

Avaliação da atividade antifúngica de óleo de *Cocos nucifera* e possível aplicação em derivados lácteos

Evaluation of the antigungal activity of *Cocos nucifera* oil and possible application in dairy derivatives

Evaluación de la actividad antifúngica del aceite de *Cocos nucifera* y posible aplicación en derivados lácteos

Recebido: 04/07/2022 | Revisado: 26/07/2022 | Aceito: 28/07/2022 | Publicado: 05/08/2022

Priscila Márcia de Castro Madureira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1712-5347>
Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil
E-mail: priscilamad92@gmail.com

Humberto Moreira Húngaro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8240-2964>
Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil
E-mail: humberto.hungaro@farmacia.ufjf.br

Fernanda Maria Pinto Vilela

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6169-4550>
Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil
E-mail: fernandampvilela@gmail.com

Italo Tuler Perrone

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3393-4876>
Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil
E-mail: italotulerperrone@gmail.com

Resumo

O queijo e doce de leite são produtos propícios à contaminação microbiana, a deterioração gera aspectos sensoriais indesejáveis tornando o produto inaceitável para o consumo. Consequentemente ocorre o desperdício do produto e perda econômica, além de propiciar danos à saúde do consumidor. Existem várias alternativas para redução da contaminação microbiana, porém a atual tendência dos consumidores por produtos naturais tendenciou a introdução destes em substituição aos compostos sintéticos. Um dos ingredientes que pode possivelmente substituir os conservantes químicos é o óleo de coco devido ter em sua composição ácido láurico, uma substância fungicida. Objetivou-se neste trabalho avaliar seu potencial de ação como antifúngico em derivados lácteos. Foi aplicado o método de difusão em ágar e concentração inibitória mínima para avaliar a atividade de óleo de coco sobre *Penicillium roquefort*. Alguns estudos demonstraram atividade do óleo de coco sob tais espécies *Candida* spp., *Saprolegnia parasítica*, *Colletotrichum gloesporioides* e *Aspergillus fumigatus*. Entretanto, o óleo de coco não foi capaz de inibir o crescimento de *Penicillium roquefort* nas concentrações passíveis de utilização nos produtos lácteos descritos no trabalho.

Palavras-chave: Atividade antifúngica; Óleo de coco; Ácido láurico; Derivados lácteos; Contaminação microbiana.

Abstract

Cheese and dulce de leche are products prone to microbial contamination, deterioration generates undesirable sensory aspects making the product unacceptable for consumption. Consequently, product waste and economic loss occur, in addition to causing damage to consumer health. There are several alternatives to reduce microbial contamination, but the current consumer trend for natural products has tended to introduce these in place of synthetic compounds. One of the ingredients that can possibly be a substitute for chemical preservatives is coconut oil due to its composition lauric acid, a fungicidal substance. The objective of this work was to evaluate its action potential as an antifungal agent in dairy products. The method of diffusion in agar and minimum inhibitory concentration was applied to evaluate the activity of coconut oil on *Penicillium roquefort*. Some studies have demonstrated the activity of coconut oil against *Candida* spp., *Saprolegnia parasitic*, *Colletotrichum gloesporioides* and *Aspergillus fumigatus* species. However, coconut oil was not able to inhibit the growth of *Penicillium roquefort* in the concentrations that could be used in the dairy products described in the work.

Keywords: Antifungal activity; Coconut oil; Lauric acid; Dairy products; Microbial contamination.

Resumen

El queso y el dulce de leche son productos propensos a la contaminación microbiana, el deterioro genera aspectos sensoriales indeseables haciendo que el producto sea inaceptable para el consumo. En consecuencia, se producen desperdicios de productos y pérdidas económicas, además de causar daños a la salud de los consumidores. Existen varias alternativas para reducir la contaminación microbiana, pero la tendencia actual de consumo de productos naturales ha tendido a introducir estos en lugar de compuestos sintéticos. Uno de los ingredientes que posiblemente puede ser un sustituto de los conservantes químicos es el aceite de coco debido a su composición ácido láurico, una sustancia fungicida. El objetivo de este trabajo fue evaluar su potencial de acción como antifúngico en productos lácteos. Se aplicó el método de difusión en agar y concentración mínima inhibitoria para evaluar la actividad del aceite de coco sobre *Penicillium roquefort*. Algunos estudios han demostrado la actividad del aceite de coco contra *Candida* spp., *Saprolegnia parasitaria*, *Colletotrichum gloeosporioides* y especies de *Aspergillus fumigatus*. Sin embargo, el aceite de coco no logró inhibir el crecimiento de *Penicillium roquefort* en las concentraciones que se podrían utilizar en los productos lácteos descritos en el trabajo.

Palabras clave: Actividad antifúngica; Aceite de coco; Ácido láurico; Productos lácteos; Contaminación microbiana.

1. Introdução

O setor lácteo brasileiro está em quarto lugar no mundo no quesito produção, desempenhando um grande papel na geração de renda e empregos. Este cada vez mais tende a adequar os processos de produção com a necessidade do consumidor. Dos diversos derivados lácteos produzidos no Brasil, o queijo e doce de leite são os produtos que se destacam no mercado (Guiné, et al., 2020; Sellito, et al., 2018).

Um dos problemas recorrentes no mercado lácteo é o desenvolvimento de fungos indesejáveis. Os fungos são a maior preocupação da indústria de alimentos devido seu difícil controle de contaminação e algumas espécies causar morbidade e mortalidade. Os gêneros de fungos mais encontrados na contaminação de laticínios são *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp. e *Aspergillus* sp. (Jahn, et al., 2017; Kure & Skaar, 2019).

Em relação aos pontos críticos do processo de produção do doce de leite e queijo, por necessitar de uma série de operações, o queijo é um produto com um maior potencial para contaminação. Enquanto o doce de leite deve-se controlar as etapas do resfriamento e envase (Carvalho, et al., 2017; Char, et al., 2005; Peixoto, et al., 2012; Perry, 2004; Siqueira, et al., 2020).

Existem várias alternativas para conservação de alimentos, como a utilização de agentes antimicrobianos. Estes controlam processos naturais de deterioração e crescimento celular, atualmente a utilização de conservantes antimicrobianos naturais presentes em plantas ou microrganismos está cada vez mais sendo o foco para as indústrias alimentícias. Um produto que é cada vez mais estudado e possui uma grande escala de produção é o óleo de coco. Ele representa uma fonte de ácido láurico, sendo esse considerado principal responsável pelas propriedades do óleo de coco e estudos demonstram que a substância tem alto potencial antimicrobiano (Bello, et al., 2015; Dayrit, 2014; Hyldgaard, et al., 2012).

A aplicação de outros ingredientes em derivados lácteos deve seguir com seus requisitos para manter a identidade do produto. Segundo a Portaria 146 de 7 de março de 1996, a denominação queijo é para produtos cuja base láctea não contenha gorduras ou proteínas de origem não láctea. Já o regulamento do doce de leite regulamenta uma adição de até 6 % de gordura, esta pode ser láctea ou não láctea (Portaria nº 146, 1996).

Face ao exposto, objetivou-se realizar uma pesquisa apresentando atividade antifúngica de óleo de coco e sua possível aplicação em derivados lácteos.

2. Metodologia

2.1 Ativação do Fungo

Foi utilizada uma estirpe de *Penicillium roquefort* ATCC 10110 cedida pela Fundação Oswaldo Cruz. O fungo filamentosos foi ativado em Ágar Batata Dextrose (PDA) e mantido em geladeira a 10° C até sua utilização.

2.2 Preparação do inóculo

Os esporos de *P. roquefort* foram preparados segundo a metodologia de Das, Singh, et al., (2021, p. 2), onde a placa foi imersa em Tween80 a 1%, e depois a suspensão de esporos foi filtrada e foi realizada a contagem de esporos em hemocitômetro resultando em uma concentração de 10^6 esporos/mL.

2.3 Preparação da solução mãe

O óleo de coco virgem obtido comercialmente de marca Sabor da Terra foi diluído em Tween 80 a 1% para obter as concentrações de 5.5 g/L a 22 g/L. Para obter as concentrações de 33 g/L a 49.5 g/L foi usado Tween 80 a 3%.

2.4 Preparação do meio de cultura

Foram preparados 1 frasco de ágar PDA e 1 frasco de caldo YES (extrato de levedura e sacarose) para cada amostragem: controle positivo e as respectivas concentrações de óleo de coco de cada ensaio: 49.5 g/L (4.95%); 44 g/L (4.4%); 38.5 g/L (3.85%); 33 g/L (3.3%); 22 g/L (2.2%); 16.5 g/L (1.65%); 11 g/L (1.1%) e 5.5 g/L (0.55%). Além de 2 frascos de Tween 90 mL com 1 g de Tween em cada frasco para obter a concentração de 1% e foi pesado 3 g de Tween em 90 mL para obter a concentração de 3%.

2.5 Método de difusão em ágar

A difusão em ágar foi realizada de acordo com a metodologia de Permana, et al., (2021, p. 2). O ágar PDA foi mantido em banho maria por 15 minutos a 50°C. No frasco foi adicionado a solução mãe e em seguida o ágar PDA, procedendo a homogeneização da solução por um minuto e distribuindo na placa de Petri. Cada amostra foi inoculada com 15 µL de uma solução de esporos bem no centro da placa de Petri.

Os controles positivos foram realizados a partir do inóculo do fungo filamentosos em meio de Tween 80 (1 e 3%) sem adição de óleo de coco. As placas de Petri inoculadas foram incubadas a 30°C por 14 dias. Cada amostra foi processada em triplicata.

2.6 Determinação da concentração inibitória mínima

A concentração inibitória mínima foi determinada segundo a metodologia de Das et al. (2021, p. 2). No tubo foram homogeneizados o meio de cultivo (YES) e solução mãe para obter as concentrações finais de 0.55 a 4.95%. Foram adicionados 10 µL de suspensão de esporos às amostras e aos controles para atingir a concentração de 10^5 esporos/mL. Tubos contendo meio de cultivo acrescidos de Tween 80 (1 e 3%) e fungo filamentosos foi utilizado como controle positivo. O tempo e temperatura de incubação foram o mesmo do procedimento anterior. Cada amostra foi processada em triplicata.

3. Resultados

Neste estudo foram utilizadas as concentrações de óleo de coco de 0;55 a 4;95% em meio de cultura PDA e YES para avaliar a atividade antimicrobiana sobre *P. roqueforti*. Nestas concentrações nenhum efeito inibitório sobre *P. roqueforti* foi observado em comparação com o controle positivo (sem adição de óleo de coco). A concentração máxima de 4.95% foi utilizada obedecendo a concentração máxima de gordura permitida para adição em doce de leite como ingrediente não lácteo opcional no processo de fabricação.

4. Discussões

A atividade antifúngica do óleo de coco é principalmente devido a presença de ácido láurico, presente em cerca de 53% de sua composição, a atividade antifúngica do ácido láurico se dá por dois mecanismos principais: destruição da membrana celular, interferência em processos celulares, como transdução e transcrição da sinalização celular (Dayrit, 2014). O Quadro 1 demonstra trabalhos que evidenciaram a atividade antifúngica desta substância.

Quadro 1. Trabalhos que avaliaram atividade antifúngica de ácido láurico.

Microrganismo	Metodologia	Resultado	Referência
<i>Candida albicans</i>	Determinação da concentração inibitória mínima	Ácido láurico inibiu <i>C. albicans</i> na concentração de 5 mM.	Bergsson, Arnfinnsson, Steingrímsson & Thormar, 2001.
<i>Aspergillus niger</i> ; <i>Aspergillus terreus</i> ; <i>Penicillium glabum</i> ; <i>Penicillium italicum</i> .	Difusão em ágar	Em 0;04 g/L e inibiu completamente o crescimento de <i>A. niger</i> e diminui o diâmetro da colônia de 4;31 para 2;83 cm de <i>A. terreus</i> e aumentou o tempo necessário para atingir 1 cm de diâmetro da colônia de <i>P. glabum</i> . <i>P. italicum</i> apresentou resistência.	Altieri, Cardillo, Bevilacqua, & Sinigaglia, 2007.
<i>Fusarium oxysporum</i>	Difusão em ágar	Inibição completamente de <i>F. oxysporum</i> em 0;02g/L e não foi observado crescimento por 30 dias.	Altieri et al., 2009.
<i>Alternaria alternata</i> ; <i>Aspergillus niger</i> ; <i>Mucor racemosus</i> ; <i>Penicillium roquefort</i>	Determinação da concentração inibitória mínima	Ácido láurico apresentou concentração inibitória mínima de 0;75 g/L para <i>A. alternata</i> ; 1;5 g/L para <i>M. racemosus</i> e 1 g/L para <i>P. roquefort</i> .	Doležalková, Máčalík, Butkovičová, Janiš & Buňková, 2012.
<i>Candida albicans</i>	Difusão em disco	Ácido láurico foi capaz de inibir <i>C. albicans</i> em 10 g/L	Akula et al., 2021.

Fonte: Autores.

Outro estudo que não apresentou atividade antifúngica de óleo de coco foi o trabalho de Cansel et al. (2019), onde foi avaliado a susceptibilidade de *Candida albicans* ao adicionar óleo de coco virgem e a espécie submetida ao estudo apresentou resistência.

A atividade antimicrobiana de compostos naturais é influenciada por diversos fatores, incluindo método de extração, concentração do princípio ativo e microrganismo alvo (Ajidarma, et al., 2018).

Como demonstrado no Quadro 2. Há vários trabalhos que investigaram atividade antifúngica de óleo de coco sobre diversas espécies de *Candida* onde cada espécie apresentou diferentes respostas onde pode definir um intervalo de susceptibilidade frente as concentrações de óleo de coco sem diluição até 3.125 g/L.

O método mais empregado nos trabalhos apresentados no Quadro 2 é a difusão em ágar (técnicas do poço e disco de papel). O método consiste em avaliar a reação do microrganismo à substância aplicada no meio de cultura sólido onde é observado o diâmetro da zona de inibição depois do período de teste e a concentração da substância ensaiada com atividade inibitória. Deve-se ressaltar que este método é amplamente empregado em laboratórios com o fim de uma triagem da atividade farmacológica de novos agentes (Ostrosky et al., 2008).

Quadro 2. Trabalhos que avaliaram atividade antifúngica de óleo de coco.

Tipo	Microrganismo	Metodologia	Resultado	Referência
Óleo de coco virgem	<i>Candida albicans</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>Candida stellatoidea</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Candida parapsilosis</i>	Difusão em poço	<i>C. albicans</i> : zona de inibição >28 mm em 250 g/L de óleo de coco. <i>C. krusei</i> : zona de inibição < 27 mm (resistência) Todas as outras espécies apresentaram sensibilidade (zona de inibição >28 mm) no óleo de coco sem diluição.	Ogbolu, Oni, Daini & Oloko, 2007.
Óleo de coco virgem	<i>Candida albicans</i>	Ensaio de biofilme	Óleo de coco sem diluição reduziu o crescimento de <i>C. albicans</i> em 1 log.	Thaweboon, S., Nakaparsin, & Thaweboon, B., 2011.
Óleo de coco virgem	<i>Candida albicans</i>	Difusão em poço	Houve zona de inibição de 19.6 mm usando 545 g/L de óleo de coco.	Kannan & Mohammed, 2014.
Óleo de coco	<i>Colletotrichum gloesporioides</i>	Determinação da concentração inibitória mínima	Atividade fungicida em 500 g/L.	Ramos, Andreani & Kozusni-Andreani, 2016.
Óleo de coco virgem	<i>Candida albicans</i>	Difusão em disco	Óleo de coco inibiu o crescimento em 125 g/L.	Fitryani & Andina, 2018.
Óleo de coco virgem	<i>Candida albicans</i>	Difusão em disco	<i>C. albicans</i> apresentou resistência.	Cansel et al., 2019.
*Óleo de coco	<i>Candida albicans</i> e <i>Aspergillus fumigatus</i>	Difusão em poço	<i>C. albicans</i> : zona de inibição de 20.85 mm A. <i>fumigatus</i> : zona de inibição de 16 mm.	Effiong, Adamu, Na'isai, M. A. K., & Umara, 2019.
Óleo de coco virgem	<i>Candida parapsilosis</i> , <i>Candida hoemulonii</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Candida lipolytica</i> , <i>Candida albicans</i> e <i>Candida krusei</i>	Difusão em disco	<i>C. hoemulonii</i> : zona de inibição de 90%. <i>C. albicans</i> : zona de inibição de 59.85%. Concentração de óleo de coco 100 g/L. Zona de inibição de 50% para outras espécies nas concentrações de óleo de coco: 3.125 g/L para <i>C. hoemulonii</i> , 12.5 g / L para <i>C. lipolytica</i> , 25 g /L para <i>C. tropicalis</i> , 50 g /L para <i>C. krusei</i> e <i>C. parapsilosis</i> .	Kamga et al., 2019.
Óleo de coco virgem	<i>Candida albicans</i>	Ensaio de biofilme	Inibição do biofilme em 800 g/L	Sari et al., 2019.
Óleo de coco virgem	<i>Candida albicans</i> e <i>Aspergillus niger</i>	Determinação da concentração inibitória mínima	<i>C. albicans</i> apresentou susceptibilidade até a concentração de 12.5 g/L enquanto <i>A. niger</i> apresentou resistência em 100 g/L.	Udensi et al., 2019.
Óleo de coco virgem	<i>Saprolegnia parasitica</i>	Difusão em disco	Houve inibição do crescimento micelial até o quarto dia de incubação. A concentração de óleo de coco usada foi 1.63 g/L	Couto et al., 2021.

*Óleo de coco: extração com submissão de aquecimento. Óleo de coco virgem: extração sem aquecimento. Fonte: Autores.

Muhktar, et al., (2020), abordaram o mecanismo da atividade antifúngica de óleo de coco virgem na membrana celular de *Candida albicans*. O trabalho demonstrou que o óleo de coco virgem hidrolisado possui o mecanismo de destruição celular através da formação de poros na parede celular que levam à morte das células ou apoptose devido ao vazamento de conteúdo citoplasmático da membrana enquanto o óleo de coco virgem não demonstrou resultado significativo de vazamento de conteúdo citoplasmático. O processo de hidrólise aumenta a concentração de ácidos graxos livres, ou seja, consequentemente aumentou a concentração de ácido láurico, evidenciando seu mecanismo de atividade antifúngica.

A espécie *Aspergillus niger* apresentou resistência ao óleo de coco, porém esta apresentou sensibilidade aos monoacilgliceróis derivados do óleo de coco na concentração de 0;5 g/L, isto se deve ao aumento da concentração de ácido láurico (Rihakova, et al., 2002; Udensi et al., 2019).

Ramos et al. (2016) determinaram a atividade fungicida de óleo de coco sobre *Colletotrichum gloesporioides*, Permana et al. (2021) avaliou a influência da adição de óleo de coco em revestimentos à base de cinamaldeído. O trabalho constatou que houve uma contribuição do óleo de coco para diminuir o crescimento dos fungos, mas não conseguiu inibir completamente.

Udensi et al. (2019), avaliaram a atividade antifúngica do óleo de coco virgem em *Candida albicans* e *Aspergillus niger*, os autores prepararam uma diluição seriada de óleo de coco em água destilada partindo de uma concentração de 100 mg/mL e chegando em 10 mg/mL. Foi encontrado uma alta susceptibilidade de *Candida albicans* ao óleo de coco, enquanto *Aspergillus niger* demonstrou uma alta resistência.

Outros autores avaliaram a antifúngica do óleo de coco contra *Candida albicans* e *Aspergillus fumigatus*, onde demonstrou que *C. albicans* demonstrou uma alta susceptibilidade ao óleo de coco enquanto *A. fumigatus* apresentou menor susceptibilidade (Effiong et al., 2019).

Além de fungos patógenos em humanos houve estudo que avaliou a atividade do óleo de coco contra *Saprolegnia parasítica*, um fungo patógeno em peixe, e constatou que houve inibição de seu crescimento, com melhor resultado na concentração de 1,5 mL/L (Couto et al., 2021).

4. Conclusão

O óleo de coco é um produto natural que contém ácido láurico como agente antimicrobiano. Esta substância possui atividade antifúngica bem definida e é considerada responsável por muitas das propriedades do óleo de coco. Alguns estudos demonstraram que o óleo de coco foi capaz de inibir tais espécies: *Candida* spp., *Saprolegnia parasítica*, *Colletotrichum gloesporioides* e *Aspergillus fumigatus*, tendo sido aplicado diferentes concentrações nos estudos apresentados. Entretanto, o óleo de coco não foi capaz de inibir o crescimento de *Penicillium roquefort* nas concentrações passíveis de utilização nos produtos lácteos descritos no trabalho.

A utilização desse possível conservante em produtos lácteos necessita ser melhor estudada, aumentando a concentração de ácido láurico no óleo de coco, avaliando o efeito em outras espécies de fungos, avaliando outros métodos de produção do óleo de coco.

Sugestões para trabalhos futuros: por mais que o óleo de coco *in natura* não tenha apresentado atividade antifúngica sobre *Penicillium roquefort*, outras referências demonstraram que sua substância majoritária o ácido láurico apresentou atividade para tal espécie, considerando tal informação e a atividade desta substância em outros patógenos que contaminam os derivados lácteos, a perspectiva é de realizar um trabalho com outros métodos de extração do óleo de coco com o objetivo de aumentar a concentração de ácido láurico em sua composição e aplicar a tecnologia de nanoencapsulação com o objetivo de preservar a concentração de ácido láurico no óleo de coco e avaliar sua atividade antifúngica em outros microrganismos contaminantes de derivados lácteos.

Agradecimentos

A todos os docentes que participaram deste estudo.

Referências

- Ajidarma, P., Islamiaty, M., Hasby, F., & Irianto, D. (2018). Food Safety System Design Using Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) on Beverage Product X at a Milk Tea Producer. *SHS Web of Conferences*, 49 (01006), 1–5.
- Akula, S., Nagaraja, A., Ravikanth, M., Raj Kumar, N., Kalyan, Y., & Divya, D. (2021). Antifungal efficacy of lauric acid and caprylic acid - Derivatives of virgin coconut oil against *Candida albicans*. *Biomedical and Biotechnology Research Journal*, 5(2), 229–234.
- Altieri, C., Bevilacqua, A., Cardillo, D., & Sinigaglia, M. (2009). Original article Antifungal activity of fatty acids and their monoglycerides against *Fusarium* spp. in a laboratory medium. 242–245.
- Altieri, C., Cardillo, D., Bevilacqua, A., & Sinigaglia, M. (2007). Inhibition of *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. by fatty acids and their monoglycerides. *Journal of Food Protective*, 70(5), 1206–1212.
- Bello, E. I., Adekanbi, I. T., & Akinbode, F. O. (2015). Production and Characterization of Coconut (*Cocos Nucifera*) Oil and Its Methyl Ester. *European Journal of Engineering and Technology*, 3(3), 25–35.
- Bergsson, G., Arnfinnsson, J., Steingrímsson, Ó., & Thormar, H. (2001). In vitro killing of *Candida albicans* by fatty acids and monoglycerides. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 45(11), 3209–3212.
- Cansel, C., Huseyin, H. D., Seyma, A. B., Ali, G., Sidika, B. O., Yasemin, G., Beril, K., Hale, F. B., & Mevlut, B. (2019). Antifungal Effect on *Candida Albicans* of Laurel, Coconut and Coriander Seed Oil. *Open Access Journal of Pharmaceutical Research*, 3(3), 2–6.
- Carvalho, A. F., Martins, E., Rodrigues, R. C., Schuck, P., & Perrone, Í. T. (2017). Tecnologia de lácteos concentrados e desidratados : o estado da arte da microbiologia de processo. *Indústria de Laticínios*, 71–73.
- Char, C., Guerrero, S., González, L., & Alzamora, S. M. (2005). Growth Response of *Eurotium chevalieri*, *Aspergillus fumigatus* and *Penicillium brevicompactum* in Argentine Milk Jam. *Food Science Technology*, 11(4), 1–9.
- Couto, M. V. S., Sousa, N. C., Paixão, P. E., Medeiros, E. S., Abe, H. A., Meneses, J. O., Cunha, F. S., Nogueira, R. M. F., Sousa, R. C., Maria, A. N., Carneiro, P. C. F., Cordeiro, C. A. M., & Fujimoto, R. Y. (2021). Is there antimicrobial property of coconut oil and lauric acid against fish pathogen? *Aquaculture*, 545, 1–6.
- Das, S., Singh, V. K., Dwivedy, A. K., Chaudhari, A. K., & Dubey, N. K. (2021). Exploration of some potential bioactive essential oil components as green food preservative. *Food Science and Technology*, 137, 1–8.
- Dayrit, F. M. (2014). The Properties of Lauric Acid and Their Significance in Coconut Oil. *Journal American Oil Chemical Society*, 92, 1–15.
- Doležalková, I., Máčalík, Z., Butkovičová, A., Janiš, R., & Buňková, L. (2012). Monoacylglycerols as fruit juices preservatives. *Czech Journal of Food Sciences*, 30(6), 567–572.
- Effiong, B. E., Adamu, G. M., Na'isai, M. A. K., & Umara, M. G. (2019). Qualitative phitochemicals screening and antimicrobial susceptibility patterns of coconut oil extract on some selected bacteria and fungi. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 1(3), 1–13.
- Fitryani, U., & Andina, M. (2018). Virgin coconut oil inhibits *Candida albicans* growth in-vitro. *SKIC-MHS*, 23–26.
- Guiné, R. P. F., Florença, S. G., Barroca, M. J., & Anjos, O. (2020). The link between the consumer and the innovations in food product development. *Foods*, 9(9), 3–5.
- Hyltdgaard, M., Mygind, T., Meyer, R. L., & Debabov, D. (2012). Essential oils in food preservation : mode of action , synergies , and interactions with food matrix components. *Frontiers in Microbiology*, 3 (12), 1–24.
- Jahn, R. C., Garcia, M. V., & Copetti, M. V. (2017). Deterioração fúngica em indústria de queijo tipo tropical. *Brazilian Journal of Food Research*, 8(1), 16–25.
- Kamga, H. G., Essama, S. R., Napa Tchuedji, Y. L. G., Boda, M., Voundi Olugu, S. H., Betote Diboue, P., Mbamyah, E. L., Baiye, W. A., Chafa Betbeui, A., Ekwin, F., & Etoa, F.-X. (2019). In vitro evaluation of antifungal activity of Virgin Coconut oil and white palm kernel oil on *Candida* species-Experimental study. *Microbiology Research Journal International*, 27(2), 1–9.
- Kannan, N., & Mohammed, A. (2014). Comparative Evaluation of Antifungal Activity of *Cocos nucifera* oil against *Candida albicans*. *International Journal of Phytotherapy Research*, 4(2), 23–27.
- Kure, C. F., & Skaar, I. (2019). The fungal problem in cheese industry. *Current Opinion in Food Science*, 29, 14–19.
- Muhktar, N. I., Abllah, Z., Mohamad, A. N., Shahdan, I. A., & Haron U. A. (2020). Mechanism of antifungal activity of virgin coconut oil on cell membrane of *Candida albicans*. *Journal of International Dental and Medical Research*, 13(3), 903–908.
- Ogbolu, D. O., Oni, A. A., Daini, O. A., & Oloko, A. P. (2007). In vitro antimicrobial properties of coconut oil on *Candida* species in Ibadan, Nigeria. *Journal of Medicinal Food*, 10(2), 384–387.
- Ostrosky, E. A., Mizumoto, M. K., Lima, M. E. L., Kaneko, T. M., Nishikawa, S. O., & Freitas, B. R. (2008). Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da Concentração Mínima Inibitória (CMI) de plantas medicinais. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 18(2), 301–307.
- Peixoto, J. P. N., Nascimento, J. W. B.; Furtado, D. A., Oliveira, C. J. B., Gomes, J. P (2012). Qualidade do ambiente e níveis de contaminação por micro-organismos em queijarias no agreste Paraibano. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 14(2), 177–183.

- Permana, A. W., Sampers, I., & Meeren, P. V. (2021). Influence of virgin coconut oil on the inhibitory effect of emulsion-based edible coatings containing cinnamaldehyde against the growth of *Colletotrichum gloeosporioides* (*Glomerella cingulata*). *Food Control*, 121, 1–7.
- Perry, K. S. P. (2004). Cheese: Chemical, biochemical and microbiological aspects. *Quimica Nova*, 27(2), 293–300.
- Portaria n. 146, de 07 de março de 1996 (1996). Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/portaria-mapa-146-de-07-03-1996,669.html>.
- Ramos, K., Andreani, R. Jr., & Kozusni-Andreani, D. I. (2016). Óleos essenciais e vegetais no controle in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 18(2), 605–612.
- Rihakova, Z., Filip, V., Plocková, M., Šmidrkal, J., & Cervenková, R. (2002). Inhibition of *Aspergillus niger* DMF 0801 by monoacylglycerols prepared from coconut oil. *Czech Journal Food Science*, 20(2), 48–52.
- Sari, L. N. H., Fauziah, E., Budiardjo, S. B., Suarsini, M., Sutadi, H., Indiarti, I. S., & Rizal, M.F. (2019). Antibacterial and antifungal effectiveness of virgin coconut oil (VCO) mousse against *Streptococcus mutans* and *Candida albicans* biofilms. *Journal of International Dental and Medical Research*, 12(3), 917–922.
- Sellitto, M. A., Vial, L. A. M., & Viegas, C. V. (2018). Critical success factors in Short Food Supply Chains: Case studies with milk and dairy producers from Italy and Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 170, 1361–1368.
- Siqueira, L. A., Barbosa, P. F., & Matias, A. L. B. (2020). Análise microbiológica e físico-química de doces de leite comercializados em feiras livres do Gama – DF. *Revista de Saúde*, 7(3), 64–74.
- Thaweboon, S., Nakaparsin, J., & Thaweboon, B. (2011). Effect of oil-pulling on oral microorganisms in biofilm model. *Asia Journal of Public Health*, 2(2), 62–66.
- Udensi, J. U., Umeh, S. I., Mgbemena, I. C., Emeka-Nwabunnia, I., Ebe, T., Aroh, K., & Onah, J. (2019). Antifungal activities of virgin coconut oil on *Candida albicans*, *Aspergillus niger* and mould species. *African Journal of Environmental Health Sciences*, 6, 77–84.