entre os processos anteriormente mencionados possa ter ocorrido. Trabalhos anteriores (BÄUMLER; SPERANDIO, 2016) demonstraram que os antibióticos, ao prejudicarem a diversidade microbiana, poderiam contribuir para uma disbiose do microbioma intestinal. De modo geral, mais estudos são necessárias sobre estes temas.

O comportamento alimentar dos animais observados em nosso estudo, demonstraram que os suínos do T5 apresentaram um menor tempo médio de visita (TMV), menor consumo por visita (CV) e maior número de visitas (NV). No T3, T2 e T1 os animais apresentaram comportamento oposto: maior TMV e CV e menor NV. Trabalhos anteriores descrevem esses conjuntos de comportamentos característicos de suínos menos dominantes e mais dominantes, respectivamente (CHEN et al., 2021; HOY; SCHAMUN; WEIRICH, 2012). No trabalho de Chen et al. (2021), os autores demonstraram que a variável que compreende o número de intervalos menores que 30s entre visitas também foi maior para animais mais dominantes. Ainda de acordo com Chen et al. (2021), não foram observados efeitos sobre os parâmetros de desempenho mensurados, dentre eles ganho de peso e consumo diário. Segundo Chen et al. (2021) e Fernández et al. (2011), os animais poderiam ter utilizado diferentes estratégias para manter os níveis de energia. Essa afirmação seria coerente também para justificar o comportamento inversamente proporcional apresentado por NV em relação à TMV e CV no

presente trabalho para os tratamentos T1, T2, T3 e T5. No presente estudo não foram mensuradas variáveis para intervalos. Isso seria uma das razões para os resultados em tempo total de duração da visita, considerando que os efeitos de intervalos podem ter influenciado nos resultados dessa variável.

De modo geral, T3 e T4 apresentaram melhor resposta para status antioxidante e desempenho. Assim, é possível sugerir que possa existir alguma relação entre capacidade antioxidante; considerando-a como reflexo de saudabilidade; desempenho, principalmente tendo em vista desenvolvimento, peso corporal e tamanho dos animais e relações hierárquicas, as quais são refletidas no comportamento alimentar. Em T4, a presença do emulsificante foi um fator que pode ter influenciado no desempenho. Em ambos os tratamentos foram observadas alterações no comportamento alimentar. Entretanto, mais estudos são necessários nesse sentido uma vez que não foram observados na literatura trabalhos abordando os efeitos diretos dos princípios ativos dos aditivos testados nesse experimento sobre comportamento alimentar de suínos. Outro fator que pode ter influenciado no comportamento alimentar observado é a palatabilidade, sobretudo na variável consumo por minuto, devido ao estímulo ou aversão que um aditivo pode induzir. Porém, não é conhecida a forma como a monolaurina, a tributirina, o extrato de magnólia, o emulsificante e a lisozima são percebidos pelo olfato e paladar suínos.

A cinética do comportamento alimentar pode ser avaliada nos gráficos 1 e 2. No gráfico 2, em que o consumo é avaliado em função das horas do dia, é possível perceber que ocorrem dois picos de procura de alimento: o primeiro entre 1:00 e 5:00 da manhã e o segundo entre 17:00 e 00:00. Nesses horários a temperatura é mais amena, o que pode ser um dos motivos para maior procura de alimento. De maneira semelhante Silva et al. (2021), constataram em seus estudos preferência de consumo de fêmeas em lactação entre 00:00 e 10:00 no verão, devido a menor temperatura. Nesse mesmo experimento, foi observada redução no consumo de ração diário e no tempo de ingestão por refeição em razão do efeito de temperatura nas estações verão e primavera. No gráfico 1 é possível observar momentos de redução de consumo que condizem com momentos de maior temperatura máxima diária. A média das temperaturas máximas durante o período experimental foi de 33,6 °C, muito superior ao conforto térmico dessa categoria que é aproximadamente 22 °C.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se com este estudo que o uso de aditivos melhoradores de desempenho tem capacidade de melhorar o desempenho, sobretudo maior peso vivo intermediário e final dos

suínos, principalmente por meio da mono e tributirina presentes nos tratamentos T3 e T4, as quais também resultam em melhor status antioxidante. Dessa maneira, esses aditivos auxiliam no controle do estresse oxidativo e indiretamente podem estar relacionados à prevenção de inflamação intestinal, a qual reduz a absorção de nutrientes. O uso de emulsificante torna os animais mais eficientes no uso de energia da dieta, considerando o desempenho observado mesmo diante de redução de energia metabolizável da ração. Os aditivos testados podem ter tido influência sobre o comportamento alimentar dos suínos, entretanto mais estudos são necessários para melhor compreender os mecanismos que modulam esse comportamento.

REFERÊNCIAS

BAI, G. et al. Effects of different emulsifiers on growth performance, nutrient digestibility, and digestive enzyme activity in weanling pigs¹. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 10, p. 4235–4241, 3 out. 2019.

BÄUMLER, A. J.; SPERANDIO, V. Interactions between the microbiota and pathogenic bacteria in the gut. **Nature**, v. 535, n. 7610, p. 85–93, 7 jul. 2016.

BOKOCH, G. M. Regulation of innate immunity by Rho GTPases. **Trends in Cell Biology**, v. 15, n. 3, p. 163–171, mar. 2005.

CHEN, D. et al. Multi-breed investigation of pig social rank and biological rhythm based on feeding behaviors at electronic feeding stations. **Livestock Science**, v. 245, p. 104419, mar. 2021.

DAENEN, K. et al. Oxidative stress in chronic kidney disease. **Pediatric Nephrology**, v. 34, n. 6, p. 975–991, jun. 2019.

DI, K. N. et al. Antibiotic usage and resistance in animal production in Vietnam: a review of existing literature. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 3, p. 340, jul. 2021.

ELEFSON, S. K. et al. Assessment of visceral organ growth in pigs from birth through 150 kg. **Journal of Animal Science**, v. 99, n. 9, p. skab249, 1 set. 2021.

FAJT, V. R. et al. A call to action for veterinarians and partners in animal health to collect antimicrobial use data for the purposes of supporting medical decision-making and antimicrobial stewardship. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 260, n. 8, p. 853–859, 1 maio 2022.

GAO, R. et al. Mechanism of pyrogallol autoxidation and determination of superoxide dismutase enzyme activity. **Bioelectrochemistry and Bioenergetics**, v. 45, n. 1, p. 41–45, mar. 1998.

HABIG, William H.; PABST, Michael J.; JAKOBY, William B. Glutathione S-transferases: the first enzymatic step in mercapturic acid formation. **Journal of biological Chemistry**, v. 249, n. 22, p. 7130-7139, 1974.

HAO, Y.; XING, M.; GU, X. Research Progress on Oxidative Stress and Its Nutritional Regulation Strategies in Pigs. **Animals**, v. 11, n. 5, p. 1384, 13 maio 2021.

HECKMANN, M. et al. Extracts Prepared from Feed Supplements Containing Wood Lignans Improve Intestinal Health by Strengthening Barrier Integrity and Reducing Inflammation. **Molecules**, v. 27, n. 19, p. 6327, 26 set. 2022.

- HENRY, Y. Dietary factors involved in feed intake regulation in growing pigs: A review. **Livestock Production Science**, v. 12, n. 4, p. 339–354, jun. 1985.
- HISSIN, P. J.; HILF, R. A fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues. **Analytical Biochemistry**, v. 74, n. 1, p. 214–226, jul. 1976.
- HOY, S.; SCHAMUN, S.; WEIRICH, C. Investigations on feed intake and social behaviour of fattening pigs fed at an electronic feeding station. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 139, n. 1–2, p. 58–64, jun. 2012.
- HUGO, A.; LESTER, P. Catalase in vitro. **Methods Enzymol**, v. 105, p. 121–126, 1984.
- JIANG, Zhen-Yue; HUNT, James V.; WOLFF, Simon P. Ferrous ion oxidation in the presence of xylenol orange for detection of lipid hydroperoxide in low density lipoprotein. **Analytical biochemistry**, v. 202, n. 2, p. 384–389, 1992.
- JONES, D. B. et al. Effects of exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility, serum lipids, and growth performance in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3473–3482, 1 nov. 1992.
- KESTON, A. S.; BRANDT, R. The fluorometric analysis of ultramicro quantities of hydrogen peroxide. **Analytical Biochemistry**, v. 11, n. 1, p. 1–5, abr. 1965.
- LAURIDSEN, C. From oxidative stress to inflammation: redox balance and immune system. **Poultry Science**, v. 98, n. 10, p. 4240–4246, out. 2019.
- LI, L. et al. Pharmacological Applications and Action Mechanisms of Phytochemicals as Alternatives to Antibiotics in Pig Production. **Frontiers in Immunology**, v. 12, p. 798553, 9 dez. 2021.
- LI, Q.; PATIENCE, J. F. Factors involved in the regulation of feed and energy intake of pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 233, p. 22–33, nov. 2017.
- LÓPEZ-GÁLVEZ, G. et al. Alternatives to antibiotics and trace elements (copper and zinc) to improve gut health and zootechnical parameters in piglets: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 271, p. 114727, jan. 2021.
- MASSCHALCK, B.; MICHIELS, C. W. Antimicrobial Properties of Lysozyme in Relation to Foodborne Vegetative Bacteria. **Critical Reviews in Microbiology**, v. 29, n. 3, p. 191–214, jan. 2003.
- MILLER, R. Emulsifiers: Types and Uses. Em: **Encyclopedia of Food and Health**. [s.l.] Elsevier, 2016. p. 498–502.

MIYOSHI, M. et al. Oral administration of tributyrin increases concentration of butyrate in the portal vein and prevents lipopolysaccharide-induced liver injury in rats. **Clinical Nutrition**, v. 30, n. 2, p. 252–258, abr. 2011.

PIVA, M. M. et al. Non-ambulatory pigs in two Brazilian growing-finishing farms: a clinic, etiological and pathological perspective on 76 cases. **Porcine Health Management**, v. 8, n. 1, p. 36, 10 ago. 2022.

RITTER, M. J. et al. Transport losses in market weight pigs: II. U.S. incidence and economic impact. **Translational Animal Science**, v. 4, n. 2, p. 1103–1112, 1 abr. 2020.

SANDERS, P.; PERRIN-GUYOMARD, A.; MOULIN, G. Évolution de l'utilisation des antibiotiques en production animale. **Cahiers de Nutrition et de Diététique**, v. 52, n. 6, p. 301–311, dez. 2017.

SILVA, B. A. N. et al. Feed flavour supplementation improves kinetics of intake and feeding behaviour pattern of lactating sows in a tropical climate. **Livestock Science**, v. 250, p. 104559, ago. 2021.

SOTIRA, S. et al. Effects of Tributyrin Supplementation on Growth Performance, Insulin, Blood Metabolites and Gut Microbiota in Weaned Piglets. **Animals**, v. 10, n. 4, p. 726, 22 abr. 2020.

VINOLO, M. A. R. et al. Regulation of Inflammation by Short Chain Fatty Acids. **Nutrients**, v. 3, n. 10, p. 858–876, 14 out. 2011.

WANG, C. et al. Effects of dietary tributyrin on intestinal mucosa development, mitochondrial function and AMPK-mTOR pathway in weaned pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 10, n. 1, p. 93, dez. 2019.

WANG, C. et al. Dietary Tributyrin Attenuates Intestinal Inflammation, Enhances Mitochondrial Function, and Induces Mitophagy in Piglets Challenged with Diquat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 67, n. 5, p. 1409–1417, 6 fev. 2019a.

WANG, C. et al. Effects of tributyrin on growth performance, intestinal microflora and barrier function of weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 258, p. 114311, dez. 2019b.

WANG, H. 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, jul. 2022

WEALLEANS, A. L.; BIERINCKX, K.; DI BENEDETTO, M. Fats and oils in pig nutrition: Factors affecting digestion and utilization. **Animal Feed Science and Technology**, v. 277, p. 114950, jul. 2021.

6. CONCLUSÃO GERAL

Assim, mono e tributirina são os princípios ativos com destaque entre os produtos testados e com potencial para permitir que os animais tenham melhor desempenho e status antioxidante. Além disso, o uso de aditivos melhoradores de desempenho contribui para uma gradativa redução do uso de antibióticos, o que reduz e previne a seleção de genes de resistência bacteriana. Portanto, essas estratégias aproximam a produção suinícola dos ideais de sustentabilidade e de segurança alimentar.