

Ensaaios nas Ciências Agrárias e Ambientais 6

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)



Atena
Editora

Ano 2019

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)

Ensaio nas Ciências Agrárias e
Ambientais 6

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E59 Ensaios nas ciências agrárias e ambientais 6 [recurso eletrônico] /
Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Ensaios nas
Ciências Agrárias e Ambientais; v. 6)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-042-1

DOI 10.22533/at.ed.421191601

1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária -
Brasil. 4. Tecnologia sustentável. I. Aguilera, Jorge González. II.
Zuffo, Alan Mario.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Ensaio nas Ciências Agrárias e Ambientais*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu Volume VI, apresenta, em seus 21 capítulos, conhecimentos aplicados nas Ciências Agrárias com um grande apelo Ambiental.

O manejo adequado dos recursos naturais disponíveis na natureza é importante para termos uma agricultura sustentável. Deste modo, a necessidade atual por produzir alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, constitui um campo de conhecimento dos mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas, assim como, de atividades de extensionismo que levem estas descobertas até o conhecimento e aplicação dos produtores.

As descobertas atuais têm promovido o incremento da produção e a produtividade nos diversos cultivos de lavoura. Nesse sentido, as tecnologias e manejos estão sendo atualizadas e, as constantes mudanças permitem os avanços na Ciências Agrárias de hoje. O avanço tecnológico, pode garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume traz artigos alinhados com a produção agrícola sustentável, ao tratar de temas relacionados com produção e respostas de frutais, forrageiras, hortaliças e florestais. Temas contemporâneos que abordam o melhor uso de fontes nitrogenadas, assim como, adubos biológicos e responsabilidade socioambientais tem especial apelo, conforme a discussão da sustentabilidade da produção agropecuária e da preservação dos recursos naturais.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias e Ambientais, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar aos profissionais das Ciências Agrárias e áreas afins, trazer os conhecimentos gerados nas universidades por professores e estudantes, e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e manejos que contribuam ao aumento produtivo de nossas lavouras, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE β -GALACTOSIDASE EM DIFERENTES FAIXAS DE TEMPERATURA E PH

Renata Fialho Teixeira
Luciano dos Santos Almeida
Caroline Costa Moraes
Ana Paula Manera

DOI 10.22533/at.ed.4211916011

CAPÍTULO 2 8

CARACTERIZAÇÃO, ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIOXIDANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DE SEMENTES DE JAMBOLÃO (*SYZYGIUM CUMINI*)

Carla Daiane Lubke Ucker
Natália Rodrigues Carvalho
Roberta Carvalho Buchweitz
Caroline Dellinghausen Borges
Francine Novack Victoria
Rui Carlos Zambiasi
Rogério Antonio Freitag
Raquel Guimarães Jacob
Daniela Hartwig de Oliveira
Eliezer Avila Gandra

DOI 10.22533/at.ed.4211916012

CAPÍTULO 3 21

MANEJO DO NITROGÊNIO NO MILHO: EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS

Tiago de Souza Santiago
Crissogno Mesquita dos Santos
Debora Novotck Carvalho da Silva
Marcia Everlane de Carvalho Silva
Francisca Laila Santos Teixeira
Joás de Carvalho Almeida
Alison Veloso da Costa Cunha
Ângelo Augusto Ebling
Daiane de Cinque Mariano
Ricardo Shigueru Okumura

DOI 10.22533/at.ed.4211916013

CAPÍTULO 4 33

MICROPARTICLES OF PURPLE BRAZILIAN CHERRY JUICE: CHARACTERIZATION, RELEASE PROFILE AND FOOD APPLICATION

Josiane Kuhn Rutz
Caroline Dellinghausen Borges
Rui Carlos Zambiasi
Cristina Jansen Alves
Fernanda Doring Krumreich
Michele Maciel Crizel-Cardozo

DOI 10.22533/at.ed.4211916014

CAPÍTULO 5 48

PLANTAS DE COBERTURA DE INVERNO E A SUA INFLUENCIA SOBRE OS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA CULTURA DA SOJA

Guilherme Guerin Munareto
Claiton Ruviaro

DOI 10.22533/at.ed.4211916015

CAPÍTULO 6 61

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATO AQUOSO DE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR SOBRE BUVA (*Conyza canadensis*) E CAPIM AMARGOSO (*Digitaria insularis*)

Daniele Cristina Parthey
Érick Vinícius Pellizzari
Pedro Valério Dutra de Moraes
Ilana Niqueli Talino dos Santos
Adriana Bezerra de Lima

DOI 10.22533/at.ed.4211916016

CAPÍTULO 7 65

PRODUÇÃO DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA L.*) UTILIZANDO FONTES ALTERNATIVAS DE ADUBOS EM UM SISTEMA ORGÂNICO

Antonio Geovane de Moraes Andrade
Glêidson Bezerra de Góes
Francisca Luiza Simão de Souza
Rildson Melo Fontenele

DOI 10.22533/at.ed.4211916017

CAPÍTULO 8 70

PRODUÇÃO DE FERTILIZANTE NITROGENADO EM FASE AQUOSA POR PLASMA FRIO DE AR ATMOSFÉRICO

Samantha Torres Ohse
Péricles Inácio Khalaf

DOI 10.22533/at.ed.4211916018

CAPÍTULO 9 83

PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE EM SUBSTRATOS ALTERNATIVOS

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Roney Eloy Lima
Rafael Felipe Ratke
Karen Annie Dias de Moraes
Werverth Costa Martins
Amanda Camila Silva Trento
Jorge Xavier da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4211916019

CAPÍTULO 10 90

PRODUÇÃO DE MUDAS DE MELANCIA EM SUBSTRATO ENRIQUECIDO COM CINZA VEGETAL

Francisco Ronaldo Alves de Oliveira
Wallison de Sousa Carvalho
Lucas dos Santos Silva
Creiton Sousa Brito
Maicon Oliveira Miranda
Oswaldo Nogueira de Sousa Neto

DOI 10.22533/at.ed.42119160110

CAPÍTULO 11 98

PRODUÇÃO DE ÓLEO D-LIMONENO A PARTIR DA CASCA DA LARANJA PARA USAR COMO COMBUSTÍVEL EM MOTOR A DIESEL

Letícia de Melo Ferreira Silva
Emília Juliana Ferreira da Silva
Henrique John Pereira Neves

DOI 10.22533/at.ed.42119160111

CAPÍTULO 12 103

PRODUÇÃO DE SORGO CULTIVAR SS318 EM CULTIVO SOLTEIRO E CONSORCIADO COM FEIJÃO CAUPI EM DOIS ESPAÇAMENTOS

Daniel Parente Barbosa
Caroline Pimentel Maia
Andressa Santana Costa
Andréa Krystina Vinente Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.42119160112

CAPÍTULO 13 110

PRODUTIVIDADE DA ALFACE LISA EM EMBALAGENS REAPROVEITADAS PARA CULTIVO DE HORTALIÇAS

Edvirges Conceição Rodrigues
Wânia dos Santos Neves

DOI 10.22533/at.ed.42119160113

CAPÍTULO 14 116

QUALIDADE DE GRÃOS DE SOJA TRANSGÊNICA RR E INTACTA RR2 PRO NA SECAGEM

Marília Boff de Oliveira
Paulo Carteri Coradi
Sabrina Dalla Corte Bellochio
Zanandra Boff de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.42119160114

CAPÍTULO 15 123

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam. SOB A INFLUÊNCIA DO TEGUMENTO

Rosária da Costa Faria Martins
Madelon Rodrigues Sá Braz
Mariluci Sudo-Martelleto
Vânia Rosal Guimarães Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.42119160115

CAPÍTULO 16 133

QUALIDADE TECNOLÓGICA DE FEIJÃO BRS ESTILO SUBMETIDO À DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM

Geraldo Acácio Mabasso
Valdiney Cambuy Siqueira
Maria Heloisa Junqueira
Wellytton Darci Quequeto
Rafael Araújo Leite
Vanderleia Schoeninger
Tábata Zingano Bischoff Soares

DOI 10.22533/at.ed.42119160116

CAPÍTULO 17 147

QUANTIFICAÇÃO DA FITOMASSA PARA A COBERTURA DO SOLO EM PLANTIO IRRIGADO

Jonatan Levi Ferreira de Medeiros
Priscila Pascali da Costa Bandeira
Poliana Maria da Costa Bandeira
Suedêmio de Lima Silva
Ana Beatriz Alves de Araújo
Erlan Tavares Costa Leitão
Joaquim Odilon Pereira

DOI 10.22533/at.ed.42119160117

CAPÍTULO 18 154

RENDIMENTO BIOLÓGICO E COMPONENTES MORFOLÓGICOS DE CULTIVARES DE SOJA COM DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO SUBMETIDOS A DESFOLHA NOS ESTÁDIOS V6 E R3

Murilo Miguel Durlí
Lucieli Santini Leolato
Vander Liz de Oliveira
Hugo François Kuneski
Thais Lemos Turek
Marcos Cardoso Martins Júnior

DOI 10.22533/at.ed.42119160118

CAPÍTULO 19 160

RESPOSTA DO TEOR DE CLOROFILA DA ALFACE À CLIMATOLOGIA DE BOM JESUS-PI

Lucas Carvalho Soares
Gabriel Siqueira Tavares Fernandes
Edivania de Araujo Lima
Poline Sena Almeida
Adriana Ursulino Alves

DOI 10.22533/at.ed.42119160119

CAPÍTULO 20 167

TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DE UM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA MANDIOCA

Éric George Morais
Márcio Gleybson da Silva Bezerra
Francisco Flavio da Silva Filho
Gabriel Felipe Rodrigues Bezerra
Daniel Nunes da Silva Júnior
Gualter Guenther Costa da Silva

DOI 10.22533/at.ed.42119160120

CAPÍTULO 21 176

SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE MULUNGU (*ERYTHRINA VELUTINA WILD.*)

Natália Teixeira de Lima
Maria Herbênia Lima Cruz Santos
Zézia Verônica Silva Ramos Oliveira
Emanuel Ernesto Fernandes Santos
Davy Lima de Souza
Lígia Anny Alves de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.42119160121

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 182

CARACTERIZAÇÃO, ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIOXIDANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DE SEMENTES DE JAMBOLÃO (*SYZYGIUM CUMINI*)

Carla Daiane Lubke Ucker

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

Natália Rodrigues Carvalho

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS

Roberta Carvalho Buchweitz

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS

Caroline Dellinghausen Borges

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS

Francine Novack Victoria

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

Rui Carlos Zambiasi

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

Rogério Antonio Freitag

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS

Raquel Guimarães Jacob

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

Daniela Hartwig de Oliveira

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

Eliezer Avila Gandra

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas - RS

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi extrair óleo essencial das sementes de jambolão, caracterizar e avaliar o potencial antimicrobiano e antioxidante deste óleo. A extração foi realizada em equipamento Clevenger, utilizando a técnica de hidrodestilação. A caracterização foi feita através de cromatografia gasosa, obtendo como principal constituinte do óleo essencial de semente o β -cariofileno. O potencial antimicrobiano foi avaliado através das técnicas de difusão e concentração inibitória mínima e bactericida mínima. O óleo das sementes teve atividade antimicrobiana frente à *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Typhimurium* e *Escherichia coli*, não apresentando frente a *Listeria monocytogenes* nas técnicas de difusão, porém na técnica de Concentração Inibitória Mínima e Concentração Bactericida Mínima o óleo essencial das sementes de jambolão apresentou efeito frente a todas as bactérias. O óleo essencial de sementes de jambolão não foi capaz de inibir o crescimento do fungo *Rizhopus* spp. pela técnica utilizada, porém apresentou atividade antimicrobiana frente ao *Trichoderma* spp. Quanto à atividade antioxidante, utilizando o ensaio espectrofotométrico 2,2-difenil-1-picril-hidrazil, o óleo essencial não apresentou potencial antioxidante. Conclui-se que o óleo essencial de sementes de jambolão apresentou atividade antimicrobiana frente a bactérias e fungos. O óleo essencial de sementes apresentou

como principal constituinte o β -cariofileno e não exibiu atividade antioxidante. Devido ao potencial antimicrobiano, os óleos essenciais de jambolão poderiam ser utilizados como conservantes naturais, para tanto análises *in situ* deveriam ser realizadas, bem como a análise antioxidante poderia ser realizada utilizando uma concentração maior de óleo essencial e também outro método de análise além do DPPH.

PALAVRAS-CHAVE: óleo essencial; antimicrobiano; antioxidante.

ABSTRACT: The objective of the present work was to extract essential oil from jambolan seeds, characterize and evaluate the antimicrobial and antioxidant potential of this oil. The extraction was carried out in Clevenger equipment, using the hydrodistillation technique. The characterization was made by gas chromatography, obtaining as main constituent of the essential oil of seed β -caryophyllene. The antimicrobial potential was evaluated by means of diffusion and minimum inhibitory and minimum bactericidal concentration techniques. The oil of the seeds had antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Typhimurium* and *Escherichia coli*, not presenting *Listeria monocytogenes* in the techniques of diffusion, but in the technique of Minimum Inhibitory Concentration and Minimum Bactericidal Concentration, the essential oil of the jambolão seeds showed a front effect to all bacteria. The essential oil of jambolan seeds was not able to inhibit the growth of the fungus *Rizhopus* spp. by the technique used, but showed antimicrobial activity against *Trichoderma* spp. As for the antioxidant activity, using the spectrophotometric assay 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, the essential oil had no antioxidant potential. It was concluded that the essential oil of jambolan seeds presented antimicrobial activity against bacteria and fungi. The essential oil of seeds presented the main constituent β -caryophyllene and did not exhibit antioxidant activity. Because of the antimicrobial potential, jambolan essential oils could be used as natural preservatives for both *in situ* analyzes to be performed, as well as the antioxidant analysis could be performed using a higher concentration of essential oil and also another method of analysis besides DPPH.

KEYWORD: essential oil, antimicrobial, antioxidant.

1 | INTRODUÇÃO

O jambolão (*Syzygium cumini*) pertence à família *Myrtaceae*, sendo mais conhecido popularmente por suas aplicações no tratamento de doenças, do que pelo consumo do fruto. O fruto possui sabor adstringente, que varia do ácido ao doce, apresentando uma polpa branca ou roxa, bastante suculenta, contendo, normalmente, uma semente. É originário da Índia, Birmânia, Ceilão e Ilhas Andamão (MORTON, 1987) e dentre os diversos aproveitamentos dessa planta está a possibilidade de obtenção de óleos essenciais a partir das folhas e sementes (AYYANAR; SUBASH-BABU, 2012). Óleos essenciais são metabólitos secundários de plantas aromáticas, sendo formados por uma mistura de compostos complexos e voláteis, apresentando como principal característica forte odor. Devido às propriedades antimicrobianas e

antioxidantes podem ser utilizados em alimentos (BAKKALI et al., 2006).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi extrair óleo essencial das sementes de jambolão, caracterizar e avaliar o potencial antimicrobiano e antioxidante do óleo essencial.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos óleos essenciais das folhas e sementes de jambolão

As amostras de frutos de jambolão, provenientes da coleção de frutíferas da Embrapa Clima Temperado, localizada na cidade de Pelotas-RS, Brasil (safra 2015), foram coletadas em estágio maduro, sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio (100 ppm), enxaguadas com água e mantidas sob congelamento (-70 °C) até o momento da extração do óleo essencial.

O processo de extração foi realizado de acordo com a Farmacopéia Brasileira (2010) com algumas modificações. A extração do óleo essencial das sementes foi iniciada pelo processo de maceração com nitrogênio líquido, utilizando moinho de bolas (Marconi MA350).

Após, o material foi submetido a um processo de hidrodestilação, utilizando o aparelho Clevenger, durante 3 h. O óleo essencial obtido foi transferido para um frasco de vidro âmbar, o qual foi armazenado sob congelamento a temperatura de -18 °C.

2.2 Caracterização química do óleo essencial de sementes de jambolão

A caracterização química do óleo essencial de jambolão foi realizada conforme metodologia proposta por Victoria et al. (2012) com algumas modificações, através de cromatografia gasosa acoplada com espectrometria de massa (Shimadzu GCMS QP 2010). Para isso o óleo essencial foi dissolvido em acetato de etila e um volume de 1 µL de óleo foi injetado no cromatógrafo, utilizando coluna capilar, a temperatura programada foi de 60 °C, aumentando 4 °C/min até 220 °C, sendo mantido a 220 °C por 2 min e tendo como carreador o gás hélio (0,80 mL/min). Os compostos presentes no óleo essencial foram identificados com base na comparação dos índices de retenção e espectro de massa deste com os padrões presentes na biblioteca NIST EP/EPA/MIH (NIST 05) do aparelho.

2.3 Atividade antimicrobiana

2.3.1 Bactérias

Para avaliar a atividade antimicrobiana foram utilizadas cepas padrão das espécies de bactérias *Salmonella* Typhimurium (ATCC 13311), *Escherichia coli* O157:H7 (ATCC 43895), *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644) e *Staphylococcus aureus* (ATCC 10832).

As culturas bacterianas foram mantidas sob congelamento em um meio contendo caldo BHI (*Brain Heart Infusion*) e glicerol (propano-1,2,3-triol) na proporção de 3:1 (v:v). A reativação dos microrganismos foi realizada através da transferência das culturas para caldo BHI estéril, e incubação durante 24 h a 37 °C. Após incubação, uma alçada de cada cultura foi transferida e estriada em placas contendo Agar Padrão para Contagem (PCA) para *S. Typhimurium*, Eosina Azul de Metileno (EMB) para *E. coli*, Palcam para *L. monocytogenes* e Baird - Parker para *S. aureus*, após as placas foram incubadas por 24 h a 37 °C. A partir das colônias isoladas nos Agares, extraiu-se uma alçada e ressuspendeu-se em solução salina (NaCl 0,85%), a qual foi padronizada em concentração 0,5 na escala de McFarland ($1,5 \times 10^8$ UFC.mL⁻¹). Todas as avaliações foram realizadas em triplicata.

2.3.1.1. Disco difusão e difusão em agar

A atividade antimicrobiana foi avaliada através do método de disco difusão, de acordo com protocolo proposto pelo *Manual Clinical and Laboratory Standards Institute* – CLSI (CLSI 2005), e pela determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) de acordo com a metodologia descrita por Cabral et al. (2009), com pequenas modificações.

Na técnica de disco difusão, a solução salina inoculada foi semeada através de espalhamento utilizando *swab* estéril na superfície de placas contendo Agar Muller-Hinton. Depois de seco, adicionou-se discos de papel filtro de 6 mm de diâmetro contendo 10 µL dos óleos essenciais de folhas e sementes de jambolão sobre o Agar, posteriormente, procedeu-se a incubação por 24 h a 37 °C e após este período foi efetuada a medição dos halos de inibição, utilizando paquímetro.

Na técnica de difusão em Agar, quatro pequenos poços equidistantes (diâmetro 6 mm) foram feitos no centro das placas contendo Agar Muller-Hinton, então a solução salina inoculada foi semeada através de *swab* estéril e 60 µL do óleo essencial das sementes de jambolão foram adicionados aos poços. As placas foram incubadas a 37 °C e as leituras realizadas após 24 h de incubação, novamente foram efetuadas as medições dos halos de inibição utilizando paquímetro. Em ambos testes, os resultados foram expressos em mm.

Concentração Inibitória Mínima (CIM)

A determinação da CIM foi realizada utilizando microplacas de titulação de 96 poços, em cada poço acrescentou-se 100 µL de caldo BHI previamente inoculado (conforme descrito anteriormente no item 2.3.1), após foram adicionados 100 µL de óleo essencial de sementes de jambolão em concentrações variando de 0,1 – 0,001 mg de óleo essencial.mL⁻¹ de dimetilsulfóxido P.A. (DMSO), obtendo uma concentração final de 0,5 – 500 mg de óleo essencial.mL⁻¹ de BHI, e procedeu-se a incubação por 24 h a 37 °C. Foi utilizado como branco BHI inoculado sem óleo essencial. Após a incubação, foram adicionados 30 µL de corante Resazurina (0,01%; m/v) para auxiliar na visualização dos poços com crescimento bacteriano. Transcorrido 3 h de incubação,

os poços em que não foi alterada a coloração foram considerados com ausência de bactérias viáveis, caso contrário se considerou com presença.

Concentração Bactericida Mínima

Na técnica de CBM, foram usados 10 μL do meio de cultura considerados com ausência de bactérias viáveis no teste de CIM, os quais foram semeados em placas de Petri contendo Agar BHI e incubados por 24 h a 37 °C. A CBM foi considerada como a menor concentração do óleo em que não houve crescimento bacteriano no meio de cultura.

2.3.2 Fungos

Para avaliar a atividade antifúngica foram utilizados os gêneros de fungos *Trichoderma* spp. e *Rizhopus* spp.. Para isso primeiramente foi preparado o inóculo fúngico, o qual foi realizado conforme metodologias descritas por Gurgel et al. (2005) e Fontenelle et al. (2007). As culturas dos fungos foram estriadas separadamente na superfície de placas com Agar dextrose batata (BDA) e incubadas a 25 °C por 5 dias.

Após o período de incubação, os cultivos fúngicos foram cobertos com 2 mL de solução salina estéril e com auxílio de alça microbiológica, foram realizadas raspagens da superfície de cada cultura, a fim de obter uma suspensão livre de fragmentos do meio de cultura. As suspensões foram transferidas com auxílio de micropipetas para tubos de ensaio estéreis vazios e, em seguida, deixados em repouso a 28 °C por 5 min. O sobrenadante dessas suspensões foi padronizado na concentração 0,5 da escala de McFarland (equivalente a $1,5 \times 10^8$ UFC.mL⁻¹).

2.3.2.1 Difusão em agar

A atividade antimicrobiana contra fungos foi avaliada através da técnica de difusão em Agar,

Depois de preparar o inóculo fúngico, iniciou-se a análise de difusão em Agar seguindo a metodologia proposta por Fontenelle et al. (2007).

Cada inóculo fúngico padronizado foi estriado com o auxílio de um *swab* estéril na superfície de placas de Petri com Agar BDA estéril. Quatro pequenos poços equidistantes (diâmetro 6 mm) foram feitos no centro da placa e 60 μL do óleo essencial das folhas e sementes de jambolão foram adicionados aos poços. As placas foram incubadas a 25 °C e as leituras feitas após 3, 5 e 8 dias de incubação. Foram efetuadas as medições dos halos de inibição utilizando paquímetro e os resultados foram expressos em mm.

2.4 Atividade antioxidante do óleo essencial de sementes de jambolão

A avaliação do potencial antioxidante do óleo essencial de sementes de jambolão foi realizada de acordo com metodologia proposta por Choi et al. (2002), com algumas modificações, utilizando o ensaio espectrofotométrico DPPH (2,2-difenil-

1-picril-hidrazil). Para a realização das análises, os óleos essenciais foram diluídos em diferentes concentrações ($500 \mu\text{g.mL}^{-1}$, $100 \mu\text{g.mL}^{-1}$, $50 \mu\text{g.mL}^{-1}$ e $10 \mu\text{g.mL}^{-1}$) de DMSO.

As diferentes concentrações dos óleos essenciais ($10 \mu\text{L}$) foram misturadas com uma solução de DPPH ($990 \mu\text{L}$), resultando em uma concentração final de DPPH de $85 \mu\text{M}$. Essa mistura foi aquecida em banho-maria ($30 \text{ }^\circ\text{C}$) por 30 min na ausência de luz. A absorvância das amostras foi determinada espectrofotometricamente (AAKER SP1105) no comprimento de onda de 517 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição do radical DPPH.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização do óleo essencial de sementes de jambolão

A Figura 1 apresenta o cromatograma do óleo essencial das sementes de jambolão, a identificação dos principais compostos presentes no óleo pode ser observada na Tabela 1.

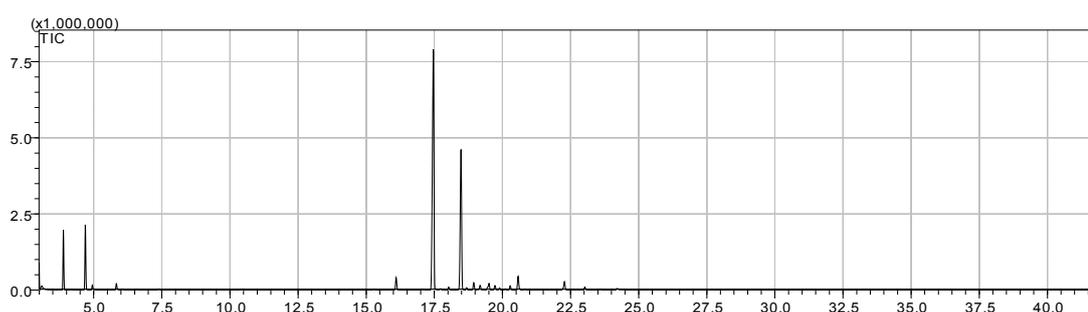


Figura 1. Cromatograma do óleo essencial de jambolão

Linha	Tempo de retenção (min)	Quantidade relativa em área do espectro (%)	Composto
1	3.88	6.56	α -pineno
2	4.69	7.76	β -pineno
3	4.95	0.63	β -mirceno
4	5.80	0.70	Limoneno
5	16.06	1.93	α -copaeno
6	17.53	51.82	β -cariofileno
3	18.48	27.05	α -cariofileno
4	20.57	2.08	Delta-cadineno
5	22.19	1.47	Oxido de cariofileno

Tabela 1. Compostos presentes no óleo essencial de sementes de jambolão

* Compostos identificados por comparação com bibliotecas NIST EP/EPA/MIH (NIST 05).

Pode-se observar que os compostos majoritários são β -cariofileno, seguido de

α -cariofileno, β -pineno e α -pineno. Ehrenfried et al. (2011) ao avaliarem a composição química de óleo essencial de sementes de jambolão também encontraram como componente majoritário o β -cariofileno, porém seguido de óxido de cariofileno, α -humuleno e epóxido de humuleno.

A composição química de óleos essenciais é função de várias fatores, como sazonalidade, condições climáticas, características do solo, localização geográfica da planta, entre outros (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

3.2 Atividade antimicrobiana

3.2.1 Bactérias

3.2.1.1. Disco difusão e difusão em agar

O óleo essencial de sementes de jambolão apresentou potencial antibacteriano no ensaio de disco difusão, porém não apresentou em difusão em Agar, como pode ser observado na Tabela 2.

	Halos de inibição (mm)*	
	Disco difusão OES	Difusão em Agar OES
Bactérias		
<i>S. Typhimurium</i>	1,75	ND
<i>L. monocytogenes</i>	ND	ND
<i>S. aureus</i>	4,25	ND
<i>E.coli</i>	ND	ND

Tabela 2. Halos de inibição formados nos métodos de disco difusão e difusão em Agar, utilizando óleo essencial de folhas e sementes de jambolão

*Média das triplicatas; ND= Não detectado; OES - Óleo Essencial de Sementes.

O óleo essencial de sementes somente apresentou efeito no método disco difusão para os microrganismos *S. aureus* e *S. Typhimurium*. Não foi observada atividade do óleo essencial de jambolão frente à *L. monocytogenes* e *E.coli*, independentemente do método de avaliação utilizado. Óleos essenciais de sementes de outras plantas apresentaram inibições superiores, como é o caso do feno-grego (*Trigonella foenum-graecum*) que propiciou a formação de halo de inibição de 15 mm frente a *E. coli* (MONIRUZZAMAN et al., 2015) e óleo essencial de semente de mostarda, que apresentou halo de 15 mm frente a *S. aureus* e 10,25 mm frente a *E. coli* (PENG et al., 2014).

Em relação à técnica de avaliação da atividade antimicrobiana, existem diversos fatores que podem influenciar no método de difusão como a solubilidade da amostra e a interação entre o meio de cultura e a substância antimicrobiana testada, além do disco de papel poder influenciar no contato desta com o microrganismo, por isso é

importante testar as duas técnicas (ALVES et al., 2008).

Referente à diferença de resultados observados, em função da técnica utilizada, os resultados obtidos neste estudo diferem dos encontrados por Silveira et al. (2009), que obtiveram melhores resultados com a técnica de difusão em Agar ao avaliar extrato etanólico das cascas de frutos de *Punica granatum* L. (romã), com formação de halos em todos os microrganismos testados.

S. aureus é um dos principais causadores de doenças transmitidas por alimentos aos seres humanos. Esse microrganismo tem a capacidade de produzir enterotoxinas e dessa forma pode causar intoxicação alimentar. Alguns seres humanos podem ser portadores assintomáticos de *S. aureus* enterotoxigênico na pele, garganta e nariz, assim, os manipuladores de alimentos podem ser uma fonte de contaminação de alimentos. Somado a isso, tem-se a capacidade de formar biofilmes, o que faz com que esse microrganismo sobreviva em ambientes hostis como as superfícies da indústria de alimentos, aumentando a possibilidade de uma contaminação alimentar (GUTIÉRREZ et al., 2012). Dessa forma, é importante a obtenção de substância com capacidade antimicrobiana frente a esse microrganismo.

Pode-se considerar que em relação ao óleo essencial de sementes de jambolão, o método de disco difusão alcançou os melhores resultados quando comparado a difusão em Agar, podendo ser usado esse teste para avaliação antimicrobiana.

3.2.1.2. Concentração inibitória mínima e concentração bactericida mínima

As concentrações e resultados obtidos podem ser observados na Tabela 3.

Bactérias	Bruto	Concentrações (mg.mL ⁻¹)			
		500	50	5	0,5
<i>S. Typhimurium</i>	-	-	-	+	+
<i>L. monocytogenes</i>	-	-	-	+	+
<i>S. aureus</i>	-	-	-	+	+
<i>E. coli</i>	-	-	-	+	+

Tabela 3. Concentração inibitória mínima de óleo essencial de sementes de jambolão frentes as bactérias *S. Typhimurium*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* e *E. coli*

- Inibição de crescimento do microrganismo; + Crescimento do microrganismo

Como pode ser observado na Tabela 3, o óleo essencial de jambolão extraído das sementes inibiu o crescimento dos microrganismos avaliados, na forma bruta (óleo sem diluir), e nas concentrações 500 mg.mL⁻¹ e 50 mg.mL⁻¹.

A partir das concentrações que apresentaram inibição, foi feita a CBM, onde se obteve os resultados contidos na Tabela 4.

Bactérias	Concentrações (mg.mL ⁻¹)		
	Bruto	500	50
<i>S. Typhimurium</i>	-	-	-
<i>L. monocytogenes</i>	-	-	-
<i>S. aureus</i>	-	+	+
<i>E. coli</i>	-	-	-

Tabela 4. Concentração bactericida mínima de óleo essencial de sementes de jambolão frente a bactérias *S. Typhimurium*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* e *E. coli*

- Inibição de crescimento do microrganismo; + Crescimento do microrganismo.

As concentrações avaliadas apresentaram efeito bactericida frente às bactérias testadas, com exceção do *Staphylococcus aureus*, o qual somente foi inibido pelo óleo bruto. Bona et al (2014) encontraram CIMs inferiores aos resultados obtidos neste estudo para *S. aureus* (12,5 mg.mL⁻¹), *S. Typhimurium* (0,78 mg.mL⁻¹) e *E. coli* (0,78 mg.mL⁻¹), utilizando extrato etanólico de folhas de jambolão e *S. aureus* (25 mg.mL⁻¹), *S. Typhimurium* (1,56 mg.mL⁻¹) e *E. coli* (3,13 mg.mL⁻¹) quando avaliado extrato aquoso de jambolão.

Esses autores também avaliaram a CMB, sendo necessário 100 mg.mL⁻¹, 6,25 mg.mL⁻¹ e 0,78 mg.mL⁻¹ de extrato etanólico de jambolão para inibir *S. aureus*, *S. Typhimurium* e *E. coli*, respectivamente, e 3,13 mg.mL⁻¹ de extrato aquoso para inibir *S. Typhimurium* e *E. coli*, valores menores do que os apresentados pelo óleo essencial, o extrato aquoso não apresentou efeito contra *S. aureus* enquanto o óleo essencial somente apresentou efeito quando não foi diluído.

Valores inferiores para ambas avaliações também foram obtidas com outros óleos essenciais, como o óleo essencial de *Satureja horvatii* que apresentou CIM de 0,57 mg.mL⁻¹ e CBM de 1,15 mg.mL⁻¹ frente a *Listeria monocytogenes* (BUKVIČKI et al., 2014) e o óleo essencial de sementes de mostarda que apresentou concentração inibitória mínima de 0,128 mg.mL⁻¹ para *Staphylococcus aureus* e 0,512 mg.mL⁻¹ para *Escherichia coli* (PENG et al., 2014).

A diferença de resultados entre as técnicas de difusão e CIM pode acontecer devido a composição química das amostras, onde moléculas de maior polaridade ou com massa molecular maior podem possuir uma solubilidade maior e uma facilidade de dispersão em meio líquido superior (VALGAS et al., 2007). O fato de não apresentar halo de inibição não significa que o óleo ou extrato não tenha atividade antimicrobiana, isso pode estar relacionado com uma difusão incompleta, principalmente, para constituintes com menor polaridade que têm uma difusão mais lenta (MORENO et al., 2006). Isso pôde ser observado na bactéria *L. monocytogenes*, que apesar de não ter apresentado halos de inibição em nenhuma das técnicas de difusão testadas, apresentou sensibilidade ao óleo essencial testado quando usada a técnica de CIM. A diferença de resultados entre as técnicas de difusão e a técnica de CIM também ocorreu em trabalho realizado por Araújo (2011) que observou que extratos metanólicos

de *Duguetia echinophora*, *Duguetia riparia* e *Croton trinitatis* e extrato hexânico de *Cassipoupa americana* não foram capazes de inibir o desenvolvimento de bactérias na difusão em Agar, porém apresentaram na técnica de CIM.

O óleo essencial atua causando danos à membrana celular das bactérias através da permeabilização destas, isso acontece devido à perda de íons e diminuição do potencial da membrana das bactérias, colapso da bomba de prótons e esgotamento do *pool* de ATP, além disso podem atuar na coagulação do citoplasma. Esses danos na membrana e no citoplasma podem levar a morte celular das bactérias (BAKKALI et al., 2006).

Essa sensibilidade que os microrganismos demonstraram em relação ao óleo essencial de jambolão mostra que este apresenta potencial para ser utilizado como antimicrobiano natural, o que aumenta a gama de utilização da planta.

3.2.2 Fungos

3.2.2.1. Difusão em agar

Os resultados da atividade antifúngica do óleo essencial de sementes de jambolão, pode ser observado na Tabela 5.

Fungos	Halos de inibição (mm)*
	OES
<i>Trichoderma</i> spp.	2,25
<i>Rizhopus</i> spp.	ND

Tabela 5. Halos de inibição formados na técnica de difusão em Agar, usando os óleos essenciais de folhas e sementes de jambolão

*Média das leituras; ND= Não detectado; OES - Óleo Essencial de Sementes.

O óleo essencial de sementes de jambolão não foi capaz de inibir o crescimento do fungo *Rizhopus* spp. pela técnica utilizada, porém apresentou atividade antimicrobiana frente ao *Trichoderma* spp.

Os óleos essenciais podem provocar a despolarização das membranas mitocondriais dos fungos, diminuindo o potencial de membrana e afetando o ciclo dos canais iônicos de Ca^{++} e outros iônicos, podendo reduzir o gradiente de pH que afeta a bomba de prótons e o *pool* de ATP. Ainda alteram a fluidez das membranas, que se tornam permeáveis, resultando em derrame de radicais, citocromo C, íons de cálcio e proteínas, como no caso do estresse oxidativo e insuficiência bioenergética. A permeabilização de membranas mitocondriais exteriores e interiores leva a morte celular por apoptose e necrose (BAKKALI et al., 2006).

Souza et al. (2010) analisaram a atividade antifúngica de extrato de alho sobre esses dois fungos, para os quais o extrato de alho inibiu o desenvolvimento de ambos. Em relação ao jambolão, outros trabalhos mostram que este possui efeito antifúngico,

como Cartaxo-Furtado et al. (2015) que observaram que o extrato etanólico da casca da árvore de jambolão foi um forte inibidor do crescimento de *Candida albicans* e Khan, Jabeen e Iqbal (2016) utilizaram extrato metanólico de casca da árvore e folhas de jambolão contra o fungo *Rhizoctonia solani*, obtendo como resultado a inibição do desenvolvimento do fungo.

O óleo essencial de *Cymbopogon citratus*, *Citrus limon*, *Eucalyptus globulus*, *Lippia alba* e *Lippia microphylla* apresentaram halos de inibição frente a *Rhizopus* spp. de 13 mm, 12 mm, 13 mm, 12 mm e 12 mm, respectivamente, esses halos foram maiores que os encontrados para o óleo essencial de jambolão, porém *Eugenia uniflora* e *Peumus boldus* não apresentaram halos de inibição frente a este fungo (SOUZA et al., 2005).

O óleo essencial de *Nepeta rtanjensis* apresentou atividade antifúngica frente a *Trichoderma* spp. utilizando outro método de avaliação (GRBIĆ et al., 2011), bem como o de *Matricaria recutita* também usando outro método (JAMALIAN et al., 2012).

3.3 Atividade antioxidante

O óleo essencial de sementes de jambolão não apresentou atividade antioxidante nas concentrações testadas no ensaio DPPH, porém isso não significa que este óleo não apresente essa característica, pois se avaliado usando outro método ou outras concentrações pode ser que apresente tal atividade.

Mohamed, Ali e El-Baz (2013) observaram inibição de 55,87% de DPPH usando o óleo essencial de folhas de jambolão na concentração de 50 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, isso ocorre devido a composição química do óleo essencial variar de acordo com a parte da planta utilizada. Cabe ressaltar que o óleo essencial de sementes de jambolão não apresentou atividade antioxidante no método DPPH, mas pode apresentar se utilizado outro método e concentrações.

4 | CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o óleo essencial de sementes de jambolão apresenta atividade antimicrobiana frente a bactérias e fungos, exibe como principal constituinte o β -cariofileno e não possui atividade antioxidante no método utilizado. Devido ao potencial antimicrobiano, o óleo essencial de jambolão poderia ser utilizado como conservante natural, para tanto análises *in situ* deveriam ser realizadas. O potencial antioxidante deve ser avaliado utilizando uma concentração maior de óleo essencial e também outro método de análise além do DPPH, para verificar se o óleo realmente não apresenta tal função ou se não apresentou devido ao método e concentração utilizados.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. G. et al. Estudo Comparativo de Técnicas de *Screening* para Avaliação da Atividade Antibacteriana de Extratos Brutos de Espécies Vegetais e de Substâncias Puras. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1224-1229, 2008.
- ARAÚJO, I. S. **Atividade Antimicrobiana de Plantas Aromáticas que Ocorrem no Estado do Pará**. 2011. 103 f. Dissertação (mestrado em Biotecnologia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011.
- AYYANAR, M.; SUBASH-BABU, P. S. *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A Review of its Phytochemical Constituents and Traditional Uses. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, p. 240-246, 2012.
- BAKKALI, F., et al. Biological Effects of Essential oils – Review. **Food and Chemical Toxicology**, n. 46, p. 446-475, 2006.
- BONA, E. A. M. et al. Comparação de Métodos para Avaliação da Atividade Antimicrobiana e Determinação da Concentração Inibitória Mínima (Cim) de Extratos Vegetais Aquosos e Etanólicos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.81, n.3, p. 218-225, 2014.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **FARMACOPÉIA BRASILEIRA**. 5 ed. Brasília, 2010. 523 p.
- BUKVIČKI, D. et al. Satureja horvatii essential oil: In vitro antimicrobial and antiradical properties and in situ control of *Listeria monocytogenes* in pork meat. **Meat Science**, v. 96, p. 1355–1360, 2014.
- CABRAL, I. S. R. et al. Composição fenólica, atividade antibacteriana e antioxidante da própolis vermelha brasileira. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1523-27, 2009.
- CARTAXO-FURTADO, N.A.D.E.O. et al. Perfil fitoquímico e determinação da atividade antimicrobiana de *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae) frente a microrganismos bucais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.17, n.4, p.1091-1096, 2015.
- CHOI, C. W. et al. Antioxidant Activity And Free Radical Scavenging Capacity Between Korean Medicinal Plants And Flavonoids By Assay-Guided Comparison. **Plant Science**, v.163, p. 1161 – 1168, 2002.
- CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). **Metodologia dos testes de sensibilidade antimicrobiana**. 6 ed. CLSI documento M07-A06. v. 23, n. 2, 2005.
- EHRENFRIED, C. A. et al. Composição química e atividade hipoglicemiante do óleo essencial das sementes de *Syzygium cumini* (Myrtaceae). **Sociedade Brasileira de Química**, São Paulo, v. 44, n. 48, p. 1, 2011.
- FONTENELLE, R. O. S. et al. Antifungal activity of essential oils Croton species from the Brazilian Caatinga biome. **Journal of Applied Microbiology**, v.104, n. 5, p. 1383-1390, 2007.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas Mediciniais: Fatores De Influência no Conteúdo de Metabólitos Secundários. **Química Nova**, vol. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.
- GRBIĆ, M. L. et al. Inhibitory effect of essential oil from *Nepeta rtanjensis* on fungal spore germination. **Central European Journal of Biology**, v. 6, n. 4, p. 583–586, 2011.
- GURGEL, L.A. et al. In vitro antifungal activity of dragon's blood from *Croton urucurana* against dermatophytes. **Journal Ethnopharmacol**, v. 97, p. 409- 412, 2005.

GUTIÉRREZ, D. et al. Incidence of *Staphylococcus aureus* and Analysis of Associated Bacterial Communities on Food Industry Surfaces. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 78, n. 24, p. 8547–8554, 2012.

JAMALIAN, A. et al. Chemical composition and antifungal activity of *Matricaria recutita* flower essential oil against medically important dermatophytes and soil-borne pathogens. **Journal de Mycologie Médicale**, v. 22, n. 4, p.308-15, 2012.

KHAN, A.; JABEEN, K.; IQBAL, S. Antifungal activity of *Syzygium cumini* L. against *Rhizoctonia solani*. **Pure and Applied Biology**, v. 5, n. 2, p. 193-199, 2016.

MOHAMED, A. A.; ALI, S. I.; EL-BAZ, F. K. Antioxidant and Antibacterial Activities of Crude Extracts and Essential Oils of *Syzygium cumini* Leaves. **PLOS ONE**, v. 8, n. 4, 2013.

MONIRUZZAMAN, S. et al. Gas chromatography Mass Spectrometry Analysis and *In Vitro* Antibacterial Activity Of Essential Oil From *Trigonella Foenum-Graecum*. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 5, n. 12, p. 1033–1036, 2015.

MORENO, S. et al. Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. **Free Radical Research**, v. 40, n. 2, p. 223–231, 2006.

MORTON, J. F. Jambolan. In: MORTON, Julia F. **Fruits of warm climates**. Miami: Universidade de Michigan, 1987. p. 375–378.

PENG, C., et al. Chemical Composition, Antimicrobial Property and Microencapsulation of Mustard (*Sinapis alba*) Seed Essential Oil by Complex Coacervation. **Food Chemistry**, n. 165, p. 560–568, 2014.

SILVEIRA, L. M. S., et al. Metodologias de atividade antimicrobiana aplicadas a extratos de plantas: comparação entre duas técnicas de Agar difusão. **Revista Brasileira de Farmácia**, n.90, p. 124-128, 2009.

SOUZA, E. L. et al. Inhibitory Action of Some Essential Oils and Phytochemicals on the Growth of Various Moulds Isolated From Foods. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 2, p. 245-250, 2005.

SOUZA, P. F. et al. Atividade Antifúngica de Diferentes Concentrações de Extrato de Alho em Sementes de Ingá (*Inga edulis*). **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.5, p. 08 – 13, 2010.

VALGAS, C. et al. Screening Methods To Determine Antibacterial Activity Of Natural Products. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, p. 369-380, 2007.

VICTORIA, F. N. et al. Essential oil of the leaves of *Eugenia uniflora* L.: Antioxidant and antimicrobial properties. **Food and Chemical Toxicology**, n. 50, p. 2668–2674, 2012.

SOBRE OS ORGANIZADORES

JORGE GONZÁLEZ AGUILERA Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialização em Biotecnologia Vegetal pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura. Tem atuado principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de *vitroplantas*. Tem experiência na multiplicação “*on farm*” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; *Trichoderma*, *Beauveria* e *Metharrizum*, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

ALAN MARIO ZUFFO Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-042-1



9 788572 470421