

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
Prof^o Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^o Dr^a 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
Prof^o Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^o Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^o Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^o Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^o Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^o Dr^a 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
Prof^o Dr^a 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
Prof^o Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^o Dr^a Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^o Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^o Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
Prof^o Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^o Dr^a 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
Prof^o Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^o Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^o Dr^a Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
Prof^o Dr^a Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Prof^o Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^o Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^a Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



Potencial da tecnologia micorrízica em maracujazeiros

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy 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



Atena
Editora
Ano 2022

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 4

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

Brena Coutinho Muniz

Laboratório de Análises, Pesquisas e Estudos em Micorrizas – LAPEM e Programa de Pós-graduação em Biologia Celular e Molecular Aplicada, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco Recife – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/8929526919264019>

Fábio Sérgio Barbosa da Silva

Laboratório de Análises, Pesquisas e Estudos em Micorrizas – LAPEM e Programa de Pós-graduação em Biologia Celular e Molecular Aplicada, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco Recife – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/1170471698880208>

RESUMO: Assim como outras espécies de maracujazeiros, *Passiflora setacea* DC produz metabólitos importantes que podem agregar valor aos frutos, às sementes e às folhas. Essa espécie é resistente a fitopatógenos, o que pode facilitar o cultivo para destinação dos frutos e das folhas às indústrias de cosméticos e de fitomedicamentos.

Uma alternativa para viabilizar o cultivo comercial de *P. setacea* é a tecnologia micorrízica, que pode potencializar a produção de compostos e o crescimento de maracujazeiros. Dessa forma, neste capítulo serão abordados o potencial econômico e os benefícios da micorrização em *P. setacea*.

PALAVRAS-CHAVE: Fitoquímica; fungos micorrízicos arbusculares; maracujazeiro.

PASSIFLORA SETACEA DC: PRODUCTION OF SECONDARY METABOLITES OF MEDICINAL INTEREST AND MYCORRHIZAL EFFICIENCY

ABSTRACT: As well as other passion fruit species, *Passiflora setacea* DC produces important metabolites that can add value to fruits, seeds and leaves. This species is resistant to phytopathogens, which can facilitate the cultivation for the destination of fruits and leaves to the cosmetic and phytomedicine industries. An alternative to make the commercial cultivation of *P. setacea* viable is the mycorrhizal technology, which can enhance the production of compounds and the growth of passion fruit. Thus, in this chapter the economic potential and benefits of mycorrhization in *P. setacea* will be addressed.

KEYWORDS: Phytochemistry; arbuscular mycorrhizal fungi; passion fruit.

1 | INTRODUÇÃO

Passiflora setacea DC é uma espécie conhecida por maracujá-sururuca, maracujá-do-Cerrado ou maracujá-do-sono, que ocorre em nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste,

sendo uma das espécies de *Passiflora* endêmicas do Brasil (Bernacci *et al.* 2020).

Apesar de ser uma espécie promissora, por possuir maior resistência à seca, a patógenos causadores de antracnose, de verrugose, de septoriose e à virose do endurecimento do fruto (Vieira *et al.* 2018), o cultivo dessa planta representa menos que 5 % dos plantios de *Passiflora* no Brasil; aproximadamente, 90 % da área plantada é representada por *Passiflora edulis* Sims, e a outra parte se divide entre cultivares de *Passiflora alata* Curtis e de alguns maracujazeiros silvestres (Faleiro *et al.* 2005; 2019).

Com destaque, o fruto é a principal parte vegetal comercializada dos maracujazeiros. Dessa forma, tal órgão de *P. setacea* podem agradar ao público devido às características organolépticas (Costa *et al.* 2015); além disso, concentram compostos funcionais importantes (Wondracek *et al.* 2012 a,b; Ribeiro *et al.* 2014; Carvalho *et al.* 2018).

Adicionalmente, os metabólitos produzidos nas folhas conferem efeitos medicinais em maracujazeiros (Klein *et al.* 2014), que são utilizados para formulação de fitomedicamentos ansiolíticos (Fonseca *et al.* 2020). Dessa forma, as folhas do maracujá-do-sono produzem compostos secundários com propriedades antioxidantes (Klein *et al.* 2014; Pineli *et al.* 2015) e ansiolíticas, como a vitexina (Wosch *et al.* 2017; Rosa *et al.* 2021).

Visando aumentar o interesse comercial de *P. setacea* são desenvolvidas alternativas, como o desenvolvimento de cultivares, o melhoramento genético (Embrapa 2013) e a cultura de tecidos (Ozarowski e Thiema 2013). Além dessas estratégias, o uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) pode ser uma opção promissora, uma vez que o processo de inoculação é de baixo custo (Silva e Silva 2020). Esses fungos formam simbiose com maracujazeiros (Silva *et al.* 2015) e podem favorecer a absorção de nutrientes do solo, em troca de carboidratos, modulando a biossíntese de metabólitos que promovem atividade antioxidante (Kaur e Suseela 2020). Nesse sentido, os benefícios da micorrização na produção de metabólitos foram documentados em outras espécies de maracujazeiros (Oliveira *et al.* 2015; 2020a). Entretanto, para *P. setacea*, foi observada apenas melhoria no *status* fisiológico em mudas micorrizadas (Silva *et al.* 2015).

Considerando que os frutos e as folhas produzem biomoléculas importantes para o comércio, com valor alto agregado, neste capítulo será abordada a possibilidade da inoculação de FMA para otimizar o crescimento e a produção de metabólitos presentes no maracujazeiro-do-sono.

2 | IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DE *PASSIFLORA SETACEA* DC

Os órgãos de *P. setacea*, como as flores, os frutos e as folhas, podem ser aproveitados nos segmentos das indústrias de ornamentação, cosmética, alimentícia e de fitomedicamentos (Figura 1). Essas aplicações serão descritas a seguir.



Elementos retirados do Canva.com

Figura 1. Compostos biossintetizados em *Passiflora setacea* DC. (Wondracek *et al.* 2012 a,b; Ribeiro *et al.* 2014; Santana *et al.* 2015; Pineli *et al.* 2015; Wosch *et al.* 2017; Carvalho *et al.* 2018; Rosa *et al.* 2021).

O maracujazeiro-do-sono pode ser utilizado para fins ornamentais (Embrapa 2013) e possui a vantagem nesse ramo, pois floresce o ano inteiro (Ataíde *et al.* 2012). No entanto, ainda há poucos estudos sobre o potencial medicinal dessa parte vegetal, comparado aos frutos, às folhas e às sementes.

Por outro lado, a polpa de *P. setacea* representa cerca de 35 % da massa total do fruto, com propriedades organolépticas que a diferencia de outras cultivares comerciais (Costa *et al.* 2015). Desse modo, as pesquisas realizadas com os frutos de *P. setacea* compõem uma gama de informações, apesar de poucos artigos terem sido publicados sobre a fitoquímica dessa espécie (Figura 1) (Wondracek *et al.* 2012a,b; Ribeiro *et al.* 2014; Carvalho *et al.* 2018).

O teor de carotenoides é uma característica importante na maturação dos frutos (Ma *et al.* 2018); com isso, a quantificação e a extração desses compostos foram um dos primeiros dados a serem publicados. Nesse sentido, Wondracek *et al.* (2012 a,b), ao quantificar e identificar os carotenoides em polpas de *Passiflora*, dentre elas a do maracujá-do-sono, verificaram que além de concentrar β -carotenos, são fontes de vitamina A, sendo os teores superiores aos obtidos em *Passiflora cincinnata* Mast., que ocorre no mesmo bioma.

Além de ser uma fonte de carotenoides, Ribeiro *et al.* (2014) verificaram que as polpas de *P. setacea* concentram 29,61 mg de ácido ascórbico/100 mL de polpa, o que agrega valor ao produto, por ser um composto antioxidante e por potencializar a formação do colágeno (Maione-Silva *et al.* 2019). Dessa maneira, o consumo de vitaminas traz benefícios para a saúde humana, considerando seu papel como regulador para o sistema imune, como abordado em revisão por Huang *et al.* (2018). Além disso, o composto

oxidado da vitamina A, a tretinoína, é amplamente utilizado na formulação de produtos para tratamento de acne e redução de linhas de expressão (Ochsendorf 2015) e ação epitelizante (McDaniel *et al.* 2017).

Dando continuidade ao estudo dos frutos de *P. setacea*, Carvalho *et al.* (2018) verificaram que as polpas do maracujá-do-sono são fontes de compostos fenólicos e de taninos condensados (proantocianidinas). Além disso, a biossíntese desses metabólitos pode variar de acordo com o método de cultivo, considerando que a maior produção de fenólicos foi obtida em maracujazeiros cultivados em espaldeiras durante a estação chuvosa. Tal resultado pode auxiliar a direcionar estudos que visem otimizar a produção de biomoléculas nessa planta.

Em relação às sementes do maracujazeiro-do-sono, apesar de ainda pouco exploradas, apresentam um conjunto de compostos de importância medicinal. Dessa forma, são fonte de ácidos graxos, tendo a produção de ácido linoleico similar a outros maracujazeiros (Santana *et al.* 2015). Tal composto é essencial para a saúde humana, pois é necessária uma fonte de alimento para obtenção desse bioativo (Sainir e Keum 2018).

As sementes da *P. setacea* também são fontes de δ -tocoferol, vitamina de alta ação antioxidante e utilizada na prevenção da osteoartrite, como abordado em revisão de Chin e Ima-Nirwana (2018), o que é relevante para a medicina; nesse sentido, a concentração obtida por Santana *et al.* (2015) (201,93 mg/100 g) é superior a outras plantas conhecidas por produzirem tal vitamina, como o girassol (4,9 mg/Kg) (Aksoz *et al.* 2020).

É válido destacar que essas sementes também concentram compostos secundários, como carotenoides e fenólicos, em quantidades superiores às produções reportadas para cultivares de *P. edulis* e de *P. alata* (Santana *et al.* 2015). Somado a isso, também apresentaram maior atividade antioxidante, o que é atrativo à indústria de cosméticos que utilizam sementes de *Passiflora* na composição de cremes (Proaño *et al.* 2020). Tal potencial foi reportado para sementes do maracujazeiro-roxo, devido à presença de compostos fenólicos e à capacidade de ligação com enzimas relacionadas ao envelhecimento epitelial (Yepes *et al.* 2021). Além disso, esses compostos têm efeito antibacteriano, como observado por Jusuf *et al.* (2020), em que o extrato de sementes da *P. edulis* inibiu o crescimento de *Propionibacterium acnes*. Dessa forma, as sementes do maracujá-do-sono apresentam potencial para utilização nas formulações de cosméticos e também na indústria alimentícia, por serem fontes de ácidos graxos, tocoferóis e compostos secundários e pelas propriedades antioxidantes dos extratos metanólicos (Santana *et al.* 2015).

Outro órgão do maracujazeiro-do-sono pouco estudado são as folhas. Estas podem ser consumidas como chá, pois segundo Pineli *et al.* (2015) possuem odor e sabor similar a outras infusões comercializadas. Tal característica atribui valor à fitomassa para o comércio de suas folhas à indústria de bebidas, considerando que, além serem bem aceitas pelo público, são ricas em compostos fenólicos com ação antioxidante (Pineli *et al.* 2015).

Apesar da importância, poucos estudos foram direcionados à fitoquímica de *P.*

setacea. Pineli *et al.* (2015) testaram dois tipos de extratos, hidroalcolólico e aquoso, sendo o último também utilizado para análises sensoriais e de aceitação por consumidores. Dessa forma, verificaram que, além de concentrar compostos antioxidantes, bebidas formuladas com *P. setacea* são mais aceitas por consumidores, em comparação com outras espécies de maracujazeiros comerciais testados. Em outras publicações, foram documentadas a produção de flavonoides-C-glicosídeos (Wosch *et al.* 2017; Rosa *et al.* 2021), compostos fenólicos relacionados com a ação ansiolítica (Oliveira *et al.* 2020b). Nesse sentido, Wosch *et al.* (2017), por cromatografia, verificaram que, assim como outras espécies de *Passiflora*, o maracujazeiro-do-sono produz isovitexina e isoorientina.

Nesse âmbito, Rosa *et al.* (2021) verificaram que, nos extratos foliares de *P. setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado, foram produzidos 36,64 µg/mL de vitexina, concentração superior ao extrato de *P. alata*, que é utilizado na formulação de fitomedicamentos ansiolíticos (Fonseca *et al.* 2020). No entanto, as folhas de *P. setacea* ainda são pouco estudadas sob o prisma fitoquímico.

Considerando o exposto, são necessárias mais pesquisas que verifiquem a produção de biomoléculas, pois poucos artigos científicos relacionados à fitoquímica das folhas do maracujazeiro-do-sono foram publicados até o momento. Além disso, é relevante verificar as atividades medicinais que são comuns ao gênero *Passiflora*, mas que ainda não foram estabelecidas para esta espécie, como as ações ansiolítica (He *et al.* 2020) e antidepressiva (Wang *et al.* 2013). É importante esclarecer se a aplicação de ideótipos micorrízicos pode otimizar a produção de biomoléculas em *P. setacea*, como recomendado por Avio *et al.* (2018).

3 | TECNOLOGIA MICORRÍZICA NO MARACUJAZEIRO-DO-SONO

A simbiose com FMA promove benefícios no crescimento de maracujazeiros azedo e doce, quando inoculantes selecionados são aplicados (Cavalcante *et al.* 2002; Anjos *et al.* 2005). No maracujazeiro-do-sono, o único estudo com FMA foi conduzido por Silva *et al.* (2015); nesse trabalho, a inoculação com *Claroideoglomus etunicatum* W.N. Becker & Gerd. aumentou o crescimento e reduziu o tempo de transplantio das mudas para o campo, pois atingiram 30 cm em 60 dias (Silva *et al.* 2015). Além disso, a inoculação com o FMA dispensou a necessidade de adubação para otimizar o crescimento, avaliado pela matéria fresca e seca, número de folhas e altura das plantas. Como esperado, a taxa de colonização aumentou a absorção de macronutrientes e de micronutrientes. Nesse caso, os FMA promoveram maior absorção do Fósforo, quando comparado às plantas cultivadas em substrato adubado com fosfato. Isso, segundo os autores, torna o cultivo dessa espécie mais sustentável.

É importante salientar que além da maximização do *status* nutricional, a micorrização pode proporcionar regulações moleculares e promover outros benefícios ao vegetal, como

maior produção de terpenos, documentada por Sharma *et al.* (2017); nesse estudo, os autores apontaram a maior absorção de fósforo (P), em plantas micorrizadas, como fator relevante.

No entanto, para maracujazeiros, os benefícios da inoculação com FMA, para aumento na concentração de biomoléculas, foram documentados apenas para *P. edulis* e *P. alata*, como por exemplo os estudos de Oliveira *et al.* (2015; 2020a). Portanto, é importante conduzir ensaios com outras Passifloraceae, com *P. setacea*, que apresenta potencial para integrar o elenco de espécies que podem ser utilizadas na formulação de fitomedicamentos ansiolíticos e beneficiadas pela micorrização.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como discutido, pesquisas que visem explorar o potencial econômico e a fitoquímica de *P. setacea*, ainda são escassas. Entretanto, é evidente a relevância da fitomassa dessa espécie para as indústrias alimentícias, cosméticas e de medicamentos. Tal aspecto se dá pela produção de vitaminas, de metabólitos secundários e a atividade antioxidante presente nas folhas, nos frutos e nas sementes (Wondracek *et al.* 2012 a,b; Ribeiro *et al.* 2014; Santana *et al.* 2015; Pineli *et al.* 2015; Wosch *et al.* 2017; Carvalho *et al.* 2018; Rosa *et al.* 2021). Com isso, o maracujazeiro-do-sono pode se tornar uma alternativa promissora para ampliar o cultivo de maracujazeiros, uma vez que possui cultivares resistentes e apresenta produção de metabólitos importantes para as aplicações comerciais.

É preciso explorar as propriedades medicinais relacionadas a *P. setacea*, além de testar se a aplicação de FMA é relevante para otimizar a produção de biomoléculas com potencial medicinal, considerando que tal benefício foi apenas documentado para os maracujazeiros doce e azedo.

REFERÊNCIAS

AKSOZ, E. *et al.* Vitamin E (α -, β + γ - and δ -tocopherol) levels in plant oils. **Flavour Frag J**, v. 35, p. 504-510. 2020.

ANJOS, E.C.T. *et al.* Produção de mudas de maracujazeiro-doce micorrizadas em solo desinfestado e adubado com fósforo. **Pesq Agropecu Bras**, v. 40, p. 345-351, 2005.

ATAÍDE, E.M.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. Flowering and fructification of wild passion fruit *Passiflora setacea* D.C. grown in Jaboticabal, SP. **Rev Bras Frutic**, v. 34, p. 377-381. 2012.

AVIO, L. *et al.* Designing the ideotype mycorrhizal symbionts for the production of healthy food. **Front Plant Sci**, v. 9, p. 1089-1107, 2018.

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: 08 mai. 2021.

CARVALHO, M.V.O. *et al.* Effect of training system and climate conditions on phytochemicals of *Passiflora setacea*, a wild *Passiflora* from Brazilian savannah. **Food Chem**, v. 266, p. 350-358. 2018.

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 Ci Solo**, v. 26, p.1099-1106. 2002.

CHIN, K.Y.; IMA-NIRWANA, S. The role of vitamin in preventing and treating osteoarthritis – A review of the current evidence. **Front Pharmacol**, v. 9, p. 946. 2018.

COSTA, A.M. *et al.* Produção de mudas de maracujazeiro silvestre (*Passiflora setacea*). **Embrapa**, Comunicado técnico 276. 2015.

EMBRAPA. Cultivar o maracujá silvestre BRS Pérola do Cerrado será lançada nesta sexta-feira. 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1492404/cultivar-de-maracuja-silvestre-brs-perola-do-cerrado-sera-lancada-nesta-sexta-feira>> Acesso em: 08 junho 2021.

FALEIRO, F.G. *et al.* **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina- DF: Embrapa Cerrado. 2005. 677p.

FALEIRO, F.G. *et al.* Banco de germoplasma de *Passiflora* L. ‘Flor da Paixão’ no portal alelo recursos genéticos. Brasília-DF: **Embrapa**. 2019. 86p.

FONSECA, LR. *et al.* Herbal medicinal products from *Passiflora* for anxiety: An unexploited potential. **Sci World J**, v. 2020, p. 1-18, 2020.

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

HUANG, Z. *et al.* Role of vitamin a in the immune system. **J Clin Med**, v. 7, p. 258. 2018.

JUSUF, N.K *et al.* Antibacterial activity of passion fruit purple variant (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*) seeds extract against *Propionibacterium acnes*. **Clin Cosmet Investig Dermatol**, v. 13, p. 99-104, 2020.

KAUR, S.; SUSEELA, V. Unraveling arbuscular mycorrhiza-induced changes in plant primary and secondary metabolome sukhmanpreet. **Metabolites**, v. 10, p. 335-365, 2020.

KLEIN, N. *et al.* Assessment of sedative effects of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* and *Passiflora alata* extracts in mice, measured by telemetry. **Phytother Res**, v. 28, p. 706-713, 2014.

MA, X. *et al.* Carotenoid accumulation and expression of carotenoid biosynthesis genes in mango flesh during fruit development and ripening. **Sci Hortic**, v. 237, p. 201-206. 2018.

MAIONE-SILVA, L. *et al.* Ascorbic acid encapsulated into negatively charged liposomes exhibits increased skin permeation, retention and enhances collagen synthesis by fibroblasts. **Sci Rep**, v. 9, p. 522. 2019.

- MCDANIEL, D.H. *et al.* Efficacy and tolerability of a double-conjugated retinoid cream vs 1.0% retinol cream or 0.025% tretinoin cream in subjects with mild to severe photoaging. **J Cosmet Dermatol**, v. 16, p. 542-548. 2017.
- OCHSENDORF, F. Clindamycin phosphate 1.2% / tretinoin 0.025%: a novel fixed-dose combination treatment for acne vulgaris. **J Eur Acad Dermatol Venereol**, v. 29, p. 8-13. 2015.
- OLIVEIRA, M.S.; CAMPOS, M.A.S.; SILVA, F.S.B. Arbuscular mycorrhizal fungi and vermicompost maximize the production of foliar biomolecules in *Passiflora alata* Curtis. **J Sci Food Agric**, v. 95, p. 522-528, 2015a.
- 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 Agric**, v. 99, p. 3716-3720, 2020a.
- OLIVEIRA, D.D. *et al.* Vitexin possesses anticonvulsant and anxiolytic-Like effects in murine animal models. **Front Pharmacol**, v. 11, p. 1181, 11 ago. 2020b.
- OZAROWSKI, M; THIEMA, B. Progress in micropropagation of *Passiflora* spp. to produce medicinal plants: a mini-review. **Rev Bras Farmacogn**, v. 23, p. 937-947, 2013.
- PINELI, L.L. *et al.* Antioxidants and sensory properties of the infusions of wild *Passiflora* from Brazilian savannah: potential as functional beverages. **J Sci Food Agric**, v. 95, p. 1500-1506, 2015.
- PROAÑO, J. *et al.* Aceite de maracuyá (*Passiflora edulis*): Aprovechamiento de las semillas en productos cosméticos. **Enfoque UTE**, v. 11, p. 119-129. 2020.
- RIBEIRO, D.P *et al.* Teor de carotenoides e características pós-colheita de frutos de *Passiflora setacea* D.C. **Rev Iber Tecnol Postcosecha**, v. 15, p. 145-152. 2014.
- ROSA, L.C. *et al.* Development and validation of a new method to quantify vitexin-2-O-rhamnoside on *Passiflora* L. extracts. **J Med Plant Res**, v. 15, p. 45-55. 2021.
- SAINIR, 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.
- SANTANA, F.C. *et al.* Chemical composition and antioxidant capacity of brazilian *Passiflora* seed oils: Brazilian *Passiflora* seed oil. **J Food Sci**, v. 80, p. 2647-2654. 2015.
- SHARMA, E.; ANAND, G.; KAPOOR, R. Terpenoids in plant and arbuscular mycorrhiza-reinforced defense against herbivorous insects. **Ann Bot**, v. 119, p. 791–801, 2017.
- SILVA, E.M. *et al.* Response of *Passiflora setacea* to mycorrhization and phosphate fertilization in a semiarid region of Brazil. **J Plant Nutr**, v. 38, p. 431–442, 2015.
- SILVA, F.S.B.; SILVA, F.A. A low-cost alternative, using mycorrhiza and organic fertilizer, to optimize the production of foliar bioactive compounds in pomegranates. **J Appl Microbiol**, v. 128, p. 513–517, 2020.

VIEIRA, M.F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste. Brasília-DF: **Ministério do Meio Ambiente**. 2018. 1160p.

WANG, C. *et al.* Cycloartane triterpenoid saponins from water soluble of *Passiflora edulis* Sims and their antidepressant-like effects. **J Ethnopharm**, 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, n. 4, p. 1222–1228, dez. 2012b.

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

YEPES, A. *et al.* Purple passion fruit seeds (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims) as a promising source of skin anti-aging agents: Enzymatic, antioxidant and multi-level computational studies. **Arab J Chem**, v. 14, p. 102905. 2021.

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @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**

