

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. Cirêno 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 2

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

Data de aceite: 01/02/2022

Data de submissão: 03/01/22

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: As folhas da *Passiflora edulis* Sims (maracujazeiro-azedo) possuem atividades ansiolítica, sedativa, antidepressiva e antioxidante. Tais benefícios são atribuídos aos metabólitos secundários na fitomassa, que são sintetizados em baixas concentrações. Uma alternativa para otimizar a produção desses compostos é a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Esses microrganismos são conhecidos por promover benefícios em *P. edulis*, desde o crescimento ao aumento nos teores de biomoléculas de interesse medicinal. Nesse sentido, esse capítulo reúne estudos da aplicação de FMA, como alternativa sustentável

e de baixo custo, para aumentar a produção de metabólitos secundários, como os fenólicos e os terpênicos, em folhas maracujazeiros azedo.

PALAVRAS-CHAVE: Fungos micorrízicos arbusculares; metabólitos secundários; *Passiflora edulis*.

POTENTIAL OF MYCORRHIZAL TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF FOLIAR COMPOUNDS OF MEDICINAL INTEREST IN SOUR PASSION FRUIT

ABSTRACT: The leaves of *Passiflora edulis* Sims (sour passion fruit) has anxiolytic, sedative, antidepressant, anti-inflammatory and antioxidant activities. Such benefits are attributed to secondary metabolites in the phytomass, which are synthesized in low concentrations. An alternative to optimize the production of these compounds is the inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). These microorganisms are known to promote benefits in *P. edulis*, from growth to increased levels of biomolecules of medicinal interest. This chapter brings together studies on the application of AMF, as a sustainable and low-cost alternative, to increase the production of secondary metabolites, such as phenolics and terpenes, in yellow passion fruit leaves.

KEYWORDS: Arbuscular mycorrhizal fungi; secondary metabolites; *Passiflora edulis*.

1 | INTRODUÇÃO

Espécies de *Passiflora* podem ser utilizadas na produção de fitomedicamentos

ansiolíticos, uma vez que sintetizam compostos secundários, como os flavonoides, relacionados às atividades medicinais (Wosch *et al.* 2017). Nesse sentido, os maracujazeiros, como *Passiflora edulis* Sims, são amplamente cultivados e podem ser aproveitados pelas indústrias farmacêuticas (He *et al.* 2020). Essa variedade de maracujá lidera a produtividade nacional de maracujazeiros, correspondendo a cerca de 41.000 hectares no Brasil, segundo o IBGE (2020). Desse modo, tem grande representatividade na comercialização de frutos dentre as Passifloraceae (Faleiro *et al.* 2019).

No entanto, apesar de possuírem alto valor econômico agregado e figurarem na Farmacopeia Brasileira (Anvisa 2019), o potencial fitoquímico das folhas é pouco explorado comercialmente, considerando que as grandes farmacêuticas utilizam outras espécies na composição dos fitomedicamentos. Com isso, torna-se relevante o desenvolvimento de tecnologias que visem aumentar o interesse pela utilização dessa espécie.

Nesse sentido, uma alternativa é a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA), uma biotecnologia que pode aumentar o crescimento (Cavalcante *et al.* 2002 a,b), a tolerância a estresses biótico e abiótico (Anjos *et al.* 2010; Cavalcante *et al.* 2001b), a absorção de nutrientes minerais (Soares e Martins 2000; Silva *et al.* 2015) e o acúmulo dos metabólitos secundários (Kaur e Suseela 2020) com propriedades medicinais nas plantas; o potencial na produção desses compostos, com a utilização de FMA, foi documentado em alguns estudos com *P. edulis* (Oliveira *et al.* 2019; 2020). Os FMA são simbioses obrigatórios que colonizam raízes; esses formam os arbúsculos, que são os sítios de troca de nutrientes e carboidratos entre os simbioses, e um micélio extrarradicular, capaz de aumentar a área de absorção de minerais do solo (Choi *et al.* 2018).

Considerando esses efeitos benéficos, esse capítulo traz uma revisão sobre a aplicação de FMA em *P. edulis* e a proposta da utilização da biotecnologia micorrízica para reduzir custos do cultivo: uma alternativa atrativa para produtores que podem comercializar, além dos frutos, a fitomassa dessa espécie às indústrias de fitomedicamentos.

2 | **PASSIFLORA EDULIS SIMS**

Passiflora edulis é a espécie de maracujazeiro com a maior produtividade no Brasil. É estimado que seja responsável por cerca 90 % da área de cultivo de *Passiflora* no Brasil (Faleiro *et al.* 2019). Em 2019, segundo o IBGE (2020), a maior produtividade desse maracujazeiro ocorreu na região Nordeste (68,66 %), seguida por 12,74 % no Sudeste, 7,85 % no Sul, 9 % no Norte e 1,75 % no Centro-Oeste. Isso reflete a relevância dessa cultura para os produtores nordestinos.

O potencial comercial dessa espécie ocorreu com a ampliação do mercado consumidor de sucos processados, nas últimas décadas, o que incentivou a produção, devido ao aumento da procura das indústrias pelos frutos (Meletti 2011). Com isso, o cultivo foi intensificado e as tecnologias foram e ainda são desenvolvidas a fim de aumentar o

rendimento das cultivares de maracujazeiro (Morera *et al.* 2018). Por outro lado, as folhas possuem compostos de interesse medicinal (Wosch *et al.* 2017) e essas podem ser vendidas às indústrias de fitomedicamentos, complementando a renda de produtores.

Com a seleção de espécies de *Passiflora* adaptadas às condições regionais do país, verificou-se que o maracujazeiro-azedo é bem cultivado em clima mais quente e com pH do solo levemente ácido (5,0 - 6,0) (Gazel Filho e Nascimento 1998), como no nordeste brasileiro.

3 I PROPRIEDADES BIOLÓGICAS DO MARACUJAZEIRO-AZEDO

Apesar do cultivo ser voltado para o consumo dos frutos, as folhas podem ser utilizadas em fitomedicamentos (He *et al.* 2020). No entanto, na maioria dos fitoterápicos amplamente comercializados são utilizadas as folhas de *Passiflora incarnata* L. (Fonseca *et al.* 2020), espécie exótica do Brasil (Ministério da Saúde 2015).

O maracujazeiro-azedo está elencado na Relação Nacional de Plantas de Interesse para o SUS (RENISUS) (Ministério da Saúde 2009) e na Farmacopeia Brasileira (Anvisa 2019). Por isso, definir métodos de cultivo otimizados é relevante para ampliar a indicação do uso dessa espécie.

As folhas de *P. edulis* produzem compostos fenólicos e terpênicos (Figura 1), que estão associados às atividades terapêuticas. Esses metabólitos conferem ao extrato de maracujazeiros-amarelo ações ansiolíticas (Petry *et al.* 2001; Paris *et al.* 2002; Coleta *et al.* 2006; Deng *et al.* 2010; Ayres *et al.* 2015), sedativa (Klein *et al.* 2014), anti-inflamatória (Zucolotto *et al.* 2009), antidepressiva (Wang *et al.* 2013; Ayres *et al.* 2015), cicatrizante (Soares *et al.* 2020) e antioxidante (Gunathilake *et al.* 2018).

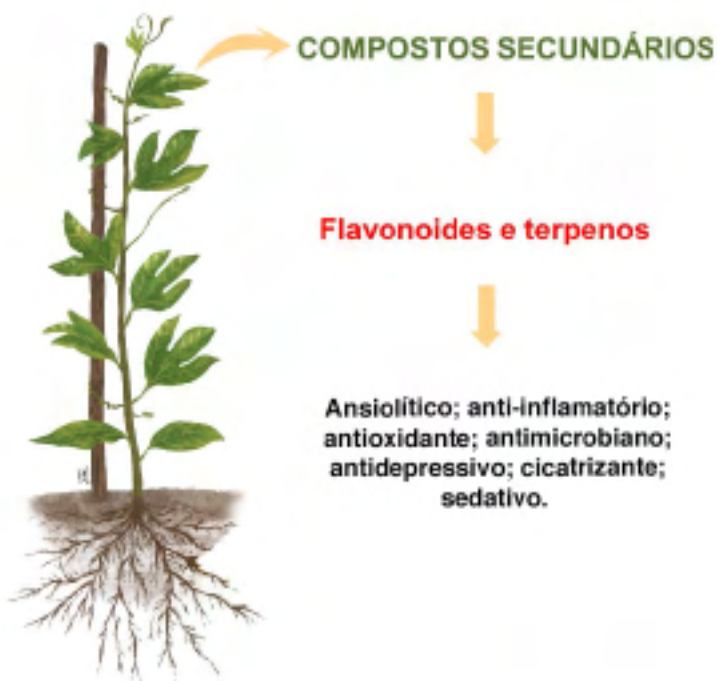


Figura 1. Propriedades medicinais dos compostos presentes de folhas de *Passiflora edulis* Sims (Petry *et al.* 2001; Paris *et al.* 2002; Coleta *et al.* 2006; Zucolotto *et al.* 2009; Deng *et al.* 2010; Wang *et al.* 2013; Klein *et al.* 2014; Ayres *et al.* 2015; Gunathilake *et al.* 2018; Soares *et al.* 2019)

Os flavonoides, na maioria dos estudos de maracujazeiros, estão associados ao efeito medicinal, com destaque para a isoorientina e a vitexina. Tais flavonoides possuem anéis aromáticos, A e B, em sua estrutura química, unidos por um anel heterocíclico oxigenado e ligados a outros radicais (Zucolotto *et al.* 2012); esses conferem variações dentro do grupo dos flavonoides, que têm relação com as atividades biológicas na planta.

Por outro lado, os compostos foliares são produzidos em baixas concentrações, sendo importante desenvolver tecnologias de baixo custo e ambientalmente seguras para aumentar o teor e o rendimento desses metabólitos. No caso do maracujazeiro-azedo, foi relatado por Oliveira *et al.* (2019; 2020) aumento na produção de vitexina, o principal flavonoide com ação ansiolítica, quando *P. edulis* foi inoculada com FMA e cultivada em substrato orgânico.

4 | BIOTECNOLOGIA MICORRÍZICA PARA PRODUÇÃO DE MARACUJAZEIRO-AZEDO

O cultivo de maracujazeiro tem se mantido estável com um ligeiro declínio nos últimos anos (IBGE, 2019), em consequência, principalmente, de problemas fitossanitários associados às viroses (Spadotti *et al.*, 2019) e à fusariose (Preisigke *et al.* 2017). Os

compostos secundários expressos nas plantas é um dos principais mecanismos de defesa natural contra fitopatógenos (Taiz *et al.*, 2017). Portanto, a inoculação de FMA em *P. edulis* pode ser uma alternativa interessante para estimular as defesas naturais da planta e minimizar o uso de agrotóxicos.

Visando otimizar o crescimento *P. edulis*, Soares e Martins (2000) verificaram que a inoculação de FMA aumentou a produção da matéria seca de mudas de maracujazeiros cultivadas em solo esterilizado, reduziu a necessidade de adubação fosfatada e as mudas acumularam mais P e K na parte aérea. Os autores verificaram, também, que a adubação para o cultivo de *P. edulis* pode ser um fator limitante para a utilização de FMA, uma vez que o fósforo (P) é conhecido por atuar como regulador da simbiose micorrízica. Por isso, Cavalcante *et al.* (2001a) avaliaram a dependência micorrízica desta Passifloraceae, frente a diferentes concentrações de P, e os autores a categorizaram com dependente facultativa.

O estudo de Cavalcante *et al.* (2001a) foi o primeiro que observou a eficiência de *Gigaspora albida* N.C. Schenck & G.S. Sm., comparado ao controle e ao isolado de *Dentiscutata heterogama* (T.H. Nicolson & Gerd.) Sieverd., F.A. Souza & Oehl.

Posteriormente, Cavalcante *et al.* (2002a) determinaram a quantidade ideal de inoculante micorrízico para aumentar o crescimento vegetal. Os autores observaram que 300 glomerosporos/planta garantiram maior eficiência micorrízica, com destaque para *G. albida*, *Gigaspora margarita* W.N. Becker & I.R. Hall. e *Claroideoglosum etunicatum* (W. N. Becker & Gerdemann) C. Walker & A. Schussler. Os mesmos isolados foram testados em plantas sob estresse hídrico e, nesse estudo, as mudas inoculadas com *G. albida* tiveram maior tolerância (Cavalcante *et al.* 2001b). Além disso, os fungos selecionados conferiram às mudas maior crescimento e reduziram o tempo de transplante ao campo (Cavalcante *et al.* 2002b). Adicionalmente aos benéficos citados, é relevante destacar a redução na necessidade de aplicação de adubo, seja orgânico (Silveira *et al.* 2003; Oliveira *et al.* 2020) ou fosfatado (Soares e Martins 2000; Cavalcante *et al.* 2001a), para otimizar o crescimento vegetal, quando se aplicou FMA.

Dentre os estudos com *P. edulis* associada a FMA (Figura 2), diversos fungos foram testados para otimizar o crescimento de maracujazeiros, como *Rhizophagus clarus* (T.H. Nicolson & N.C. Schenck) C. Walker & A. Schüßler, *Rhizoglosum fasciculatum* (Thaxt.) Sieverd., G.A. Silva & Oehl, *G. albida*, *G. margarita*, *Acaulospora longula* Spain & N.C. Schenck., *D. heterogama*, *C. etunicatum* e o *Rhizophagus intraradices* (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker & A. Schüßler. Foi observado que, na maioria das situações, o FMA mais eficiente, para maximizar o crescimento de mudas de *P. edulis*, foi *G. albida*. Por outro lado, para otimizar a síntese de compostos foliares, o isolado de *A. longula* foi mais efetivo, em plantas mantidas em telado experimental por 134 dias (Oliveira *et al.* 2019).

Visando estabelecer protocolo agrobiotecnológico para otimizar o anabolismo foliar de *P. edulis*, Oliveira *et al.* (2019) selecionaram o FMA mais eficiente em incrementar a concentração de metabólitos foliares em *P. edulis*. Para isso, essas plantas, na fase de

muda, foram inoculadas com solo-inóculo de *A. longula*, *C. etunicatum* e *G. albida*. Esses fungos promoveram aumento na concentração de fenóis totais, de flavonoides totais, de saponinas totais, de taninos totais, de proantocianidinas totais e de vitexina, sobretudo quando as plantas estavam associadas com *A. longula*. Tais resultados são relevantes, pois a fitomassa comercializada às indústrias de fitomedicamentos ansiolíticos tem maior valor agregado, gerando lucro para os produtores.

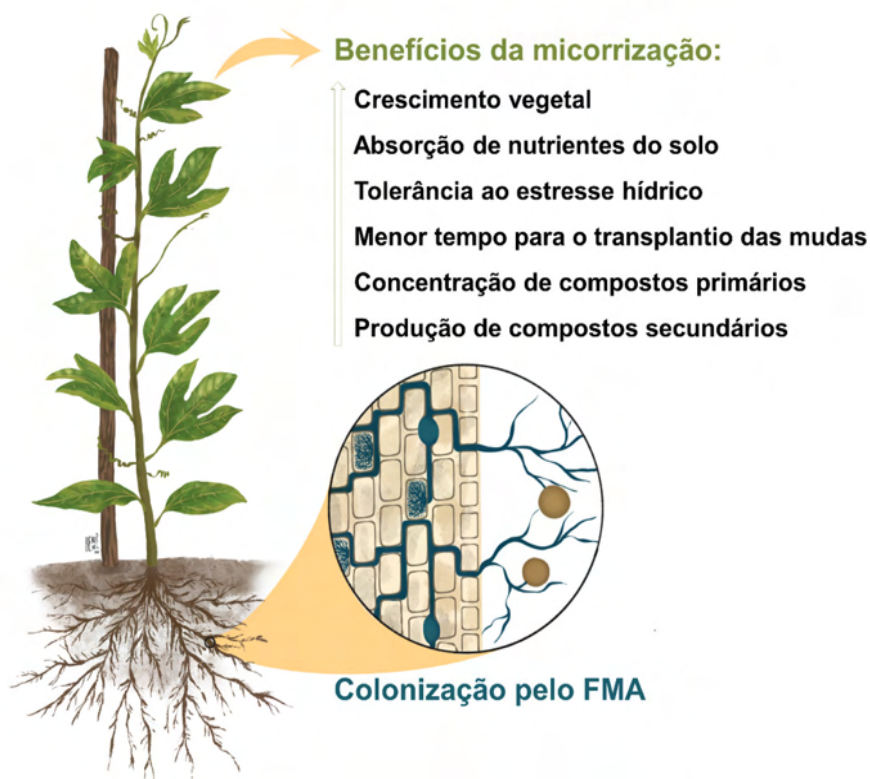


Figura 2. Benefícios da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em *Passiflora edulis* Sims (Soares e Moreira 2000; Cavalcante *et al.* 2001 a,b; 2002 a,b; Soares *et al.* 2005; Oliveira *et al.* 2019; 2020).

No ano seguinte, Oliveira *et al.* (2020) testaram a melhor combinação de *A. longula* e substrato orgânico (vermicomposto e pó de coco) para otimizar a biossíntese de metabólitos secundários em mudas de maracujazeiro-amarelo, e verificaram que para incrementar a produção de vitexina, a inoculação com FMA teve o melhor custo-benefício comparada com a utilização de substrato com pó de coco. Os custos com a adição de resíduos são de R\$ 0,49/planta (Oliveira *et al.* 2020), valor superior à produção de 200 glomerosporos de *A. longula*/planta (Silva e Silva 2020), tornando a adoção do sistema micorrízico viável. O custo de produção é inegavelmente compensado pelo faturamento

com a maior concentração de compostos na fitomassa a ser comercializada à indústria de ansiolíticos. Além disso, outros benefícios da tecnologia micorrízica podem incentivar a utilização desses fungos por produtores de maracujazeiro-amarelo (Figura 2).

5 | CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A inoculação de FMA em *P. edulis* é uma alternativa de baixo custo para incrementar o crescimento e a produção de compostos secundários foliares. No entanto, todos os estudos desenvolvidos até o momento foram em telado experimental; nesse sentido, é necessária a condução de experimentos em campo e com maior tempo de cultivo. Além disso, ensaios da atividade medicinal e de toxicidade dos extratos das plantas micorrizadas devem ser conduzidos; é importante que tais aspectos sejam avaliados antes da indicação do uso de um isolado de FMA em larga escala em cultivos de maracujazeiro-amarelo.

REFERÊNCIAS

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Farmacopeia Brasileira. Brasília-DF: **Ministério da Saúde**. 2019. 736p.

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.

AYRES, A.S.F.S.I. *et al.* Comparative central effects of the aqueous leaf extract of two populations of *Passiflora edulis*. **Rev Bras Farmacogn**, v. 25, p. 499-505. 2015.

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* 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.* Influência da densidade de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Pesqui Agropecu**, v. 37, p. 643-649. 2002a

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 Ciênc Solo**, v. 26, p. 1099-1106. 2002b.

CHOI, J.; SUMMERS, W.; PASZKOWSKI, U. Mechanisms underlying establishment of arbuscular mycorrhizal symbioses. **Annu Rev Phytopathol**, v. 56, p. 7.1–7.26. 2018.

COLETA, M. *et al.* Neuropharmacological evaluation of the putative anxiolytic effects of *Passiflora edulis* Sims, its sub-fractions and flavonoid constituents. **Phytoter Res**, v. 20, p. 1067-1073. 2006.

- DENG, J. *et al.* Anxiolytic and sedative activities of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*. **J. Ethnopharmacol**, v. 128, p. 148-153. 2010.
- FALEIRO, F.G. *et al.* Banco de germoplasma de *Passiflora* L. "Flor da Paixão" no Portal Alelo Recursos Genéticos. Brasília-DF: **Embrapa**. 2019. 86p.
- GAZEL FILHO, A.B.; NASCIMENTO, T.B. Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro (*Passiflora edulis*) no Amapá. Macapá: **Embrapa**, 1998.
- GUNATHILAKE, K.D.P.P.; RANAWEERA, K.K.D.S.; RUPASINGHE, H.P.V. Analysis of rutin, β -carotene, and lutein content and evaluation of antioxidant activities of six edible leaves on free radicals and reactive oxygen species. **J Food Biochem**, v. 42, p. 12579. 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, Rio de Janeiro**. 2020.
- KAUR, S.; SUSEELA, V. Unraveling arbuscular mycorrhiza-induced changes in plant primary and secondary metabolome. **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.
- MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. Especial, p. 083-091. 2011.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. MS Elabora Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS. 2009. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/sus/pdf/marco/ms_relacao_plantas_medicinais_sus_0603.pdf. Acesso em: 09 abril 2021.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Monografia da espécie *Passiflora incarnata* Linnaeus (maracujá-vermelho). Brasília-DF: **Ministério da Saúde**. 2015. 85p.
- MORERA, M.P. *et al.* Maracujá; dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico. Embrapa Cerrados. Brasília-DF: **Prolpress**. 2018. 83p.
- OLIVEIRA, M.S. *et al.* Arbuscular mycorrhizal fungi and vermicompost maximize the production of foliar biomolecules in *Passiflora alata* Curtis. seedlings. **J Sci Food Agric** v. 95, p. 522-528. 2015.
- 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, 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 Agr Food Sci**. v. 100, p. 1816-1821, 2020

PARIS, F. *et al.* Pharmacochemical study of aqueous extracts of *Passiflora alata* dryander and *Passiflora edulis* Sims. **Acta Farm Bonaer**, v. 21, p. 1-8. 2002.

PETRY, R.D.F. *et al.* Comparative pharmacological study of hydroethanol extracts of *Passiflora alata* and *Passiflora edulis* leaves. **Phytother Res**, v. 15, p. 162-164. 2001.

PREISIGKE, S.C. *et al.* Seleção precoce de espécies de *Passiflora* resistente a fusariose. **Summa Phytopathol**, v.43, p. 321-325. 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.

SILVEIRA, A.P.D. *et al.* Desempenho de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo, em diferentes substratos. **Bragantia**, v. 62, p. 89-99. 2003.

SOARES, A.C.F. E MARTINS, M.A. Influência de fungos micorrízicos arbusculares, associada à adição de compostos fenólicos, no crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpus*). **Rev Bras Ci Solo**, v. 24, p. 731-740, 2000.

SOARES, R.D.F. *et al.* Development of a chitosan hyrogel containing flavonoids extracted from *Passiflora edulis* leaves and the evaluation of its antioxidant and wound healing properties for the treatment of skin lesions in diabetic mice. **J Biomed Mater Res**, v. 108, p. 654-662. 2020.

SPADOTTI, D.M.A. *et al.* Long-lasting systematic roguing for effective management of CABMV in passion flower orchards through maintenance of separated plants. **Plant Pathol**, v. 68, p. 1259-1267. 2019





TAIZ, L. *et al.* Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

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.

WOSCH, L. *et al.* Comparative study *Passiflora* taxa leaves: II. A chromatographic profile. **Rev Bras Farmacogn**, v.27, n.1, p. 40-49. 2017.

ZUCOLOTTO, S.M. *et al.* Bioassay-guided isolation of anti-inflammatory C-glucosylflavones from *Passiflora edulis*. **Planta Med**, v. 75, p. 1221-1226, 2009.

ZUCOLOTTO, S.M.; FAGUNDES, C.; REGINATTO, F.H. Analysis of C-glycosyl flavonoids from south American *Passiflora* species by HPLC-DAD and HPLC-MS. **Phytochem Anal**, v. 23, p. 232-239. 2012.





 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**

