

Fábio Sérgio Barbosa da Silva
(Organizador)



Potencial da Tecnologia Micorrízica

em **Maracujazeiros**



Fábio Sérgio Barbosa da Silva
(Organizador)



Potencial da Tecnologia Micorrízica

em **Maracujazeiros**



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

Brena Coutinho Muniz

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas



Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



Potencial da tecnologia micorrízica em maracujazeiros

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Fábio Sérgio Barbosa da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P861 Potencial da tecnologia micorrízica em maracujazeiros /
Organizador Fábio Sérgio Barbosa da Silva. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0016-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.165223103>

1. Maracujá. 2. Maracujazeiros. I. Silva, Fábio Sérgio
Barbosa da (Organizador). II. Título.

CDD 634.425

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão de bolsa de iniciação científica à Eduarda Lins Falcão e pelo financiamento da pesquisa com maracujazeiros; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado à Brena Coutinho Muniz (Código de Financiamento 001); ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica à Ariane Silva Pereira e da Bolsa de Produtividade em Pesquisa a Fábio Sérgio Barbosa da Silva; ao Programa de Apoio ao *Stricto sensu* (APQ) da Universidade de Pernambuco (UPE) pelo financiamento da pesquisa e à Dra. Ana Maria Costa pelas excelentes contribuições no texto e pelo prefácio desta obra.

Os autores

PREFÁCIO

Hoje, mais do que nunca, constata-se os impactos negativos ao planeta da expansão da população humana, cujo estilo de vida causam profundas modificações ao meio ambiente e que, por sua vez, comprometem a vida de outras espécies, dos recursos naturais, e põe em risco a sobrevivência da própria humanidade. Portanto, é urgente que se intensifique o conhecimento da biodiversidade, e que se desenvolvam técnicas que permitam a produção agrícola e industrial pautada na sustentabilidade ambiental e social, e não somente na sustentabilidade econômica.

Frente ao risco de comprometermos a vida sobre a terra, as Nações Unidas estabeleceram os chamados Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em que o Brasil é um dos signatários. Neste documento, os países se comprometem a conhecer a sua biodiversidade, desenvolver tecnologias sustentáveis para a produção e reduzir os desperdícios na cadeia de suprimentos, entre outras metas.

Neste contexto, fomentam-se as pesquisas para conhecimento de espécies da biodiversidade com potencial para uso alimentar e medicinal, bem como ao desenvolvimento de tecnologias voltadas para otimizar os sistemas de produção e os recursos naturais. Dentre elas, destacam-se as tecnologias que tem viabilizado a colocação no mercado de espécies nativas de Passifloras, plantas que no Brasil são conhecidas pelo nome genérico “maracujá”. Também destacam-se as que visam intensificar a produtividade e o enriquecimento em nutrientes e bioativos nas plantas, onde a novidade está no desenvolvimento de técnicas naturais que favoreçam a absorção de nutrientes ou a modificação do metabolismo secundário da planta, a exemplo do emprego de microrganismos associados às raízes, como os fungos micorrízicos arbusculares.

O livro “Potencial da Tecnologia Micorrízica em Maracujazeiros” aborda um tema novo e de grande importância para o setor produtivo: o uso de micorrizas para aumentar a concentração de bioativos em plantas. Apresenta também, de forma simples e agradável, uma visão geral dos bioativos de interesse fitoterápico presentes nas passifloras, mostra o avanço no conhecimento e o potencial de uso das micorrizas na redução dos custos na produção de mudas e o rendimento industrial da matéria prima.

Trata-se de um livro inspirador de ideias que podem resultar em novas oportunidades de negócio para a cadeia de suprimento de ingredientes fitoterápicos. Espero que se divirtam!

Ana Maria Costa

Coordenadora da Rede Passitec – Desenvolvimento tecnológico para uso
funcional e medicinal de passifloras brasileiras.
Pesquisadora Biotecnologia – Embrapa Cerrados

APRESENTAÇÃO

A cultura do maracujá tem relevância no agronegócio brasileiro e nas exportações, pois os frutos são amplamente comercializados, sendo destinados às indústrias alimentícias e cosméticas; as folhas, por sua vez, são utilizadas para produção de medicamentos fitoterápicos ansiolíticos, graças à síntese de bioativos. Dada a importância da cultura, a aplicação de fungos micorrízicos arbusculares, conhecida como tecnologia micorrízica, vem sendo estudada para aumentar o crescimento, a tolerância a estresses bióticos e abióticos, a redução no tempo de transplante ao campo e, mais recentemente, a produção de moléculas bioativas em maracujazeiros. Esse livro compila tais estudos com quatro espécies de maracujazeiro, *Passiflora alata* Curtis, *Passiflora edulis* Sims, *Passiflora setacea* DC. e *Passiflora cincinnata* Mast., que foram estudadas sob o prisma micorrízico; dados gerais sobre a importância medicinal dessas espécies também são apresentados.

Desejo uma leitura profícua e edificante.

Fábio Sérgio Barbosa da Silva


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

EFICIÊNCIA DA INOCULAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM MARACUJAZEIROS

Brena Coutinho Muniz

Fábio Sérgio Barbosa da Silva


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1652231031>

CAPÍTULO 2..... 12

POTENCIAL DA TENCOLOGIA MICORRÍZICA PARA PRODUÇÃO DE COMPOSTOS FOLIARES DE INTERESSE MEDICINAL EM MARACUJAZEIRO-AZEDO

Brena Coutinho Muniz

Fábio Sérgio Barbosa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1652231032>

CAPÍTULO 3..... 21


A MICORRIZAÇÃO É UMA ALTERNATIVA PARA PRODUTORES DE MARACUJAZEIRO-DOCE?

Ariane Silva Pereira

Brena Coutinho Muniz

Eduarda Lins Falcão

Fábio Sérgio Barbosa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1652231033>


CAPÍTULO 4..... 31

PASSIFLORA SETACEA DC: PRODUÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS DE INTERESSE MEDICINAL E EFICIÊNCIA MICORRÍZICA

Eduarda Lins Falcão

Brena Coutinho Muniz

Fábio Sérgio Barbosa da Silva


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1652231034>

CAPÍTULO 5..... 40

PASSIFLORA CININNATA MAST.: MATÉRIA-PRIMA PARA AS INDÚSTRIAS FARMACÊUTICA E ALIMENTÍCIA E POTENCIAL DA TECNOLOGIA MICORRÍZICA

Eduarda Lins Falcão

Fábio Sérgio Barbosa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1652231035>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 51

CAPÍTULO 5

PASSIFLORA CINCINNATA MAST.: MATÉRIA-PRIMA PARA AS INDÚSTRIAS FARMACÊUTICA E ALIMENTÍCIA E POTENCIAL DA TECNOLOGIA MICORRÍZICA

Data de aceite: 01/02/2022

Data de submissão: 03/01/22

Eduarda Lins Falcão

Laboratório de Análises, Pesquisas e Estudos em Micorrizas – LAPEM, Instituto de Ciências Biológicas – Universidade de Pernambuco Recife – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/8784701808588813>

Fábio Sérgio Barbosa da Silva

Laboratório de Análises, Pesquisas e Estudos em Micorrizas – LAPEM, Instituto de Ciências Biológicas – Universidade de Pernambuco Recife – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/1170471698880208>

RESUMO: *Passiflora cincinnata* Mast. é uma das espécies de maracujá ocorrentes no Brasil. Esse maracujazeiro merece destaque por ser de fácil cultivo e apresentar tolerância a estresses bióticos e abióticos. Além disso, suas folhas são fontes de metabólitos secundários, que estão relacionados com propriedades antimicrobianas, antinociceptivas e antioxidantes. Os frutos são fonte de flavonoides, carotenoides e vitamina C, além de serem ricos em nutrientes, sendo os teores superiores aos registrados em *Passiflora edulis* Sims; por outro lado, as suas sementes são fonte de ácidos graxos essenciais à saúde humana. Contudo, *P. cincinnata* ainda é um recurso pouco explorado em relação a outras espécies de maracujazeiros. Com isso, neste capítulo será abordado o potencial econômico

de *P. cincinnata*, com enfoque na produção de fitoquímicos, e de uso da tecnologia micorrízica nessa espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Ação antioxidante; fenólicos; flavonoides.

PASSIFLORA CINCINNATA MAST.: RAW MATERIAL TO THE PHARMACEUTICAL AND FOOD INDUSTRY AND POTENTIAL OF MYCORRHIZAL TECHNOLOGY

ABSTRACT: *Passiflora cincinnata* Mast. is one of the passion fruit species that occur in Brazil. This passion fruit deserves spotlight for its easy growing and for showing tolerance to biotic and abiotic stresses. Moreover, its leaves are source of secondary metabolites that are related to antimicrobial, antinociceptive and antioxidant properties. Its fruits are source of flavonoids, carotenoids, and C vitamin, in addition to being rich in nutrients which are higher than *Passiflora edulis* Sims; on the other hand, its seeds are a source of fatty acids that essential to human health. However, the *P. cincinnata* is still an underexplored resource in comparison to other passion fruit species. Thus, in this chapter will be discussed the economic potential of *P. cincinnata* highlighting the phytochemicals production and the potential use of mycorrhizal technology in the species.

KEYWORDS: Antioxidant action; flavonoids; phenolics.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é o país que apresenta uma

das maiores diversidades de maracujazeiros, considerando a ocorrência de mais de 150 espécies de *Passiflora* (Bernacci *et al.* 2020). Apesar disso, poucas são comercializadas, sendo *Passiflora edulis* Sims responsável por 593.429 toneladas de frutos produzidos em 2020 (IBGE, 2020); dessa maneira, é preciso investigar outras espécies de *Passiflora* que podem ter potencial comercial.

Uma espécie de maracujazeiro que pode ser cultivada nas entressafras de *P. edulis* é o maracujazeiro-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). Essa planta é relevante por apresentar uma variedade direcionada ao cultivo comercial, por sua tolerância a estresses fisiológicos e sua utilização como porta-enxerto (Santos *et al.* 2016; Braga *et al.* 2017; Araújo *et al.* 2019).

A BRS Sertão Forte foi a primeira variedade de *P. cincinnata* registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e utilizada com o objetivo de cultivo comercial (Araújo *et al.* 2019a). Nesse contexto, o Nordeste apresenta a maior ocorrência da espécie, sendo também encontrada nas regiões Centro-Oeste, Norte e Sudeste, em menores proporções (Bernacci *et al.* 2020). Para o seu cultivo, não é recomendado climas frios, com temperaturas abaixo de 15 °C. Nesse sentido, o clima semiárido oferece as melhores condições para o crescimento da espécie (Araújo *et al.* 2019a).

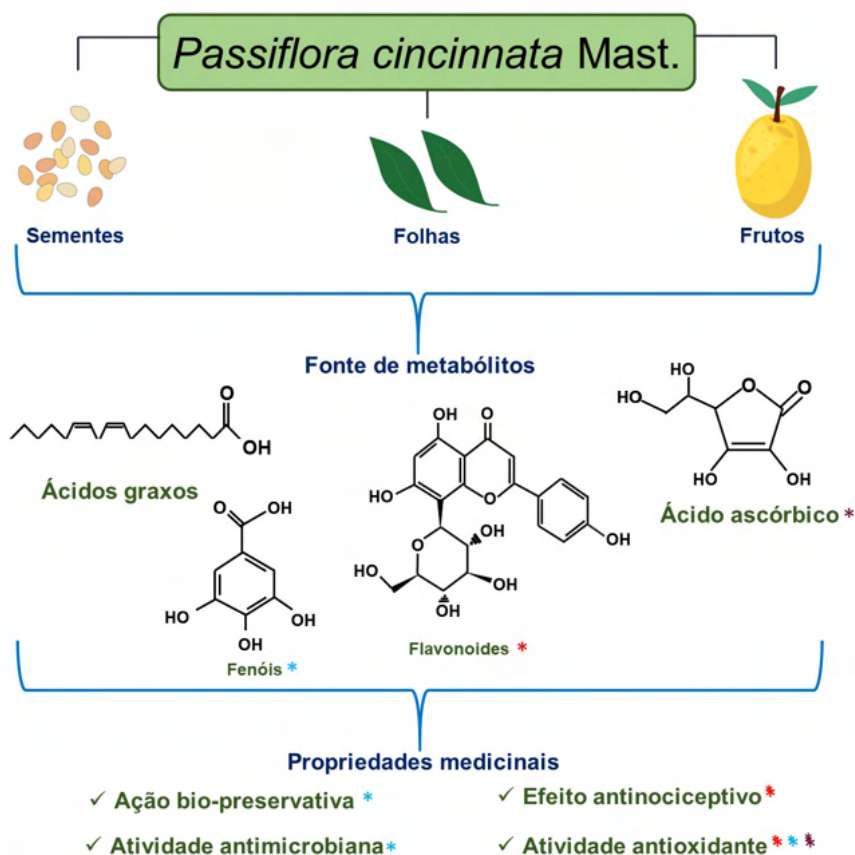
Passiflora cincinnata é considerada uma trepadeira do tipo sublenhosa, com folhas membranáceas, de base obtusa, e os lobos podem ser ovaloblongos a oboval-oblongos; o aparato floral, de tamanho que varia de 5,5 cm a 10 cm, apresenta coloração que vai do lilás ao roxo e é de interesse ao mercado de flores exóticas. Seus frutos são bagas que variam de arredondadas a ovóide e as sementes são do tipo obovada com ápices assimétricos (Bernacci *et al.* 2020).

Os frutos de *P. cincinnata* concentram metabólitos que são de interesse ao comércio de frutas exóticas, devido à presença de compostos fenólicos e baixos teores de sódio, em relação a outros maracujazeiros (Souza *et al.* 2020); as folhas e o caule da espécie concentram fenólicos e flavonoides-C-glicosídeos, conferindo elevada atividade antioxidante a esses órgãos (Leal *et al.* 2018).

Por produzir esses metabólitos, a essas folhas são atribuídas ações medicinais de interesse à indústria farmacêutica, uma vez que a redução do efeito nociceptivo e o aumento de respostas para a ação anti-inflamatória (Lavor *et al.* 2018) foram observados em extratos de *P. cincinnata*; além disso, o sinergismo com antibióticos para otimização da atividade antimicrobiana tem sido registrado (Siebra *et al.* 2016). Além do interesse farmacêutico, os tecidos dessa planta são de relevância para a indústria alimentícia, como bio-preservativos, na fabricação de queijos e de bebidas alcoólicas (Costa *et al.* 2020; Santos *et al.* 2021b).

Todas as partes do maracujazeiro-do-mato podem ser aproveitadas, desde suas folhas às sementes. Com isso, neste capítulo será abordado o potencial econômico da *P. cincinnata*, com enfoque na produção de fitoquímicos (Figura 1), além do potencial de

utilização de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) na cultura.



Sementes: Lopes *et al.* (2010) e Araújo *et al.* (2019);

Folhas: Wosch *et al.* (2017), Leal *et al.* (2018) e Lavor *et al.* (2018);

Frutos: Wondracek *et al.* (2011a,b), D'abadia *et al.* (2019), Souza *et al.* (2020), Ribeira *et al.* (2020) e Santos *et al.* (2021a).

Figura 1. Sumarização dos grupos de metabólitos vegetais verificados em *Passiflora cincinnata* Mast. e as propriedades medicinais avaliadas para cada parte da planta, abordadas neste capítulo. *= relação da atividade medicinal com o grupo de compostos. Elementos (Fruto, sementes e folhas) retirados do canva.com.

2 | IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DOS ÓRGÃOS DE *PASSIFLORA CINCINNATA*

Pouco é conhecido sobre os compostos presentes e a produção de metabólitos secundários nas folhas de *P. cincinnata*; isso evidencia a importância de mais estudos referentes à biossíntese de biomoléculas nessa Passifloraceae, considerando que outras espécies de maracujazeiro apresentam uma variedade de compostos identificados, com propriedades medicinais atribuídas à presença desses metabólitos (He *et al.* 2020).

Para quantificação ou identificação de compostos foliares no maracujazeiro-do-mato, os artigos relatam o uso de etanol como solução extratora, variando apenas a concentração desse extrator. Diante disso, Wosch *et al.* (2017), ao identificar a presença de flavonoides em *P. cincinnata*, utilizaram solução de etanol (60 %) para extração; por outro lado, Lavor *et al.* (2018) e Leal *et al.* (2018) optaram por soluções mais concentradas (95 %), teor de extrator similar a outros estudos de fitoquímica de folhas de *P. edulis* (Oliveira *et al.* 2019;2020a).

Em estudos fitoquímicos, Wosch *et al.* (2017), por técnicas cromatográficas, identificaram a presença de flavonoides C-glicosídeos, como a vitexina e a isovitexina. Tais flavonoides são os principais metabólitos envolvidos na atividade ansiolítica da espécie (Oliveira *et al.* 2020b). A ação medicinal desses flavonoides ocorre pela modulação do GABA_A, similar a alguns ansiolíticos alopatícos comerciais (Oliveira *et al.* 2018). Além dessas propriedades, aos flavonoides encontrados em *Passiflora*, são atribuídas atividades anticonvulsivantes e sedativas (Oliveira *et al.* 2020b; Gazola *et al.* 2018).

Adicionalmente, os compostos fenólicos são considerados de ação antioxidante, sendo os mecanismos de neutralização dos radicais livres relacionados à transferência de elétrons ou do próprio hidrogênio (Zeb 2020). Nesse sentido, a atividade antioxidante do extrato vegetal foi avaliada por Leal *et al.* (2018), sendo o caule de *P. cincinnata* responsável pela maior neutralização do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), ainda que toda a parte aérea tenha sido considerada fonte de fenóis totais.

Nesse contexto, a parte aérea da *P. cincinnata* pode ser utilizada na fabricação de ansiolíticos à base do extrato seco de *Passiflora*. Atualmente, no mercado de fitomedicamentos ansiolíticos, o principal maracujazeiro utilizado é a *Passiflora incarnata* L., seguido pela *Passiflora alata* Curtis (Fonseca *et al.* 2020). Considerando que *P. incarnata*, por exemplo, apresenta distribuição limitada ao Sul, Sudeste e ao Distrito Federal (Bernacci *et al.* 2020), o uso de *P. cincinnata* pode ser uma fonte alternativa de matéria-prima à indústria de fitomedicamentos, sobretudo no Nordeste. Entretanto, é necessária a condução de experimentos para verificar a atividade ansiolítica de *P. cincinnata* e se seus extratos apresentam toxicidade.

Outro ramo farmacêutico que pode se beneficiar com as folhas do maracujazeiro-do-mato é o de analgésicos. Em estudos *in vivo*, Lavor *et al.* (2018) verificaram a redução do efeito nociceptivo pela utilização do extrato da *P. cincinnata*; os mecanismos envolvidos na redução das dores foram relacionados principalmente com receptores opioides, muscarínicos e do óxido nítrico. Além disso, é válido mencionar que essa ação medicinal foi relacionada com a presença de flavonoides no extrato foliar.

Sob o prisma microbiológico, Siebra *et al.* (2016) observaram que extratos foliares de *P. cincinnata* podem ser utilizados, em associação com antibióticos aminoglicosídeos e beta-lactâmicos, contra cepas de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas multirresistentes a antibióticos (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923 e *Escherichia coli* ATCC 11105).

Com isso, os antibióticos em associação com o extrato da *P. cincinnata* tiveram o efeito antimicrobiano potencializado.

Dessa forma, a parte área do maracujazeiro-do-mato apresenta potencial inexplorado, devido aos poucos estudos da quantificação de biomoléculas, que são relacionadas às propriedades medicinais de folhas e do caule. Entretanto, mesmo com a literatura escassa, é notória a potencialidade do uso de extratos de *P. cincinnata*, para formulação de fitomedicamentos.

Por outro lado, as sementes da *P. cincinnata* são ricas em ácidos graxos insaturados, com destaque para o ácido linoleico, que apresenta teor médio de 72,29 % (Lopes *et al.* 2010; Araújo *et al.* 2019b), valor superior ao quantificado em sementes da *P. edulis* (Takam *et al.* 2019; Santos *et al.* 2021c), que apresentam cerca de 63,15 % desse ácido graxo; em contrapartida, a média de produção do ácido palmítico (9,75 %) e oleico (13,18 %) é similar ao documentado para *P. edulis* (Takam *et al.* 2019; Santos *et al.* 2021c).

Para a extração e identificação dos ácidos graxos presentes nas sementes da *P. cincinnata*, Lopes *et al.* (2010) utilizaram éter de petróleo. Por outro lado, Araújo *et al.* (2019b) verificaram que os ácidos graxos foram submetidos à saponificação e à metilação, pela utilização da solução de trifluoreto de boro (14 %); tal método de extração também foi utilizado por Santos *et al.* (2021c), em sementes de *P. edulis*, para separação dessas moléculas.

Os ácidos graxos essenciais, como é o caso do ácido linoleico (Omega-6), são de importância para a dieta humana, pela necessidade de ingestão dessas moléculas a partir de fontes alimentares (Saini e Keum 2018). Os valores obtidos, a partir de sementes de *P. cincinnata*, para tal biomolécula, são superiores aos de leguminosas, consideradas fontes de Omega-6, como a soja (Abdelghany *et al.* 2020); portanto, as sementes do maracujazeiro-do-mato podem ser utilizadas como alimento funcional.

Os frutos do maracujazeiro-do-mato, dependendo da cultivar, podem variar em tamanho e na produção de compostos bioativos. Dessa forma, como citado anteriormente, a cultivar BRS Sertão Forte é promissora, principalmente na produção de frutos; esses, segundo Souza *et al.* (2020), além de acumularem metabólitos secundários, são fonte de Potássio e de outros nutrientes, apresentando menores teores de Sódio, o que os tornam mais atrativos aos consumidores. Somado a isso, como observado por Santos *et al.* (2021b), bebidas alcoólicas à base da polpa da *P. cincinnata* foram bem aceitas por consumidores, o que abre a possibilidade do uso dos frutos dessa Passifloraceae nesse ramo.

Para analisar os compostos presentes na polpa dos frutos, a utilização do extrator dependeu do grupo de moléculas-alvo. Por exemplo, Wondracek *et al.* (2012a,b) realizaram a extração de carotenoides em acetona (4 °C). Souza *et al.* (2020), por sua vez, não mencionaram o extrator utilizado para a quantificação de fenólicos e atividade antioxidante, diferente de Santos *et al.* (2021a), os quais utilizaram metanol (50 %) para extração de compostos da polpa do maracujazeiro-do-mato. Além disso, a forma de extração variou

de acordo com o estudo: Ribeiro *et al.* (2020) utilizaram etanol, metanol e hexano, como extratores do óleo da polpa, sendo a extração realizada em banho ultrassônico; por outro lado, Santos *et al.* (2021a) extraíram os compostos por centrifugação, utilizando metanol (50 %).

Nesse sentido, foram publicados menos de dez artigos que quantificaram biomoléculas de importância alimentar e medicinal em *P. cincinnata*, sendo os primeiros divulgados por Wondracek *et al.* (2012a,b), visando estimar a concentração de carotenoides no maracujazeiro-do-mato e em outras espécies de *Passiflora*. Entretanto, apenas em 2019, o estudo da fitoquímica dos frutos da *P. cincinnata* foi retomado por D'abadia *et al.* (2019), os quais analisaram a produção de fenóis totais, de flavonoides e de antocianinas em polpas da *P. cincinnata*.

Dessa forma, os estudos posteriores, além de quantificarem compostos fenólicos e carotenoides no maracujazeiro-do-mato, verificaram a produção da vitamina C (Souza *et al.* 2020; Santos *et al.* 2021a). Tal registro é relevante, considerando que o ácido ascórbico é usado na indústria cosmética para formulação de sérums, devido à ação antienvhecimento (Rattanawiwatpong *et al.* 2020).

Além da produção de metabólitos vegetais, foi analisada a capacidade antioxidante da polpa do maracujazeiro-do-mato, utilizando radicais livres como o ABTS (Ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolína-6-sulfônico), o TPTZ (2,4,6-tris(2-piridil)-s-triazina) e o DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) (Souza *et al.* 2020; Santos *et al.* 2021a; Ribeiro *et al.* 2021). Adicionalmente, Souza *et al.* (2020) verificaram que alguns dos radicais livres testados foram correlacionados positivamente com a produção de fenólicos. Tais resultados demonstram o papel dos compostos fenólicos na atividade antioxidante da polpa da *P. cincinnata*.

Dessa maneira, os frutos da *P. cincinnata* são de interesse para o mercado de frutas exóticas, por serem fontes de compostos fenólicos, pigmentos e outros compostos que conferem atividade antioxidante à polpa, sendo de relevância na indústria alimentícia, na produção de bebidas e como bio-preservativos (Santos *et al.* 2021b; Costa *et al.* 2020).

3 | POTENCIAL DA TECNOLOGIA MICORRÍZICA PARA O MARACUJAZEIRO-DO-MATO

Ao colonizar o córtex das raízes, os FMA ampliam a área de absorção de nutrientes para além da zona de depleção radicular (Choi *et al.* 2018); tal interação simbiótica entre plantas e FMA pode trazer benefícios, pois há otimização da produtividade vegetal, gerando lucro aos pequenos agricultores (Gao *et al.* 2020; Oliveira *et al.* 2019; 2020a).

Nesse sentido, há mais de duas décadas, são reportados benefícios para espécies de *Passiflora* inoculadas com FMA (Cavalcante *et al.* 2001a,b), nos quais a micorrização potencializou o crescimento vegetal e a tolerância ao estresse hídrico em *P. edulis*. Além de estresses abióticos, a aplicação de FMA selecionados inibiu o desenvolvimento de

fitonematóides em *P. alata* (Anjos *et al.* 2010).

Além das melhorias atribuídas ao cultivo, a micorrização pode maximizar a produção de compostos em *Passiflora*, entretanto, isso é apenas reportado para duas espécies, o maracujazeiro-doce e o azedo. Com isso, Oliveira *et al.* (2015a,b) verificaram que a inoculação com *Gigaspora albida* N. C. Schenck & G. S. Sm aumentou, em folhas de *P. alata*, a produção de vitexina e de orientina, principais flavonoides responsáveis pela ação ansiolítica (Fonseca *et al.* 2020). Adicionalmente, Oliveira *et al.* (2019; 2020a) observaram que a colonização micorrízica, além de favorecer a produção de fenólicos, incrementou a produção de saponinas em *P. edulis*.

Com isso, a aplicação de FMA pode potencializar o crescimento vegetal e melhorar a resposta de maracujazeiros a estresses bióticos e abióticos, o que é atrativo no cultivo comercial de *P. cincinnata*, que ainda não está estabelecido. Além disso, a micorrização pode incrementar a produção de metabólitos foliares importantes na formulação de fitomedicamentos ansiolíticos, considerando que estes podem ocorrer em baixas concentrações na fitomassa do maracujazeiro-do-mato (Leal *et al.* 2018). No entanto, apesar do potencial do emprego dessa tecnologia em *P. cincinnata*, não há estudos definindo o FMA mais eficiente em otimizar o metabolismo secundário nessa espécie.

Para isso, é preciso selecionar FMA eficientes em maximizar a produção de biomoléculas em *Passiflora*. Nos estudos disponíveis, os isolados de *G. albida* e de *Acaulospora longula* Spain & N. C. Schenck destacaram-se no incremento da produção de biomoléculas de interesse farmacêutico em maracujazeiros (Oliveira *et al.* 2015a,b; 2019; 2020a). Dessa forma, é necessário testar essas espécies que geraram benefícios ao crescimento, mesmo que tardios, em outras espécies de *Passiflora* (Cavalcante *et al.* 2002).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como relatado, todas as partes de *P. cincinnata* acumulam metabólitos secundários, que são de importância em diversos setores econômicos, com destaque para suas folhas. Dessa forma, o maracujazeiro-do-mato pode ser uma fonte de matéria-prima para a produção de fitomedicamentos, considerando as propriedades analgésicas e a produção de flavonoides com ação ansiolítica. Além disso, é de interesse no ramo alimentício, por ser uma fonte de nutrientes e de metabólitos secundários, podendo ser consumido *in natura* ou utilizado em outros alimentos, e como bio-preservativos, devido a sua ação antimicrobiana.

No entanto, para a implementação efetiva de *P. cincinnata* no mercado é necessária a condução de estudos que quantifiquem e identifiquem mais metabólitos vegetais, considerando que poucos foram direcionados à fitoquímica dessa espécie. Além disso, poucos artigos avaliaram propriedades medicinais dos extratos foliares e da polpa da *P. cincinnata*, o que evidencia a necessidade de estudos que investiguem diferentes aplicações

do maracujazeiro-do-mato, como a ação antidepressiva, que é amplamente relacionada ao gênero *Passiflora* (Wang *et al.* 2013), mas ainda não foi relatada nesse maracujazeiro.

Tendo em vista os estudos com outras espécies de maracujá, é importante testar fertilizantes orgânicos e inorgânicos no cultivo (Riter Netto *et al.* 2014; Oliveira *et al.* 2015), além da inoculação de microrganismos benéficos do solo nas plantas, que podem aumentar a produção de biomoléculas. Tais benefícios foram relatados por Oliveira *et al.* (2020a), em folhas de maracujazeiro-azedo inoculado com FMA, microrganismos biotróficos obrigatórios (Brundrett e Tedersoo 2018) que aumentam a produção de metabólitos secundários e a produtividade vegetal (Gao *et al.* 2020; Muniz *et al.* 2021).

REFERÊNCIAS

ABDELGHANY, A.M. *et al.* Natural variation in fatty acid composition of diverse World Soybean Germplasms Grown in China. **Agronomy**, v. 10, p. 1–24. 2019.

ANJOS, E.C.T. *et al.* Interactions between an arbuscular mycorrhizal fungus (*Scutellospora heterogama*) and the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on sweet passion fruit (*Passiflora alata*). **Braz Arch Biol Technol**, v. 53, p. 801–809. 2010.

ARAÚJO, F.P. *et al.* **Cultivo de *Passiflora cincinnata* Mast. cv. BRS Sertão Forte**. 1. Ed. Petrolina, PE. EMBRAPA. Abril, 2019a. 12 p.

ARAÚJO, A.J.B. *et al.* Caracterização físico-química e perfil lipídico da semente de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). **Cad Pesq Cie Inov**, v. 2, p. 14–22. 2019b.

BERNACCI, L.C. *et al.* *Passiflora* in **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB12506>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRAGA, M.F. *et al.* *Passiflora* spp. Maracujá-do-cerrado VIEIRA, R. F. *et al.* (EDS.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - Região Centro-Oeste**. Brasília, DF: MMA, Ministério do Meio Ambiente, 2017. Cap. 5, p. 272–279.

BRUNDRETT, M.C.; TEDERSOO, L. Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. **New Phytol**, v. 220, p. 1108–1115. 2018.

CAVALCANTE, U.M.T. *et al.* Mycorrhizal dependency of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Fruits**, v. 56, p. 317–324. 2001a.

CAVALCANTE, U.M.T. *et al.* Respostas fisiológicas em mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e submetidas a estresse hídrico. **Acta Bot Bras**, v. 15, p. 379–390. 2001b.

CAVALCANTE, U.M.T. *et al.* Efeito de fungos micorrízicos arbusculares, da adubação fosfatada e da esterilização do solo no crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Rev Bras Cienc Solo**, v. 26, p. 1099–1106. 2002.

CHOI, J. *et al.* Mechanisms underlying establishment of arbuscular mycorrhizal symbioses. **Annu Rev**

Phytopathol, v. 56, p. 135–160. 2018.

COSTA, C.F. *et al.* Potential use of passion fruit (*Passiflora cincinnata*) as a biopreservative in the production of coalho cheese, a traditional Brazilian cheese. **J Dairy Sci**, v. 103, p. 3082–3087. 2020.

D'ABADIA, A.C.A. *et al.* Physical-chemical and chemical characterization of *Passiflora cincinnata* Mast. fruits conducted in vertical shoot positioned trellis and horizontal trellises system. **Rev Bras Frutic**, v. 41, p. e452, 2019.

FONSECA, L.R. *et al.* Herbal medicinal products from *Passiflora* for anxiety: an unexploited potential. **Sci World J**, v. 2020, p. 1–18. 2020.

GAO, W.Q. *et al.* Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) enhanced the growth, yield, fiber quality and phosphorus regulation in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Sci Rep**, v. 10, p. 2084, 2020.

GAZOLA, A.C. *et al.* The sedative activity of flavonoids from *Passiflora quadrangularis* is mediated through the GABAergic pathway. **Biomed Pharmacother**, v. 100, p. 388–393. 2018.

HE, X. *et al.* *Passiflora edulis*: An insight into current researches on phytochemistry and pharmacology. **Front Pharmacol**, v. 11, p. 617. 2020.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal – Culturas temporárias e permanentes**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 2020. Acessado em 03 de abril de 2021.

LAVOR, É.M. *et al.* Ethanolic extract of the aerial parts of *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae) reduces nociceptive and inflammatory events in mice. **Phytomedicine**, v. 47, p. 58–68. 2018.

LEAL, A.E.B.P. *et al.* Determination of phenolic compounds, *in vitro* antioxidant activity and characterization of secondary metabolites in different parts of *Passiflora cincinnata* by HPLC-DAD-MS/MS analysis. **Nat Prod Res**, v. 34, p. 995–1001. 2020.

LOPES, R.M. *et al.* Estudo comparativo do perfil de ácidos graxos em semente de *Passifloras* nativas do cerrado brasileiro. **Rev Bras Frutic**, v. 32, p. 498–506. 2010.

MUNIZ, B.C. *et al.* *Acaulospora longula* Spain & N.C. Schenck: A low-cost bioinspiration to optimize phenolics and saponins production in *Passiflora alata* Curtis. **Ind Crops Prod**, v. 167, p. 113498. 2021.

NOVAIS JÚNIOR, M.M. *et al.* Desenvolvimento de geleia de maracujá do mato (*Passiflora Cincinnata*): caracterização microbiológica, física, química e estudo da estabilidade. **Braz J Dev**, v. 6, p. 43403–43414, 2020.

OLIVEIRA, M.S. *et al.* Arbuscular mycorrhizal fungi and vermicompost maximize the production of foliar biomolecules in *Passiflora alata* Curtis. seedlings. **J Sci Food Agr**, v. 95, p. 522–528. 2015a.

OLIVEIRA, M.S. *et al.* Vermicompost and arbuscular mycorrhizal fungi: An alternative to increase foliar orientin and vitexin-2-O-ramnoside synthesis in *Passiflora alata* Curtis seedlings. **Ind Crops Prod**, v. 77, p. 754–757. 2015b.

OLIVEIRA, D.R. *et al.* Flavones-bound in benzodiazepine site on GABA A receptor: Concomitant

anxiolytic-like and cognitive-enhancing effects produced by Isovitexin and 6-C-glycoside-Diosmetin. **Eur J Pharmacol**, v. 831, p. 77–86. 2018.

OLIVEIRA, P.T.F. *et al.* Production of biomolecules of interest to the anxiolytic herbal medicine industry in yellow passionfruit leaves (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) promoted by mycorrhizal inoculation. **J Sci Food Agr**, v. 99, p. 3716–3720. 2019.

OLIVEIRA, P.T.F. *et al.* Use of mycorrhizal fungi releases the application of organic fertilizers to increase the production of leaf vitexin in yellow passion fruit. **J Sci Food Agric**, v. 100, p. 1816–1821. 2020a.

OLIVEIRA, D.D. *et al.* Vitexin possesses anticonvulsant and anxiolytic-like effects in murine animal models. **Front Pharmacol**, v. 11, p. 1181. 2020b.

RATTANAWIWATPONG, P. *et al.* Anti-aging and brightening effects of a topical treatment containing vitamin C, vitamin E, and raspberry leaf cell culture extract: A split-face, randomized controlled trial. **J Cosmet Dermatol**, v. 19, p. 671–676. 2020.

RIBEIRO, D.N. *et al.* Extraction of passion fruit (*Passiflora cincinnata* Mast.) pulp oil using pressurized ethanol and ultrasound: Antioxidant activity and kinetics. **J Supercrit Fluid**, v. 165, p. 104944. 2020.

RITER NETTO, A.F. *et al.* Efeito de fungos micorrízicos arbusculares na bioprodução de fenóis totais e no crescimento de *Passiflora alata* Curtis. **Rev Bra PI Med**, v. 16, p. 1–9. 2014.

SAINI, R.K.; KEUM, Y.S. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance - A review. **Life Sci**, v. 203, p. 255–267. 2018.

SANTOS, C.H.B. *et al.* Porta-enxertos e fixadores de enxerto para enxertia hipocotiledonar de maracujazeiro azedo. **Ciênc Rural**, v. 46, p. 30–35. 2016.

SANTOS, T.B. *et al.* Phytochemical compounds and antioxidant activity of the pulp of two brazilian passion fruit species: *Passiflora cincinnata* Mast. and *Passiflora edulis* Sims. **Int J Fruit Sci**, v. 21, n. 1, p. 255–269. 2021a.

SANTOS, R.T.S. *et al.* Physicochemical characterization, bioactive compounds, in vitro antioxidant activity, sensory profile and consumer acceptability of fermented alcoholic beverage obtained from Caatinga passion fruit (*Passiflora cincinnata* Mast.). **LWT**, p. 111714. 2021b.

SANTOS, O.V. *et al.* Utilization of agroindustrial residue from passion fruit (*Passiflora edulis*) seeds as a source of fatty acids and bioactive substances. **Food Sci Technol**, v. 41, p. 218–225. 2021c.

SIEBRA, A.L.A. *et al.* Potentiation of antibiotic activity by *Passiflora cincinnata* Mast. front of strains *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. **Saudi J Biol Sci**, v. 25, p. 37–43. 2018.

SOUZA, G.S. *et al.* Physicochemical quality, bioactive compounds and *in vitro* antioxidant activity of a new variety of passion fruit cv. BRS Sertão Forte (*Passiflora cincinnata* Mast.) from Brazilian Semiarid region. **Sci Hort**, v. 272, p. 109595. 2020.

TAKAM, P.N. *et al.* *Passiflora edulis* seed oil from west Cameroon: Chemical characterization and assessment of its hypolipidemic effect in high-fat diet-induced rats. **Food Sci Nutr**, v. 7, p. 3751–3758. 2019.

WANG, C. *et al.* Cycloartane triterpenoid saponins from water soluble of *Passiflora edulis* Sims and their antidepressant-like effects. **J Ethnopharmacol**, v. 148, p. 812–817. 2013.

WONDRACEK, D.C. *et al.* Influência da saponificação na determinação de carotenoides em maracujás do cerrado. **Quím Nova**, v. 35, p. 180–184, 2012a.





WONDRACEK, D.C. *et al.* Composição de carotenoides em *Passifloras* do cerrado. **Rev Bras Frutic**, v. 33, p. 1222–1228 2012b.

WOSCH, L. *et al.* Comparative study of *Passiflora* taxa leaves: II. A chromatographic profile. **Rev Bras Farmacogn**, v. 27, p. 40–49. 2017.

ZEB, A. Concept, mechanism, and applications of phenolic antioxidants in foods. **J Food Biochem**, v. 44, p. 13394. 2020.

SOBRE O ORGANIZADOR

FÁBIO SÉRGIO BARBOSA DA SILVA - é Bacharel em Ciências Biológicas (Universidade Federal de Pernambuco - UFPE), com Doutorado em Biologia de Fungos (UFPE), Pós-Doutorado em Microbiologia Aplicada (UFPE) e Livre-Docente pela Universidade de Pernambuco (UPE). É Professor Associado da UPE, atuando como docente permanente no Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular Aplicada - níveis mestrado e doutorado - e no Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas (Instituto de Ciências Biológicas – ICB/UPE). Membro da Câmara de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação da UPE, desde 2011. Coordenador do Laboratório de Análises, Pesquisas e Estudos em Micorrizas (LAPEM/UPE), desde 2014 e Líder do Grupo de Pesquisa em Fungos de Importância Biotecnológica, desde 2008. Editor Associado Convidado da *Frontiers in Plant Science* e revisor de periódicos e de livros de editoras internacionais e nacionais. Dentre outras funções, atuou na UPE como: 1) Vice-Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular Aplicada - UPE, 2) Coordenador Setorial de Pós-Graduação e Pesquisa do Instituto de Ciências Biológicas e do *Campus* Petrolina, 3) Membro da Comissão Central de Dedicção Exclusiva da Reitoria e 4) Coordenador do Laboratório de Enzimologia e Fitoquímica Aplicada à Micologia - LEFAM/UPE (2008-2014). Coordenou projetos financiados pelo CNPq (Universal) e FACEPE e participou da equipe de projetos em rede (CT-AGRO, FINEP e Pró-Equipamentos/CAPES). Participa da Rede PASSITEC - Desenvolvimento Tecnológico para Uso Funcional das Passifloras Silvestres. Tem experiência nas áreas de Botânica e Micologia Aplicadas, atuando principalmente nos seguintes temas: fungos micorrízicos arbusculares, eficiência micorrízica, fitoquímica de plantas micorrizadas e Proteínas do Solo Relacionadas à Glomalina (PSRG).

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Potencial da Tecnologia Micorrízica

em **Maracujazeiros**



🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Potencial da Tecnologia Micorrízica

em **Maracujazeiros**

