

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

ANA GABRIELA DA SILVA MELO

**QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO ALIMENTADOS COM
DIETAS CONTENDO ÓLEO DE MORINGA (*Moringa oleifera*) E ÁCIDOS
ORGÂNICOS EM SUBSTITUIÇÃO AOS ANTIMICROBIANOS MELHORADORES
DE DESEMPENHO**

**RECIFE
2024**

ANA GABRIELA DA SILVA MELO

**QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO
ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO DE MORINGA
(*Moringa oleífera*) E ÁCIDOS ORGÂNICOS EM SUBSTITUIÇÃO AOS
ANTIMICROBIANOS MELHORADORES DE DESEMPENHO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco
para obtenção do título de Doutora em Zootecnia

Área de concentração: Zootecnia

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Helena Emília Cavalcanti da Costa Cordeiro
Manso

Coorientadores:

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior

Prof. Dr. Júlio César dos Santos Nascimento

**RECIFE
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

M528q Melo, Ana Gabriela da Silva.

Qualidade da carne de suínos em crescimento alimentados com dietas contendo óleo de Moringa (*Moringa oleífera*) e ácidos orgânicos em substituição aos antimicrobianos melhoradores de desempenho / Ana Gabriela da Silva Melo. - Recife, 2024.
65 f.: il.

Orientador(a): Helena Emília Cavalcanti da Costa Cordeiro Manso.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Integrado em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2024.

Inclui referências.

1. Ácidos graxos 2. Aditivos 3. Antibióticos I. Manso, Helena Emília Cavalcanti da Costa Cordeiro, orient. II. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO
ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO DE MORINGA
(*Moringa oleífera*) E ÁCIDOS ORGÂNICOS EM SUBSTITUIÇÃO AOS
ANTIMICROBIANOS MELHORADORES DE DESEMPENHO**

Tese elaborada por
ANA GABRIELA DA SILVA MELO

Aprovada em/...../.....

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Helena Emilia Cavalcanti da Costa Cordeiro Manso (Presidente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior (Examinador)
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Prof. Dr. Júlio César dos Santos Nascimento (Examinador)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof^ª. Dr^ª. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke (Examinadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof^ª. Dr^ª. Priscila Antão dos Santos (Examinadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, da sabedoria e da perseverança. Sem Ele nada seria possível.

Aos meus pais, Ovidio e Rinalda, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e confiando em todas as minhas escolhas. Pelo amor, ensinamentos e dedicação. Obrigada por tudo!

À toda minha família, meu irmão Gustavo, tios e tias, primos e primas, e em especial aos meus avós Rubens e Rita, por todo carinho e apoio. Sou o resultado da confiança e da força de cada um de vocês.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, por me acolher ao longo de tantos anos, sendo um alicerce importante em minha vida profissional e em minhas realizações pessoais.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Profa. Dra. Helena Emília, pela orientação, confiança, compreensão e pelos valiosos conselhos.

Aos meus coorientadores, Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior e Prof. Dr. Júlio César dos Santos Nascimento, pelas contribuições imprescindíveis e por todos os conhecimentos compartilhados.

Às professoras, Profa. Dra. Maria do Carmo e Profa. Dra. Lilian, pelas contribuições ao presente trabalho e participação no exame de qualificação e defesa da tese.

À Profa. Dra. Priscila Antão, minha “mãe” na Zootecnia, um exemplo de profissional e ser humano, a quem só tenho a agradecer por toda contribuição nessa minha jornada.

A Otonni Filipi, pela parceria quanto ao experimento de campo.

À Andréa por toda ajuda durante todo o experimento e a Matheus (calourinho) pelo auxílio no início do experimento e recebimento dos animais.

Ao meu amigo, Ielyson, pelas caronas do Cabo à Rural, durante todo o período experimental, que tornaram essa fase menos cansativa.

À minha amiga, Cláudia Rocha, por toda disponibilidade e ajuda com as traduções.

À minha amiga, Camilla Gomes, pela contribuição com a revisão ortográfica.

Aos meus amigos Francisco Neto e Rafael Vitor por toda ajuda e paciência com as

minhas análises estatísticas, bem como pelo carinho e amizade de todas as horas.

Aos meus queridos amigos: Marina Almeida, Thays Sougey, João Vitor, Salmo Olegário, Rodrigo Andrade, Maria Gabriela, Fábio Santos, Agni Martins, Erick Magalhães, Caio Cesar, por toda disponibilidade em me ajudar, desde o primeiro dia de experimento até as análises laboratoriais, sem medir esforços. Pela amizade, conselhos e afirmação que tudo terminaria bem. Sem vocês nada disso seria possível. Posso dizer que fiz uma família na UFRPE.

A Luiz Wilker e Matheus Andrade, que em diversos momentos, confiaram mais em mim do que eu mesma. Pela ajuda durante o experimento e análises laboratoriais, mas, principalmente pela amizade, pelo acolhimento e incentivo. Por terem segurado a minha mão sempre que eu pensei em desistir e me mostrado que eu sou capaz. Muito obrigada!

Aos colegas e amigos, Ana Carolina, Antônio Neto, Tomás Guilherme e Elias Moreno, pela ajuda durante os dias de abate e cortes das carnes.

Às crianças, Débora, Bruna, João Pedro, Hiasmyn, Eduarda, e aos amigos, Thaís e Rodrigo, por toda ajuda nas análises de qualidade e sensorial das carnes.

À Rabia Canda Zimba (*in memoriam*), por ter sido luz, aconchego e alegria na minha vida e na de todos que tiveram o prazer de conviver, mesmo que por tão pouco tempo.

Aos meus amigos de vida, representados aqui pelos grupos nas redes sociais: 'Girls', Bloguers', 'REC-JPA-MCZ', pela torcida de sempre, incentivo, por sempre estarem ao meu lado e pelos momentos de descontração.

Aos amigos que fiz durante a minha passagem no Departamento de Zootecnia e que levarei para a vida, pelas trocas de conhecimento e por todos os momentos de descontração.

À Cynthia Marino, secretária do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por toda paciência e solicitude imediata.

À Dra. Érica Carla, por toda ajuda no treinamento do painel treinado e análises de qualidade das carnes.

Ao técnico do Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciências do Consumo da UFRPE, José Carlos, pela paciência e ajuda nas análises sensoriais da carne.

Aos funcionários do DZ/UFRPE, Seu Pedro, Seu Edson, Rafaela e Esteliano, e aos funcionários da elétrica da UFRPE, pelos serviços prestados e suporte durante o experimento de campo.

Enfim, meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a conclusão de mais esta etapa da minha vida.

QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO DE MORINGA (*Moringa oleifera*) E ÁCIDOS ORGÂNICOS EM SUBSTITUIÇÃO AOS ANTIMICROBIANOS MELHORADORES DE DESEMPENHO

Resumo Geral: Em decorrência das proibições no mercado externo à utilização dos antibióticos na produção animal, tem-se buscado alimentos que exerçam o papel de melhoradores de desempenho animal. Neste contexto objetivou-se avaliar a qualidade da carne de suínos alimentados com dietas contendo ácidos orgânicos e óleo de moringa em substituição aos antibióticos. A avaliação experimental foi realizada utilizando-se 48 leitões machos castrados de linhagem comercial proveniente do cruzamento de fêmeas MO25C Embrapa (Landrace x Large White x Moura) com machos MS115 Embrapa (Pietrain x Large White x Duroc) com média de 25 dias de vida e peso médio inicial de $9,65 \pm 0,07$ kg. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos, seis repetições e dois animais por unidade experimental, sendo os blocos formados em função do peso. Os tratamentos foram constituídos de uma dieta referência à base de milho e farelo de soja como sendo o controle negativo (CN), uma dieta referência + 0,04 ou 0,3 de antibióticos como controle positivo (CP), uma dieta referência + 0,5% de um blend de ácidos orgânicos (Nuviacid®) como a dieta teste 1 (AO) e uma dieta referência + 0,5 ou 1% de óleo de sementes de moringa como sendo a dieta teste 2 (OM). O período experimental foi de 57 dias e ao término do ensaio os leitões possuíam 82 dias de idade e peso médio final de 53,37 kg. Foram retiradas amostras dos músculos *Longissimus dorsi* e *Longissimus lumborum*, sendo nelas realizadas análises referentes a qualidade da carne e perfil de ácidos graxos. Os resultados obtidos referentes ao pH, temperatura e coloração das carnes não diferiram ($P > 0,05$) entre as diferentes fontes utilizadas. As características relacionadas a qualidade da carne apresentaram diferença estatística ($P < 0,05$) quanto a espessura de toucinho e perda por cocção, sendo os ácidos orgânicos apresentado maior espessura de toucinho e menor valor de perda por cocção. Quanto as características sensoriais, os ácidos orgânicos obtiveram os maiores ($P < 0,05$) valores percebidos para suculência. Os resultados obtidos para correlação demonstram forte correlação entre a maciez e a força de cisalhamento, pH inicial, temperatura após 24 horas e cor vermelha da carne. Os resultados obtidos para o perfil de ácidos graxos demonstraram maior quantidade de ácidos monoinsaturados na carne de animais alimentados com óleo de moringa, por outro lado, o maior percentual de ácidos graxos poli-insaturados foi encontrado na carne de animais receberam ácidos orgânicos na dieta. O maior teor de ácidos graxos foi observado na carne de animais alimentados com óleo de moringa. Dentre as dietas contendo promotores de crescimento, os ácidos orgânicos apresentaram a menor razão $\omega 6/\omega 3$. Os ácidos orgânicos e óleos de moringa não comprometeram o desempenho animal, tão pouco depreciaram características qualitativas e sensoriais da carne de suínos em crescimento.

Palavras-chave: ácidos graxos; aditivos; análise sensorial; antibióticos;

QUALITY OF MEAT FROM GROWING PIGS FED WITH DIETS CONTAINING MORINGA OIL (*Moringa oleifera*) AND ORGANIC ACIDS AS A REPLACEMENT FOR PERFORMANCE IMPROVING ANTIMICROBIALS.

Abstract: Due to the prohibitions on the use of antibiotics in animal production in the foreign market, there has been a search for foods that play the role of improving animal performance. In this context, the objective was to evaluate the quality of meat from pigs fed diets containing organic acids and moringa oil as a replacement for antibiotics. The experimental evaluation was carried out using 48 castrated male piglets from a commercial lineage from the cross between MO25C Embrapa females (Landrace x Large White x Moura) and MS115 Embrapa males (Pietrain x Large White x Duroc) with an average age of 25 days and an average initial weight of 9.65 ± 0.07 kg. The experimental design was in randomized blocks, with four treatments, six replicates and two animals per experimental unit, with the blocks formed according to weight. The treatments consisted of a reference diet based on corn and soybean meal as the negative control (NC), a reference diet + 0.04 or 0.3% antibiotics as the positive control (PC), a reference diet + 0.5% of a blend of organic acids (Nuviacid®) as the test diet 1 (AO) and a reference diet + 0.5 or 1% moringa seed oil as the test diet 2 (OM). The experimental period was 57 days and at the end of the trial the piglets were 82 days old and had an average final weight of 53.37 kg. Samples were taken from the Longissimus dorsi and Longissimus lumborum muscles, and analyses were performed regarding meat quality and fatty acid profile. The results obtained regarding pH, temperature and color of the meat did not differ ($P > 0.05$) between the different sources used. The characteristics related to meat quality showed statistical difference ($P < 0.05$) regarding backfat thickness and cooking loss, with organic acids presenting greater backfat thickness and lower cooking loss. Regarding sensory characteristics, organic acids obtained the highest ($P < 0.05$) perceived values for juiciness. The results obtained for correlation demonstrate a strong correlation between tenderness and shear force, initial pH, temperature after 24 hours and red color of the meat. The results obtained for the fatty acid profile demonstrated a higher amount of monounsaturated acids in the meat of animals fed with moringa oil, on the other hand, the highest percentage of polyunsaturated fatty acids was found in the meat of animals fed organic acids in the diet. The highest fatty acid content was observed in the meat of animals fed with moringa oil. Among the diets containing growth promoters, organic acids presented the lowest $\omega 6/\omega 3$ ratio. Organic acids and moringa oils did not compromise animal performance, nor did they depreciate qualitative and sensory characteristics of meat from growing pigs.

Keywords: fatty acids; additives; sensory analysis; antibiotics;

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1. Perfil dos ácidos graxos do óleo de semente de moringa.....	19
--	----

CAPÍTULO I

Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase pré-inicial....	37
---	----

Tabela 2. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase inicial.....	38
--	----

Tabela 3. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase crescimento.....	39
--	----

Tabela 4. Valores médios do pH, temperatura e coloração da carcaça post-mortem.....	42
--	----

Tabela 5. Valores médios das características da qualidade da carne (<i>Longissimus lumborum</i>).....	43
--	----

Tabela 6. Valores médios de desempenho e composição centesimal da carne de suínos (<i>Longissimus Lumborum</i>).....	44
---	----

Tabela 7. Atributos sensoriais da carne de suínos (<i>Longissimus Lumborum</i>).....	44
---	----

CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição de ácidos graxos das dietas pré-iniciais (g/100g de AG)	56
---	----

Tabela 2. Perfil de Ácidos Graxos das dietas experimentais Iniciais (g/100g de AG)	57
---	----

Tabela 3. Perfil de Ácidos Graxos das dietas experimentais Crescimento (g/100g de AG)	57
--	----

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos saturados na carne de leitões.....	59
---	----

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados na carne de leitões.....	59
--	----

Tabela 6. Somatório dos ácidos graxos saturados e insaturados e índices calculados.....	60
--	----

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

Figura 1: Correlação entre os atributos físico-químico e sensoriais da carne.....	45
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AG - Ácidos graxos

AGI – Ácidos graxos insaturados

AMDs - Antibióticos melhoradores de desempenho

AGMI – Ácidos graxos monoinsaturados

AGPI - Ácidos graxos poli-insaturados

AGS – Ácidos graxos saturados

AO - Ácidos orgânicos

AOL - Área de olho de lombo

CN - Controle negativo

CP - Controle positivo

CRA - Capacidade de retenção de água

DFD - Dark, firm, dry

ET - Espessura de toucinho

FC - Força de cisalhamento

IA- Índices aterogênicos

IT – Índices trombogênicos

MAPA - Ministério da agricultura, pecuária e Abastecimento

OEs - Óleos essenciais

OM - Óleo de moringa

OMS - Organização Mundial da Saúde

PSE - Pale, soft exudative

PPC - Perda por cocção

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Utilização dos antibióticos melhoradores de desempenho (AMDs) pela suinocultura	15
2.2 Resistência bacteriana e proibição dos AMDs	15
2.3. Óleos essenciais	17
2.4 Óleo da semente de <i>Moringa oleífera</i>	18
2.5 Ácidos orgânicos	20
2.6 Qualidade da carne suína	21
2.6.1 Aspectos sensoriais	21
2.6.2 Aspectos nutricionais	23
3. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	25
Características físico-químicas e sensoriais do lombo de suínos em crescimento alimentados com dietas contendo óleo de moringa e ácidos orgânicos em substituição aos antimicrobianos melhoradores de desempenho	31
Resumo	32
1. INTRODUÇÃO	34
2. MATERIAL E MÉTODOS	35
2.1 Obtenção do óleo de Moringa	35
2.2 Local, animais, delineamento e tratamentos	36
2.3 Abate	39
2.4 pH e coloração <i>post-mortem</i>	40
2.5 Análises de qualidade	40
2.6 Composição centesimal	41
2.7 Análise sensorial	41
2.7 Análise estatística	41
3. RESULTADOS	42
4. DISCUSSÃO	45
5. CONCLUSÃO	48
6. REFERÊNCIAS	49
Perfil de ácidos graxos no músculo <i>Longissimus Lumborum</i> de suínos em crescimento alimentados com óleo de moringa e ácidos orgânicos em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho	52
Resumo	53

1. INTRODUÇÃO	55
2. MATERIAL E MÉTODOS	56
2.1. Local, animais e dietas do experimento	56
2.2 Manejo, amostragens e análises laboratoriais	57
2.3 Análise estatística	58
3. RESULTADOS	58
4. DISCUSSÃO	61
5. CONCLUSÃO	63
6. REFERÊNCIAS	64

1. INTRODUÇÃO GERAL

O aumento populacional, juntamente com modificações na renda, reflete diretamente numa mudança no perfil nutricional da dieta nos tempos atuais. É notável um aumento pela busca de alimentos mais saudáveis juntamente com uma maior exigência em consumir produtos de melhor qualidade, desenvolvendo-se assim um nicho de mercado que procura consumir carnes de melhor qualidade sensorial e nutricional (te et al., 2020).

Sabe-se que uma das preocupações na produção de carne suína é sobre a sua qualidade, sendo muito relacionada à saúde, ao seu processamento e à nutrição e, em menor número, às suas características sensoriais. Porém, com o avanço e a melhoria de toda a cadeia produtiva esses mitos foram desmistificados (SOUZA et al., 2016; TEIXEIRA et al., 2020), e atualmente essa proteína pode ser considerada saudável e segura para os consumidores.

Com o gradativo aumento de proibições quanto ao uso de antibióticos como melhoradores de desempenho na produção animal, devido ao surgimento de bactérias resistentes a estes medicamentos, como também a um crescente entendimento da população quanto ao consumo consciente de produtos livres de resíduos, técnicos e produtores precisam se adaptar a mudanças na composição da dieta e no programa alimentar animal (COSTA et al., 2011). Devido a isto, é cada vez mais evidente que é necessária uma busca por alternativas que substituam os antimicrobianos como melhoradores de desempenho.

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas para esse fim, e, os produtos naturais, são uma das principais fontes de novas alternativas de substituição aos medicamentos (BALOUIRI; SADIKI; IBNSOUDA, 2016), sendo um destes produtos os óleos essenciais, que já apresentam resultados satisfatórios na alimentação animal. Dito isto, a moringa se mostra uma alternativa, visto que é classificada pela comunidade científica global como a planta que apresenta a maior proporção de proteínas dentre as outras (NDUBUAKU et al., 2014). O óleo extraído da sua semente, além de ser uma fonte nutritiva, também detém compostos secundários que atuam como antimicrobianos, antioxidantes, anticarcinogênicos e fungicidas (ÖZCAN, 2019).

Outra fonte alternativa de substituição aos antibióticos são os ácidos orgânicos, pois apresentam propriedades multifuncionais que podem alterar alguns parâmetros de desempenho nos animais (BOAS et al., 2016). São considerados eficientes conservadores dos alimentos e controladores de patógenos no trato digestivo, favorecendo a proliferação de bactérias lácticas benéficas ao organismo. Também apresentam a capacidade de diminuir o pH gástrico, o que faz aumentar o tempo de retenção do alimento no estômago e favorece a atividade de enzimas

proteolíticas (COSTA et al., 2013).

Diante do exposto, a avaliação de dietas contendo óleo de moringa e ácidos orgânicos para a alimentação de suínos sobre os parâmetros de qualidade da carne torna-se necessária para atender à demanda da indústria por carcaças com alta qualidade de carne e a demanda dos consumidores por carnes com alta qualidade nutricional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Utilização dos antibióticos melhoradores de desempenho (AMDs) pela suinocultura

Segundo o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2017), os antibióticos são substâncias administradas em produtos destinados à alimentação animal que possuem o objetivo de melhorar a taxa de crescimento e/ou eficiência da conversão alimentar. Estes atuam no lúmen intestinal, não sendo absorvidos, onde inibem microrganismos responsáveis por infecções subclínicas e reduzem inflamações no epitélio intestinal. Isso ocorre pela diminuição do número de bactérias patogênicas e sua adesão à mucosa intestinal (HAESE; SILVA, 2004).

A suinocultura industrial vem utilizando ao longo dos anos antibióticos como promotores de crescimento em animais saudáveis, especialmente durante a fase de creche, para controlar a incidência de diarreia pós-desmame e, conseqüentemente, melhorar o desempenho dos animais durante as fases de crescimento e terminação (OMONIJO et al., 2018). Os AMDs agem através dos seguintes modos de ação: redução de infecções subclínicas; diminuição dos metabólitos tóxicos produzidos pelos microrganismos; menor utilização de nutrientes por microrganismos indesejados; e melhoria na absorção de nutrientes (LÓPEZ-GÁLVEZ et al., 2021).

Grande parte dos suinocultores no Brasil adota modelos com alta densidade animal, combinando leitões de diversas leitegadas e maximizando o uso das instalações para facilitar o manejo, criando condições adequadas para a manifestação de doenças. Devido a esses desafios nos sistemas de produção, os suinocultores recorrem ao uso de antimicrobianos em doses subterapêuticas para reduzir os impactos negativos (MORÉS, 2014).

O uso de AMDs em baixas doses e por curtos períodos na alimentação tanto de suínos, como bovinos e aves, têm sido associado ao aumento na quantidade e diversidade de genes de resistência. Estes genes podem conferir resistência a antibióticos que não foram diretamente administrados na ração, intensificando as preocupações relacionadas ao desenvolvimento e disseminação da resistência antimicrobiana (MORÉS, 2014).

Devido a isto, surgiram preocupações crescentes em relação ao uso de antibióticos na cadeia produtiva animal. Entre essas preocupações, além da resistência das bactérias aos antibióticos, também a presença de resíduos na carne e em alimentos derivados de origem animal, e o potencial para desencadear reações alérgicas em pessoas previamente sensíveis (SANTOS et al., 2016).

2.2 Resistência bacteriana e proibição dos AMDs

O uso de antibióticos nas dietas dos animais tem contribuído significativamente para o

aumento da resistência antimicrobiana, representando uma ameaça à saúde pública (MOREHEAD; SCARBROUGH, 2018). A crescente preocupação com o aumento dessa resistência, levou a Organização Mundial da Saúde (OMS) a recomendar restrições no uso de moduladores de crescimento, como os antibióticos na produção animal, sendo utilizados apenas para fins terapêuticos e exigindo prescrição veterinária. (WHO, 2004).

A Suécia foi o primeiro país a banir o uso de AMDs, em 1986. Em 1998, a União Europeia proibiu o uso de alguns antibióticos na alimentação animal (espiramicina, fosfato de tilosina, virginamicina e bacitracina de zinco), sendo em 2006 oficializada a proibição total da comercialização e uso de aditivos promotores de crescimento à base de antibióticos de acordo com a regulamentação 1831/2003/EC (REGULATION 1831/2003/EC).

Ao contrário da Europa, o Brasil não implementou uma proibição total ao uso de antibióticos como melhoradores de desempenho na alimentação animal. No entanto, ao longo dos anos, a lista de substâncias permitidas tem sido cada vez mais restrita (REIS; VIEITES, 2019). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o responsável por controlar e monitorar o uso de aditivos e promotores de crescimento no Brasil. A primeira portaria foi datada no ano de 1998, onde proibiu o uso da avoparcina com a finalidade de aditivo zootécnico melhorador de desempenho na alimentação animal.

Ao passar dos anos, outras normativas entraram em vigor vetando o uso de outros compostos. Em 2020, o MAPA publicou a Instrução Normativa de nº 1, em 13 de janeiro de 2020, onde proibiu a importação, a fabricação, a comercialização e o uso de aditivos melhoradores de desempenho que contenham os antimicrobianos tilosina, lincomicina, e tiamulina, classificados como importantes na medicina humana. (MAPA, 2020).

A última lista de aditivos aprovados para uso animal foi publicada pelo MAPA em março de 2020. Entre os antibióticos melhoradores de desempenho permitidos estão: Avilamicina, Bacitracina de Zinco, Enramicina, Espiramicina, Flavomicina, Lasalocida, Monensina sódica e Salinomicina (MAPA, 2020).

Essas questões têm motivado um debate global sobre práticas sustentáveis na agricultura e na produção de alimentos, visando amenizar os impactos negativos à saúde pública e ao meio ambiente, fazendo com que a indústria suinícola fosse em busca de novas alternativas (LÓPEZ-GÁLVEZ et al., 2021). Neste contexto, alternativas aos AMDs se tornam indispensáveis nos sistemas de produção atuais.

2.3. Óleos essenciais

Os óleos essenciais (OEs) são constituídos por misturas complexas de substâncias voláteis e lipofílicas (TEIXEIRA et al., 2013). Essas misturas incluem uma variedade de hidrocarbonetos terpênicos, ésteres, ácidos orgânicos, aldeídos, cetonas e fenóis, entre outros, que são encontrados nas plantas em concentrações variadas (BONA et al., 2012).

Os OEs são extraídos das plantas, normalmente por destilação a vapor e/ou por destilação a seco após separação da fase aquosa, de acordo com a Norma Internacional de Padronização, ((ISO/TC54), ISO 9235:2013). São misturados à ração, tendo os seus princípios ativos absorvidos pelo intestino delgado, onde se metabolizam rapidamente e são biotransformados no fígado. Posteriormente, a urina elimina os metabólitos, o que resulta em uma taxa de acúmulo menor nos tecidos quando comparado com as taxas dos antimicrobianos químicos (GUIDOTTI-TAKEUCHI; CAFE, 2016).

A propriedade antimicrobiana dos óleos essenciais é uma das atividades mais procuradas na produção animal. Associados ou não aos ácidos orgânicos, os OEs, quando suplementados em rações de suínos nas fases iniciais e de terminação, melhoram o ganho de peso diário e a conversão alimentar, o que resulta na redução da morbidade dos leitões. Já nas porcas, resulta em aumento no consumo de ração, elevando assim a produção de leite e provoca melhorias nas condições da porca no desmame. (DENDENA et al., 2016).

Estes aditivos fitogênicos possuem duas classes principais de compostos, sendo eles, os fenilpropenos e os terpenos (OMONIJO et al., 2018). Dentre os princípios ativos encontrados nos OEs, os mais estudados para utilização na nutrição animal são: carvacrol, timol, cinamaldeído e eugenol (PEI et al., 2009); sendo a estes constituintes atribuídas as propriedades antibacterianas e antimicrobianas dos óleos essenciais. O principal mecanismo de ação destes princípios ativos está relacionado aos seus efeitos nas membranas citoplasmáticas e no metabolismo energético.

Os princípios ativos dos OEs influenciam a ação digestiva através de dois mecanismos: estimulando o fígado e promovendo aumento na secreção da bÍlis, rica em ácidos biliares, que são fundamentais na digestão e absorção de gorduras; viabilizando uma maior secreção enzimática responsável pela digestão, intensificando o processo digestivo e aumentando o tempo de trânsito intestinal (ADASZYŃSKA-SKWIRZYŃSKA; SZCZERBIŃSKA, 2017).

2.4 Óleo da semente de *Moringa oleifera*

A espécie *Moringa oleifera* Lam pertence ao gênero *Moringa* sp., único gênero da família Moringaceae. Essa planta é uma das 14 espécies conhecidas do gênero e a mais amplamente distribuída ao redor do mundo (GHAZALI; MOHAMMED, 2011; LEONE et al., 2016). No Brasil, é conhecida popularmente por "moringa", "quiabo-de-quina" ou "lírio".

Foi introduzida no Brasil por volta de 1950 e seu cultivo vem se disseminando por todo o país, principalmente na região Nordeste, nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará (GUALBERTO et al., 2014), por ser uma planta perene, versátil e fácil de cultivar (SILVA et al., 2013). Qualquer tipo de solo pode ser utilizado para seu cultivo, do arenoso ao argiloso, sendo que os únicos solos que apresentam restrição de crescimento são aqueles com potencial de encharcamento (PASSOS et al., 2013). Por possuir raízes longas e tuberosas, consegue absorver água e sais minerais do subsolo, tolerando solos com baixa disponibilidade de água e conseguindo sobreviver em estações secas (NDUBUAKU et al., 2014).

Diferentes partes da moringa podem ser utilizadas para diversos fins, por isto, esta apresenta uma grande importância econômica quanto a sua utilização na medicina e na indústria (MAKKAR; BECKER, 1997). Suas folhas, flores e frutos apresentam potencial para utilização forrageira devido ao seu alto teor proteico (FARIAS, 2008); as sementes são utilizadas no tratamento de água (KIILL et al., 2012); as frutas, sementes, folhas e flores possuem uma riqueza nutricional bastante conhecida, apresentando componentes fitoquímicos essenciais (GOPALAKRISHNAN et al., 2016), como proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas e minerais (IGWILO et al., 2017), sendo consumidas tanto na alimentação humana quanto animal em diversos países.

As sementes da moringa produzem um óleo de ótima qualidade, conhecido comercialmente como óleo "Ben" ou "Behen", que é utilizado para a lubrificação de máquinas, indústria cosmética, perfumaria, combustíveis, dentre outros (ANWAR et al., 2003). Podem apresentar até 40% de óleo em seu interior (BOUKANDOUL et al., 2018), sendo caracterizado como um produto de cor clara, e sabor agradável (NADEEM et al., 2013). O óleo extraído da semente da moringa possui elevada resistência oxidativa (PEREIRA et al., 2016), propriedades antimicrobianas (AMINA et al., 2019), atividades antioxidantes (WU et al. 2018) e anti-inflamatórias (SURYADEVARA et al. 2018), além de vários compostos bioativos e vários nutrientes como tocoferóis, lipídeos, minerais e proteína (DINESHA et al. 2018).

Para garantir um óleo alta qualidade, são necessárias técnicas de extração altamente eficazes. Os métodos mais comumente utilizados para a extração do óleo são a extração mecânica ou por solvente (GUZMAN-ALBORES et al., 2021). Geralmente o solvente mais utilizado é o n-hexano, devido à sua vantajosa recuperação de óleo, ponto de ebulição e características de solubilização. Porém, o seu uso como solvente levou a reações adversas de vários órgãos governamentais devido ao fato de que o hexano induz poluição do ar e toxicidade e pode colocar em risco a saúde humana (REZIG et al., 2018). A extração por prensagem a frio se mostra um método que melhor atende às normas sem prejudicar a qualidade dos produtos extraídos (TSAKNIS et al., 1999), embora apresente um baixo rendimento quando comparado com a extração por solvente.

O óleo encontrado nas sementes da moringa possui excelentes qualidades nutricionais e é rico em Ômega 9, possibilitando seu uso na indústria alimentícia e farmacêutica (ALVES, 2005). O seu perfil lipídico apresenta pequenas quantidades de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), e o principal componente de sua composição é o ácido oleico, apresentando valores superiores a 70%, que, por ser um ácido graxo monoinsaturado, confere alto nível de estabilidade oxidativa ao óleo (PEREIRA et al., 2016).

A composição de ácidos graxos do óleo de semente de moringa em diferentes estudos pode ser observada na Tabela 1. Ocorrem algumas diferenças em suas composições que, segundo a literatura, podem estar relacionados a origem do cultivo da planta e sua condição edafoclimática, estágio de maturação das sementes (ELIAS, 2021), a variedade da Moringa oleífera cultivada (LEONE et al., 2016), bem como o método de extração do óleo (OZCAN et al., 2019; ELIAS 2021).

Tabela 1. Perfil dos ácidos graxos do óleo de semente de moringa.

Ácidos graxos	Referências				
	<i>Aly, Maraei e Ali (2016)</i>	<i>Boukandou et al. (2017)</i>	<i>Zhao et al. (2019)</i>	<i>Berly (2021)</i>	<i>Elias (2021)</i>
Ácido palmítico (C16:0)	6,450	6,680	7,800	5,440	6,354
Ácido palmitoleico (C16:1)	0,320	1,730	3,500	-	1,123
Ácido esteárico (C18:0)	2,850	5,580	7,500	-	3,472
Ácido oleico (C18:1)	75,320	71,070	72,000	74,930	83,651
Ácido linoleico (C18:2)	10,240	0,150	2,100	0,590	0,083
Ácido linolênico (C18:3)	-	-	-	0,110	0,086
Ácido araquidônico (C20:0)	3,000	3,470	2,000	3,120	2,431
Ácido eicosanóico (C20:1)	-	2,070	2,300	-	
Ácido behênico (C22:0)	0,500	6,740	1,400	6,380	1,548

SFA	12,800	23,680	18,800	-	15,057
MUFA	75,640	74,930	76,000	-	84,774
PUFA	10,440	0,860	5,200	-	0,169
USFA	86,080	75,790	81,200	-	84,943

SFA – ácidos graxos saturados; USFA – ácidos graxos insaturados; MUFA – ácidos graxos monoinsaturados; PUFA – ácidos graxos poli-insaturados. - Não reportado/determinado, unidade de medida (%).

Em todos os estudos apresentados (Tabela 1) foi possível observar que o ácido oleico foi o ácido graxo dominante, apresentando valores acima de 70%. Resultado desejado, pois, óleos que apresentam alto teor de ácidos graxos monoinsaturados estão se tornando o “novo padrão” na indústria alimentícia (BOWEN et al., 2019).

2.5 Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos (AO) são compostos químicos que incluem os ácidos carboxílicos como os mais frequentes. Em geral, esses ácidos melhoram a digestão de proteínas e promovem o aumento de bactérias benéficas, como os lactobacilos, ao mesmo tempo que inibem o crescimento de bactérias prejudiciais para a saúde intestinal (LÓPEZ-GÁLVEZ et al., 2021).

Os AO mais estudados como aditivos alimentares incluem o ácido butírico, láctico, fórmico, cítrico, acético e propiônico. Entre eles, o ácido butírico se destaca por ser uma fonte preferencial de energia para as células intestinais, estimulando o crescimento e a integridade da mucosa (MACHINSKY et al., 2010).

O modo de ação dos ácidos orgânicos nas dietas está relacionado à redução do pH nas dietas e conseqüentemente no trato gastrointestinal (TGI), melhorando a utilização de nutrientes e aumentando a retenção, além de inibir o crescimento de bactérias patogênicas. Portanto, a redução do pH pode aumentar a digestibilidade dos nutrientes (WOONG KIM et al., 2014).

Estes aditivos oferecem a vantagem de não deixarem resíduos na carcaça e de não contribuírem para o desenvolvimento de bactérias resistentes (CHERRINGTON et al., 1991). Isso possibilita maximizar o desempenho produtivo dos animais, ao mesmo tempo em que garantem produtos de qualidade para o mercado consumidor, livres de resíduos de drogas e sem qualquer risco para a saúde humana (SILVA, 2009).

De acordo com Yang et al. (2019), o uso de ácidos orgânicos em dietas pós-desmame de 112 leitões, resultou em melhor ganho de peso diário, redução na conversão alimentar e na incidência de diarreia. Resultados semelhantes foram observados por Oh et al. (2019), que avaliaram o efeito da inclusão de ácidos orgânicos e óleos essenciais na dieta de 90 leitões desmamados.

2.6 Qualidade da carne suína

A carne suína é uma fonte importante de energia e nutrientes para o corpo, desempenhando um papel significativo na saúde humana. A qualidade da carne suína pode ser avaliada principalmente em duas formas: qualidade nutricional e qualidade sensorial.

2.6.1 Aspectos sensoriais

Os critérios usados para avaliar a qualidade sensorial da carne incluem cor, maciez, valor de pH, perda por gotejamento, sabor, marmoreio e suculência (LISTRAT et al., 2016) e esses elementos têm um impacto substancial na escolha dos consumidores durante a compra. Assim, a indústria concentra seus esforços na produção de produtos que atendam a um padrão específico de qualidade.

Os padrões desejáveis para diversos atributos relacionados à qualidade tecnológica e sensorial da carne suína foram estabelecidos pelo NPPC (National Pork Producers Council) em 1998.

O pH tem a capacidade de influenciar várias características de qualidade da carne, principalmente a cor e a perda por gotejamento (BERTOL; OLIVEIRA; SANTOS, 2019). No animal vivo, o músculo apresenta um pH de aproximadamente 7,2. Após o abate, ocorre um processo bioquímico no qual o glicogênio armazenado no músculo é convertido em ácido lático por meio da ação de várias enzimas, resultando na redução do pH da carne, que atinge um valor final entre 5,6 e 5,9.

Quando o pH da carne diminui rapidamente logo após o abate (< 6), com as carcaças ainda apresentando temperatura elevada, ela pode apresentar características como palidez, flacidez e baixa capacidade de retenção de água. Esse tipo de carne é conhecido como PSE (pale, soft, exudative). Isso ocorre devido à rápida degradação do glicogênio após o abate, o que resulta em uma queda acentuada no pH muscular. No entanto, pH um pouco mais elevados, em torno de 6,2, já estão associados à redução da perda por gotejamento (BERG, 2000).

Se após um período de 24 horas o pH da carne estiver acima de 6, existe uma alta probabilidade de retenção de uma quantidade significativa de água, o que reduz o tempo de conservação e pode causar escurecimento. Esse tipo de carne é conhecido como dark, firm, dry (DFD). Carnes DFD possuem uma vida útil menor e são mais propensas ao crescimento de microrganismos (SARCINELLI et al., 2007). Os suínos, quando submetidos a condições de estresse durante o manejo pré-abate, sofrem modificações bioquímicas musculares que podem ter um impacto significativo na qualidade final da carne.

Se o pH final da carcaça fica abaixo de 5,5, a carne exhibe coloração normal, porém

apresenta textura flácida e aspecto exsudativo (reddish-pink, soft and exudative - RSE). Esta condição geralmente está associada à ausência de jejum pré-abate, dietas contendo elevados níveis de carboidratos solúveis, ou à presença de um gene específico conhecido como gene Rendement Napole (BERTOL; OLIVEIRA; SANTOS, 2019).

A cor da carne suína é uniforme, variando de rosa a vermelha. Essa tonalidade é influenciada pela quantidade de mioglobina no músculo (PRICE; SCHWEIGERT, 1987), que pode variar de acordo com o sexo do animal, a localização anatômica do corte e a quantidade de exercícios físicos realizados ao longo da vida. (BERTOL; OLIVEIRA; SANTOS, 2019). Além disso, a coloração final da carne também é influenciada por variáveis como as condições pré-abate, o estado de oxigenação e a oxidação do músculo (ABRIL et al. 2001).

A coloração da carne é um dos principais fatores que influenciam a decisão de compra do produto in natura, pois os consumidores geralmente associam a cor à carne fresca e à ausência de patógenos (MANCINI; HUNT, 2005; MUCHENJE et al. 2009) como também, está relacionada com outros aspectos sensoriais e tecnológicos da carne (BRIDI; SILVA, 2013)

De acordo com Warner et al. (1997), a carne suína com coloração normal deve ter um valor de L* inferior a 50. Já segundo Warris e Brown (1995), o "Meat and Livestock Commission", associado à AMSA (American Meat Science Association), considera que valores de L* entre 49 e 60 estão dentro dos padrões de qualidade da carne suína.

A determinação da maciez da carne pode ser realizada de maneira subjetiva ou objetiva. No método subjetivo, um painel sensorial composto por pessoas treinadas avalia a maciez da carne após provar as amostras. Já o método objetivo utiliza equipamentos como o texturômetro, que mensura a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal de carne; quanto maior a força aplicada, menor a maciez percebida no corte de carne (ALVES et al., 2005; RAMOS; GOMIDE, 2017).

A maciez da carne é afetada por fatores *ante-mortem e post-mortem* e é essencial para a aceitação da carne pelos consumidores. Os principais fatores que influenciam a variação da maciez da carne são: proteólise pós-morte, marmorização de gordura intramuscular, presença de tecido conjuntivo e estado de contração muscular (BELEW et al., 2003).

A capacidade de retenção de água (CRA) é a capacidade da carne de manter sua própria água quando submetida a forças externas como cortes, aquecimento, trituração e prensagem (JUDGE et al., 1989). Segundo esses autores, quanto maior a CRA, mais suculenta é a carne, o que aumenta a percepção sensorial de maciez. A CRA também tem um impacto significativo no valor econômico e nutricional dos alimentos, pois a sua redução pode causar prejuízos durante o armazenamento, transporte e comercialização, resultando em menor lucratividade e

perda de nutrientes hidrossolúveis.

O aroma e sabor da carne são influenciados por diversos fatores que ocorrem antes e após o abate. Antes do abate, características como espécie animal, idade, sexo, raça, alimentação e manejo desempenham um papel crucial na qualidade sensorial da carne. Além disso, fatores pós-abate como o pH final do músculo, condições de resfriamento, métodos de armazenamento e técnicas de preparo culinário também exercem uma forte influência sobre esses parâmetros sensoriais (MOREIRA et al., 2017).

2.6.2 Aspectos nutricionais

De acordo com Sarcinelli *et al.* 2007, a qualidade da carne suína é influenciada por fatores tanto intrínsecos (genética, sexo, raça e idade dos animais) quanto extrínsecos (nutrição, ambiente e manejos pré e pós-abate). Esses fatores influenciam a estrutura e a bioquímica do músculo *post-mortem*, impactando os atributos sensoriais e físico-químicos da carne.

A carne suína, apesar de ter uma aparência clara, é classificada como vermelha e é rica em nutrientes essenciais, incluindo proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos monoinsaturados, vitaminas do complexo B e minerais. Também contém vitamina E, e é uma fonte significativa das vitaminas B2 (0,198mg/100g), B12 (0,50µ/100g) e niacina (6,934mg/100g) de acordo com os valores apresentados na National Nutrient Database for Standard Reference para o lombo suíno (USDA, 2018). Sua composição pode variar significativamente em termos de gordura e proteína, dependendo do músculo ou do corte.

Em termos gerais, sua composição média consiste em aproximadamente 72% de água, 20% de proteína, 7% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos. Também apresenta um teor energético baixo de cerca de 147 kcal por 100g de carne (USDA, 2018).

É uma importante fonte de minerais como Zinco (Zn), presente em uma forma altamente disponível, e Selênio (Se) (World Health Organization, 1996). Além disso, contém quantidades significativas de Fósforo (P), Potássio (K), Ferro (Fe) e Sódio (Na), contribuindo para suprir parte dos requerimentos diários desses nutrientes.

O teor de colesterol na carne suína varia conforme o corte analisado, situando-se entre 30 e 80 mg por 100 g, sendo igual ou menor que as carnes de frango e bovina, o que confere qualidade e atende ao consumidor que busca uma opção de carne mais saudável (SOUZA; VISENTAINER, 2006).

Em comparação com as coxas de frango, os cortes de pernil e lombo suínos mostraram maior concentração de aminoácidos essenciais (metionina, lisina, leucina, isoleucina, triptofano, valina, histidina e outros). Já em comparação com o contrafilé bovino, a carne suína

demonstra superioridade nos aminoácidos essenciais triptofano e histidina (BERNARDI et al., 2019).

Em relação aos teores de lipídeos, a carne suína apresenta aproximadamente 40% de ácidos graxos saturados, destacando-se os AGs palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0); 47% de monoinsaturados, sendo o oleico (C18:1) o maior representante, seguido do palmitoleico (C16:1); e 13% de poli-insaturados (linoleico (C18:2) e alfa-linolênico (C18:3)) (BERTOL; OLIVEIRA; SANTOS, 2019). Sendo estes últimos considerados essenciais, pois não são sintetizados pelo organismo humano (BERNARDI et al., 2016).

Alguns estudos que analisaram a utilização de gordura animal e diferentes óleos vegetais na dieta de suínos, não encontraram diferenças significativas nas características de carcaça e na qualidade da carne (MITCHAOTHAI et al., 2008; APPLE et al., 2009a; APPLE et al., 2009b; REALINI et al., 2010; ALONSO et al., 2012; PARK et al., 2012; MOREL et al., 2013). Exceto de alguns parâmetros: Mitchaothai et al. (2008) encontraram efeito na análise subjetiva da cor; Apple et al. (2009a) encontraram efeito na espessura de toucinho; Realini et al. (2010) encontraram efeito no rendimento de carcaça, no rendimento dos cortes primários, na porcentagem de gordura e no rendimento dos tecidos dissecados e Alonso et al. (2012) encontraram efeito na perda por gotejamento às 24 e 48 horas e na porcentagem de gordura intramuscular.

Os efeitos das fontes lipídicas dietéticas podem ser observados melhor na composição dos ácidos graxos da carcaça e na composição de depósitos de lipídios específicos. Realini et al. (2010) avaliando a composição da carcaça suína, observaram uma maior proporção de ácidos graxos saturados nas carcaças de animais alimentados com dieta sem suplementação lipídica, maior proporção de ácidos graxos mono insaturados nas carcaças de animais alimentados com óleo de girassol e maior proporção de ácidos graxos poli-insaturados nas carcaças de animais alimentados com óleo de girassol e com óleo de linhaça.

3. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULKARIM, SM et al. Some physico-chemical properties of *Moringa oleifera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. **Química Alimentar**, v. 93 (2): p. 253–263, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.023>.
- ABRIL, M. et al. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. **Meat science**, v. 58, n. 1, p. 69-78, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00133-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00133-9)
- ADASZYŃSKA-SKWIRZYŃSKA, M.; SZCZERBIŃSKA, D. "Use of essential oils in broiler chicken production – a review" **Annals of Animal Science**, v.17, n.2, p.317-335, 2017. Disponível em: Doi: <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0046>
- ALVES, M. C. S. et al. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Moringa oleifera* Lam.em diferentes locais de germinação e submetidas à pré-embedição. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 1083-1087, 2005.
- ALVES, D. D. et al. Maciez da carne bovina. **Ciência animal brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.
- ALONSO, V. et al. Influence of dietary fat on pork eating quality. **Meat Science**, v. 92, n. 4, p. 366 – 373, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.004>.
- AMINA, M. et al. Exploiting the Potential of *Moringa oleifera* Oil/Polyvinyl Chloride Polymeric Bionanocomposite Film Enriched with Silver Nanoparticles for Antimicrobial Activity. **International Journal of Polymer Science**, v. 1, 11p, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2019/5678149>
- ALMEIDA, F. N. C.; BERNI, J. V.; Extração do Óleo de *Moringa* por Diferentes Métodos, Visando a Produção de Biodiesel. CONEPETRO III – Workshop de Engenharia de Petróleo, 2015.
- ALMEIDA, F. N. C.; MEDEIROS, J. F.; Caracterização Físico-Química do Óleo de *Moringa* para a Produção de Biodiesel. II Simpósio de Bioenergia e Biocombustíveis do Mercosul, 2014.
- APPLE, J. K. et al. Interactive effects of dietary fat source and slaughter weight in growing–finishing swine: I. Growth performance and longissimus muscle fatty acid composition. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 4, p. 1407–1422, 2009a.
- APPLE, J. K. et al. Interactive effects of dietary fat source and slaughter weight in growing–finishing swine: III. Carcass and fatty acid compositions. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 4, p. 1441 – 1454, 2009b. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2008-1455>
- BELEW, J. B. et al. Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat science**, v. 64, n. 4, p. 507-512, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00242-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00242-5)
- BERG, E. P. Composition and quality assessment procedures. Des Moines: **National Pork Producers Council**, 42 p, 2000,
- BERNARDI, D. M. et al. ω -3 in meat products: benefits and effects on lipid oxidative stability. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 8, p. 2620-2634, 2016. Disponível em: DOI: 10.1002/jsfa.7559.
- BERTOL, T. M.; OLIVEIRA, E. A.; SANTOS FILHO, J. I. Composição e aspectos de qualidade da carne suína. Brasília/DF: Embrapa Suínos e Aves, 2019.

BOAS, A. D. C. V. et al. Organic acids in diets of weaned piglets: performance, digestibility and economical viability. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.68, n.4, p.1015-1022, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8501>

BONA, T. et al. Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de Salmonella, Eimeria e Clostridium em frangos de corte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 32, n.5, p. 411-418, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000500009>

BOUKANDOUL, S. et al. The potential of some moringa species for seed oil production. **Agriculture**, v. 8, n. 10, p. 150, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture8100150>.

BOWEN, K. J. et al. Diets enriched with conventional or high-oleic acid canola oils lower atherogenic lipids and lipoproteins compared to a diet with a western fatty acid profile in adults with central adiposity. **The Journal of nutrition**, v. 149, n. 3, p. 471-478, 2019. Disponível em: doi: 10.1093/jn/nxy307.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 1 sobre a proibição de promotores de crescimento contendo antimicrobianos**. Brasília, 2020.

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. da. Qualidade da carne suína e fatores que influenciam. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA, 6.; BRASIL SUL PIG FAIR, 5., 2013, Chapecó. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2013.

CHERRINGTON, C. A. et al. Organic acids:chemistry, antibacterial activity and practical applications. **Advances in Microbial Physiology**, n.32, p.87- 108, 1991. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0065-2911\(08\)60006-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2911(08)60006-5)

COMPENDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Sumario: Guia de aditivos. São Paulo, SP, 61p, 2017.

COSTA, P. M. et al. The impact of antimicrobial use in broiler chickens on growth performance and the occurrence of antimicrobial resistant Escherichia coli. **Livestock Science**, v.136, p.262-269, 2011.

COSTA, L. B. et al. Herbal extracts and organic acids as natural feed additives in pig diets. **South African Journal of Animal Sciences**, v. 43, n. 2, p. 181–193, 2013. Disponível em: 10.4314/sajas.v43i2.9

DENDENA, M. W. Efeito dos óleos funcionais e alga sobre o desempenho de suínos em terminação. **Scientific Electronic Archives**, Issue ID: Sci. Elec. Arch. 9:2, 2016.

DIBNER, J. J.; RICHARDS, J. D. Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action. **Poultry Science**, v. 84, n. 4, p. 634–643, 2005. Disponível em: DOI: 10.1093/ps/84.4.634

DINESHA, B. L. et al. Effect of extraction methods on physicochemical, nutritional, antinutritional, antioxidant and antimicrobial activity of Moringa (Moringa oleifera Lam.) seed kernel oil. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 10, n. 1, p. 287-295, 2018.

ELIAS, OFAS. **Óleo de semente moringa e ácidos orgânicos em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho em dietas para leitões recém-desmamados: Aditivos alternativos para suínos**. 2021. Tese (Doutorado em Zootecnia). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

GAMA, K. V. M. F. et al. Fatty acid, chemical, and tissue composition of meat comparing Santa Inês breed sheep and Boer crossbreed goats submitted to different supplementation strategies. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 2, p. 601–610, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02047-1>.

GHAZALI, H. M.; MOHAMMED, A. S. Moringa (*Moringa oleifera*) Seed Oil: Composition, Nutritional Aspects, and Health Attributes. **In: Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention**. [s.l.] Elsevier Inc., p. 787–793, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10093-3>.

GOPALAKRISHNAN, L. et al. Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. **Food Science and Human Wellness**, v. 5, p. 49-56, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>.

GUALBERTO, A. F. et al. Características, propriedades e potencialidades da moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Aspectos agroecológicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 19-25, 2014.

GUIDOTTI-TAKEUCHI, M; CAFE, M. B. Aditivos fitogênicos na alimentação de aves de produção. 1. Ed. Uberlândia. Navegando Publicações, Versão Online, v. 1, n. 48, 2016.

GUZMÁN-ALBORES, J. M. et al. Comparison of Moringa oleifera oils extracted with supercritical fluids and hexane and characterization of seed storage proteins in defatted flour, *Food Bioscience*. v. 40, ISSN 2212-4292, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100830>.

HAESE, D.; SILVA, B. A. N. Antibióticos como promotores de crescimento em monogástricos. *Nutritime*, v. 1, n. 1, p. 07–19, 2004.

IGWILO, I. O. et al. Comparative studies on the nutrient composition and anti-nutritional factors in different parts of Moringa oleifera plant found in awka, nigeria. **The Bioscientist**. v. 5, n. 1, p. 1–12, 2017. Disponível em: https://bioscientistjournal.com/index.php/The_Bioscientist/article/view/8/15.

JUDGE, M. D, et al. Princípios de processamento de carnes. **Principles of Meat Science**. 2ª ed. Dubuque, Iowa: Kendall / Hunt Publishing Co. p. 135- 174, 1989.

LEONE, A. et al. Moringa oleifera seeds and oil: Characteristics and uses for human health. **International Journal of Molecular Sciences**. v.17, n.2141, p.1-14, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms17122141>.

LIMA, G. J. M. M. Uso de aditivos na produção de suínos. In: Simpósio sobre as implicações Sócio-econômicas do uso de aditivo na produção animal. **Anais...** Piracicaba: CBNA, p.51- 61. 1999.

LISTRAT, A. et al. How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. **Science World Journal**, v. 10, p. 1 - 14, 2016. Disponível em: DOI: 10.1155/2016/3182746

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, ISSN 0377-8401, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114727>.

- MACHINSKY, T. G. et al. Digestibilidade de nutrientes e balanço de Ca e P em suínos recebendo dietas com ácido butírico, fitase e diferentes níveis de cálcio. **Ciência Rural**. v.40, n.11, p.2350-2355, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010001100016>.
- MAKKAR, H. P. S; BECKER, K. Nutrients and anti-quality factors in different morphological parts of the Moringa oleifera tree. **Journal Agricultural Science**, v. 128, n. 3, p. 311-322, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0021859697004292>.
- MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**. v. 71, p. 100-121, Sept. 2005. Disponível em: DOI: 10.1016/j.meatsci.2005.09.006.
- MITCHAOTHAI, J. et al. Meat quality, digestibility and deposition of fatty acids in growing-finishing pigs fed restricted, iso-energetic amounts of diets containing either beef tallow or sunflower oil. *Asian Australasian Journal Animal Science*, v. 21, n. 7, p. 1015-1026, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.5713/ajas.2008.70515>
- MOREHEAD, M. S.; SCARBROUGH, C. Emergence of Global Antibiotic Resistance. **Primary Care: Clinics in Office Practice**. v. 45, n. 3, p. 467-484, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pop.2018.05.006>.
- MOREIRA, S. M. et al. Carne bovina: Percepções do consumidor frente ao bem-estar animal – Revisão de literatura. **REDVET**. V. 18, n. 5, 2017.
- MOREL, P. C. H. et al. Effect of lipid type on growth performance, meat quality and the content of long chain n-3 fatty acids in pork meat. *Meat Science*, v. 95, n. 2, p. 151-159, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.047>.
- MORÉS, N. É possível produzir suínos sem o uso de antimicrobianos melhoradores de desempenho? In: Embrapa Suínos e Aves-Artigo. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 6., 2014, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro, SP: CBNA, 2014.
- MUCHENJE, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. **Food chemistry**, v. 112, n. 2, p. 279-289, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.103>.
- NADEEM, M. et al. Antioxidant potential of Moringa oleifera leaf extract for the stabilisation of butter at refrigeration temperature. **Czech Journal of Food Sciences**. v. 31, n.4, p.332-339, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.17221/366/2012-CJFS>.
- NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL: Pork Quality Solutions Team. *Pork Quality Targets*. 1p, 2006.
- NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL: *Pork quality targets*. Des moines. IA National Pork Producers Council, p. 1-2, 1998.
- NDUBUAKU, U. M.; NDUBUAKU, T. C. N.; NDUBUAKU, N. E.: Yield Characteristics of Moringa oleifera Across Different Ecologies in Nigeria as an Index of Its Adaptation to Climate Change. **Sustainable Agriculture Research**. v.3, n.1, p.95 - 100, 2014.
- OH, H. J. et al. Effects of microencapsulated complex of organic acids and essential oils on growth performance, nutrient retention, blood profiles, fecal microflora and lean meat percentage in weaning to finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 99, n. 1, p. 41-49, 2019. Disponível em: [doi:10.1139/cjas-2018-0006](https://doi.org/10.1139/cjas-2018-0006).
- OMONJO, F. A. et al. Essential oils as alternatives to antibiotics in swine production. **Animal Nutrition**. v. 4, p. 126-136, 2018. Disponível em: DOI: 10.1016/j.aninu.2017.09.001.

- OZCAN, M. M. et al. Effect of different microwave power setting on quality of chia seed oil obtained in a cold press. **Food Chemistry**. v. 278, p. 190-196, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.048>.
- PASSOS, M. et al. Qualidade pós-colheita da moringa (*Moringa oleífera* lam) utilizada na forma in natura e seca. **GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v.3, n.1, p.113-120, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.7198/S2237-0722201300010010>.
- PARK, J. C. et al. Effects of dietary fat types on growth performance, pork quality, and gene expression in growing-finishing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 25, n. 12, p. 1759-1767, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12416>.
- PEI, R et al. Evaluation of combined antibacterial effects of eugenol, cinnamaldehyde, thymol, and carvacrol against *E. coli* with an improved method. **Journal of food science**, v. 74, n. 7, p. 379-M383, 2009. Disponível em: doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01287.x.
- PEREIRA, F. S. G. et al. Produção de biodiesel metílico com óleo purificado de *Moringa oleífera* lamarck. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 3, p. 873-888, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20160063>.
- PRICE, J.; SCHWEIGERT, B. S. The science of meat and meat products. 3rd ed. Westport: **Food & Nutrition Press**, 1987.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 2. Ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2017.
- REALINI, C. E. et al. Effect of source of dietary fat on pig performance, carcass characteristics, and carcass fat content, distribution and fatty acid composition. *Meat Science*, v. 85, p. 606–612, 2010. Disponível em: DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.03.011.
- REGULATION (EC) No 1831/2003 Of the European Parliament and of the Council. On additives for use in animal nutrition. Official Journal of the European Union. L 268/29. 18.10.2003.
- REIS, T. L.; VIEITES, F. M. Antibiótico, prebiótico, probiótico e simbiótico em rações de frangos de corte e galinhas poedeiras. **Ciência Animal**, v. 29, n. 3, p. 133–147, 2023. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/10086>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- REZIG, L. et al. Composição química e caracterização do perfil do óleo da semente de abóbora (*Cucurbita maxima*). **Industrial Crops and Products**. v. 37, n. 1, p. 82–87, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.12.004>.
- SANTOS, A. V. et al. Additive antibiotic, probiotic and prebiotic for early weaned piglets. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 17, n. 1, p. 1-10. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7515038.v1>.
- SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. Características da carne suína. Espírito Santos, 2007.
- SILVA JUNIOR, A. Interações químico fisiológicas entre acidificantes, probióticos, enzimas e lisofosfolípidios na digestão de leitões. **Revista Brasileira Zootecnia**. v. 38, p. 238-245, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300024>.

SOARES, L. L. P. Painel – Restrições e uso de aditivos (promotores de crescimento) em ração de aves. Visão do fabricante. In: Conferência APINCO'1996 de Ciência e Tecnologia Avícolas, p.27-36 Curitiba, 1996.

SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. **Colesterol: da mesa ao corpo**. São Paulo: Varela, 2006. 85p.

SOUZA, C.C. et al. A percepção de compradores sobre a qualidade da carne suína in natura no mercado varejista de Campo Grande (MS). **Extensão Rural**, v. 23, n. 3, p. 151-168, 2016.

SURYADEVARA, V. et al. Formulation and evaluation of anti-inflammatory cream by using Moringa oleifera seed oil. **Pharmacognosy Research**, v. 10, n. 2, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.4103/pr.pr_101_17.

TEIXEIRA, B et al. Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. *Industrial Crops and Products*, v. 43, p. 587-595, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.07.069>.

TEIXEIRA, J.J. et al. Frequency of pork consumption in the municipality of Palmeira dos Índios/AL, Brazil. **Diversitas J.**, v.5, n.3, p.1451-1460, 2020. Disponível em: doi: 10.17648/diversitas-journalv5i3-962

TSAKNIS, J. et al. Caracterização da Moringa oleifera Variedade Mbololo óleo de semente do Quênia. **J. Agric. Química Alimentar**. 47, 4495– 4499, 1999. <https://doi.org/10.1021/jf9904214>.

WARNER, R. D.; KAUFFMAN, R. G.; GREASER, M. L. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. **Meat science**, v. 45, n. 3, p. 339- 352, 1997. Disponível em: doi: 10.1016/s0309-1740(96)00116-7

WARRISS, P. D.; BROWN, S. N. The relationship between reflectance (EEL value) and colour (L*) in pork loins. **Animal Science**, v. 61, n. 1, p. 145-147, 1995. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.1017/S135772980001362X>.

WOONG KIM, J.; HYUK KIM, J.; YONG KIL, D. Dietary organic acids for broiler chickens : a review Ácidos orgánicos en la dieta de pollos de engorde: revisión de literatura. **Rev. Colombiana de ciências pecuarias**, v. 28, p. 109–123, 2014. Disponível em: doi: 10.17533/udea.rccp.v28n2a01.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Joint FAO/OIE/WHO Expert Workshop on NonHuman Antimicrobial Usage and Antimicrobial Resistance: scientific assessment: Geneva, December 1-5, 2003. World Health Organization, 2004

WU, J-C et al. Pollen mediated gene flow in a small experimental population of Moringa oleifera Lam(Moringaceae). **Industrial Crops and Products**, v. 117, p. 28-33, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.077>.

USDA. Department of Agriculture. United States USDA national nutrient database for standard reference. Release 28. Washington, 2018.

YANG, Y., LEE, K. Y., KIM, I. H. Effects of dietary protected organic acids on growth performance, nutrient digestibility, fecal microflora, diarrhea score and fecal gas emission in weanling pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 99, n. 3, p. 514-520, 2019. Disponível em: doi:10.1139/cjas-2018- 0159.

CAPÍTULO I

Características físico-químicas e sensoriais do lombo de suínos em crescimento alimentados com dietas contendo óleo de moringa e ácidos orgânicos em substituição aos antimicrobianos melhoradores de desempenho

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DO LOMBO DE SUÍNOS EM
CRESCIMENTO ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO DE MORINGA E
ÁCIDOS ORGÂNICOS EM SUBSTITUIÇÃO AOS ANTIMICROBIANOS
MELHORADORES DE DESEMPENHO**

Resumo: Objetivou-se avaliar a utilização de óleo de sementes de moringa e ácidos orgânicos na alimentação de leitões recém-desmamados em substituição aos antimicrobianos melhoradores de desempenho, sobre as características físico-químicas e atributos sensoriais da carne. Os animais pesaram inicialmente $9,695 \pm 0,07$ Kg e foram confinados por 57 dias. O delineamento foi em blocos casualizados com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiam em um controle negativo (CN), constituído de uma dieta referência à base de milho e farelo de soja; um controle positivo (CP), dieta referência + 0,04 ou 0,3% de antibióticos; e duas dietas testes, uma com ácidos orgânicos (AO), dieta referência + 0,5% de um blend de ácidos orgânicos Nuviacid®, e o óleo de moringa (OM), dieta referência + 0,5 ou 1% de óleo de sementes de moringa (OM). Os resultados obtidos referentes ao pH, temperatura e coloração das carnes não diferiram ($P > 0,05$) entre as diferentes fontes utilizadas. As características relacionadas a qualidade da carne apresentaram diferença estatística ($P < 0,05$) quanto a espessura de toucinho e perda por cocção, sendo os ácidos orgânicos apresentado maior espessura de toucinho e menor valor de perda por cocção. Quanto as características sensoriais, os ácidos orgânicos obtiveram os maiores ($P < 0,05$) valores para suculência. Houve uma significativa correlação entre a maciez e a força de cisalhamento, pH inicial, temperatura após 24 horas e cor vermelha da carne. Contudo vale salientar que o pH tem forte correlação com diversos parâmetros relacionados as características sensoriais da carne. A utilização dos ácidos orgânicos ou óleo de moringa em nada comprometem as características físico-químicas e sensoriais da carne de suínos em crescimento.

Palavras-chave: coloração; maciez; promotores de crescimento; suculência; textura

PHYSICAL-CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF THE PORK LOIN OF GROWING PIGS FED WITH DIETS CONTAINING MORINGA OIL AND ORGANIC ACIDS AS A REPLACEMENT FOR PERFORMANCE IMPROVING ANTIMICROBIALS

Abstract: The objective of this study was to evaluate the use of moringa seed oil and organic acids in the diet of newly weaned piglets as a replacement for performance-enhancing antimicrobials, on the physicochemical characteristics and sensory attributes of the meat. The animals initially weighed 9.695 ± 0.07 kg and were confined for 57 days. The design was randomized blocks with four treatments and six replicates. The treatments consisted of a negative control (NC), consisting of a reference diet based on corn and soybean meal; a positive control (PC), reference diet + 0.04 or 0.3% antibiotics; and two test diets, one with organic acids (AO), reference diet + 0.5% of a Nuviacid® organic acid blend, and moringa oil (OM), reference diet + 0.5 or 1% moringa seed oil (OM). The results obtained regarding pH, temperature and color of the meat did not differ ($P > 0.05$) between the different sources used. The characteristics related to meat quality showed statistical difference ($P < 0.05$) regarding bacon thickness and cooking loss, with organic acids presenting greater bacon thickness and lower cooking loss. Regarding sensory characteristics, organic acids obtained the highest ($P < 0.05$) values for juiciness. There was a significant correlation between tenderness and shear force, initial pH, temperature after 24 hours and red color of the meat. However, it is worth noting that pH has a strong correlation with several parameters related to the sensory characteristics of the meat. The use of organic acids or moringa oil does not compromise in any way the physicochemical and sensory characteristics of meat from growing pigs.

Keywords: color; tenderness; growth promoters; juiciness; texture

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade promissora e bastante significativa para a economia de uma região, pois oferece uma proteína de alto valor biológico. A carne suína é rica em nutrientes como aminoácidos essenciais, minerais, ácidos graxos monoinsaturados e é uma importante fonte de vitaminas do complexo B, além da vitamina E, que são fundamentais para o desenvolvimento e funcionamento do organismo humano (PEREIRA; VICENTE, 2013).

Segundo dados da Associação Brasileira de Produção Animal (2024), em 2023, o Brasil contou com 2.099.036 matrizes alojadas e uma produção de carne de 5,156 milhões de toneladas, apresentando-se como o quarto maior produtor mundial, atrás da China, União Europeia e Estados Unidos. O consumo per capita no país vem aumentando consideravelmente e apresentando boas perspectivas para o Brasil no mercado internacional, sendo atualmente de 18,3 kg/hab/ano (ABPA, 2024).

Por décadas, a carne suína foi vista como prejudicial à saúde humana, associada à lembrança de suínos criados de forma extensiva em condições de higiene precária, sem manejo adequado e sanidade controlada, resultando em carne com alto teor de gordura e colesterol. Atualmente, resultante de evoluções tecnológicas e programas de melhoramento genético, nutrição, manejo e sanidade, apresenta reduzidos teores de gorduras, calorias e colesterol (BERTOL et al., 2019).

Ao adotar novos hábitos e dietas saudáveis, o consumidor está demonstrando maior cuidado com o produto que está incluído em sua rotina alimentar. Características sensoriais como cor, aroma e aparência, maciez, suculência, sabor, quantidade de gordura apresentam grande influência no consumo, que antes era baseado principalmente pelo preço (ZAMBERLAN et al., 2008). Também é importante destacar que os consumidores de carne estão cada vez mais preocupados com a qualidade nutricional e sanitária (ROSA, 2015).

A prática de suplementar antibióticos nas dietas dos animais contribuiu significativamente para a propagação de resistência antimicrobiana entre as bactérias, representando uma ameaça global significativa para a saúde pública (MOREHEAD; SCARBROUGH, 2018). Devido a isto, é cada vez mais evidente que é necessária uma busca por alternativas que substituam os antibióticos no combate aos efeitos deletérios de agentes patogênicos em suínos, com o objetivo de diminuir os riscos de infecção, e, por consequência, perdas na produtividade e econômicas.

Os produtos naturais são uma das principais fontes de novas alternativas de substituição aos medicamentos (BALOUIRI; SADIKI; IBNSOUDA, 2016). Um desses produtos naturais são os óleos essenciais, que podem ser uma opção aos antimicrobianos sintéticos. Dito isto, *a*

Moringa oleifera se mostra uma alternativa bastante interessante, visto que é a mais cultivada entre as 13 espécies da família *Moringaceae* (GHAZALI; MOHAMMED, 2011; LEONE et al., 2016; SAA et al., 2019). O óleo proveniente da extração das sementes da moringa prensadas a frio, apresenta um alto teor de tocoferóis, uma média de 79,5% de ácido oleico e 2,2% de linolênico (OGUNSINA et al., 2011), o que contribui para uma alta estabilidade oxidativa, reduzindo assim, o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Outra excelente fonte alternativa de substituição aos antimicrobianos melhoradores de desempenho são os ácidos orgânicos, pois apresentam propriedades multifuncionais que podem alterar alguns parâmetros de desempenho nos animais (BOAS et al., 2016) e oferecem a vantagem de não deixar resíduos na carne e não favorecer o desenvolvimento de bactérias resistentes (CHERRINGTON et al., 1991).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar as características físico-químicas e atributos sensoriais da carne de suínos alimentados com dietas contendo óleo de moringa e ácidos orgânicos em substituição aos antimicrobianos melhoradores de desempenho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais envolvendo os animais foram aprovados pela Comissão de Ética do Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (CEUA/UFRPE), sob a licença de número 6272191120/2020. Os procedimentos de avaliação sensorial obtiveram parecer na Plataforma Brasil (nº 6.295.732).

2.1 Obtenção do óleo de Moringa

As sementes de moringa foram coletadas na Estação Experimental para Pequenos Animais do Carpina-PE, entre os meses de janeiro de 2018 a dezembro de 2019. Após a coleta, as sementes foram retiradas de suas vagens e descascadas com o auxílio de um moinho tipo martelo para quebrar as cascas. Com a utilização de uma peneira foi realizado a separação dos núcleos. Após esse processo, as sementes foram embaladas a vácuo e armazenadas em câmara fria até a extração do óleo, feito por meio de uma prensa hidráulica de 30 toneladas de capacidade, com o auxílio de um extrator acoplado, formado por um anel de aço inoxidável e um êmbolo que transita pelo interior do anel, contraindo as sementes contra a base, forçando a extração do óleo. Quantidades de aproximadamente 200g de sementes eram adicionadas ao extrator acoplado à prensa e, em seguida, acionada a força de compressão que, em média, era de 20 toneladas.

2.2 Local, animais, delineamento e tratamentos

O experimento foi realizado, entre os meses de abril a junho de 2021, no setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia (DZ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), região metropolitana do Recife, PE. Os animais foram alojados em baias medindo 1,20m x 3,10m, construídas em alvenaria, com cobertura de telhas cerâmica e piso de concreto. Cada baia foi equipada com bebedouros automáticos tipo chupeta e comedouros em alvenaria tipo calha. Foram instalados termo-higrômetros em diferentes locais do galpão para o controle diário de temperatura e umidade relativa do ar. A temperatura e a umidade relativa do ar variaram de 23,8 a 31,4 °C e 62,3 a 90,5%, respectivamente.

O período experimental foi de 56 dias, o delineamento utilizado foi blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições, sendo o fator de blocagem o peso inicial. Foram alojados dois animais por unidade experimental, totalizando 48 leitões, machos castrados com peso médio inicial de $9,695 \pm 0,07$. A linhagem comercial utilizada foi proveniente do cruzamento de fêmeas MO25C Embrapa (Landrace x Large White x Moura) com machos MS115 Embrapa (Pietrain x Large White x 72 Duroc).

Os tratamentos consistiram em uma dieta controle negativo, sem inclusão de qualquer promotor de crescimento (CN); uma dieta controle positivo, contendo antibiótico melhorador de desempenho (CP); uma dieta teste contendo ácidos orgânicos, controle + 0,5% de Nuviacid® (AO); e uma dieta teste com óleo de sementes de moringa, controle + 1% de óleo de moringa na fase pré-inicial (25 a 46 dias de idade) e controle + 0,5% de óleo de moringa nas fases inicial (46 a 67 dias de idade) e crescimento (67 a 82 dias de idade). As dietas foram formuladas para atender às exigências nutricionais descritas por Rostagno et al. (2017), conforme apresentado nas Tabelas 1, 2 e 3.

O tratamento contendo antibióticos foi realizado seguindo protocolos de granjas comerciais. Foi iniciada uma dieta contendo 400g por tonelada do antibiótico bacitracina de zinco, por 20 dias. Após tal período, esse antibiótico foi substituído por Florfenicol (3kg/ton), por mais 20 dias, que foi então substituído por Enrofloxacina (400g/ton), até cinco dias antes do abate.

O óleo de moringa foi adicionado na dieta ao nível de 1% na fase pré-inicial, sendo feito um ajuste para as fases posteriores (0,5% de óleo de moringa na dieta teste). A mistura premix utilizada na pesquisa foi o Nuvisuper®, da fabricante Quimtia, fabricada exclusivamente para atender à demanda da presente pesquisa, produzida sem adição de antibióticos.

Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase pré-inicial.

Ingredientes	Composição centesimal			
	CN	CP	AO	OM
Milho grão	54.72	54.64	54.159	54.846
Farelo de Soja	34.429	34.446	34.54	34.409
Óleo de soja	5.555	5.582	5.511	4.453
Fosfato Bicálcico	2.263	2.224	2.265	2.263
Calcário	0.989	0.989	0.988	0.989
L - Lisina HCL	0.639	0.639	0.637	0.64
Sal comum	0.463	0.463	0.463	0.463
L - Treonina	0.341	0.341	0.341	0.341
¹ Premix	0.300	0.300	0.300	0.300
DL - Metionina	0.243	0.243	0.243	0.243
L - Triptofano	0.053	0.053	0.053	0.053
Bacitracina	0.000	0.040	0.000	0.000
Óleo de Moringa	0.000	0.000	0.000	1.000
² Ácidos orgânicos	0.000	0.000	0.500	0.000
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Nutrientes	Composição calculada (%)			
	CN	CP	AO	OM
EM (Mcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400
Proteína Bruta	21.42	21.42	21.42	21.42
Lisina dig.	1.451	1.451	1.451	1.451
Met+Cist dig.	0.813	0.813	0.813	0.813
Metionina	0.530	0.530	0.530	0.530
Treonina dig	0.972	0.972	0.972	0.972
Triptofano dig	0.276	0.276	0.276	0.276
Fósforo disponível	0.528	0.528	0.528	0.528
Cálcio	1.068	1.068	1.068	1.068
Potássio	0.797	0.797	0.797	0.797
Sódio	0.224	0.224	0.224	0.224

CN= Controle Negativo; CP= Controle Positivo; AO= Ácidos Orgânicos; OM= Óleo de moringa. ¹Premix Nuvisuper Teste UFRPE; ²Ácidos orgânico Nuviacid®.

Tabela 2. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase inicial.

Ingredientes	Composição centesimal			
	CN	CP	AO	OM
Milho grão	69.468	68.837	68.904	69.528
Farelo de Soja	25.07	25.191	25.178	25.054
Óleo de soja	1.494	1.703	1.45	0.947
Fosfato Bicálcico	1.565	1.568	1.567	1.566
Calcário	0.792	0.791	0.791	0.793
L - Lisina HCL	0.471	0.469	0.469	0.472
Sal comum	0.406	0.406	0.406	0.406
L - Treonina	0.185	0.185	0.185	0.185
¹ Premix	0.300	0.300	0.300	0.300
DL - Metionina	0.123	0.124	0.124	0.123
L - Triptofano	0.036	0.036	0.036	0.036
Valina	0.090	0.090	0.090	0.090
Florfenicol	0.000	0.300	0.000	0.000
Óleo de Moringa	0.000	0.000	0.000	0.500
² Ácidos orgânicos	0.000	0.000	0.500	0.000
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Nutrientes	Composição calculada (%)			
	CN	CP	AO	OM
EM (Mcal/kg)	3.250	3.250	3.250	3.250
Proteína Bruta	18.06	18.06	18.06	18.06
Lisina dig.	1.12	1.12	1.12	1.12
Met+Cist dig.	0.638	0.638	0.638	0.638
Metionina	0.380	0.380	0.380	0.380
Treonina dig	0.728	0.728	0.728	0.728
Triptofano dig	0.213	0.213	0.213	0.213
Valina	0.773	0.773	0.773	0.773
Cálcio	0.794	0.794	0.794	0.794
Fósforo disponível	0.393	0.393	0.393	0.393
Sódio	0.199	0.199	0.199	0.199

CN= Controle Negativo; CP= Controle Positivo; AO= Ácidos Orgânicos; OM= Óleo de moringa. ¹Premix Nuvisuper Teste UFRPE; ²Ácidos orgânico Nuviacid®.

O blend de ácidos orgânicos utilizados na pesquisa foi o Nuviacid®, também da fabricante Químtia. Possui em sua composição ácido fórmico, benzoico, propiônico e acético, com os seguintes níveis de garantia: ácido acético 100g; ácido fórmico 170 g; formiato de amônio 170 g; mono e diglicerídeos de ac. Graxos 80g.

Tabela 3. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase crescimento.

Ingredientes	Composição centesimal			
	CN	CP	AO	OM
Milho grão	78.026	77.940	77.457	78.085
Farelo de Soja	17.306	17.324	17.417	17.298
Óleo de soja	0.987	1.015	0.949	0.436
Fosfato Bicálcico	1.236	1.236	1.237	1.236
Calcário	0.702	0.702	0.702	0.702
L - Lisina HCL	0.489	0.489	0.489	0.489
Sal comum	0.378	0.378	0.378	0.378
L - Treonina	0.175	0.175	0.175	0.175
¹ Premix	0.300	0.300	0.300	0.300
DL - Metionina	0.111	0.111	0.111	0.111
L - Triptofano	0.058	0.058	0.057	0.058
Valina	0.232	0.232	0.232	0.232
Enrofloxacina	0.000	0.040	0.000	0.000
Óleo de Moringa	0.000	0.000	0.000	0.500
² Ácidos orgânicos	0.000	0.000	0.500	0.000
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Nutrientes	Composição calculada (%)			
	CN	CP	AO	OM
EM (Mcal/kg)	3.250	3.250	3.250	3.250
Proteína Bruta	15.280	15.280	15.280	15.280
Lisina dig.	0.960	0.960	0.960	0.960
Met+Cist dig.	0.566	0.566	0.566	0.566
Metionina	0.335	0.335	0.335	0.335
Treonina dig	0.624	0.624	0.624	0.624
Triptofano dig	0.192	0.192	0.192	0.192
Valina	0.773	0.773	0.773	0.773
Fósforo disponível	0.324	0.324	0.324	0.324
Cálcio	0.655	0.655	0.655	0.655
Sódio	0.185	0.185	0.185	0.185

CN= Controle Negativo; CP= Controle Positivo; AO= Ácidos Orgânicos; OM= Óleo de moringa. ¹Premix Nuvisuper Teste UFRPE; ²Ácidos orgânico Nuviacid®.

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 08h e 16h, e o fornecimento de água *ad libitum*. A quantidade fornecida foi ajustada diariamente, baseada na ingestão voluntária do animal com estimativa de sobra de 10%.

2.3 Abate

Os animais foram transportados até o Frigorífico Bandeira LTDA., frigorífico comercial localizado no município de Paulista, sendo alojados em baias de descanso até o momento do abate. A insensibilização foi feita por meio de eletroanestesia e, em seguida, realizada a sangria.

Após o abate, as carcaças foram armazenadas em câmara fria por 24h, a uma temperatura de 2°C a 4°C, aproximadamente, para a ocorrência do rigor mortis.

Na meia carcaça esquerda de cada animal, foram feitas as medidas da espessura de toucinho (ET) com o auxílio de um paquímetro digital; e a área de olho do lombo (AOL) foi medida em papel acetato, com caneta especial, e posterior cálculo da área utilizando-se papel milimetrado, conforme descrito por Bridi e Silva (2009). Uma amostra do *Longissimus lumborum* foi retirada e embalada, identificada e congelada até a realização das análises de qualidade da carne.

2.4 pH e coloração *post-mortem*

Para avaliação do pH, foram realizadas leituras no tempo de 45 minutos, 3 e 24 horas post-mortem, no músculo *Longissimus lumborum*, com auxílio de um medidor de pH com um eletrodo de penetração, sendo inserido a uma profundidade entre 2 e 4 cm no músculo de toda a carcaça entre a 4ª e a 5ª vértebra lombar, evitando o contato com osso, gordura e tecido conjuntivo.

A análise objetiva da cor da carne foi feita também no músculo *Longissimus lumborum*, utilizando um colorímetro portátil Minolta CR400, com fonte de luz D-65 e ângulo de observação de 10°. Os valores de cor foram calculados de acordo com a escala CIE L* a* b*.

2.5 Análises de qualidade

Para as análises físicas da carne foi retirada uma amostra do músculo *Longissimus lumborum*, cortada em bifês de 2,5 cm de espessura, e foram efetuadas as determinações de cor, pH, força de cisalhamento.

As perdas por cocção e a capacidade de retenção de água (CRA) foram realizadas no laboratório de carne do Departamento de Zootecnia. A CRA foi realizada por prensagem, de acordo com metodologia descrita em Hamm (1961). Uma amostra de aproximadamente 5 gramas de carne foi retirada e pesada sobre um papel filtro em balança analítica. A amostra envolta com o papel filtro foi colocada em uma placa de petri e sobre a amostra um peso de 2,5 kg durante 5 minutos. A amostra foi pesada novamente, e a diferença entre o peso final e o peso inicial da amostra dividido pelo peso final, multiplicado por 100 resultou na capacidade de retenção de água (%) da amostra.

A perda por cocção foi realizada em forno industrial, com bifes enrolados em papel alumínio, com termômetro especializado para aferir a temperatura no centro geométrico da carne, até que ela atingisse temperatura de 70°C em seu interior (Ramos e Gomide, 2017).

Em seguida, três núcleos redondos foram removidos de cada bife, paralelo ao longo eixo das fibras musculares para a determinação da força de cisalhamento. Uma medição instrumental da textura (Kgf) foi avaliada utilizando-se um analisador de textura (CT3 Texture Analyzer, AMTEK Brookfield, MA, USA) equipado com um dispositivo de corte Warner-Bratzler (WB).

2.6 Composição centesimal

A composição química foi realizada no músculo *Longissimus lumborum* esquerdo, o qual foi triturado, homogeneizado e liofilizado para determinações de umidade, proteína, gorduras e minerais, de acordo com técnicas descritas por Detmann et al. (2012).

2.7 Análise sensorial

A fim de garantir a qualidade higiênica respeitando as exigências da Resolução N° 446 de 12/12/2012 do Conselho Nacional de Saúde, que propõe análises microbiológicas da carne e produtos destinados ao consumo humano, foram coletados 200g das amostras de carne congeladas destinadas a análise sensorial para avaliação microbiológica no Laboratório de Microbiologia pertencente ao Departamento de Tecnologia Rural – UFRPE. Utilizando kits comerciais (*Compact Dry*) para identificação das bactérias previstas segundo a Instrução Normativa N° 60 de 23/12/2019, que são os Coliformes a 45°C e *Salmonella* sp.

A avaliação foi em cabines individuais, no laboratório de análise sensorial do Departamento de Ciências Domésticas da UFRPE. Utilizando-se o lombo direito (*Longissimus lumborum*), cozido de acordo com metodologia proposta para determinação das perdas na cocção. Foram convidados 13 provadores previamente treinados. Os atributos sensoriais: aroma característico, cor, textura, maciez, sabor característico, suculência e aparência geral da carne suína foram avaliados mediante Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), em uma escala hedônica não estruturada, com intensidade de atributos variando de zero (menor intensidade) a dez (maior intensidade), como descrito por (STONE; SIDEL, 2004). Para remover o sabor residual entre as amostras, era servida água a temperatura ambiente e uma bolacha sem sal.

2.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância seguida pelo teste de Tukey, utilizando-se o procedimento GLM (SAS Inst. Inc., Cary, NC) considerando como

significativos valores de probabilidade inferiores a 5% ($P < 0,05$). Seguindo o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta (X_{ij} - X) + e_{ij}$, onde, Y_{ij} = valor observado da variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento i ($i = 1-3$); $\beta (X_{ij} - X)$ = efeito de covariável (PC inicial); e_{ij} = erro experimental.

Os meios e interações dos tratamentos foram estimados pelo procedimento LSMEANS da SAS. A normalidade dos dados (teste Shapiro-Wilk com 5% de probabilidade) foi verificada pelo procedimento UNIVARIATE (PROC UNIVARIATE) do SAS.

Os dados da avaliação sensorial da carne foram analisados com o procedimento MIXED do SAS, considerando cada observação de cada provador como uma medida repetida dentro do provador, assumindo uma matriz de covariância autorregressiva de primeira ordem. Como a maioria das interações não foi significativa, as tabelas apresentam apenas os LSMeans para os efeitos principais e o erro padrão das médias (EPM).

Para a realização da correlação de Pearson entre as variáveis, foi utilizado o *software* R (R CORE, 2021), empregando o *package ggcorrplot*, sendo adotados valores próximos a (1) indicando correlação positiva entre as variáveis e, valores próximos a (-1), indicando correlação negativa entre as variáveis.

3. RESULTADOS

O pH e a temperatura inicial, às 3h e a final, assim como os valores de luminosidade (L^*), teores de vermelho (a^*) e de amarelo (b^*) não foram influenciados significativamente ($P > 0,05$) pelas diferentes dietas (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios do pH, temperatura e coloração da carcaça post-mortem.

VARIÁVEL	TRATAMENTOS				EPM	Valor de P
	CN	CP	AO	OM		
pH 45 min	6,57	6,54	6,66	6,64	0,78	0,57
pH 24h	5,74	5,61	5,78	5,75	0,69	0,56
Temperatura 0h (°C)	31,92	32,17	32,60	30,51	0,74	0,06
Temperatura 3h (°C)	21,85	22,26	23,11	22,57	0,20	0,16
Temperatura 24h (°C)	9,31	9,81	9,83	10,80	0,50	0,78
L^*	47,60	48,75	45,91	47,33	0,68	0,59
a^*	5,41	5,97	6,35	6,59	0,24	0,32
b^*	2,3	2,48	1,97	2,56	0,18	0,74

L*: luminosidade; a*: teor de vermelho; b*: teor de amarelo; CN= Controle Negativo; CP= Controle Positivo; AO= Ácidos Orgânicos; OM= Óleo de moringa; EPM: erro padrão da média.

Para a avaliação dos parâmetros de qualidade da carne, não foram constatadas diferenças entre os tratamentos ($P>0,05$). Para a luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*). Igualmente, para o pH e força de cisalhamento e AOL não foram identificadas influência pelo tratamento ($P>0,05$). Foi observada diferença significativa devido aos tratamentos apenas para a espessura de toucinho ($P<0,05$). A capacidade de retenção de água (CRA) e a perda por cocção diferiram ($P<0,05$) em função das dietas experimentais, sendo mais elevados na dieta controle negativo (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios das características da qualidade da carne (*Longissimus lumborum*).

VARIÁVEL	TRATAMENTOS				EPM	Valor de P
	CN	CP	AO	OM		
ET (mm)	12,91ab	14,04ab	16,31a	12,40b	0,117	0,01
AOL (cm ²)	27,09	27,43	24,06	25,04	0,75	0,34
PPC (%)	27,67a	20,84b	15,92c	25,59a	1,320	0,003
CRA (%)	65,94	58,57	60,97	58,13	2,13	0,12
FC (kgf)	1,09	1,14	1,270	1,260	0,660	0,580

ET: espessura de toucinho; AOL: área do olho de lombo; PPC: perda por cocção; CRA: capacidade de retenção de água; CN= Controle Negativo; CP= Controle Positivo; AO= Ácidos Orgânicos; OM= Óleo de moringa *Diferem entre colunas pelo teste de Tukey ($p<0,05$); EPM: erro padrão da média

Os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral das amostras de lombo não diferiram ($P>0,05$) em razão dos tratamentos aos quais os suínos foram submetidos. (Tabela 6)

Tabela 6. Valores médios de composição centesimal da carne de suínos (*Longissimus Lumborum*).

VARIÁVEL	TRATAMENTOS				EPM	Valor de P
	CN	CP	AO	OM		
Matéria seca %	25,06	25,03	25,00	24,45	0,40	0,94
Proteína Bruta, %	21,33	20,65	20,21	20,09	0,33	0,56
Extrato Etéreo, %	8,84	9,11	10,58	10,34	0,51	0,55
Matéria Mineral, %	4,29	4,47	4,27	4,74	0,16	0,70

CN= Controle Negativo; CP= Controle Positivo; AO= Ácidos Orgânicos; OM= Óleo de moringa; EPM: erro padrão da média.

Não houve efeito ($P>0,05$) das dietas sobre os atributos sensoriais aparência geral, cor da carne, aroma, maciez e sabor. Por outro lado, a suculência foi superior ($P<0,05$) para a carne dos animais alimentados com ácidos orgânicos em relação aos leitões alimentados com antibióticos melhoradores de desempenho, contudo, não diferindo dos tratamentos sem adição de melhoradores de desempenho e o Óleo de Moringa (Tabela 7).

Tabela 7. Atributos sensoriais da carne de suínos (Longissimus Lumborum).

VARIÁVEL	TRATAMENTOS				EPM	Valor de p
	CN	CP	AO	OM		
Aparência geral	7,41	6,91	7,03	7,23	0,62	0,86
Cor da carne	2,41	1,97	2,01	1,65	0,48	0,47
Aroma	4,01	3,83	4,33	4,21	0,69	0,89
Maciez	5,7	5,8	5,93	5,98	0,59	0,96
Suculência	5,81 AB	4,89 B	6,22 A	5,3 AB	0,47	0,02
Sabor	4,33	3,92	4,63	4,11	0,80	0,83

CN= Controle Negativo; CP= Controle Positivo; AO= Ácidos Orgânicos; OM= Óleo de moringa
*Diferem entre colunas pelo teste de Tukey ($p<0,05$); EPM: erro padrão da média

Observou-se correlação positiva entre parâmetros físicos e atributos sensoriais, valendo salientar a força de cisalhamento, que possui forte correlação com a maciez, pH inicial e o tempo de 3 e 24 horas após o abate. A maciez observada apresenta elevada correlação com a perda por gotejamento, pH inicial, tempo de 3 horas e 24 horas após o abate (Figura 1).

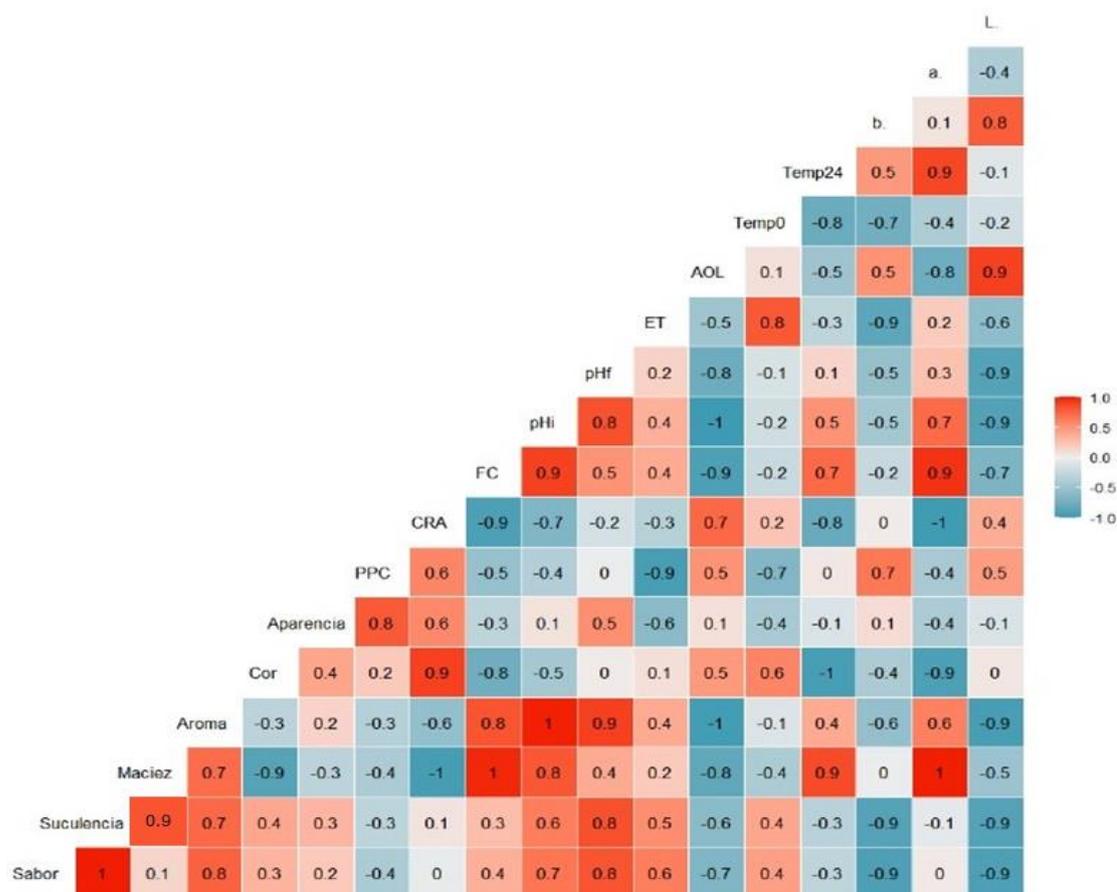


Figura 1: Correlação entre os atributos físico-químico e sensoriais da carne

4. DISCUSSÃO

Vários métodos têm sido pesquisados para detectar anomalias nas carnes suínas, especialmente as condições que geram carnes exsudativas. Na literatura, diversos índices vêm sendo utilizados para classificação das carnes, envolvendo medidas de pH, capacidade de retenção de água, cor (luminosidade), valor R, atividade enzimática, solubilidade de proteínas, entre outros. (RAMOS; GOMIDE, 2017).

As carnes dos animais utilizados no presente estudo apresentaram classificação RFN, carne vermelho-rosada, firme e não exsudativa (do inglês *redish-pink, firm and non-exudative*), em função do $\text{pH}_{24 \text{ min}}$, luminosidade e capacidade de retenção de água (CRA), independente das dietas testadas, corroborando com os critérios de classificação da qualidade da carne suína descritos por Faucitano et al, (2010). Em músculos suínos a combinação das medidas de pH, luminosidade e CRA é a mais utilizada para a classificação completa da carne de acordo com sua qualidade final.

Porém existe grande variação nos critérios e limites utilizados por diversos autores (HONIKEL; FISHER, 1977; BENDALL; SWATLAND, 1988; KAUFFMAN et al., 1993; WARNER et al., 1993; WARNER et al., 1997; MAGANHINI et al., 2007; FAUCITANO et al., 2010), não havendo um consenso internacional sobre quais critérios devem ser utilizados, implicando numa variação nas distribuições de frequência e nos atributos de qualidade. (CAZEDEY et al., 2016).

A cor é um índice importante em relação à qualidade da carne e é fundamental para a aceitação da carne pelos consumidores. A temperatura inicial das carcaças é crucial para as transformações *post mortem* nos músculos. Se a temperatura do músculo for alta nas primeiras horas após o abate, isso pode acelerar a glicólise anaeróbica e, conseqüentemente, levar a uma queda acentuada do pH inicial (BERNARDES et al., 2007). No presente estudo, a cor da carne não foi afetada pelos tratamentos. Outros parâmetros analisados, como pH, temperatura da carcaça, luminosidade e teores de vermelho e amarelo também não foram afetados com a inclusão de ácidos orgânicos e óleo de moringa na dieta dos suínos avaliados.

Cho; Song; Kim (2014) em um estudo avaliando a combinação de AO microencapsulados, incluindo ácidos cítrico e sórbico e óleos essenciais, observaram que os parâmetros cor da carne e pH não foram afetados significativamente pelas dietas testadas. O mesmo resultado foi relatado por Upadhy; Lee; Kim (2014) no qual a suplementação de uma mistura de AO (fumárico, cítrico, málico e MCFA) não apresentou melhorias na cor da carne e pH.

A espessura de toucinho (ET) é um dos principais indicadores do teor de carne magra da carcaça e da qualidade da carne (De Jong et al., 2012). Neste estudo, a suplementação de ácidos orgânicos aumentou a ET nos suínos em crescimento. Resultados semelhantes foram descritos por Muniyappan et al. (2021), que observaram aumento linear da espessura de toucinho com o aumento dos níveis de ácidos orgânicos na dieta de suínos em crescimento e terminação. Também corroboram com os resultados encontrados por Devi et. al, (2016) que observaram que a suplementação dietética de AO melhorou a ET em porcas lactantes e leitões desmamados.

Porém, estes resultados discordam dos encontrados por Oh et al., (2018) e Cho et al., (2014), onde a adição de AO não apresentou diferenças significativas em suínos em terminação. As discrepâncias entre os resultados de ET nos diferentes estudos podem ser atribuídas à

complexidade da dieta, ao nível e tipo de ácidos orgânicos incluídos, bem como à idade e estado de saúde dos animais.

A cocção promove alteração na estrutura das fibras proteicas da carne, favorecendo a perda da água contida tanto no espaço extracelular como no intracelular por exsudação (RAMOS; GOMIDE, 2017). Durante o processo de cocção, é comum ocorrer perda de água por exsudação, que pode se dar de duas formas: líquida (exsudado retido no recipiente de cozimento) ou por evaporação dentro do forno. A perda de água por cocção pode variar entre 28,11 e 37,25%, representando uma variação média de 9,14% entre os cortes utilizados em seu experimento, segundo (SILVA et al., 2018).

Os resultados obtidos para capacidade de retenção de água (CRA) também foram observados pelos avaliadores do painel treinado quanto ao atributo sensorial suculência, tendo em vista que carnes ao apresentar menor capacidade de retenção de água propiciam menor sensação para este atributo (RAMOS; GOMIDE, 2017), estando coerente com a correlação positiva apresentada entre estes dois parâmetros de qualidade. Segundo Bertol (2019), a CRA afeta a suculência e desta forma também pode afetar indiretamente a percepção da maciez.

O sabor da carne é diretamente influenciado pelo conteúdo de gordura, pois, afeta a sua textura, estimula o fluxo de saliva, influenciando assim na percepção da suculência (SARCINELLI; VENTURINI; SILVA, 2007). Os lipídeos apresentados na forma de gordura intramuscular tendem a aumentar a umidade notada na carne, dando a percepção de maior suculência (WOOD, 2003), o que foi observado no presente trabalho, uma vez que, o valor de extrato etéreo das amostras de carne do tratamento contendo AO foi numericamente superior aos demais tratamentos, embora não tenha apresentado diferença significativa. Enfatizando os resultados apresentados, houve correlação positiva entre a gordura da carne e os atributos sensoriais maciez, suculência e sabor.

Em relação aos valores de matéria seca, proteína, extrato etéreo e matéria mineral dos lombos suínos, as dietas avaliadas não influenciaram as variáveis supracitadas. Como as dietas foram formuladas para serem isocalóricas e isonutritivas, e desta forma todos os animais, de todos os tratamentos consumiam a mesma quantidade de energia e proteína, isto foi insuficiente para ocasionar diferenças na composição química das carnes.

Resultados distintos foram encontrados por Jansons et al. (2011) no qual a adição de ácido fórmico, acético, cítrico e fosfórico, juntamente com aditivos fitogênicos na ração, resultou em um aumento no teor de proteína (21,94%) nos músculos *Longissimus lumborum*.

Esse efeito pode ser atribuído à ação sinérgica e à presença de compostos antioxidantes na ração.

Poucos estudos investigaram os parâmetros de qualidade da carne com base na incorporação de ácidos orgânicos (AO) e óleo de moringa (OM) em dietas animais. Avaliar as características de qualidade da carne de suínos é crucial, pois o consumo de carne de alta qualidade tornou-se cada vez mais significativo na indústria alimentícia.

5. CONCLUSÃO

A inclusão de ácidos orgânicos nas dietas de suínos em crescimento promoveu uma menor perda por cocção aumentando a suculência da carne.

É possível substituir os antimicrobianos por ácidos orgânicos e óleo de moringa, sem comprometer a composição química e os atributos sensoriais da carne dos suínos.

6. REFERÊNCIAS

- ABPA. **Relatório Anual da Associação Brasileira de Proteína Animal**. Associação Brasileira de Proteína Animal, 2024. < <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/01/abpa-relatorio-anual-2021.pdf> > Acesso: 03 de junho de 2024.
- BALOUIRI, M.; SADIKI, M.; IBNSOUDA, S. K. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. **Journal of Pharmaceutical Analysis**, v. 6, n. 2, p. 71–79, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- BENDALL, J. R.; SWATLAND, H. J. Uma revisão das relações do pH com aspectos físicos da qualidade da carne suína. **Meat Science**, v.24, n.2, p.85-126, 1988. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(88\)90052-6](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(88)90052-6)
- BERTOL, T. M.; OLIVEIRA, E. A.; SANTOS FILHO, J. I. Composição e aspectos de qualidade da carne suína. Brasília/DF: Embrapa Suínos e Aves, 2019.
- BOAS, A. D. C. V. et al. Organic acids in diets of weaned piglets: performance, digestibility and economical viability. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.68, n.4, p.1015-1022, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8501>
- CAZEDEY, H. P. et al. Comparação de diferentes critérios utilizados para classificar a qualidade tecnológica da carne suína. **Ciência Rural**, v. 46, n. 12, p. 2241-2248, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160013>
- CHO, J. H.; SONG, M.H.; KIM, I. H. Efeito de misturas microencapsuladas de ácidos orgânicos e suplementação de óleos essenciais no desempenho do crescimento e na digestibilidade de nutrientes em suínos em terminação. **Rev. Colomb. Cienc. Pecu.** **2014** , 27 , 264–272.
- DETMANN, E. et al. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco: Suprema, **1ºed**, v. 214, 2012.
- FAUCITANO, L. et al. Prazo de validade de carne suína de cinco diferentes classes de qualidade. **Meat Science**, v.84, n.3, p.466-469, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.09.017>
- GHAZALI, H. M.; MOHAMMED, A. S. Moringa (*Moringa oleifera*) Seed Oil: Composition, Nutritional Aspects, and Health Attributes. **In: Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention**. [s.l.] Elsevier Inc., p. 787–793, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10093-3>.
- GUIMARÃES, G. M.; SILVEIRA, M. W; ACURCIO, L. B. Avaliação das características físico-químicas em função da formalidade da obtenção da carne suína de diferentes açougues de Formiga – MG. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.5, p. 43998-44014, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv.v7i5.29185>
- HONIKEL, K. O.; FISHER, C. A. Um método rápido para a detecção de músculos suínos PSE e DFD. **Journal of Food Science**, v.42, n.7, p.1633-1636, 1977.
- JANSONS, I.; JEMELJANOV, A.; KONOSONOKA, I. H.; STERNA, V.; LUJANE, B. The influence of organic acid additive, phytoadditive and complex of organic acid additive phytoadditive on pig productivity, meat quality **Agron. Res.** n. 9, p. 389–394, 2011.

KAUFFMAN, R. G. et al. A eficácia do exame da musculatura post-mortem precoce para prever a qualidade final da carne suína. **Meat Science**, v.34, n.3, p.283-300, 1993. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(93\)90078-V](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(93)90078-V).

LEONE, A. et al. Moringa oleifera Seeds and Oil: Characteristics and Uses for Human Health. **International Journal of Molecular Sciences**. v. 20, n. 17(12):2141. Disponível em: doi: 10.3390/ijms17122141

MAGANHINI, M. B. et al. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) de abate industrial de lombo suíno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.69-72, 2007.

MOREHEAD, M. S.; SCARBROUGH, C. Emergence of Global Antibiotic Resistance. **Primary Care: Clinics in Office Practice**. v. 45, n. 3, p. 467-484, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pop.2018.05.006>.

MUNIYAPPAN, M.; PALANISAMY, T.; KIM, I. K. Effect of microencapsulated organic acids on growth performance, nutrient digestibility, blood profile, fecal gas emission, fecal microbial, and meat-carcass grade quality of growing-finishing pigs. **Livestock Science**. v.252, 104658, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104658>.

OGUNSINA, B. S. et al. Quality characteristics and stability of Moringa oleifera seed oil of Indian origin. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 3, p. 503–510, 2011. Disponível em: doi: 10.1007/s13197-011-0519-5.

PEREIRA, P. M. C. P.; VICENTE, A, F, R B. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. **Meat Science**. v 93, n. 3, p. 586-592, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.018>.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 2. Ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2017

ROSA, G. et al. Pesquisa de Salmonella sp. em carne de suíno e frango comercializadas na região noroeste do estado do Paraná - Brasil. **Encicl. Biosf**. v. 11, n. 21, p. 1493-1493, 2015.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves**. (H. S. Rostagno, Ed.), Composição de alimentos e exigências nutricionais (3rd ed., p. 252). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017.

SAA, R. W. et al. Treatments and uses of *Moringa oleifera* seeds in human nutrition: A review. **Food Sci Nutr**. v. 7, n. 6, p.1911-1919, 2019. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1057>.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. Características da carne suína. Espírito Santos, 2007.

SUIRYANRAYNA, M. V.; RAMANA, J. A review of the effects of dietary organic acids fed to swine. **Journal of Animal Science and Biotechnology**. v. 6, n. 45, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0042-z>

UPADHAYA, S. D.; LEE, K. Y.; KIM, I. H. Influence of protected organic acid blends and diets with different nutrient densities on growth performance, nutrient digestibility and faecal noxious gas emission in growing pigs. **Veterinarni Medicina**, v. 59, n. 10, p. 491-497, 2014. Disponível em: DOI:10.17221/7779-VETMED.

WARNER, R. D. et al. A proteína muscular muda post mortem em relação às características de qualidade da carne suína. **Meat Science**, v.45, n.3, p.339-352, 1997. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(96\)00116-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(96)00116-7).

WARNER, R. D. et al. Atributos de qualidade dos principais músculos suínos: Uma comparação com o *Longissimus Lumborum*. **Meat Science**, v.33, n.3, p.359-372, 1993. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(93\)90007-5](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(93)90007-5).

Wood, J. D. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Met Science**, v. 66, n. 1, n. 4, p. 21-32, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6)

ZAMBERLAN, L. et al. As atitudes do consumidor de carne: Um estudo exploratório das percepções e o papel da cultura no consumo. In: XXXII Encontro da ANPAD; 2008; Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: EnANPAD, 2008.

CAPÍTULO II

Perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus Lumborum* de suínos em crescimento alimentados com óleo de moringa e ácidos orgânicos em substituição aos antibióticos melhoradores de desempenho

PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO MÚSCULO *Longissimus lumborum* DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO ALIMENTADOS COM ÓLEO DE MORINGA E ÁCIDOS ORGÂNICOS EM SUBSTITUIÇÃO AOS ANTIMICROBIANOS MELHORADORES DE DESMPENHO

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito da substituição de antibióticos melhoradores de desempenho pelos ácidos orgânicos e óleo de moringa oleífera na alimentação de suínos em crescimento para averiguar o perfil de ácidos graxos na carne. Utilizou-se 48 leitões oriundos do cruzamento das linhagens MO25C Embrapa x MS115 Embrapa com peso inicial de aproximadamente 10 kg. Utilizou-se quatro dietas experimentais que consistiam em CN: Controle negativo, CP: Controle positivo, AO: Ácidos orgânicos, OM: Óleo de moringa. Na dieta CP foi utilizado 1 tipo de antibiótico por fase. As dietas foram ofertadas duas vezes ao dia, às 8 e 16 horas, com fornecimento de água livre. Após o período experimental procedeu-se as etapas de abate humanitário. As amostras de carne coletada foram liofilizadas para extração dos ácidos graxos. O perfil de ácidos graxos saturados não diferiu ($P < 0,05$) entre as dietas experimentais. Os ácidos graxos na carne dos animais alimentados com óleo de moringa apresentaram maior percentual de ácido oleico e maior somatório de ácidos graxos monoinsaturados totais em sua composição. A carne dos animais que receberam o ácido orgânico na dieta apresentou maior proporção de ácidos graxos poli-insaturados, com elevado teor de ácido linoléico e menores relações entre ômega 6 ($\omega 6$) e ômega 3 ($\omega 3$) no perfil de ácidos graxos da carne de suínos em crescimento quando comparados aos demais promotores de crescimento. As dietas experimentais não diferiram quanto aos índices aterogênicos e trombogênicos. O óleo extraído da semente da moringa oleífera possui elevado teor de ácido oleico, acarretando por sua vez modificação nos percentuais de ácidos graxos da carne. A utilização dos ácidos orgânicos aumenta o teor de ácidos graxos poli-insaturados no perfil lipídico da carne de leitões em crescimento.

Palavras-chave: Carne suína; Nutraceuticos; Perfil lipídico; Promotor de crescimento

**PROFILE OF FATTY ACIDS IN THE *Longissimus lumborum* MUSCLE OF GROWING PIGS
FED WITH MORINGA OIL AND ORGANIC ACIDS AS A REPLACEMENT FOR
PERFORMANCE-ENHANCING ANTIMICROBIALS**

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effect of replacing performance-enhancing antibiotics with organic acids and moringa oleifera oil in the diet of growing pigs to determine the fatty acid profile in their meat. Forty-eight piglets from the crossbreeding of the MO25C Embrapa x MS115 Embrapa lines with an initial weight of approximately 10 kg were used. Four experimental diets were used, consisting of CN: Negative control, CP: Positive control, AO: Organic acids, OM: Moringa oil. In the CP diet, 1 type of antibiotic was used per phase. The diets were offered twice a day, at 8 am and 4 pm, with free water supply. After the experimental period, the humane slaughter stages were carried out. The collected meat samples were lyophilized to extract the fatty acids. The saturated fatty acid profile did not differ ($P < 0.05$) between the experimental diets. The fatty acids in the meat of animals fed moringa oil showed a higher percentage of oleic acid and a higher sum of total monounsaturated fatty acids in their composition. The meat of animals that received the organic acid in their diet showed a higher proportion of polyunsaturated fatty acids, with a high content of linoleic acid and lower ratios between omega 6 ($\omega 6$) and omega 3 ($\omega 3$) in the fatty acid profile of meat from growing pigs when compared to the other growth promoters. The experimental diets did not differ in terms of atherogenic and thrombogenic indices. The oil extracted from the seed of moringa oleifera has a high content of oleic acid, which in turn causes changes in the percentages of fatty acids in the meat. The use of organic acids increases the content of polyunsaturated fatty acids in the lipid profile of meat from growing piglets.

Keywords: Swine; Nutraceuticals; Lipid profile; Growth promoter

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura representa uma das atividades mais significativas do agronegócio brasileiro. Atualmente, o Brasil ocupa a posição de quarto maior produtor mundial de carne suína (ABPA, 2024). Para aumentar a eficiência das dietas e melhorar o desempenho animal, os antibióticos começaram a ser incluídos nas dietas de suínos como promotores de crescimento desde a década de 50 (VIEITES et al., 2020).

Entretanto, devido ao aparecimento de bactérias resistentes aos antibióticos utilizados, e restrições quanto ao seu uso ocorrendo nos principais países produtores e exportadores, tornou-se necessário a adequação das dietas para o atendimento das exigências de qualidade do mercado (CAPRARULO; GIROMINI; ROSSI, 2021; HUANG, et al., 2018).

Somado a isto, o consumidor atual está cada vez mais interessados em carne macia, com coloração atraente, que seja rica em lipídios de boa qualidade e, conseqüentemente, com baixo teor de colesterol, visando reduzir o risco de doenças. Neste cenário a Moringa tem se mostrado uma alternativa promissora, pois é conhecida por suas propriedades nutricionais e medicinais, e vem ganhando considerável interesse como suplemento na dieta de suínos (BRILHANTE et al., 2017)

O método de extração de prensagem a frio do óleo das sementes da Moringa possui cerca de 40% de rendimento, e o óleo resultante da extração possui elevado teor de C18:1 ω 9 (Ácido Oleico, 70%), baixo teor de Ácidos Graxos Saturados (AGS) e aproximadamente 7% de Ácidos Graxos Poli-insaturados (AGPI) (ZHAO et al., 2019).

Além da Moringa, os ácidos orgânicos também atuam como antibióticos naturais que propiciam melhoria na qualidade da carne de suínos, pois apresentam propriedades multifuncionais que podem alterar alguns parâmetros de desempenho nos animais (BOAS et al., 2016), como também podem apresentar ação bactericida ou bacteriostático (SUIRYANRAYNA; RAMANA, 2015).

Neste contexto, tem-se por objetivo avaliar o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lumborum* de suínos alimentados com óleo de moringa e ácidos orgânicos em substituição aos antimicrobianos. Face ao exposto, hipotetizou-se que a utilização de óleo da moringa e ácidos orgânicos na alimentação de suínos em crescimento altera a composição lipídica dos ácidos graxos presentes na carne suína.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local, animais e dietas do experimento

Os procedimentos, animais, dietas bem como o local de estudo foram os mesmos descritos no capítulo I. As composições de ácidos graxos das dietas experimentais nas fases pré-inicial, inicial e crescimento estão apresentadas nas tabelas 1, 2 e 3 respectivamente.

Tabela 1. Composição de ácidos graxos das dietas pré-iniciais (g/100g de AG).

Ácidos graxos	Tratamentos			
	CP	CN	AO	OM
C8:0	0.05	0.05	0.05	0.05
C10:0	0.05	0.05	0.05	0.05
C12:0	0.44	0.44	0.44	0.45
C14:0	0.15	0.15	0.15	0.16
C16:0	18.09	18.09	18.09	18.05
C18:0	4.05	4.06	4.06	4.04
C18:1	24.84	24.83	24.80	25.45
C18:2	50.00	50.00	50.03	49.45
C18:3	0.46	0.46	0.45	0.40
C20:0	0.43	0.42	0.42	0.45
C22:0	0.28	0.28	0.28	0.29
C24:0	0.21	0.21	0.21	0.22

CN: Controle Negativo. CP: Controle Positivo. AO: Ácidos Orgânicos. OM: Óleo de moringa; ¹ Premix Nuv. Super teste UFRPE. ² Ácidos orgânicos Nuv. Acid ®

Tabela 2. Perfil de Ácidos Graxos das dietas experimentais Iniciais (g/100g de AG).

Ácidos graxos	Tratamentos			
	CP	CN	AO	OM
C8:0	0.057	0.057	0.057	0.057
C10:0	0.054	0.054	0.054	0.054
C12:0	0.444	0.512	0.514	0.519
C14:0	0.151	0.151	0.150	0.157
C16:0	18.092	18.090	18.093	18.048

C18:0	4.054	4.055	4.059	4.043
C18:1	26.417	26.379	26.383	26.719
C18:2	48.464	48.504	48.495	48.197
C18:3	0.246	0.259	0.246	0.219
C20:0	0.485	0.483	0.484	0.498
C22:0	0.271	0.271	0.272	0.279
C24:0	0.228	0.227	0.228	0.233

CN: Controle Negativo. CP: Controle Positivo. AO: Ácidos Orgânicos. OM: Óleo de moringa; ¹ Premix Nuv. Super teste UFRPE. ² Ácidos orgânicos Nuv. Acid ®

Tabela 3. Perfil de Ácidos Graxos das dietas experimentais Crescimento (g/100g de AG).

Ácidos graxos	Tratamentos			
	CP	CN	AO	OM
C8:0	0.06	0.06	0.06	0.06
C10:0	0.06	0.06	0.06	0.06
C12:0	0.44	0.55	0.55	0.56
C14:0	0.15	0.15	0.15	0.16
C16:0	18.09	18.09	18.09	18.05
C18:0	4.05	4.06	4.06	4.04
C18:1	27.56	27.56	27.54	27.86
C18:2	47.40	47.41	47.43	47.14
C18:3	0.23	0.23	0.23	0.20
C20:0	0.52	0.52	0.52	0.53
C22:0	0.26	0.26	0.26	0.27
C24:0	0.23	0.23	0.23	0.24

CN: Controle Negativo. CP: Controle Positivo. AO: Ácidos Orgânicos. OM: Óleo de moringa; ¹ Premix Nuv. Super teste UFRPE. ² Ácidos orgânicos Nuv. Acid ®

2.2 Manejo, amostragens e análises laboratoriais

Para obtenção do perfil de ácidos graxos da carne foi utilizado 50g do músculo *Longissimus lumborum*, acondicionado em placas de petri, mantidas em freezer (-20°C) para possibilitar a liofilização e posterior determinação do perfil de ácidos graxos. As amostras foram liofilizadas no Centro de Apoio a Pesquisa da UFRPE (CENAPESQ) utilizando um liofilizador de bancada e as amostras, posteriormente, conservadas em freezer para envio ao

laboratório do centro de investigação interdisciplinar em sanidade animal (CIISA) da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa.

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados por cromatografia a gás, usando-se o equipamento Varian 431-GC e espectrofotômetro de massa Varian 220-MS, em uma coluna capilar Zebron ZB-5MS Phenomenex (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). A identificação dos ácidos graxos foi feita a partir do tempo de retenção dos picos de ésteres metílicos, comparação das massas com o padrão certificado por Supelco Analytical® e cálculos das áreas dos picos utilizando o programa computacional Varian-GC Workstation versão 6.9.3. a quantificação foi feita por normalização das áreas dos ésteres metílicos e os resultados, expressos em percentual de área.

Após os resultados obtidos, foram calculados os somatórios referentes aos ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poli-insaturados, ácidos graxos ômega 6 ($\omega 6$) e ômega 3 ($\omega 3$) e a razão entre eles. Como forma de avaliar os índices relativos a trombogenicidade e aterogenicidade, utilizando as fórmulas descritas por Ulbricht e Southgate (1991).

$$IA = [(12:0)+(4 \times 14:0)+(16:0)/(\sum \omega 6)+(\sum \omega 3)+(\sum AGMI)]$$

$$IT = (14:0+16:0+18:0)/[(0,5 \times \sum AGMI)+(0,5 \times \sum \omega 6)+(3 \times \sum \omega 3)+(\sum \omega 3/\sum \omega 6)]$$

2.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância seguida pelo teste de Tukey, utilizando-se o procedimento GLM (SAS Inst. Inc., Cary, NC) considerando como significativos valores de probabilidade inferiores a 5% ($P < 0,05$). Seguindo o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta (X_{ij} - X) + e_{ij}$, onde, Y_{ij} = valor observado da variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento i ($i = 1-3$); $\beta (X_{ij} - X)$ = efeito de covariável (PC inicial); e_{ij} = erro experimental.

As médias dos tratamentos foram estimados pelo procedimento LSMEANS da SAS. A normalidade dos dados (teste Shapiro-Wilk com 5% de probabilidade) foi verificada pelo procedimento UNIVARIATE (PROC UNIVARIATE) do SAS.

3. RESULTADOS

Observou-se que a substituição dos antibióticos melhoradores de desempenho por ácidos orgânicos e o óleo de moringa não acarretaram mudança significativa ($P > 0,05$) para o perfil de ácidos graxos saturados da carne de leitões, tendo como principais ácidos graxos saturados presentes na gordura, o palmítico (C16:0) e o esteárico (C18:0), demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos saturados na carne de suínos em crescimento.

Variáveis	Tratamentos				EPM	Valor de P
	CN	CP	AO	OM		
C8:0	0.011	0.013	0.015	0.016	0.001	0.6754
C10:0	0.065	0.070	0.080	0.088	0.001	0.5589
C12:0	0.060	0.071	0.072	0.082	0.001	0.4393
C14:0	1.053	1.138	1.286	1.357	0.159	0.4037
C16:0	28.558	28.166	31.967	29.389	0.180	0.4957
C18:0	17.78	16.302	17.762	15.005	1.767	0.2144
C20:0	0.185	0.184	0.233	0.235	0.003	0.1047

CN: Controle Negativo. CP: Controle Positivo. AO: Ácidos Orgânicos. OM: Óleo de moringa; ¹ Premix Nuv. Super teste UFRPE. ² Ácidos orgânicos Nuv. Acid ®

Os resultados para o perfil de ácidos graxos mono e poli-insaturados, apresentados na Tabela 5, diferiram ($P < 0,05$) quanto ao teor de oleico (C18:1 ω 9) e linoleico (C18:2 ω 6). A carne dos animais alimentados com óleo de moringa apresentou maior percentual de ácido oleico, quando comparadas as carnes dos demais tratamentos. Por outro lado, o teor de linoleico na dieta contendo óleo de moringa foi inferior as demais dietas ($P < 0,05$).

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados na carne de leitões.

Variáveis	Tratamentos				EPM	Valor de P
	CN	CP	AO	OM		
C16:1	1.445	1.545	1.819	1.532	0.315	0.5447
C17:1	0.187	0.223	0.198	0.197	0.003	0.6629
C18:1 ω 9	31.986c	32.999c	34.467b	36.733a	1.250	<0.0001
C18:1 <i>cis</i> 11	2.416	2.529	2.713	2.594	0.107	0.3202
C18:1 <i>trans</i> 11	0.017	0.008	0.017	0.016	0.000	0.7739
C18:1 <i>cis</i> 12	0.025	0.048	0.029	0.032	0.001	0.2939
C18:1 <i>trans</i> 16/ <i>cis</i> 14	0.005	0.009	0.003	0.009	0.001	0.3050
C18:2 ω 6	14.946a	12.389b	15.231a	8.341c	2.640	<0.0001
C18:3 ω 6	0.077	0.045	0.053	0.029	0.002	0.1800
C18:3 ω 3	0.379	0.246	0.489	0.192	0.079	0.1401
CLA- <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 11	0.022	0.020	0.033	0.026	0.000	0.1116
C20:2n-6	0.361	0.304	0.45	0.208	0.042	0.1126

C20:3n-6	0.242	0.203	0.235	0.126	0.032	0.5190
C20:4n-6	2.018	1.766	1.797	0.717	0.107	0.4284
C20:5n-3 (EPA)	0.073	0.065	0.042	0.031	0.003	0.4499
C22:4n-6	0.276	0.259	0.274	0.096	0.066	0.4053
C22:5n-3 (DPA)	0.154	0.119	0.135	0.044	0.020	0.4129
C22:6n-3 (DHA)	0.032	0.008	0.023	0.005	0.001	0.2668

CN: Controle Negativo. CP: Controle Positivo. AO: Ácidos Orgânicos. OM: Óleo de moringa; ¹ Premix Nuv. Super teste UFRPE. ² Ácidos orgânicos Nuv. Acid ®

Ao quantificar os somatórios referentes ao perfil de ácidos graxos contidos no perfil lipídico das carnes (Tabela 6), observou-se que, as carnes dos leitões alimentados com óleo de moringa obtiveram maiores valores ($P<0,05$) de ácidos graxos totais que os demais tratamentos experimentais. O somatório de ácidos graxos monoinsaturados diferiu ($P<0,05$) em função da dieta ofertada, onde os leitões que consumiram óleo de moringa apresentaram maiores percentuais de AGMI, por outro lado, o perfil de AGPI desta dieta foi inferior ($P<0,05$) aos demais tratamentos experimentais.

Tabela 6. Somatório dos ácidos graxos saturados e insaturados e índices calculados.

Variáveis	Tratamentos				EPM	Valor de P
	CN	CP	AO	OM		
AGT*	41.987c	45.003bc	49.951b	58.027a	7.551	<0.0001
ΣAGS	48.931	47.446	52.519	47.002	1.721	0.4349
ΣAGMI	32.418bc	37.062b	28.635c	43.111a	1.175	<0.0001
ΣAGPI	18.651a	15.492b	18.846a	9.887c	1.271	<0.0001
ω6	17.918a	14.966b	18.039a	9.517c	1.075	<0.0001
ω3	0.638a	0.439b	0.689a	0.272c	0.024	<0.0001
Razão ω6/ω3	33.341b	48.653a	37.442b	42.813a	2.645	<0.0001
A. Δ9-dessaturase	26.153	26.62	28.463	29.902	3.416	0.5426
IA	4.844	5.171	6.02	6.074	0.359	0.4359
IT	1.777	1.704	1.848	1.707	0.089	0.3759
ΣINS/ΣSAT	1.062	1.123	0.995	1.141	0.080	0.7015

CN: Controle Negativo. CP: Controle Positivo. AO: Ácidos Orgânicos. OM: Óleo de moringa; ¹ Premix Nuv. Super teste UFRPE. ² Ácidos orgânicos Nuv. Acid ®

As dietas experimentais promoveram alteração ($P < 0,05$) no percentual total de ácidos graxos ômega 3 e 6 ($\omega 3$ e $\omega 6$). Para as duas variáveis o comportamento foi similar, onde a carne dos animais alimentados com a dieta contendo os ácidos orgânicos e a dieta sem adição de antibióticos melhoradores de desempenho obtendo maiores percentuais de $\omega 3$ e $\omega 6$. Os índices aterogênicos e trombogênicos não apresentaram diferenças estatística ($P > 0,05$) entre os tratamentos.

4. DISCUSSÃO

Em animais não ruminantes, como os suínos, a composição química da carne é diretamente influenciada pela dieta consumida, sem que ocorra modificações químicas anteriores a sua deposição (RULE; BUSBOOM; KERCHER,ko 1994; KOUBA; MOUROT, 2011). Partindo deste pressuposto e observando que as dietas possuíam níveis similares de ácidos graxos saturados, os alimentos fornecidos não influenciaram os níveis encontrados na carne para a variável supracitada.

Nos suínos, os ácidos graxos são sintetizados a partir do acetil-CoA, gerando o ácido palmítico (C16:0), que pode ser alongado para formar o ácido esteárico (C18:0). A enzima $\Delta 9$ -dessaturase adiciona uma dupla ligação entre os carbonos 9 e 10, convertendo o ácido esteárico em ácido oleico (C18:1 $\Delta 9$). Este efeito é considerado vantajoso e o ácido esteárico, apesar de ser saturado, é considerado como um ácido graxo de função neutra, quando relacionado a problemas cardiovasculares (MARTIN et al., 2006; LOTTENBERG, 2009, IZAR et al. 2021).

No entanto vale salientar que ácidos graxos saturados como o láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e o palmítico (C16:0) estão associados a diversas cardiomiopatias, além da diabetes tipo 2, quando consumidos em excesso (CALDER, 2015), contudo os valores encontrados para esses ácidos no presente estudo são similares aos encontrados por Souza et al. (2020), ao avaliar o perfil de ácidos graxos na carne de suínos alimentados com diferentes blends contendo óleo de soja, linhaça, oliva e canola.

Os maiores percentuais de ácido oleico encontrados na carne de leitões alimentados com óleo de moringa têm relação com a composição lipídica deste ingrediente, que possui aproximadamente 70% de C18:1 $\omega 9$ (PEREIRA et al., 2016; ZHAO et al., 2019). A carne dos animais alimentados com óleo de moringa apresentou valores mais elevados de ácidos graxos monoinsaturados em sua composição, corroborando com Mas et al., (2011), que afirmou que dietas contendo óleos ricos em ácido oleico (C18:1) apresentam maiores proporções de ácidos

graxos monoinsaturados, além de maior quantidade de oleico na gordura intramuscular em suínos.

Os ácidos graxos presentes nos tecidos de suínos podem originar-se tanto da dieta quanto da “síntese de novo”. No entanto, o ácido linoleico e o ácido α -linolênico não são sintetizados pelos animais, sendo assim considerados essenciais, e devem ser obtidos exclusivamente através da dieta (SOBOL et al., 2015). No presente estudo, esses dois ácidos graxos diminuíram suas concentrações nas carnes dos animais que receberam o tratamento contendo óleo da semente de moringa, e conseqüentemente redução do óleo de soja, sendo este o principal fornecedor desses ácidos graxos na dieta, rico principalmente em ácido linoleico (WANG et al., 2019).

É importante destacar que os suínos não possuem a enzima Δ -12 dessaturase, necessária para inserir uma dupla ligação no carbono 12 e produzir o ácido linoleico (C18:2), e nem a enzima Δ -15-dessaturase, o que impede a conversão do ácido linoleico em ácido α -linolênico (C18:3) (MITCHAOTHAI; EVERTS; YUANGKLANG, 2008).

O perfil de ácidos graxos totais foi influenciado pela modificação da dieta por meio da inclusão de óleo de moringa, corroborando com diversos estudos que avaliaram o efeito de diferentes fontes lipídicas no perfil lipídico da gordura suína (KIM et al., 2014; SKIBA et al., 2015; TURNER et al., 2014; SOBOL et al., 2015; JUAREZ et al., 2016). O somatório dos ácidos graxos saturados comportou-se de maneira similar aos percentuais de ácidos graxos da carne e com a dieta ofertada, em que a quantidade de ácidos graxos saturados era equivalente (KOUBA; MOUROT, 2011).

A grande quantidade de ácido oleico na composição do óleo de moringa provocou aumento no somatório dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI). A utilização na alimentação de suínos com óleos que possuam elevado teor de ácido oleico, provocam diminuição no LDL e colesterol total (LIN, et al., 2013). Em contrapartida, a utilização do óleo de moringa diminuiu a quantidade de óleo de soja na dieta, promovendo diminuição no total de ácidos graxos poli-insaturados, decréscimo observado na Tabela 8, com a redução dos ácidos linoleico e linolênico. Estes ácidos graxos são os principais responsáveis pelo aporte de ácidos graxos ω 6 e ω 3 pela ação de enzimas alongase e dessaturase.

A relação entre os AGPI ω 6 e ω 3 mais benéfica para saúde humana, consiste num alto teor de ω 3 e baixa razão ω 6: ω 3. Esta razão exerce uma grande influência sobre a produção de ácidos graxos poli-insaturados da família n-3, e, quando elevada, reduz a produção de ácido

eicosapentaenoico (AEP), o que pode contribuir para o desenvolvimento de doenças alérgicas, inflamatórias e cardiovasculares (BHARDWAJ et al., 2016).

A carne suína, em virtude dos alimentos rotineiramente utilizados nas dietas de suínos, como os óleos de origem vegetal e grãos, é rica em $\omega 6$, o que implica em elevação na razão $\omega 6:\omega 3$, principalmente em função dos elevados teores de ácido linoleico (DUGAN et al., 2015; SONG et al., 2020; BORK et al., 2020). A utilização dos ácidos orgânicos e óleo de moringa neste estudo, provocou diminuição na razão $\omega 6:\omega 3$, quando comparados a carne de suínos alimentados com a dieta contendo antibióticos, em concordância com os autores supracitados.

Os índices aterogênicos e trombogênicos são utilizados para avaliar a qualidade do perfil de ácidos graxos na carne, com base na quantidade de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, ômega-6 e ômega-3 presentes. Esses índices têm como objetivo indicar os riscos associados ao consumo dessas carnes, como o desenvolvimento de problemas cardiovasculares, incluindo trombozes e arteriosclerose (CAMPOS; SCOTTÁS; OLIVEIRA, 2013). O tipo de dieta pode afetar o risco de desenvolvimento de aterosclerose e trombose, uma vez que certos ácidos graxos têm maior impacto na progressão de cada um desses processos.

O presente trabalho demonstrou aumento nos índices em comparação ao preconizado pelos estudos de Ulbrich; Southgate (1991), que determinaram valores máximos de 1,37 e 0,6 para os índices trombogênicos e aterogênicos da carne suína. Contudo, esse aumento é em consequência ao aumento no teor dos AGs encontrados na carne suína do presente trabalho.

5. CONCLUSÃO

A inclusão do óleo da semente de moringa promoveu aumento percentual na quantidade de ácidos graxos monoinsaturados, além de aumentar a proporção de ácidos $\omega 3$, reduzindo a relação $\omega 6:\omega 3$, enquanto os ácidos orgânicos aumentaram a proporção dos ácidos graxos poli-insaturados e, desta forma, melhorando o perfil lipídico da carne de suínos.

6. REFERÊNCIAS

- ABPA. **Relatório Anual da Associação Brasileira de Proteína Animal**. Associação Brasileira de Proteína Animal, 2024. < <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/01/abpa-relatorio-anual-2021.pdf> > Acesso: 03 de junho de 2024.
- BHARDWAJ, K. et al. Significance of ratio of Omega-3 and Omega-6 in human health with special reference to flaxseed oil. **International Journal of Biological Chemistry**, v. 10, n. 1-4, p. 1-6, 2016. Disponível em: doi: 10.3923/ijbc.2016.1.6.
- BOAS, A. D. C. V. et al. Organic acids in diets of weaned piglets: performance, digestibility and economical viability. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.68, n.4, p.1015-1022, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8501>
- BORK, C. S. et al. Marine and plant-based n-3 PUFA and atherosclerotic cardiovascular disease. **Proc. Nutr. Soc.** v. 79, p. 22–29, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0029665119000582>.
- BRILHANTE, R.S.N. et al. Research advances on the multiple uses of Moringa oleifera: A sustainable alternative for socially neglected population. **Asian Pacific journal of tropical medicine**, v.10, n.7, p. 621-630, 2017. Disponível em: doi: 10.1016/j.apjtm.2017.07.002.
- CALDER, P. C. Functional Roles of Fatty Acids and Their Effects on Human Health. **JPEN J Parenter Enteral Nutr.** Sep; ed.39 p:18S-32S, 2015. Disponível em: doi: <https://doi.org/10.1177/0148607115595980>.
- CAMPOS, P. F.; SCOTTÁS, B. A.; OLIVEIRA, B. L. Influência da ractopamina na qualidade da carne de suínos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.1, p.164-172, 2013.
- CAPRARULO, V.; GIROMINI, C.; ROSSI, L. Review: Chestnut and quebracho tannins in pig nutrition: The effects on performance and intestinal health. **Journal Animal**, Volume 15, Vol 1, January 2021. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100064>
- CHERRINGTON, C. A. et al. Organic acids:chemistry, antibacterial activity and practical applications. **Advances in Microbial Physiology**, n.32, p.87- 108, 1991. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0065-2911\(08\)60006-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2911(08)60006-5).
- DUGAN, M. E. R. et al. Pork as a source of omega-3 (n-3) fatty acids. **J. Clin. Med.** v. 4, p. 1999-2011, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jcm4121956>.
- HUANG, Q. et al. Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. **Animal Nutrition**, ed. 4, vol.2, p.137–150, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.09.004>
- IZAR, M. C. O. et al. Posicionamento sobre o Consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arq Bras Cardiol.** v. 116, n. 1, p. 160-212, 2021. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.36660/abc.20201340>
- KOUBA, M; MOUROT, J. A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. **Biochimie**. v. 93, n. 1, p. 13-17, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2010.02.027>.
- LIN, L. et al. Evidence of health benefits of canola oil. **Nutr Rev.** v. 71, n. 6, p. 370-385, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/nure.12033>.

LOTTENBERG, A. M. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular [Importance of the dietary fat on the prevention and control of metabolic disturbances and cardiovascular disease]. **Arq Bras Endocrinol Metabol.** v. 53, n. 5, p. 595-607, 2009. Disponível em: doi: <https://doi.org/10.1590/s0004-27302009000500012>.

MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos-omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Importance and occurrence in foods. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR. **Rev. Nutr.** v. 19, n.6, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732006000600011>.

MAS, G. et al. Effect of an elevated monounsaturated fat diet on pork carcass and meat quality traits and tissue fatty acid composition from York-crossed barrows and gilts. **Meat Sci.** v. 89, n. 4, p.419-25, 2011. Disponível em: doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.05.011>.

MITCHAOTHAI, J.; EVERTS, H.; YUANGKLANG, C. Meat quality, digestibility and deposition of fatty acids in growing-finishing pigs fed restricted, iso-energetic amounts of diets containing either beef tallow or sunflower oil. 2008. Association of animal production societies. v.21, n.7, p.1015–1026. 2008

PEREIRA, F. S. G. et al. Produção de biodiesel metílico com óleo purificado de Moringa oleifera lamarck. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 3, p. 873-888, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20160063>

RULE, D. C.; BUSBOOM, J. R.; KERCHER, C. J. Effect of dietary canola on fatty acid composition of bovine adipose tissue, muscle, kidney, and liver. **J Anim Sci.** 1994 Oct;72(10):2735-44. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/1994.72102735x>.

SONG, C. H. et al. The ratio of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids influences the fat composition and lipogenic enzyme activity in adipose tissue of growing pigs. **Food Sci. Anim. Resour.** 40, p. 242–253, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e8>

SOUZA, C. S. et al. Enrichment diets of pigs with oil blends and its effects on performance, carcass characteristics and fatty acid profile. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol. 72, p.1000-1008, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11106>.

SUIRYANRAYNA, M. V. A. N.; 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. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0042-z>.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v. 19, n.338(8773), p. 985–992. 1991. Disponível em: doi: 10.1016/0140-6736(91)91846-m.

VIEITES, F. M. et al. Aditivos zootécnicos na alimentação de suínos–Revisão de Literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 45880-45895, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-276>.

ZHAO, B. et al. Characterization of the Chemical Composition of Chinese Moringa oleifera Seed Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 96, n. 5, p. 523-533, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/aocs.12203>.