

Daniela Reis Joaquim de Freitas  
(Organizadora)

# CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Tendências temáticas, realidades  
e virtualidades

Atena  
Editora  
Ano 2023

Daniela Reis Joaquim de Freitas  
(Organizadora)

# CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Tendências temáticas, realidades  
e virtualidades

Atena  
Editora  
Ano 2023

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 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-Não-Derivativos 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

Profª Drª Camila Pereira – Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto

Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
 Profª Drª Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes  
 Prof. Dr. Davi Oliveira Bizerril – Universidade de Fortaleza  
 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  
 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. Guillermo Alberto López – Instituto Federal da Bahia  
 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 Delta do Parnaíba – UFDPAr  
 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 Kelly Lopes de Araujo Appel – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal  
 Profª Drª Larissa Maranhão Dias – Instituto Federal do Amapá  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Profª Drª Luciana Martins Zuliani – Pontifícia Universidade Católica 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  
 Prof. Dr. Max da Silva Ferreira – Universidade do Grande Rio  
 Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
 Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal 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 Taísa Ceratti Treptow – Universidade Federal de Santa Maria  
 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 Emídio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

**Ciências biológicas: tendências temáticas, realidades e virtualidades**

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Soellen de Britto  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Daniela Reis Joaquim de Freitas

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
C569	<p>Ciências biológicas: tendências temáticas, realidades e virtualidades / Organizadora Daniela Reis Joaquim de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF  Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  Modo de acesso: World Wide Web  Inclui bibliografia  ISBN 978-65-258-0955-7  DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.557231601">https://doi.org/10.22533/at.ed.557231601</a></p> <p>1. Ciências biológicas. I. Freitas, Daniela Reis Joaquim de (Organizadora). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 570</p>
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

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

As Ciências Biológicas é o campo do conhecimento que estuda a vida sob seus diferentes aspectos, como a fauna, a flora e outros seres vivos — inclusive o ser humano — além da forma como ela interage com o meio ambiente no planeta como um todo. As pesquisas realizadas por décadas abordando essa área nos forneceu dados para discutirmos a origem, a evolução, a adaptação e o funcionamento das espécies, bem como as relações dos organismos entre si, o que é extremamente importante para a implementação de políticas de conservação dos recursos naturais e de manutenção de espécies ameaçadas em extinção. Por outro lado, as Ciências Biológicas consegue interagir em nível científico com áreas como a indústria, a tecnologia farmacêutica, a pesquisa de base, a educação, a biomedicina, a medicina etc.

Na obra aqui apresentada, “Ciências Biológicas: Tendências temáticas, realidades e virtualidades”, é proposta uma discussão sobre implementação de novas tecnologias, educação e conservação através de seus 10 capítulos, compostos por artigos científicos originais e revisões bibliográficas atuais, baseadas em trabalhos de pesquisa realizados em universidades e importantes centros de pesquisa. Por apresentar uma diversidade de temas bastante ampla em seu conteúdo, esta obra se torna perfeita para trazer ao seu leitor um olhar diferenciado, apresentando diferentes áreas profissionais se conectando e usando as Ciências Biológicas como fio condutor, agregando conhecimento atual e aplicado.

A Atena Editora, prezando pela qualidade, conta com um corpo editorial formado por mestres e doutores formados nas melhores universidades do Brasil para revisar suas obras; isto garante que você terá uma obra relevante e qualidade em suas mãos. Esperamos que você aproveite. Boa leitura!


Daniela Reis Joaquim de Freitas



**CAPÍTULO 1 ..... 1**

DESENVOLVIMENTO DE TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO COM PORTA ESTENDIDA (EGFET) PARA QUANTIFICAÇÃO DA MASSA DE FÓSFORO REMOVIDA DE PACIENTES RENAIIS CRÔNICOS NAS SESSÕES DE HEMODIÁLISE

Sergio Henrique Fernandes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5572316011>

**CAPÍTULO 2 .....27**

CARACTERIZAÇÃO COMPARATIVA DE CÉLULAS ESTROMAIS MESENQUIMAIS DE TECIDO ADIPOSE DE ANIMAIS DE COMPANHIA (CÃES E GATOS)

Leonardo Carlos Wendhausen de Oliveira

Andréa Gonçalves Trentin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5572316012>

**CAPÍTULO 3 .....38**

ANÁLISE DE COMBUSTÍVEIS DE MOTORES CICLO OTTO NO BRASIL, NA ARGENTINA E NO PARAGUAI


Julia Proença Reis

Victória Guimarães Matos Santos

Gisel Chenard Díaz

Yordanka Reyes Cruz

Donato Alexandre Gomes Aranda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5572316013>

**CAPÍTULO 4 .....59**

ANÁLISE ACERCA DA RELAÇÃO ENTRE A AGRICULTURA E A CRISE HÍDRICA NO BRASIL

Maria Jassiele Rodrigues Ferreira


Lucas Santos de Sousa

Joselita Brandão de Sant'Anna

Raphael da Silva Affonso

Larissa Leite Barbosa

Eleuza Rodrigues Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5572316014>

**CAPÍTULO 5 .....79**

EPICARPO DE FRUTA DO CONDE (*Annona squamosa*) COM ATIVIDADE INSETICIDA: UMA ALTERNATIVA NO CONTROLE DE *Aedes aegypti*

Kevyn Danuway Oliveira Alves

Ismael Vinicius de Oliveira

Ana Carolyn Diógenes Bezerra

Rita de Cassia Aquino

Douglas Arenhart França

Pedro Lucas Soares

Hilgarde Ferreira Pessoa


Ana Karolinne de Alencar França  
 Yandra Thais Rocha da Mota  
 Ana Carla Diógenes Suassuna Bezerra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5572316015>

**CAPÍTULO 6 .....86**

POTENCIAL ANTIPARASITÁRIO DE EXTRATOS DE *Physalis angulata* Linn.  
 CULTIVADA *in vitro* SOB DIFERENTES QUALIDADES DE LUZES

Herbert Cristian de Souza  
 Luís Cláudio Kellner Filho  
 Wanderson Zuza Cosme  
 Nicoli Dias Oliveira  
 Iara Silva Squarisi  
 Lizandra Guidi Magalhães  
 Denise Crispim Tavares  
 Márcio Luís Andrade e Silva  
 Wilson Roberto Cunha  
 Patrícia Mendonça Pauletti  
 Fabiano Guimarães Silva  
 Ester Gonçalves de Jesus  
 Mario Ferreira Conceição Santos  
 Ana Helena Januário

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5572316016>

**CAPÍTULO 7 ..... 108**

IMPORTÂNCIA DO PROFISSIONAL DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS PARA A  
 PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DO BRASIL


Larissa Batista Pereira  
 Lucas Santos de Sousa  
 Joselita Brandão de Sant'Anna  
 Raphael da Silva Affonso  
 Larissa Leite Barbosa  
 Eleuza Rodrigues Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5572316017>

**CAPÍTULO 8 ..... 135**

NOTAS SOBRE LA CONDUCTA *XYLOCOPA (NEOXYLOCOPA) AUGUSTI*  
 LEPELETIER DE SAINT FARGEAU 1841, UNA ESPECIE NO NATIVA EN CHILE  
 CENTRAL. ADEMÁS DOCUMENTAMOS LA PRESENCIA DE LA ESPECIE  
 DEL GÉNERO *AGAPOSTEMON* EN SANTIAGO, CHILE

Alejandro Correa Rueda  
 Javier Rendoll Cárcamo  
 Ricardo Rozzi


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5572316018>

**CAPÍTULO 9 ..... 149**

PROTEOMICA COMPARATIVA DE FOLHAS DE MARACUJÁ TRATADAS COM


**METIL JASMONATO**

Viviane Abrantes Perdizio  
 Jucélia da Silva Araújo  
 Olga Lima Tavares Machado  
 Joelma Saldanha  
 Jonas Perales  
 Vanildo Silveira  
 Tânia Jacinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5572316019>

**CAPÍTULO 10..... 164****INSÉTARIO VIRTUAL: UTILIZANDO AS REDES SOCIAIS NO ENSINO SOBRE OS INSETOS**

Fabiana Lazzerini da Fonseca Barros  
 Eduarda Alves da Silva  
 Nágila Aguiar Marques  
 Luidi Eric Guimarães Antunes  
 Eléia Righi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.55723160110>

**SOBRE A ORGANIZADORA ..... 174****ÍNDICE REMISSIVO..... 175**

# PROTEOMICA COMPARATIVA DE FOLHAS DE MARACUJÁ TRATADAS COM METIL JASMONATO

Data de submissão: 12/11/2022

Data de aceite: 02/01/2023

### **Viviane Abrantes Perdizio**

Laboratório de Biotecnologia, Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4443281110967677>

### **Jucélia da Silva Araújo**

Laboratório de Química de Função de Proteínas e Peptídeos, Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6836282001181646>

### **Olga Lima Tavares Machado**

Laboratório de Química de Função de Proteínas e Peptídeos, Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/8204780680625242>

### **Joelma Saldanha**

Laboratório de Toxinologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5287367068896399>

### **Jonas Perales**

Laboratório de Toxinologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5792347469122034>

### **Vanildo Silveira**

Laboratório de Biotecnologia, Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5487343211549907>

### **Tânia Jacinto**

Laboratório de Biotecnologia, Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1925768768544149>

**RESUMO:** O maracujá é uma frutífera da família Passifloraceae, pertencendo ao gênero *Passiflora*, possuindo aproximadamente 150 espécies nativas brasileiras. Dentre elas, a mais comercializada é a espécie *Passiflora edulis* Sims, comumente conhecida como maracujá azedo ou maracujá amarelo. Devido o Brasil apresentar um clima tropical, o cultivo dessa fruta é observado em todo território nacional, o que faz o país ser um dos maiores produtores mundiais. Contudo, essa planta sofre com inúmeros ataques de patógenos e insetos. Logo, estudos relacionados aos mecanismos de defesa dessa planta para suportar

esses ataques são de suma importância, uma vez que eles atuam diretamente reduzindo a produção de frutos dessa planta. Com o objetivo de estudar os mecanismos de defesa desta cultura tropical, uma abordagem proteômica foi utilizada para investigar os perfis de proteínas (2D-PAGE) de folhas expostas ao metil-jasmonato (MeJa) durante 24 e 48 h. Nossa análise proteômica foi estendida às proteínas acumuladas naturalmente na polpa da fruta, concentrando-se naquelas possivelmente relacionadas a condições de estresse. A partir de 326 spots diferencialmente expressos em folhas um total de 76 proteínas foram identificadas pela tecnologia de espectrometria de massa (MALDI-TOF-TOF). Destas, 9 proteínas foram induzidas após ao tratamento com MeJa, enquanto a maioria das proteínas (67) diminuíram. Uma proteína apresentou padrão diferente de resposta durante o tempo testado, a Glutathione S-Transferase, a qual sua tradução não é observada no tempo de 24h, porém ao final de 48h ela apresenta um nível de acumulação maior inclusive ao apresentado pelas plantas controles. Proteínas identificadas em folhas, incluem aquelas associadas com a resposta ao estresse, à morte celular, metabolismo e formação de pétala e sépala. Logo, conclui-se que a utilização de MeJa no tratamento de folhas de maracujá modula diversas proteínas com distintas funções, como as de defesa vegetal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Defesa vegetal; jasmonato; maracujá; proteômica; resposta a estresse.

**ABSTRACT:** Passion fruit is a fruit of the Passifloraceae family, genus *Passiflora*, with approximately 150 Brazilian native species. Among them, the most commercialized is *Passiflora edulis* Sims species. Because Brazil experiences a tropical climate, the cultivation of this fruit is observed throughout the country, which makes the country is one of the largest producers. However, this plant suffers from numerous pathogens and insect attacks. Therefore, studies related to this plant defense mechanisms to support these attacks are of paramount importance, since they act directly reducing the production of fruit of this plant. In order to study defense mechanisms of tropical crop, a proteomic approach was used to investigate the protein profiles (2D-PAGE) sheets exposed to methyl jasmonate (MeJA) for 24 and 48 h. Our proteomic analysis was extended to proteins accumulated naturally in fruit pulp, concentrating on those possibly related to stress conditions. From 326 spots differentially expressed in leaves a total of 76 proteins were identified by mass spectrometry technology (MALDI-TOF-TOF). Of these, 9 proteins were induced after treatment with MeJA, while most proteins (67) decreased. A standard protein showed different response during the time tested, Glutathione S-Transferase, which the translation is not observed in the time of 24 hours, but at the end of 48 hours it has a higher accumulation level even when presented by the control plants. Proteins identified in leaves include those associated with the stress response, cell death, metabolism and sepal and petal formation. Therefore, it is concluded that the use of MeJa in of passion fruit leaves modulate diverse proteins with diverse functions, as of vegetal defense.

**KEYWORDS:** Plant defense; jasmonate, passion fruit; proteomic; stress related.

## 1 | INTRODUÇÃO

### 1.1 Maracujá

O maracujazeiro pertence à família Passifloraceae, gênero *Passiflora*, e é caracterizado por uma ampla diversidade morfológica, compreendendo cerca de 530 espécies, sendo que, aproximadamente, 150 são nativas do Brasil (Cervi, 1997; Rodrigues *et al.*, 2013). O maracujá se destaca entre as frutíferas por apresentar um aroma e sabor exótico, além de ser uma fonte de vitamina C, cálcio e fósforo, e, por possuir compostos bioativos com propriedades terapêuticas, tais como glicosídeos, alcaloides e compostos fenólicos (Dhawan *et al.*, 2004).

Os cultivos comerciais no país se baseiam apenas na espécie *Passiflora edulis* Sims (figura 1), mais conhecida como maracujá amarelo ou azedo, sendo 95% dos pomares constituídos dessa espécie, a qual a maior parte da produção é destinada ao mercado de suco *in natura* (Meletti *et al.*, 2001). O mercado internacional demonstra ter bastante interesse em frutas tropicais, incluindo o maracujá, uma vez que possui grande apelo comercial, não só pelo seu sabor peculiar, como também por possuir propriedades funcionais a alimentação humana (Andrigueto *et al.*, 2002).

Contudo, não é só a pós-colheita que preocupa os agricultores. O maracujá sofre diversos danos devido a ataques de muitos predadores, dos quais se destacam larvas de lepidópteros que atuam diretamente nas folhas; abelhas marapuás ou melíferas, que atacam diretamente as flores (figura 1A) e as moscas-das-frutas, que vão interagir com os frutos. Esses insetos atuam reduzindo a área foliar, abrindo brechas para outros patógenos atacarem; a queda das flores; e a murcha dos frutos antes de sua maturação (Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016). Para contornar essas adversidades ambientais, as plantas possuem diversas estratégias de defesa; tanto a nível estrutural, como a nível molecular.



Figura 1. *Passiflora edulis sims*, conhecido popularmente como maracujá azedo. Figura A. Demonstra as flores dessa espécie, e a figura B o fruto.

Arquivo pessoal

## 1.2 Defesa Vegetal

As plantas respondem a estímulos ambientais através da ativação de redes de moléculas de sinalização, que por sua vez desencadeiam as vias complexas de transdução que conduzem a uma resposta fisiológica apropriada. Entre as moléculas de sinalização fundamentais, jasmonatos são conhecidos por modular o comportamento biológico em direção a estímulos bióticos / abióticos, bem como o desenvolvimento. Tal característica tornou os jasmonatos excelentes ferramentas para induzir diferentes tipos de respostas fisiológicas em sistemas vegetais (Dueckershoff *et al.*, 2008; Botelho-Júnior *et al.*, 2014).

Ao perceber que está sendo atacada, através dos receptores, a planta desencadeia uma resposta local a infecção. Esse ato promove uma grande liberação de oxigênios reativos que vão atuar na Resposta a Hipersensibilidade (RH) (figura 2) e na Resistência Sistêmica Adquirida (RSA). A RH se caracteriza como uma necrose no tecido atacado, tendo como objetivo conter e matar o patógeno. Juntamente a esse processo, moléculas como os *Pathogen Associated Molecular Patterns* (PAMPs) e os *Effector-Triggered Immunity* (ETIs) aumentam a concentração de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) no citoplasma, e esse aumento leva à produção de ácido salicílico (AS) e do ácido jasmonico (AJ) (Cavalcante *et al.*, 2013).

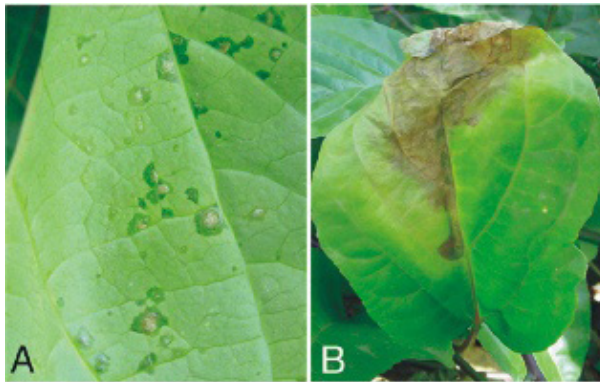


Figura 2. Folhas de maracujá atacadas por *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. A. início da infecção onde observa-se o início de um clorose na folha. B. a resposta de hipersensibilidade, onde observe-se à necrose local no tecido infectado.

Halfeld-Vieira & Nechet, 2006

Não é apenas por patógenos que as plantas são atacadas, elas sofrem vários prejuízos provocados por insetos. Assim, como possuem receptores que reconhecem os patógenos, elas também possuem mecanismos para a detecção de herbívoros. Os padrões moleculares associados a herbívoros, Hamps (*Herbivory associated molecular patterns*), possuem uma atuação parecida com as dos PAMPs, onde as plantas distinguem o ataque e assim ativam uma resposta de defesa mais específica. Essa resposta desencadeia a biossíntese do jasmonato; que por sua vez controla a biossíntese de metabólitos de defesa,

que promovem a resistência da planta ao ataque de herbívoros (Kästner *et al.*, 2014).

O ácido jasmonico é encaminhado para diversos processos fisiológicos distintos, dentre eles a ativação de inibidores de proteinase. Esses inibidores vão atuar diretamente no intestino dos insetos, promovendo a redução do seu desenvolvimento como demonstrado por Botelho-Júnior *et al.*, (2014), reduzindo assim suas capacidades de predação.

### 1.3 Proteômica

Proteoma é o termo coletivo para todas as proteínas traduzidas a partir do material genético da célula em um tecido específico. A expressão proteômica está no estabelecimento de mapas quantitativos do acúmulo de proteínas sob a sua função fisiológica ou nas condições de desenvolvimento do ser em estudo. Por outro lado, temos a proteômica funcional, que se concentra no papel individual de cada proteína e suas interações com outros ligantes, incluindo outras proteínas (Barrett *et al.*, 2005; Sugiyama, 2015).

Atualmente, essa abordagem é de grande prestígio na estratégia de analisar a complexidade de proteínas, em detrimento a estímulos do ambiente, desenvolvimento de tecidos específicos ou até mesmo da composição proteica de uma parte do organismo. Essa análise em tecidos e órgãos vegetais pode ser dificultada devido a grande quantidade de interferentes presentes nesses tecidos, como compostos fenólicos, pigmentos, compostos da parede celular entre outros (Fang *et al.*, 2015). Porém isso não inviabiliza o estudo, como demonstrado na área de defesa vegetal, onde a análise proteômica é dada em estudos que evidenciam as alterações dos perfis protéicos de plantas após um determinado estímulo, como ataque de patógenos e herbívoros. Experimentos realizados por Liao *et al.*, (2009), identificaram diferentes proteínas em folhas de arroz, envolvidas na resposta de defesa vegetal contra eliciadores. Já Alvarez *et al.*, (2009), descreveram diferentes proteínas que sofreram redox após o tratamento com metil jasmonato em *Arabidopsis*.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Material vegetal

As sementes foram adquiridas de frutos comprados em mercado local, na região de Campos dos Goytacazes. Elas foram cultivadas de acordo com Botelho-Júnior *et al.* (2014).

### 2.2 Tratamento com MeJa

A exposição aos vapores de MeJa foram realizadas de acordo com Farmer & Ryan (1990). Os recipientes com as plantas são mantidos, nas primeiras 24 horas sob iluminação constante. Para os tratamentos de 48h, após as primeiras 24h, a planta retorna para a condição da câmara de crescimento.



## 2.3 Extração de Proteínas

Foram efetuadas de acordo com Perdizio *et al.* (2015), utilizando a solução de fenol saturado com solução de Tris-HCl.

## 2.4 Quantificação proteica

As concentrações de proteína foram determinadas utilizando 2-D kit Quant (GE Healthcare, Piscataway, NJ, EUA) seguindo as instruções do fabricante.

## 2.5 Eletroforese, coloração e análise de imagem

Foram executadas de acordo com *Perdizio et al.* (2015).

## 2.6 Digestão de proteínas *in-gel*, MALDI TOF-TOF

Realizado de acordo com *Perdizio et al.* (2015). As sequências de peptídeos os foram analisadas e validadas usando o software Scaffold<sup>3</sup>™ utilizando a probabilidade de identificação do peptídeo de 90%. O banco de dados UniProt ([www.uniprot.org](http://www.uniprot.org)) foi utilizado para nomear as proteínas que não tiveram sua nomenclatura indicada pelo Mascot e pelo Scaffold. A classificação funcional das proteínas identificadas foi realizada utilizando o programa Blast2go PROv. 3.1 ([www.blast2go.com](http://www.blast2go.com)).

# 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, a fim de aprofundar a compreensão sobre os mecanismos de defesa da planta foram analisadas as proteínas diferencialmente expressas em folha em resposta ao tratamento com MeJa. A Figura 3, mostra géis representativos (2D-PAGE) de plantas controle e tratadas (24 e 48 h). As imagens digitalizadas dos géis foram examinadas pelo ImageMaster 2D-Platinum, software versão 7.0. Os critérios para definir se a proteína é estatisticamente modulada foram: i) os spots serem observados em três repetições de três experimentos independentes e ii) o volume individual dos spots de géis de plantas tratadas variar pelo menos 1,5 vezes em comparação com os do controle.

Com essa estratégia, foram selecionados num total de 326 spots após a análise pelo software ImageMaster. Eles foram retirados do gel, digeridos com tripsina e sujeitos a análise de espectrometria de massa (MALDI-TOF-TOF). A Tabela 1 mostra que desses 326 spots, foram identificadas 77 proteínas expressas diferencialmente em resposta à exposição a MeJa. Dessas, 9 proteínas foram identificadas como possuindo a capacidade de se acumularem após os tratamentos. São elas, duas lipoxigenases ( spots 107 e 309, gil499141108), uma superóxido desmutase [Fe] (spot 28, gil159464723), uma cisteína sintase (spot 177, gil223548214), uma proteína prevista (spot 76, gil303289148), uma ribulose bifosfato carboxilase/ oxigenase activase (spot 212, gil672124328), uma proteína relacionada com transporte (spot 170, gil328879000), uma precursora de hordeína B1 (spot 142, gil364506288)

e uma proteína hipotética ARALYDRAFT\_346243 (spot 183, gil297824445). As quatro proteínas que não foram encontradas em géis de plantas controle foram chamados de “novos” (*New*). Com base no perfil de indução, as proteínas foram quantificadas de acordo com o seu comportamento de expressão: 1 proteína teve sua expressão aumentada durante as primeiras 24 h de tratamento e voltou ao nível basal em 48h (spot 76); 4 proteínas foram induzidas apenas em 48h (spots 28, 177, 142 e 183) e 4 proteínas apresentaram indução em ambos os períodos testados (spots 107, 309, 212, 170).

Porém o tratamento com MeJa também demonstrou que 67 proteínas sofreram uma redução na sua acumulação, sendo também quantificadas de acordo com o seu comportamento de acumulação: 5 proteínas foram reduzidas em 24h, mas retornaram aos níveis basais ao final de 48h (spots 173, 106, 292, 46 168); 7 proteínas tiveram suas expressões reduzidas apenas em 48h (spots 116, 189, 209, 251, 274, 244, 114); e 55 proteínas tiveram redução em ambos os tempos de tratamento. Algumas proteínas encontradas, localizam-se na tabela 1.

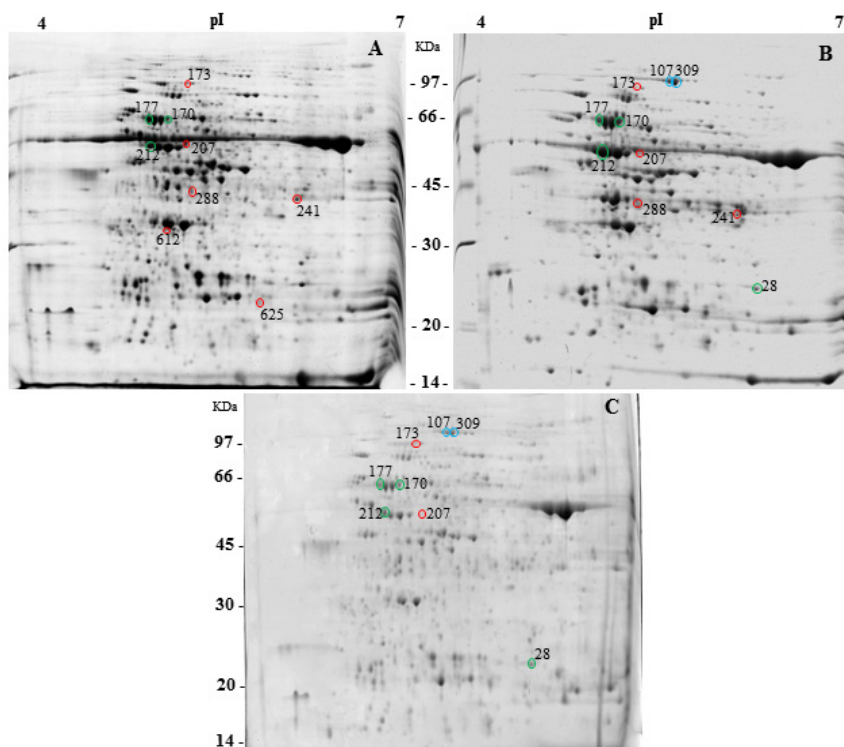
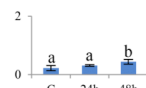
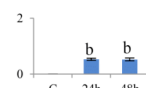
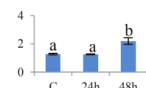
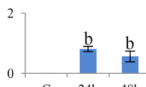
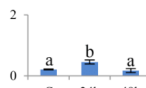


Figura 3. Géis representativos de proteínas foliares de maracujá tratadas com MeJa em 24 e 48 h. As amostras de proteínas totais (500 mg) foram focalizados em tiras de IPG (18 cm), em um gradiente de pH linear de 4-7, e separadas por SDS-PAGE (10%). A. Tratamento controle; B. Extrato de folhas tratadas com MeJa por 24h; C. Extratos foliares de plantas tratadas com MeJa por 48h. Os géis foram corados com Coomassie coloidal azul (Schuster *et al.*, 1983). Círculos azuis indicam spots que foram induzidos após os tratamentos (*New*); círculos verdes indicam spots que obtiveram uma maior expressão após o tratamento (*Up*) e os círculos vermelhos spots que foram reduzidos (*Down*).

As proteínas induzidas foram classificadas em 5 categorias funcionais: 4 proteínas de defesa vegetal (45%), em vermelho na figura 4A (englobando os spots 28, 107, 177, 309), e os outros 3 na mesma faixa percentual. Morte celular (spot 212), processos metabólicos (spot 212) e transporte (spot 170) contando com 11% cada (Figura 4A) e 2 proteínas não caracterizadas, (spots 142, 183) com 22%.

As proteínas com acúmulos reduzidos foram classificadas em categorias, com 10 papéis funcionais: Processos metabólicos (36%), sendo a maior categoria, seguida por 18% de fotossíntese, 11 % de resposta ao estresse, 6% processos biológicos, processos de desenvolvimento e síntese proteica ambos com 3% cada, 2% de transporte sistema imunológico, formação de pétala e sépala e atividade de reserva de nutrientes com 1% cada, além dos 17% das proteínas que não foram categorizadas de acordo com o Blast2Go e apresentam a cor cinza na figura 4B. Ressalta-se que a indução por MeJa provocou a redução global do acúmulo de proteínas, sugerindo a diminuição de certas funções biológicas.

Nº spot	Nome da proteína	Número de acesso NCBI	Score <sup>a</sup>	P.C. <sup>b</sup>	Cob. Seq. <sup>c</sup>	Organismo de referência	PI/MM <sup>d</sup>	Abundância <sup>e</sup>
<b>New/Up</b>								
<b>Defesa Vegetal</b>								
28	Superóxido dismutase [Fe]	gil159464723	59	1	3%	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	9,3/25915	
107	Lipoxigenase, parcial	gil499141108	65	1	1%	<i>Phaseolus coccineus</i>	5,7/82206	
177	Cisteína sintase, putativo	gil223548214	191	3	11%	<i>Ricinus communis</i>	5,5/34435	
309	Lipoxigenase, parcial	gil499141108	56	1	1%	<i>Phaseolus coccineus</i>	5,7/82206	
<b>Processos Metabólicos</b>								
76	Proteína prevista	gil303289148	36	1	3%	<i>Micromonas pusilla</i> CCMP1545	5,6/43432	

**Morte Celular**

212	Previsto: ribulose bisfosfato carboxilase / oxigenase Activase 2, cloroplasmático isoforma X1	gil672124328	517	6	14%	<i>Phoenix dactylifera</i>	5,4/52233	
-----	---	--------------	-----	---	-----	----------------------------	-----------	--

**Transporte**

170	Proteína relacionada com o transporte	gil328879000	109	3	16%	<i>Helianthus annuus</i>	9,6/20420	
-----	---------------------------------------	--------------	-----	---	-----	--------------------------	-----------	--

**Não Caracterizadas**

142	Precursora de hordeína B1, parcial	gil364506288	40	2	25%	<i>Hordeum vulgare subsp. vulgare</i>	8,5/1811	
-----	------------------------------------	--------------	----	---	-----	---------------------------------------	----------	--

183	Proteína hipotética ARALY-DRAFT_346243	gil297824445	60	1	3%	<i>Arabidopsis lyrata subsp. lyrata</i>	5,8/16271	
-----	--	--------------	----	---	----	---	-----------	--

**Processos Metabólicos**

116	Provável lactoilglutamina liase, cloroplasto	gil659071188	55	1	6%	<i>Cucumis melo</i>	6,4/40298	
-----	--	--------------	----	---	----	---------------------	-----------	--

209	<b>Ferritina *</b>	gil115486898	48	1	4%	<i>Oryza sativa Japonica Group</i>	5,4/28165	
-----	--------------------	--------------	----	---	----	------------------------------------	-----------	--

251	VITISV_026323 proteína hipotética	gil147835837	183	3	4%	<i>Vitis vinifera</i>	6,6/81297	
-----	-----------------------------------	--------------	-----	---	----	-----------------------	-----------	--

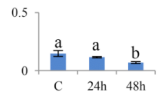
**Respostas ao Estresse**

274	Proteína de choque térmico de 70 kDa	gil19878	65	1	2%	<i>Nicotiana tabacum</i>	5,2/63313	
-----	--------------------------------------	----------	----	---	----	--------------------------	-----------	--

**Transporte**

244	PRUPE_ppa015054mg proteína hipotética	gil462424594	51	1	2%	<i>Prunus persica</i>	7,5/45247	
-----	---------------------------------------	--------------	----	---	----	-----------------------	-----------	--

114	Csa_4G055360 proteína hipotética	gil700198283	45	1	5%	<i>Cucumis sativus</i>	11,8/7298
-----	--	--------------	----	---	----	------------------------	-----------



- a- MASCOT score
- b- Peptidos combinados – homologia com o banco de dados
- c- Cobertura sequencia
- d- Ponto Isoelétrico/ Massa Molecular teórico
- e- As letras (a,b) representam mudanças nos níveis de abundância pelo test SNK
- \* - Nomes identificados por Uniprot

Tabela 1- Proteínas diferencialmente expressas em folhas de maracujá identificadas por MALDI-TOF-TOF

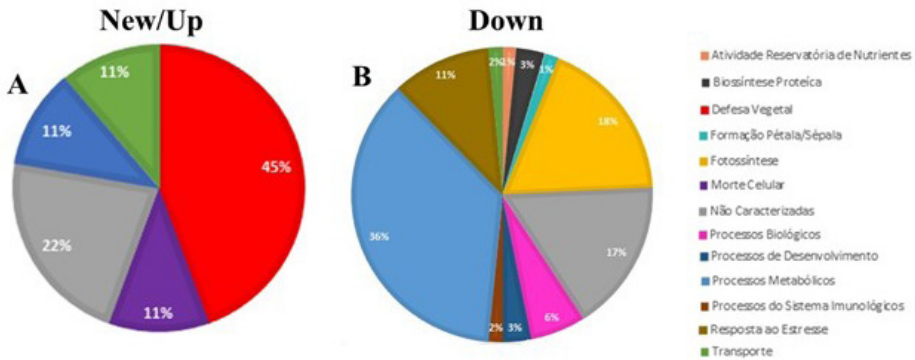


Figura 4. Categorização funcional de proteínas identificadas em folhas de maracujá. Proteínas que foram acumuladas em maior quantidade (A), e (B) proteínas que tiveram redução no seu nível de tradução. Os gráficos mostram os diferentes níveis de acumulação e as funções fisiológicas que sofreram alterações em detrimento ao tratamento com MeJa nos períodos de 24 e 48h.

Proteínas relacionadas a resposta ao estresse em resposta a vapores de metil jasmonato já foram relatadas anteriormente em maracujá; como é o caso da lipoxigenase (Rangel *et al.*, 2002 e Jardim *et al.*, 2008); da aleno óxido sintase (Siqueira-Junior *et al.*, 2008) e inibidores de tripsina (Botelho-Júnior *et al.*, 2009; Botelho-Júnior *et al.*, 2014). Essas proteínas estão associadas a resposta de defesa vegetal do tipo induzida direta, onde o herbívoro ao preda a planta dispara um mecanismo de sinalização através de compostos presentes em sua saliva; ativando lipases que atuam na expulsão do ácido linoleico e linolêico da membrana do cloroplasto, culminando com a produção de ácido jasmonico, que juntamente com seus derivados como metil jasmonato (MeJa) atuam em vários processos fisiológicos, sendo a transcrição de inibidores de proteases um processo importante para a defesa direta contra os insetos predadores (Ryan, 1990; Singh *et al.*, 2015).

Curiosamente chama a atenção que apenas uma proteína induzida por MeJa tenha

sido relatada no presente estudo, a lipoxigenase. Como já descrito por Rangel *et al* (2002) e Jardim *et al.* (2008), essa proteína é induzida após a planta ser tratada com metil jasmonato e ao ataque de lagartas, nos tempos de 24 e 48h em maracujá. Este fato é corroborado em nossos experimentos, os quais identificaram duas LOXs (spot 107 com gil499141108 e 309 com gil499141108), através do gráfico de abundância dos spots (tabela 1). Nele, observa-se que ao longo do tempo de tratamento, a proteína apresentou um nível de expressão igual, sinalizando que sua expressão se mantém constante enquanto houver a sinalização de agressão as plantas. Um fato que não podemos deixar de fora é o baixo valor dos Scores. Mesmo utilizando o Scaffold para a validação das proteínas identificadas, essa enzima possui um Score baixo, se comparado as outras proteínas categorizadas como pertencentes a defesa vegetal. Este fato também é observado em *Camellia sinensis* (Score de 91) (Zhou *et al.*, 2014) e trigo (Score de 59) (Guan *et al.*, 2015), isso sugere que por ser uma proteína de alto peso molucular, por volta dos 100 KDa, sua clivagem em peptídeos e subsequentemente sua fragmentação pela espectrometria de massas seja dificultada, acarretando um dado estatístico (Score) baixo.

Era esperado a identificação de outras já relatadas na literatura, como é o caso da aleno óxido sintase, cistatina e de inibidores de tripsina do tipo Kunitz (Siqueira-Júnior *et al.*, 2008; Botelho-Júnior *et al.*, 2014). Este fato corrobora com a importância de se utilizar diferentes tipos de abordagem para estudar um mesmo modelo. No caso da aleno óxido sintase encontramos na literatura que essa proteína apresenta um ponto isoelétrico entre duas faixas, abaixo do pH 7 como encontrado em *Zea mays* (Xiong *et al.*, 2013), *Oryza sativa L.* (Ma *et al.*, 2015) como também acima da faixa que é o caso apresentando por *Glycine max* (Moura *et al.*, 2014). Com esses dados, podemos supor que a não identificação da aleno óxido sintase pode estar atrelada ao fato dela apresentar um ponto isoelétrico semelhante ao da soja (pH 8,74), logo ela não estaria em nossos experimentos, devido a utilização de uma faixa de pH 4-7, ou ela não foi identificada pela espectrometria de massas. Com a cistatina, acontece outro fenômeno. Na literatura ela é descrita como uma proteína que possui um ponto isoelétrica dentro da faixa de pH que utilizamos, como observado em *Amaranthus hypochondriacu* (pl 5,67) (Maldonado-Cervantes *et al.*, 2014), *Zea mays* (pl 5,66) (Meng *et al.*, 2014) e *Triticum aestivum* (pl 5,95) (Kosová *et al.*, 2013), contudo, como tivemos muitos spots que não tiveram sua identificação realizada, acredita-se que a cistatina poderia está entre eles. Já os inibidores de tripsina podem não terem sido observados, devido a uma limitação da própria técnica. Para clivar a proteína em peptídeos, utilizamos tripsina como enzima e como eles são inibidores da própria enzima, é bem provável que eles não foram clivados, logo não puderam ser fragmentados pelo laser da espectrometria de massas e subsequentemente identificado.

Nossos resultados também demonstraram que apesar das plantas serem tratadas com MeJa, encontramos proteínas relacionadas a defesa vegetal, desencadeada por espécies reativas de oxigênio (EROs). Como é o caso da da superóxido desmutase [Fe]

(spot 28, gil159464723) e cisteína sintase (spot 177, gil223548214); elas atuam no combate de radicais livres, liberados a partir de ataque de patógenos, conhecida como resposta de hipersensibilidade (HR, do inglês, *hypersensitivity response*). Esse tipo de defesa é desencadeado quando a planta sofre ataques de patógenos (como bactérias por exemplo).

Os resultados apresentados nos permitem observar, que o metil jasmonato está associado a diversos processos fisiológicos, dentre eles o de defesa vegetal. Ele atua em dois processos distintos, tanto na cascata de sinalização para a produção de inibidores de proteases, como no controle de espécies reativas de oxigênio. Esses dois processos são mediados por sinalizações diferentes, o que explica os dados obtidos pelo STRING 10 (figura 9), onde não há qualquer interação entre essas proteínas, mesmo possuindo a mesma função de defesa vegetal.

Outra proteína identificada como induzida foi a ribulose bifosfato carboxilase/oxigenase (spot 212, gil672124328). Esta proteína foi categorizada com a função de morte celular. Essa função fisiológica está intimamente relacionada com a resposta de hipersensibilidade, uma vez que esse processo desencadeia a necrose do tecido atacado por patógenos (Lau *et al.*, 2006).

Por outro lado, cerca de 67 proteínas tiveram seus acúmulos reduzidos em resposta ao tratamento com MeJa durante os tempos de 24 e 48h. A maioria dessas proteínas foi categorizada aos grupos de metabolismo e a fotossíntese. Esse fenômeno sugere que o desvio do maquinário celular para a expressão de proteína de defesa, faça com que as proteínas ligadas ao metabolismo e outras funções biológicas como relatadas na tabela 1, sofram uma redução da sua acumulação como forma de combater os ataques de patógenos e insetos, ao utilizar todo o maquinário celular para a tradução de proteínas de defesa. Esse tipo de redução de expressão atua diretamente na produção da cultura, uma vez que a frutífera reduz seu maquinário de metabolismo em prol do combate de agentes patológicos. Esse comportamento também foi observado em estudos proteômicos em grapefruit, onde a maioria das proteínas também apresentaram redução no nível de expressão (Li *et al.*, 2013).

Outros estudos com o maracujá usando condições naturais de estresse, como infecções por patógenos e herbivoria podem amplificar e até mesmo complementar os dados proteômicos descritos neste trabalho.

## 4 | CONCLUSÃO

Através das aplicações da abordagem proteômica foi possível a identificação de 76 proteínas diferencialmente reguladas em resposta ao MeJa nos períodos de 24 e 48h.

Proteínas de defesa como lipoxigenase e de detoxificação celular como a cisteína sintase e a superóxido dismutase [Fe] foram induzidas por MeJa.

A LOX e as proteínas de detoxificação, por mais que sejam atreladas a função de

defesa vegetal, não possuem qualquer interação entre si.

Outras proteínas além das de defesa também foram induzidas, como uma proteína prevista, ligada a processos metabólicos; ribulose bifosfato, atrelada a morte celular e uma proteína relacionada com o transporte.

A maioria das proteínas identificadas, 67, sofrem redução no seu acúmulo durante o tratamento com MeJa.

As funções biológicas de metabolismo e fotossíntese foram as que apresentaram uma maior quantidade de proteína com acúmulo reduzido.

Foi identificada uma proteína que apresentou um perfil muito diferente das outras. A glutationa-S-transferase não é traduzida no período de 24h, porém em 48h ela apresenta uma acumulação maior ao comparadas com as plantas controles.

## REFERÊNCIAS

Alvarez S, Zhu M, Chen S. Proteomics of Arabidopsis redox proteins in response to methyl jasmonate. *J. Proteomics* 2009; 73: 30-40.

Andrigueto JR, Kosoki AR, Oliveira DA. Maracujá no contexto do desenvolvimento e conquistas da produção integrada de frutas no Brasil. In: Faleiro FG, Junqueira NTV, Braga MF (Ed.). Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltinha, DF: Embrapa Cerrados. 2005; 509-556.

Botelho-Junior S, Machado OLT, Fernandes KVS, Lemos FJA, Perdizio VA, Oliveira AEA, Monteiro LR, Filho ML, Jacinto T. Defense response in non-genomic model species: methyl jasmonate exposure reveals the passion fruit leaves' ability to assemble a cocktail of functionally diversified Kunitz-type trypsin inhibitors and recruit two of them against papain. *Planta* 2014; 240: 345-56.

Botelho-Júnior S, Siqueira-Júnior CL, Jardim BC, Machado OLT, Neves-Ferreira AGC, Perales J, Jacinto T. Trypsin inhibitors in passion fruit (*passiflora* f. *edulisflavicarpa*) leaves: accumulation in response to methyl jasmonate, mechanical wounding, and herbivory. *J. Agric. Food Chem.* 2008; 56: 9404-09.

Cavalcante FML, Almeida IV, Melo KA, Panizzon CPNB, Rhoden AS, Pamphile JA. Interação patógeno planta: respostas frente ao ataque. *Rev. Saúde e Biol.* 2013; 8:90-97.

Cervi, AC (1997). *Passifloraceæ* do Brasil. Estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. *Fontqueria*, 45: 1-92.

Dueckershoff K, Mueller S, Mueller MJ, Reinders J. Impact of cyclopentenone-oxylipins on the proteome of *Arabidopsis thaliana*. *Biochim. Biophys. Acta* 2008; 1784:1975-85.

Dhawan K, Dhawan S, Sharma A (2004). *Passiflora*: a review update. *J. Ethnopharmacol.* 2004; 94: 1-23.

Embrapa: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/maracuja> (25/05/2016).

Guan W, Ferry N, Edwards MG, Bell HA, Othman H, Gatehouse A, Gatehouse AMR. Proteomic analysis shows that stress response proteins are significantly up-regulated in resistant diploid wheat (*Triticum monococcum*) in response to attack by the grain aphid (*Sitobion avenae*). *Mol. Breeding* 2015; 35:1-22.



Jardim BC, Perdizio VA, Berbert-Molina MA, Rodrigues DC, Botelho-Júnior S, Vicente ACP, Hansen E, Otsuki K, Ürményi TP, Jacinto T. Herbivore response in passion fruit (*passiflora edulis sims*) plants: induction of lipoxygenase activity in leaf tissue in response to generalist and specialist insect attack. *Protein Pept. Lett.* 2010; 17: 480-4.

Kosová K, Vítámvás P, Planchon S, Renaut J, Vanková R, Prášil IT. Proteome analysis of cold response in spring and winter wheat (*Triticum aestivum*) crowns reveals similarities in stress adaptation and differences in regulatory processes between the growth habits. *J. Proteome Res.* 2013; 11:4830-45.

Liao M, Li Y, Wang Z. Identification of elicitor-responsive proteins in rice leaves by a proteomic approach. *Proteomics* 2009; 9: 2809–19.

Ma H, Yang R, Song L, Yang Y, Wang Q, Wang Z, Ren C, Ma H. Differential proteomic analysis of salt stress response in jute (*corchorus capsularis & olitorius* L.) seedling roots. *Pak. J. Bot.* 2015; 47:385-96.

Maldonado-Cervantes E, Huerta-Ocampo JA, Montero-Morán GM, Barrera-Pacheco A, Espitia-Rangel E, la Rosa APB. Characterization of *Amaranthus cruentus* L. seed proteins by 2-DE and LC/MSeMS: Identification and cloning of a novel late embryogenesis-abundant protein. *J Cereal Sci.* 2014; 60:172-78.

Meletti LMM, Brückner, CH. Melhoramento Genético. In: Brückner, C.H., Picanço, M.C. Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado. Porto Alegre: *Cinco Continentes*, 2001. p. 345-85.

Meng LB, Chen YB, Lu TC, Wang YF, Qian CR, Yu Y, Ge XL, Li XH, Wang BC. A systematic proteomic analysis of NaCl-stressed germinating maize seeds. *Mol. Biol. Rep.* 2014; 41:3431-43.

Perdizio VA, Machado OLT, Araújo JS, Oliveira AEA, Monteiro LR, Costa MN, Ferreira AT, Perales J, Jacinto T. Critical evaluation of proteomic protocols for passion fruit (*Passiflora edulis Sims*) leaves, a crop with juice market benefits. *Afr. J. Biotechnol.* 2015; 14: 1662-67.

Rangel M, Machado OLT, da Cunha M, Jacinto T. Accumulation of chloroplast-targeted lipoxygenase in passion fruit leaves in response to methyl jasmonate. *Phytochemistry* 2002; 60: 619–25.

Rodrigues JSQ; Pineli LLO; Rodrigues NG; Lima HC; Costa AM; Silva CHO; Junqueira NTV; Chiarello MD. Qualidade sensorial de néctares de maracujás BRS Ouro Vermelho produzidos em diferentes sistemas de cultivo. *Rev.Ceres* 2013; 60: 595-602.

Schuster A, Davies E. Ribonucleic acid and protein metabolism in *Pea epicotyls*. *Plant Physiol.* 1983; 73: 809-16.

Singh A, Singh S, Singh IK. Recent insights into the molecular mechanism of jasmonate signaling during insect-plant interaction. *Australasian Plant Pathol.* 2016; 45:123-33.

Siqueira-Júnior CL, Jardim BC, Ürményi TP, Vicente ACP, Hansen E, Otsuki K, da Cunha M, Madureira HC, Carvalho DR, Jacinto T. Wound response in passion fruit (*Passiflora f. edulis flavicarpa*) plants: gene characterization of a novel chloroplast-targeted allene oxide synthase up-regulated by mechanical injury and methyl jasmonate. *Plant Cell Rep.* 2008; 27: 387–97.

Xiong H, Shen H, Zhang L, Zhang Y, Guo X, Wang P, Duan P, Ji C, Zhong L, Zhang F, Zuo Y. Comparative proteomic analysis for assessment of the ecological significance of maize and peanut intercropping. *J. Proteomics* 2013; 78:447-60.

Zhou L, Xu H, Mischke S, Meinhardt LW, Zhang D, Zhu X, Li X, Fang W. Exogenous abscisic acid significantly affects proteome in tea plant (*Camellia sinensis*) exposed to drought stress. *Hortic Res.* 2014; 1:14029.

**A**

Abeja carpintera 135, 137, 139

Agricultura 50, 59, 60, 62, 66, 69, 70, 74, 75, 76, 106, 111, 113, 127, 141

Animais de companhia 27, 29

*Annona squamosa* 79, 80, 81, 82, 83, 84

Arboviroses 80

**B**

Biobanco 27, 30

**C**

Camapu 88

Chile central 135, 137, 139, 140

Combustíveis fósseis 38, 53, 55, 115

Crise hídrica 59, 60, 62, 64, 65, 75, 76, 77, 78

Cultura celular 27

Cultura de tecidos 88, 89, 90

**D**

Defesa vegetal 150, 152, 153, 156, 158, 159, 160, 161

Degradação ambiental 108, 109, 111, 116, 121, 123, 129

Disponibilidade, distribuição e consumo de água 59, 60, 62

**E**

Educação ambiental 60, 73, 108, 109, 111, 121, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 133, 134

Entomologia 164, 165, 167, 172, 173

Etanol 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 82

Extratos 80, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 155

**F**

Facebook 164, 165, 167, 168, 170, 171, 172

*Felis catus* 27, 28

Filmes finos 2

Fosfato 1, 2, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 30, 94, 175

## H

Hemodiálise 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 175

História da Biologia 108, 109, 111, 127

## I

Insetário 164, 165, 167, 168, 171, 172

Instagram 164, 165, 167, 168, 171

## J

Jasmonato 149, 150, 152, 153, 158, 159, 160

## L

*Leishmania amazonensis* 88, 91

## M

Maracujá 149, 150, 151, 152, 155, 158, 159, 160, 161, 162

Meio ambiente 42, 74, 78, 79, 109, 110, 111, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 165

Motor de combustão interna 38, 56

Motores de ciclo Otto 38

## O

Óxido de alumínio 1, 2, 9, 10, 11, 23

## P

Polinizador 135, 137, 139, 140

Preservação ambiental 108, 109, 110, 111, 167

Produtos naturais 80, 83

Proteômica 150, 153, 160

## R

Resposta a estresse 150

## S

*Schistosoma mansoni* 88, 91, 104, 105, 106, 107

Sustentabilidade 39, 56, 59, 60, 62, 121, 124, 129, 130, 132, 133

## T

Tecido adiposo 27, 29, 30, 36, 37

Transistor de efeito de campo 1, 2, 3, 4, 176

**X**

*Xylocopa augusti* 135, 136, 141, 142

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

# CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Tendências temáticas, realidades  
e virtualidades

  
Ano 2023

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

# CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Tendências temáticas, realidades  
e virtualidades

  
Ano 2023