

José Max Barbosa de Oliveira Junior
(Organizador)

Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza

José Max Barbosa de Oliveira Junior
(Organizador)

Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof^a Dr^a Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A532	Análise crítica das ciências biológicas e da natureza [recurso eletrônico] / Organizador José Max Barbosa de Oliveira Junior. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza; v. 1) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-357-6 DOI 10.22533/at.ed.576192705 1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Oliveira Junior, José Max Barbosa de. II. Série. CDD 610.72
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra *“Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza”* consiste de uma série de livros de publicação da Atena Editora. Com 96 capítulos apresenta uma visão holística e integrada da grande área das Ciências Biológicas e da Natureza, com produção de conhecimento que permeiam as mais distintas temáticas dessas grandes áreas.

Os 96 capítulos do livro trazem conhecimentos relevantes para toda comunidade acadêmico-científica e sociedade civil, auxiliando no entendimento do meio ambiente em geral (físico, biológico e antrópico), suprimindo lacunas que possam hoje existir e contribuindo para que os profissionais tenham uma visão holística e possam atuar em diferentes regiões do Brasil e do mundo. As estudos que integram a *“Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza”* demonstram que tanto as Ciências Biológicas como da Natureza (principalmente química, física e biologia) e suas tecnologias são fundamentais para promoção do desenvolvimento de saberes, competências e habilidades para a investigação, observação, interpretação e divulgação/interação social no ensino de ciências (biológicas e da natureza) sob pilares do desenvolvimento social e da sustentabilidade, na perspectiva de saberes multi e interdisciplinares.

Em suma, convidamos todos os leitores a aproveitarem as relevantes informações que o livro traz, e que, o mesmo possa atuar como um veículo adequado para difundir e ampliar o conhecimento em Ciências Biológicas e da Natureza, com base nos resultados aqui dispostos.

Excelente leitura!

José Max Barbosa de Oliveira Junior

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AGRICULTURA URBANA: O CASO DA HORTA COMUNITÁRIA ORGÂNICA DO PARQUE PREVIDÊNCIA, NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, SP	
Lucas Sales dos Santos Ana Paula Branco do Nascimento Maria Solange Francos Milena de Moura Régis	
DOI 10.22533/at.ed.5761927051	
CAPÍTULO 2	18
SALICILATOS NAS PLANTAS E UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA	
Roberto Cecatto Júnior Anderson Daniel Suss Bruna Thaina Bartzen Guilherme Luiz Bazei Vandeir Francisco Guimarães Lucas Guilherme Bulegon	
DOI 10.22533/at.ed.5761927052	
CAPÍTULO 3	34
ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DO AMBIENTE AQUÁTICO NOS RIOS BANDEIRA, ARROIO CAMPO BONITO E SANTA MARIA (CAMPO BONITO - PR) POR MEIO DE PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA EM 2017 E 2018	
Chrystian Aparecido Grillo Haerter Irene Carniatto	
DOI 10.22533/at.ed.5761927053	
CAPÍTULO 4	42
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE AUTODEPURAÇÃO DE UM RIO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE	
Beatriz Cristina Lopes Aryanne Cecilia Vieira de Souza Emerson Augusto Queiroz Mendes Marques	
DOI 10.22533/at.ed.5761927054	
CAPÍTULO 5	53
PRESENÇA DE ADENOVIRUS HUMANO NAS ÁGUAS DO RIO CATURETÊ, SARANDI, RIO GRANDE DO SUL	
Brenda Katelyn Viegas da Rosa Rute Gabriele Fiscoeder Ritzel Tatiana Moraes da Silva Heck Fabiano Costa de Oliveira Rodrigo Staggemeier Sabrina Esteves de Matos Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.5761927055	

CAPÍTULO 6 58

SEGURANÇA ALIMENTAR: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS CRECHES PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE PATOS-PB

Vitor Martins Cantal
Talita Ferreira de Moraes
Clara Luz Martins Vaz
Lusinilda Carla Pinto Martins
Rosália Severo de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.5761927056

CAPÍTULO 7 71

ECOLOGY IN THE SCHOOLYARD: FEATHERED VISITORS

Agüero Nicolás Facundo
Benítez Adriana Carla
Moschner Lara María
Nuñez Gisell Romina
Varela Franco Martín

DOI 10.22533/at.ed.5761927057

CAPÍTULO 8 80

ANÁLISE DA FREQUÊNCIA RELATIVA DE TOXINAS ISOLADAS DE AMOSTRAS DE *ESCHERICHIA COLI* COLETADAS DE BEZERROS COM DIARREIA, DO RECÔNCAVO BAIANO

Gabrielle Casaes Santana
Bruna Mamona de Jesus
Eddy José Francisco de Oliveira
Claudio Roberto Nobrega Amorim

DOI 10.22533/at.ed.5761927058

CAPÍTULO 9 91

“AVALIAÇÃO DE DOR PÓS TRATAMENTO COM BANDAGEM KINESIO TAPE EQUINE EM ARTROSCOPIAS EM EQUINOS”

Vittoria Guerra Altheman
Ana Liz Garcia Alves
Luiz Henrique Lima de Mattos

DOI 10.22533/at.ed.5761927059

CAPÍTULO 10 101

INFLUÊNCIA DO ESTRESSE TÉRMICO NA DEPOSIÇÃO DE GORDURA SUBCUTÂNEA EM BOVINOS NELORE (*BOS INDICUS*) E ANGUS (*BOS TAURUS*)

Guilherme Andraus Bispo
Adam Taiti Harth Utsunomiya
Ludmilla Balbo Zavarez
Júlio César Pascoaloti de Lima
José Fernando Garcia

DOI 10.22533/at.ed.57619270510

CAPÍTULO 11 106

INFLUÊNCIA DA PROGESTERONA ENDÓGENA NA QUANTIDADE E NA QUALIDADE OOCITÁRIA DE VACAS DA RAÇA NELORE

Rafael Augusto Satrapa
Erica Sousa Agostinho
Daniel Ribeiro Guimarães de Menezes
Dagoberto de Almeida Junior

DOI 10.22533/at.ed.57619270511

CAPÍTULO 12 117

USO DA MEMBRANA DE CELULOSE BACTERIANA (NANOSKIN®) EM FERIDAS EXPERIMENTAIS NA ESPÉCIE OVINA

Camila Sabino de Oliveira
Flávia de Almeida Lucas
Fernanda Bovino
Matheus de Oliveira Souza Castro

DOI 10.22533/at.ed.57619270512

CAPÍTULO 13 129

INFLUÊNCIAS DE PISCICULTURA EM TANQUES-REDE SOBRE ASPECTOS POPULACIONAIS E ALIMENTARES DE PEIXES SILVESTRES NO RESERVATÓRIO DE CHAVANTES (RIO PARANAPANEMA), SÃO PAULO, BRASIL

Aymar Orlandi Neto
Denis William Johanssem de Campos
José Daniel Soler Garves
Érica de Oliveira Penha Zica
Reinaldo José da Silva
Heleno Brandão
Augusto Seawright Zanatta
Edmir Daniel Carvalho (in memorian)
Igor Paiva Ramos

DOI 10.22533/at.ed.57619270513

CAPÍTULO 14 140

INTERESSE DO CONSUMIDOR URBANO POR PESCADO COM RÓTULO OU CERTIFICADO ECOLÓGICO EM SANTOS/SP - BRASIL

Sílvia Lima Oliveira dos Santos
Fabio Giordano

DOI 10.22533/at.ed.57619270514

CAPÍTULO 15 149

PRESENÇA DE *Vibrio* ssp. PATOGÊNICOS EM CULTIVOS DE CAMARÃO MARINHOS

Beatriz Cristina Lopes
Emerson Augusto Queiroz Mendes Marques

DOI 10.22533/at.ed.57619270515

CAPÍTULO 16 160

ANÁLISE SENSORIAL DE HAMBÚRGUER DE *Piaractus mesopotamicus* EM DIFERENTES PROPORÇÕES COM CARNE DE FRANGO

Luiz Firmino do Santos Junior
Ariéli Daieny da Fonseca
Beatriz Garcia Lopes
Lucas Menezes Felizardo
Gláucia Amorim Faria
Heloiza Ferreira Alves do Prado

DOI 10.22533/at.ed.57619270516

CAPÍTULO 17 169

ANÁLISE DO CONTEÚDO DE GENÉTICA SOLICITADO NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM) DE 2009 A 2017

Bárbara De Magalhães Souza Gomes
Anna De Paula Freitas Borges
Camila De Assunção Martins
Cesar Augusto Sam Tiago Vilanova-Costa
Antonio Márcio Teodoro Cordeiro Silva

DOI 10.22533/at.ed.57619270517

CAPÍTULO 18 175

APRECIÇÃO DO ENSINO DE GENÉTICA NO CURSO DE MEDICINA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DA PARAÍBA

Alessandra Bernadete Trovó de Marqui
Natália Lima Moraes
Vanessa de Aquino Gomes
Nathália Silva Gomes
Cristina Wide Pissetti

DOI 10.22533/at.ed.57619270518

CAPÍTULO 19 187

ANATOMIA 3D IMPRESSA: ABORDAGEM EDUCACIONAL DA TECNOLOGIA MÉDICA

Guilherme Socoowski Hernandes Götz das Neves
Gutemberg Conrado Santos
Ana Cristina Beitia Kraemer Moraes

DOI 10.22533/at.ed.57619270519

CAPÍTULO 20 200

BACTÉRIAS VEICULADAS POR FORMIGAS CAPTURADAS EM AMBIENTES ALIMENTARES DE CRECHES DO MUNICÍPIO DE RONDONÓPOLIS-MT

Camila Elena Dilly Camargo
Raiane Teixeira Xavier
Meg Caroline do Couto
Daves Lopes Ocereu
Milene Moreno Ferro Hein
Helen Cristina Favero Lisboa

DOI 10.22533/at.ed.57619270520

CAPÍTULO 21 207

MODELO DE SIMULAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA DA PAISAGEM NO ENTORNO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE FECHOS – MG

Luciana Eler França
Lourdes Manresa Camargos
Luiza Cintra Fernandes
Fernando Figueiredo Goulart

DOI 10.22533/at.ed.57619270521

CAPÍTULO 22 219

MÚSICAS INFANTIS POPULARMENTE DIFUNDIDAS E SUA INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO SOBRE ARTHROPODA

Eltamara Souza da Conceição
Daianne Letícia Moreira Sampaio
Aldacy Maria Santana de Souza
Josué de Souza Santana
Luana da Silva Santana Sousa
Samanta Jessen Correia Santana
Tais de Souza Silva
Zilvânia Martins de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.57619270522

CAPÍTULO 23 228

PARASITOLOGICAL DETECTION OF *Cryptosporidium* spp. IN FECAL SAMPLES OF CARRIER PIGEONS (*Columba livia*) IN TWO BREEDINGS

Amália Genete dos Santos
Bruno César Miranda Oliveira
Deuvânia Carvalho da Silva
Elis Domingos Ferrari
Sandra Valéria Inácio
Walter Bertequini Nagata
Katia Denise Saraiva Bresciani

DOI 10.22533/at.ed.57619270523

CAPÍTULO 24 234

PERFIL DOS CASOS DE COQUELUCHE NO ESTADO DE GOIÁS

Marielly Sousa Borges
Jefferson do Carmo Dietz
Dayane de Lima Oliveira
Roberta Rosa de Souza
Murilo Barros Silveira

DOI 10.22533/at.ed.57619270524

CAPÍTULO 25 241

POSSIBILIDADES NA FORMAÇÃO DOCENTE COM A GINÁSTICA PARA TODOS: VIVÊNCIAS EXPRESSIVAS INCLUSIVAS APLICADAS NA EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR

Marcos Gabriel Schuindt Acácio
Rubens Venditti Júnior
Ezequiel do Prado Silva
Gilson Viana de Sobral
Bianca Marcela Vitorino Barboza
Rodolfo Lemes de Moraes
Romulo Dantas Alves

DOI 10.22533/at.ed.57619270525

CAPÍTULO 26 254

POTENCIAL ECONÔMICO DA MICROBIOTA AMAZÔNICA

Luiz Antonio de Oliveira
Cassiane Minelli-Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.57619270526

CAPÍTULO 27	265
USO DE MAPA CONCEITUAL PARA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL	
Angela Antunes Aline Matuella M. Ficanha Ana Sara Castaman Rúbia Mores Luciana Dornelles Venquiaruto Rogério Marcos Dallago	
DOI 10.22533/at.ed.57619270527	
CAPÍTULO 28	276
PROPAGAÇÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO MOSQUITO <i>Aedes aegypti</i> : UMA PROBLEMÁTICA DE SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ, PARÁ	
Brenda Almeida Lima Chayenna Araújo Torquato Athos Ricardo Souza Lopes Sidnei Cerqueira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.57619270528	
CAPÍTULO 29	287
Alternanthera philoxeroides NO ESTUDO ETNOBOTÂNICO E ETNOFARMACOLÓGICO DE PLANTAS UTILIZADAS POR COMUNIDADES QUILOMBOLAS DA REGIÃO DOS LAGOS/RJ	
Luiza Gama Carvalho Vinicius Fernandes Moreira Marcos Vinicius Leal-Costa	
DOI 10.22533/at.ed.57619270529	
CAPÍTULO 30	297
ANATOMIA FLORAL DO CACTO EPÍFITO <i>RHIPSALIS TERES</i> (VELL.) STEUD. (CACTACEAE)	
Beatriz Mendes Santos Odair José Garcia de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.57619270530	
CAPÍTULO 31	304
COLEÇÃO CENTENÁRIA DE EUCALIPTOS NA FLORESTA ESTADUAL “EDMUNDO NAVARRO DE ANDRADE”	
Gabriel Ribeiro Castellano Rafael Jose Camarinho	
DOI 10.22533/at.ed.57619270531	
CAPÍTULO 32	320
JASMONATOS NAS PLANTAS E UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA	
Roberto Cecatto Júnior Anderson Daniel Suss Bruna Thaina Bartzen Guilherme Luiz Bazei Vandeir Francisco Guimarães Lucas Guilherme Bulegon	
DOI 10.22533/at.ed.57619270532	

CAPÍTULO 33	335
LAGARTAS DE PIPERACEAE, ARISTOLOCHIACEAE, ANACARDIACEAE E MELASTOMATAEAE NA INDICAÇÃO DE QUALIDADE DE FRAGMENTO FLORESTAL DE MORRETES, PR	
Emerson Luís Pawoski da Silva Patrícia Oliveira da Silva José Francisco de Oliveira Neto Emerson Luis Tonetti	
DOI 10.22533/at.ed.57619270533	
CAPÍTULO 34	345
PERFIL QUÍMICO DO CACTO EPÍFITO <i>Rhipsalis teres</i> (CACTACEAE)	
Renan Canute Kamikawachi Virginia Carrara Marcelo José Dias Silva Odair José Garcia de Almeida Wagner Vilegas	
DOI 10.22533/at.ed.57619270534	
CAPÍTULO 35	355
USO DA CINZA DE BIOMASSA DE EUCALIPTO COMO CORRETIVO DE ACIDEZ DE SOLO, NA NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO	
Eduardo Bianchi Baratella Regis Quimello Borges Elisângela Bedatty Batista Antônio Leonardo Campos Biagini Maikon Richer de Azambuja Pereira Ronaldo da Silva Viana Cássia Maria de Paula Garcia Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho	
DOI 10.22533/at.ed.57619270535	
CAPÍTULO 36	368
VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ELASTICIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS NA COMUNIDADE IPITINGA TOMÉ-AÇU/PA POR MEIO DA LEI DE HOOKE	
Jhones Fonseca dos Santos Brenda Carolina Raudenkolb da Costa Anderson da Silva Parente Jhonata Eduard Farias de Oliveira Paulo Vitor dos Santos Gildenilson Mendes Duarte	
DOI 10.22533/at.ed.57619270536	
CAPÍTULO 37	374
GERMINAÇÃO DA SEMENTE <i>ANNONA MURICATA</i> L. EM DIFERENTES SUBSTRATOS	
Elaine Oliveira do Nascimento Elizilene de Souza Vaz Maria José de Sousa Trindade	
DOI 10.22533/at.ed.57619270537	
SOBRE O ORGANIZADOR	379

JASMONATOS NAS PLANTAS E UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA

Roberto Cecatto Júnior

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

Anderson Daniel Suss

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

Bruna Thaina Bartzén

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

Guilherme Luiz Bazei

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

Vandeir Francisco Guimarães

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

Lucas Guilherme Bulegon

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

RESUMO: O grupo de hormônios vegetais dos jasmonatos foi descoberto quando foi isolado o ácido jasmônico pela primeira de plantas de *Jasminum grandiflorum* L. e de *Rosmarinus officinalis* L. Os jasmonatos são todas as moléculas derivadas do ácido jasmônico,

incluindo o metil-jasmonato, conjugados com aminoácidos, como jasmonoil-isoleucina, e com açúcares, sendo o ácido jasmônico e seu éster metílico metil jasmonato (MeJa) os principais hormônios desse grupo. A produção de jasmonatos ocorre nas plantas quando são submetidas a um estresse, assim os processos metabólicos relacionados a defesa das plantas são ativados, resultando na liberação de compostos voláteis. Em relação ao modo de ação dos jasmonatos, são três etapas principais envolvidas, sendo elas a percepção do sinal, transdução do sinal percebido e os alvos primários da ação do hormônio. Assim, os efeitos fisiológicos dos jasmonatos são expressos, afetando principalmente o crescimento vegetal, germinação de sementes, floração, maturação de frutos e senescência, no entanto, apresentam maior importância na defesa das plantas a estresses bióticos e abióticos. Na agricultura os jasmonatos são utilizados com a finalidade de possibilitar maior desenvolvimento e produção, principalmente quando as plantas se encontram atacadas por insetos, patógena ou situações de estresse, além contribuir para manutenção da qualidade de frutos em pré e pós-colheita.

PALAVRAS-CHAVE: Ácido jasmônico, indutor de resistência, metil jasmonato.

ABSTRACT: The jasmonate plant hormone group was discovered when jasmonic acid was

isolated from the first plant of *Jasminum grandiflorum* L. and *Rosmarinus officinalis* L. Jasmonates are all molecules derived from jasmonic acid, including methyl jasmonate, conjugated with amino acids, such as jasmononoisoleucine, and with sugars, with jasmonic acid and its methyl ester jasmonate (MeJa) being the major hormones of that group. The production of jasmonates occurs in the plants when they are subjected to a stress, thus the metabolic processes related to the defense of the plants are activated, resulting in the release of volatile compounds. Regarding the mode of action of the jasmonates, three main stages are involved, being the perception of the signal, transduction of the perceived signal and the primary targets of the action of the hormone. Thus, the physiological effects of jasmonates are expressed, mainly affecting plant growth, seed germination, flowering, fruit maturation and senescence; however, they are more important in the defense of plants to biotic and abiotic stresses. In agriculture the jasmonates are used with the purpose to allow greater development and production, especially when the plants are attacked by insects, pathogenic or stress situations, besides contributing to the maintenance of the quality of fruits in pre and post-harvest.

KEYWORDS: Jasmonic acid, resistance inducer, methyl jasmonate.

INTRODUÇÃO

Para controlar o seu desenvolvimento, as plantas produzem uma grande quantidade de compostos orgânicos. Dentre essas substâncias estão as auxinas, citocininas, giberelinas, etileno e o ácido abscísico que são os hormônios vegetais denominados como clássicos, os quais foram bastante estudados nos últimos 50 anos. No entanto, existem outros grupos como o dos jasmonatos, que também afeta o desenvolvimento vegetal, visto que influencia inúmeros processos fisiológicos nas plantas (KERBAUY, 2008).

Os jasmonatos são um grupo de reguladores vegetais que auxiliam na defesa das plantas, esse grupo é composto pelo metil jasmonato e o ácido jasmônico (TAIZ; ZEIGER, 2013). Os jasmonatos são hormônios de crescimento, desenvolvimento e de resposta a diferentes condições de estresse na planta, sendo que na prática destacam-se como indutores de resistência a estresses bióticos e abióticos (DEUNER et al., 2015).

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica completa a respeito do histórico, principais hormônios, síntese, fatores que controlam os níveis endógenos, modos de ação, efeitos fisiológicos e efeitos da utilização prática de jasmonatos sobre o crescimento e desenvolvimento vegetal.

HISTÓRICO DOS JASMONATOS

O grupo de hormônios vegetais dos jasmonatos foi descoberto no ano de 1962 quando foi isolado pela primeira vez o ácido jasmônico (AJ), o qual foi extraído dos óleos

essenciais de *Jasminum grandiflorum* L. e de *Rosmarinus officinalis* L. (DEMOLE et al., 1962).

Inúmeras funções são desempenhadas pelos jasmonatos nas plantas, tais como: respostas de defesa, floração e senescência por intermédio de sinais intracelulares, além de estarem relacionados com a expressão de muitos genes, os quais estão vinculados a tradução de sinais relativos a defesa das plantas.

Os primeiros estudos com AJ exploravam destina-lo a indústria de perfumes. Somente após 10 anos de pesquisas foi descoberta a sua atividade em plantas, sendo esse, promotor de senescência em plantas de absinto e inibidor do crescimento de favas (SOARES; MACHADO, 2007).

Os jasmonatos são encontrados em samambaias, fungos e musgos, fazendo-se presente em todo o reino Plantae, já sendo identificado em tecidos de mais de 200 plantas, representando um grupo de aproximadamente 150 famílias (SEMBDNER; PARTHIER, 1993).

Esses hormônios são obtidos através da extração oriunda de plantas superiores, por meio de processos químicos ou fermentação microbiana. A principal forma de extração é feita diretamente de fontes vegetais, por exemplo, das flores de *J. grandiflorum*, porém possui baixa eficiência de produção, resultando em elevados custos para obtenção destes produtos no mercado (DHANDHUKIA; TAKKAR, 2008).

PRINCIPAIS HORMÔNIOS ENDÓGENOS QUE COMPÕE O GRUPO DOS JASMONATOS

Os jasmonatos, bioquimicamente são derivados do metabolismo lipídico vegetal, sendo moléculas que apresentam um alto potencial regulatório, os jasmonatos são todas as moléculas derivadas do AJ, que incluem metil-jasmonato, conjugados com aminoácidos, como jasmonoil-isoleucina, e com açúcares, sendo o AJ e seu éster metílico metil jasmonato (MeJa) os principais exemplos desses fito hormônios (WASTERACK, 2007).

Todos os derivados AJ, produzidos por metilação, glicosilação, hidroxilação ou derivados, produzidos por metilação ou esterificação com aminoácidos estão presentes nos jasmonatos, o derivado do éster do aminoácido da isoleucina, jasmonil-isoleucina (Aj-Ile), desempenha um papel fundamental neste processo. Aj-Ile representa a forma biologicamente ativa do fito hormônio, isso desencadeia uma série de respostas imunes, como a produção de substâncias tóxicas ou inibidoras de digestão, após o ataque de insetos, as plantas podem sintetizar inibidores de proteases que prejudicam a atividade das proteínases digestivas no intestino dos insetos (WASTERACK; HAUSE, 2014).

As plantas produzem duas formas de AJ denominados de solúvel e volátil. O solúvel é usado como defesa direta para herbívoros, ativando genes para produção

da fenilalanina amônia-liase que catalisa substâncias especiais, inclusive inibidores de proteína que diminuem benefícios para os herbívoros, e na forma de um sinal volátil pelo metil jasmonato (MeJA) (VIEIRA et al., 2010).

O AJ e seu metil éster metil jasmonato são hormônios derivados do ácido linolênico que desempenham nas plantas funções semelhantes às do etileno e do ácido abscísico (COLLI, 2012).

O AJ é produzido nos peroxissomos e no citosol é modificado para produzir os seus derivados, o AJ é convertido ao composto volátil metil-jasmonato por ação de uma metil - transferase, ou conjugado com alguns aminoácidos por ação de uma enzima aminoácido - sintase codificadas pelo gene *jar1*, a qual promove a conjugação de AJ e isoleucina (JA-Ile), que parece ser a molécula responsável pela ativação da sinalização (THINES et al., 2007).

SÍNTESE E DISTRIBUIÇÃO DE JASMONATOS NAS PLANTAS

Os jasmonatos são cruciais para a proteção de plantas contra o ataque de pragas e patógenos, uma vez que, atuam com sinalizadores em situações de estresse (STOTZ et al., 2000). Para que ocorra a defesa das plantas, é fundamental a sinalização por octadecanóide, AJ e metil jasmonato, sendo esses compostos derivados do ácido linolênico (CREELMAN; MULLET, 1997).

Quando as plantas são submetidas a algum dano, processos metabólicos relacionados a defesa das plantas são ativados, resultando na liberação de compostos voláteis induzidos (BALDWIN et al., 2006; FROST et al., 2007). O ácido linoleico e linolênico são exemplos de compostos voláteis liberados pelas plantas em situações adversas, ativando a rota octadecanóide levando a biossíntese de AJ nas plantas (DUDAREVA et al., 2006).

Os jasmonatos são derivados de compostos baseados em ciclopentanona. Sua síntese inicia-se com a liberação do ácido linolênico que é convertido em ácido 13-hidroperoxinolênico, sendo a reação catalisada pela enzima 13-LOX (13-lipoxigenase). Posteriormente, as enzimas AOS (aleno óxido sintase) e AOC (aleno óxido ciclase) sintetizam ácido 12-oxo-fitodienóico (WEBER, 2002). Após a ação da enzima PR (12-oxo-fitodienóico ácido redutase) e três passos de β -oxidação, o AJ é formado. Finalmente, a enzima JAMT (ácido metil jasmonato transferase) faz a conversão para MeJA – metil jasmonato (CREELMAN; MULLET, 1997).

De acordo com O'Donell et al (2003) duas formas de AJ são produzidas pelas plantas, a forma solúvel e volátil. A forma solúvel é responsável pela ativação de genes que culminam com a síntese de inibidores de proteínas, reduzindo os benefícios nutricionais. Já a forma volátil ocorre através de um sinal volátil pelo metil jasmonato.

A resposta sistêmica dos vegetais contra o ataque de pragas e patógenos envolve a ação do oligopeptídeo sistemina e o AJ. A sistemina é o sinal primário transmitido

a longas distâncias na planta após o ataque de pragas e/ou patógenos (LEON et al., 2001).

A célula lesada libera sistemina, a qual se difunde pelo floema atingindo as demais folhas da planta (Figura 1), onde atua sobre alguns receptores que ativam a via dos octadecanóides, culminando com o início da síntese de AJ o qual induzirá a síntese de proteínas inibidoras de preteinas (RYAN; PEARCE, 1998).

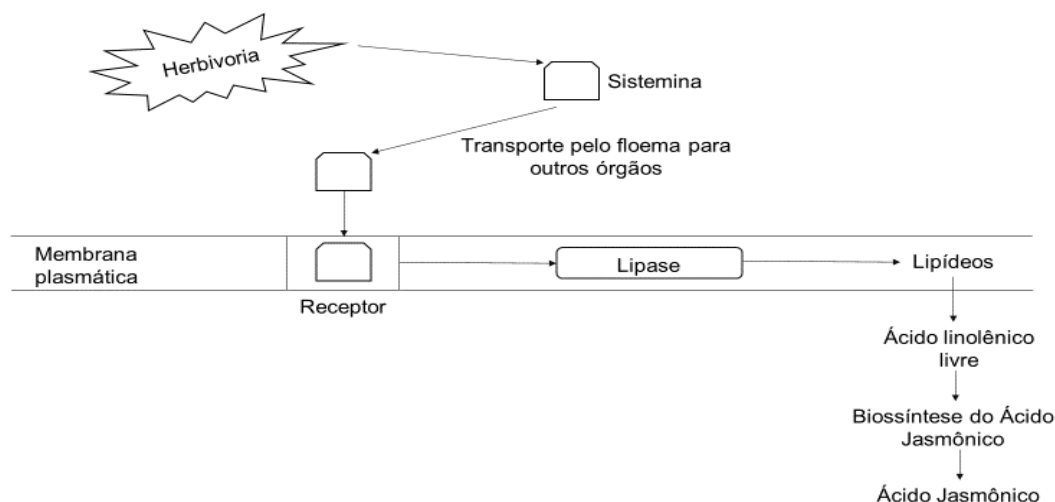


Figura 1: Em plantas feridas é desencadeada a formação da sistêmica, que é transportada para outros órgãos a planta, ligando-se a um receptor, o que causa a ativação da lipase promovendo a formação de AJ (TAIZ; ZEIGER, 2013).

FATORES QUE CONTROLAM O NÍVEL ENDÓGENO DE JASMONATOS NAS PLANTAS

Os níveis de jasmonatos nas plantas se elevam em função de danos causados por pragas ou patógenos, resultando na ativação de mecanismos de defesa vegetal, além dos inibidores de proteases, terpenos e alcaloides. Os jasmonatos influenciam vários processos fisiológicos, desempenhando papel crucial na expressão de genes de defesa das plantas (DROGE, 2002).

Danos resultantes da herbívora e patogénia causam injúrias nas plantas, desencadeando inúmeros mecanismos de defesa a partir da emissão de voláteis. Elictores provenientes de herbívoros entram em contato com áreas danificadas das plantas, ativando uma série de respostas químicas de defesa, incluindo a despolarização do potencial de membrana e influxo de cálcio, ativação da proteína quinase e formação de radicais livres resultando na síntese de ácido jasmônico que sinaliza a produção de compostos voláteis (MAFFEI et al., 2007). Sendo que quando as plantas são submetidas ao ataque de pragas, ocorre um aumento na emissão de voláteis elevando a quantidade de ácido jasmônico produzido pelas plantas (ENGELBERTH et al., 2004).

Além de estímulos externos, os níveis de jasmonatos nas plantas podem variar em

função do período de desenvolvimento e do tecido (MASON et al., 1992). Nos tecidos reprodutivos, flores e frutos são encontrados níveis mais altos de jasmonatos, em comparação a raízes e folhas maduras. Entretanto, quando as plantas ficam injuriadas em decorrência a algum fator ambiental, os jasmonatos translocam rapidamente nas plantas, ativando respostas de defesa da própria planta ou até de plantas vizinhas (FARMER; RYAN, 1990).

Os teores de jasmonatos também podem sofrer variações dentro de uma mesma espécie, o que é resultado de mutações genéticas que culminam em redução na produção desse composto. Algumas plantas são deficientes na síntese de compostos relacionados a defesa das plantas e não acumulam inibidores de proteínases em resposta a injúrias, sendo mais suscetíveis a pragas e patógenos (HOWE et al., 1996).

Outro fator que afeta os teores de jasmonatos nas plantas está relacionado a presença de ácido linolênico, uma vez que esse composto é essencial para que ocorra a síntese de AJ, sendo que plantas mais ricas em ácido linolênico provavelmente apresentarão mais jasmonatos em seus tecidos, refletindo em maior tolerância aos estresses (VELINI et al., 2009).

Aplicações exógenas de jasmonatos também podem elevar os teores de jasmonatos nas plantas, considerando que essas aplicações induzem a expressão da lipoxigenase, a qual está relacionada a biossíntese do AJ. A indução da lipoxigenase com aplicações exógenas, pode aumentar a resistência de plantas suscetíveis ao ataque de patógenos, ou pode resultar no aumento da capacidade da planta sintetizar outros compostos relacionados a defesas (CREELMAN; MULLET, 1997).

MODO DE AÇÃO DOS JASMONATOS

As substâncias classificadas como jasmonatos, AJ e seu metil éster, metil jasmonato, pertencem a um grupo de substâncias endógenas que regulam o crescimento vegetal, sendo hormônios que apresentam diversas funções, desempenhando importante papel no desenvolvimento e crescimento de muitas espécies de plantas além de estarem envolvidos nas respostas a estresses.

Três etapas principais envolvem o modo de ação dos hormônios nas plantas, sendo elas a percepção do sinal, transdução do sinal percebido e os alvos primários da ação do hormônio. A etapa da percepção ocorre por com a ligação do hormônio a um receptor específico, esses receptores normalmente são proteínas localizadas na membrana celular ou no citoplasma, que se ligam com mensageiros químicos de forma específica e reversível. A ligação do hormônio a proteína proporciona uma mudança conformacional tornando-a ativa, após isso, uma cascata de eventos químicos intracelular é desencadeada levando a uma resposta. A detecção e transdução do sinal depende de proteínas receptoras, mas alguns mensageiros secundários também podem estar envolvidos na transdução do sinal e ampliação. Esse processo resulta na ação sobre processos relacionados aos mecanismos celulares (KERBAY, 2004).

O modo de ação dos jasmonatos não está apenas ligado a defesa das plantas, uma vez que sua ação também interfere no crescimento, pois induzem a supressão do crescimento em alguns casos ao deslocar metabólitos para as rotas de defesa. Na atuação do ácido jasmônico, observa-se que existe um mecanismo conservado de sinalização, baseado na ubiquinona ligase. Importante ressaltar que em muitos casos o AJ precisa ser convertido em um conjugado de aminoácido, por exemplo, o AJ-isoleucina, para ter atividade completa, no entanto, mesmo não conjugado o AJ exerce função ativa de hormônio, mas com menor eficiência que a forma conjugada (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A conjugação do AJ com aminoácidos necessita da ação de enzimas denominadas de proteínas de resistência ao AJ, sendo esse conjunto importante para a sinalização das respostas de defesa. Destacando-se que em concentrações baixas de AJ, os genes de resposta ao jasmonato são reprimidos por uma família de proteínas chamadas de jazmonate zim-doman, importantes na regulação da atividade dos jasmonatos (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A concentração de jasmonatos nos tecidos foliares aumenta em condições de estresses, como déficit hídrico, estresse osmótico, além do ataque de pragas e patógenos, pois levam a ativação da rota dos octadecanóides (O'DONNELL et al., 2003). Uma vez que essa rota realiza a síntese de AJ, importante na ativação dos mecanismos de defesa das plantas (SOARES; MACHADO, 2007). A via dos octadecanóides compreende quatro classes de compostos com diferentes estruturas, que possuem atividades diferenciadas nos processos que são regulados pelos jasmonatos (WASTERACK, 2007).

Para os jasmonatos, após a síntese se inicia o processo de sinalização, com ação de um metabólito secundário, o metil jasmonato, que induz a síntese de inibidores de proteinases em diferentes plantas, mesmo em folhas distantes da região atacada, demonstrando a capacidade dos jasmonatos sinalizarem mesmo a longas distâncias (FARMER; RYAN, 1990).

Assim, a sinalização e resposta a estresses nas plantas de acordo com O'Donell et al. (2003) depende de duas formas do AJ que são produzidas, uma solúvel e outra volátil. A sinalização na forma de metil jasmonato, ocorre por um sinal volátil do composto que possui ação repelente ao inseto praga e atrativa aos inimigos naturais. Por outro lado, a forma solúvel ativa genes que levam a síntese de inibidores de proteínas, que reduzem os benefícios nutricionais do consumo da planta pela praga.

A ação do AJ nas plantas é complexa, sabe-se que pode agir ativando genes que normalmente estão atrelados a respostas por danos mecânicos causados por insetos (WEBER, 2002) ou genes de defesa a patógenos (ZHANG et al., 2015). Sendo assim, o AJ ativa rotas que sintetizam substâncias repelentes ou metabólitos tóxicos, mas também age na síntese de proteínas que atuam na defesa das plantas. Também pode ocorrer a síntese de inibidores da α -amilase, reduzindo a digestibilidade do amido, sendo possível a produção de lectinas, proteínas destinadas a defesa, que se ligam

as células epiteliais de insetos herbívoros, reduzindo a disponibilidade dos nutrientes da planta atacada (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Portanto, os jasmonatos ativam as rotas de síntese de compostos de defesa das plantas através da indução de genes (ZHANG et al., 2015), isso proporciona o gasto de metabolitos pelas plantas (TAIZ; ZEIGER, 2017), esse desvio de energia para rotas de defesa pode resultar em menor desenvolvimento das plantas tratadas com jasmonatos. Além disso, os jasmonatos podem causar redução do crescimento de plantas por causar declínio da taxa fotossintética (JUNG, 2004), associada a supressão da atividade da enzima Rubisco (FELLER; FISCHER, 1994).

Sendo assim, existem muitas variáveis envolvidas nos efeitos dos jasmonatos sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, como à estrutura do composto e sua concentração. A aplicação de 100 mM de AJ pode induzir a senescência de plantas (PARTHIER, 1991), sendo que esse efeito pode estar associado à aplicação de altas concentrações e não pelo efeito fisiológico do AJ (LINHARES et al. 2010). Por outro lado, os maiores níveis de jasmonatos, endogenamente, estão presentes em tecidos jovens em crescimento, apontando para seu papel no estímulo ao desenvolvimento vegetal (CREELMAN; MULLET, 1997).

EFEITOS FISIOLÓGICOS DOS JASMONATOS

O AJ e seu metil éster (metil jasmonato), são chamados de jasmonatos de forma coletiva, esses hormônios atuam em diferentes processos fisiológicos nas plantas (WASTERNAK; PARTHIER, 1997). Sendo algumas ações fisiológicas relacionadas ao crescimento vegetal (BARI; JONES, 2009), germinação de sementes, floração, maturação de frutos e senescência (AVANCI et al., 2010). Além de regular a expressão de genes responsáveis pela codificação de proteínas de reserva, inibidores de proteases e aumentar a atividade de lipoxigenase (BARI; JONES, 2009; JAITI, 2009), conferindo aos jasmonatos papel importante na defesa a estresses bióticos (ZHANG et al., 2015) e abióticos (FAHAD et al., 2015).

Assim, os jasmonatos atuam nos mecanismos de defesa, por meio da regulação da expressão de genes, por exemplo, aqueles que codificam proteínas responsáveis pela inibição de proteases e enzimas relacionadas a origem de flavonoides, (LINARES et al., 2010). Como resultado os jasmonatos atuam na defesa aos ataques de insetos praga, patógenos e estresse ambiental como seca, baixa temperatura e salinidade (WASTERNAK; PARTHIER, 1997), também agem mitigando o estresse causado pelo excesso de raios UV-B (FARMER; RYAN, 1990; RAKWAL; KOMATSU, 2000).

O papel dos jasmonatos na resistência de plantas a estresses bióticos pode ser evidenciado pela existência de interação ativa na relação planta/inseto (BIRKETT et al., 2000). Sendo que os jasmonatos induzem a formação de compostos secundários que auxiliam na resistência da planta (MORAES et al., 2008), podendo ocorrer indução sistêmica da produção de compostos de defesa (JANEGITZ, 2012).

Tendo em vista a ação dos jasmonatos para reduzir as injúrias causadas por estresses, observa-se que esse grupo de hormônios atua ativando enzimas e compostos metabólicos relacionados ao catabolismo da arginina contribuindo para redução dos danos causados pelo estresse a baixas temperaturas (ZHANG et al., 2012). Os jasmonatos, na figura do AJ, apresenta capacidade de mitigar os efeitos causados pelo estresse decorrente de altas temperaturas, com aumento da atividade de enzimas antioxidantes como a superóxido dismutase, catalase e peroxidase, além disso o metil jasmonato também pode reduzir os danos causados a membranas celulares (QIN; LIN, 2006).

Em plântulas de melão estudos mostram que o fornecimento de jasmonatos aumentam a tolerância a condições de estresse por aumentar produção de metabolitos secundários (NAFIE et al., 2011). Assim, observa-se que em plantas de soja submetidas ao estresse oxidativo causado pela presença de cádmio, a aplicação de AJ nessas plantas promove aumento da atividade de enzimas antioxidantes, mas o aumento da resposta antioxidante também está relacionado a redução do ácido tiobarbitúrico e aumento do conteúdo de glutathione (NORIEGA et al., 2012).

Na germinação de sementes, o AJ e o metil jasmonato, podem atuar tanto inibindo a germinação de sementes não dormentes e estimulando a germinação de sementes dormentes, possivelmente isso ocorre pela alteração na sensibilidade das sementes ao ABA (CREELMAN; MULLET, 1997). O AJ também possui a função de manter o desenvolvimento normal do gametofítico masculino e feminino (BROWSE, 2005), além de regular o desenvolvimento de tricomas glandulares (LI et al., 2004), produção de pelos radiculares em *Arabidopsis* (ZHU et al., 2006) e produção de compostos metabólicos secundários (CHEN et al., 2016).

Os jasmonatos tem demonstrado que são capazes de influenciar na concentração de clorofila nas plantas tratadas com AJ, proporcionando aumentos no teor do pigmento fotossintético (FLETCHER et al., 1983; CZERPAK et al., 2006; ASMA; LINGAKUMAR, 2015). O aumento na concentração de clorofila pode estar atrelado a forte influência sobre a via de síntese das moléculas de clorofila, principalmente sobre δ -ALA (ácido aminolevulínico) considerada o passo limitante da taxa de biossíntese das moléculas de clorofila durante os primeiros estágios (BEALE, 1978).

As respostas aos estímulos realizados pelos jasmonatos dependem de alguns fatores como o estado fisiológico, condições ambientais, a concentração de jasmonato nos tecidos, bem como a fase de desenvolvimento em que são aplicados (LÉON; SANCHES-SERRANO, 1999; DEUNER et al., 2015).

A aplicação exógena de jasmonatos pode incrementar o crescimento das partes reprodutivas (HEIL, 2004; LINHARES et al., 2010) e das estruturas vegetativas (WANG et al., 2015; HEIJARI et al., 2005). Assim, pode ser constatado aumento do crescimento de brotos, maior número de frutos e inflorescências (HELI, 2004), além de maior crescimento do sistema radicular (HEIJARI et al., 2005; WANG et al., 2015) e das hastes (WANG et al., 2015).

O envolvimento dos jasmonatos nos processos de crescimento e desenvolvimento, pode ser observado no estudo conduzido por Castro et al. (1999), onde encontraram maior crescimento radial de células de tubérculos desenvolvidas *in vitro*, o uso de jasmonato também pode resultar no aumento do tamanho e massa de frutos (MARTÍNEZ-ESPLÁ et al., 2014), ou como no estudo realizado por Wang et al. (2015), onde a aplicação de jasmonatos resultou em maior crescimento generalizado das plantas.

No entanto, outros trabalhos não apresentaram incremento no crescimento de plantas tratadas com jasmonatos, apenas aumento da concentração de substâncias destinadas a defesa (TABAYSHI et al., 2007), demonstrando que podem ocorrer efeitos diferenciados dos jasmonatos nas plantas (DEUNER et al., 2015).

Com isso, observa-se que a aplicação de jasmonatos também pode ocasionar a redução da quantidade da enzima Rubisco associado ao amarelecimento das folhas, decorrente da redução da quantidade de pigmentos fotossintético (FELLER; FISCHER, 1994). Portanto, com a aplicação de jasmonatos também é possível a redução no teor de clorofila e carotenoides, com queda do rendimento quântico, culminando no declínio da fotossíntese (JUNG, 2004). Associado a redução do crescimento e desenvolvimento de plantas pela redução da produção dos fotoassimilados (ROSSATO et al., 2002).

O declínio da fotossíntese de plantas tratadas com jasmonatos pode explicar a indução de sintomas de senescência (CHOU; KAO 1992; HE et al., 2002), uma das primeiras funções fisiológicas atribuídas ao AJ e ao metil jasmonato (HE et al., 2002). E ainda atuam na maturação dos frutos, pois possuem função ativa no processo de conversão do licopeno em β -caroteno e nos frutos (SANIEWSKI E CZAPSKI, 1983).

EXEMPLOS DE UTILIZAÇÕES PRÁTICAS NA AGRICULTURA DOS JASMONATOS

A aplicação dos jasmonatos pode contribuir para o melhor desenvolvimento e produção, quando as plantas se encontram atacadas por insetos, patógena ou situações de estresse, além de manutenção da qualidade de frutos em pré e pós-colheita (DEUNER et al., 2015).

Assim, como exemplo prático da utilização dos jasmonatos na produção agrícola, observa-se que o metil jasmonato pode ser utilizado tanto em pré como em pós-colheita, prolongando a vida pós-colheita e protegendo os produtos hortícolas contra patógenos. Quando os jasmonatos são utilizados em baixas concentrações é uma opção para a redução da perda de qualidade, mas também aumentam a resistência a doenças (TRIPATHI; DUBEY, 2004)

Em relação aos efeitos da aplicação de jasmonatos em pré-colheita, sabe-se que eles dependem da dose aplicada e da fase de desenvolvimento do fruto (TORRIGIANI et al., 2012). A aplicação de metil jasmonatos em pré-colheita influencia a maturação de frutos, dependendo da dose empregada, com a dose de 0,4 mM a maturação é retardada (ZIOSI et al., 2008) e com a dose de 0,8 mM a maturação dos frutos é acelerada (JANOUDI; FLORE, 2003). Nesse sentido, tratamento com metil jasmonatos

em maçãs no estágio inicial de desenvolvimento atrasa o processo de amadurecimento, enquanto que aplicações de metil jasmonato no último estágio de desenvolvimento do fruto acelera o processo de maturação (RUDELL et al., 2005).

O uso de jasmonatos nas plantas também influencia o crescimento e desenvolvimento, mas os resultados são dependentes da espécie, estágio fenológico e dose aplicada. Assim, alguns trabalhos apresentam maior crescimento de estruturas vegetativas (WANG et al., 2015) e reprodutivas das plantas (LINHARES et al., 2010), já outros demonstram efeitos contrários, com diminuição do crescimento pelo desvio de metabolitos para o sistema de defesa das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A aplicação de metil jasmonato em pré-colheita em ameixas, proporciona aumento do tamanho dos frutos e melhor qualidade, pois o tratamento proporciona maior firmeza e maior atividade de compostos antioxidantes, contudo estudos com diferentes espécies devem ser realizados para determinar a dose e o estágio fenológico mais adequado para sua utilização (MARTÍNEZ-ESPLÁ; ZAPATA, 2014). A necessidade do estabelecimento de doses e estágio de aplicação fica evidente ao observar trabalho realizados com maçãs, aplicando metil jasmonatos em pré-colheita, no qual a aplicação da dose de 10 e 20 mM de metil jasmonato, resultou em redução do tamanho dos frutos, pois o tratamento afetou a expansão celular (RUDELL et al., 2005).

A utilização de jasmonatos também pode reduzir os danos causados por estresses bióticos e abióticos, por exemplo aqueles causados por baixas temperatura, salinidade e até mesmo seca (WASTERNAK; PARTHIER, 1997). A aplicação de jasmonatos também contribui para resistência a ataque de pragas. Em trigo a aplicação de cis-jasmonatos contribuiu na redução da população de pulgões (MORAES et al., 2008). Para plantas de repolho, a aplicação de jasmonatos não apenas induz a resistência a insetos pragas, mas também a doenças causadas por bactérias (ZANG et al., 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os jasmonatos nas plantas, são importantes para o desenvolvimento, crescimento, produção e indução de resistência a diferentes formas de estresses causados por injúrias ambientais, ataque de insetos e doenças. Portanto, a utilização prática dos jasmonatos apresenta-se como importantes alternativas para indução de resistência a estresses bióticos e abióticos para controle de doenças e manutenção da qualidade de frutos em pós-colheita. Em relação ao crescimento, desenvolvimento e produção das plantas até o momento sabe-se que os resultados dependem da dose utilizada, espécie e estágio fenológico da planta no momento da aplicação, necessitando de mais estudos para esclarecer seus efeitos.

REFERÊNCIAS

- ASMA, M.; LINGAKUMAR, K. Jasmonate foliar spray induced vegetative growth and pigment composition in *Vigna radiata* L. **Wilczek. International Journal**, v. 3, n. 1, p. 664- 669, 2015.
- AVANCI, N.C.; LUCHE, D.D.; GOLDMAN, G.H.; GOLDMAN, M.H.S. Jasmonates are phytohormones with multiple functions, including plant defense and reproduction. **Genetics and Molecular Research**. v. 9, n. 1, p. 484 – 505, 2010.
- BARI, R.; JONES J. D. G. Role of plant hormones in plant defence responses. **Plant Mol Biol**, v.69, p.473 – 488, 2009.
- BEALE, S. I. δ -Aminolevulinic Acid in Plants: Its Bio-synthesis, Regulation and Role in Plastid Development, Annu. **Rev. Plant Physiol**, v.29, p.95-120, 1978.
- BIRKETT, M.A. et al. New roles for *cis*-jasmonone as an insect semiochemical and in plant defense. **Plant Biology**, v. 97, n.16, p.9329-9334, 2000.
- BROWSE, J. Jasmonate: An oxylipin signal with many roles in plants. **Vitamins and Hormones**, v.72, p.431–456, 2005.
- CASTRO, G.; KRAUS T; ABDALA G. 1999. Endogenous jasmonic acid and radial cell expansion in buds of potato tubers. **Journal of Plant Physiology**, v.155, p.706-710, 1999.
- CHEN, Y. et al. Appraisal of the impact of three insecticides on the principal rice pests and their predators in China. **Florida Entomologist**, v.99, n.2, p.210-220, 2016.
- COLLI, S. Outros Reguladores: Brassinosteróides, Poliaminas, Ácidos jasmônico e salicílico. In: **KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 296-302.
- CREELMAN R. A.; MULLET J. E. biosynthesis and action of jasmonates in plants. **Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol**, v.48, p.355-381, 1997.
- CZERPAK, R.; PIOTROWSKA A.; SZULECKA K. The effects of jasmonic acid on the growth and contents in alga *Chlorella vulgaris*. **Acta Physiol Plant**, v. 28, p.195-203, 2006.
- DEMOLE, E.; LEDENER, E.; MERCIER, D. Isolement et détermination de la structure du jasmonate de méthyle, constituant odorant caractéristique de l'essence de jasmin. **Helvetica Chimica Acta**, v. 45, p. 675-685, 1962.
- DEUNER, C. et al. M. Ácido jasmônico como promotor de resistência em plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.38, n.3. 2015.
- DHANDHUKIA, P. C.; THAKKAR, V. R. Separation and quantitation of jasmonic acid using HPTLC. **Journal of chromatographic science**, v.46, n.4, p.320-324, 2008.
- DROGE, W. Free radicals in the physiological control of cell function. **Physiological Reviews**. v. 82, p. 47- 95, 2002.
- DUDAREVA, N. et al. Plant volatile; recent advance and future perspectives. **Plant Science**. v.25, p. 417-440, 2006.
- ENGELBERTH, J. Airborne signals prime plants against insect herbivore attack. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v. 101, p. 1781-1785, 2004.
- FAHAD, S. et al. Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review. **Plant Growth**

Regulation, v.75, n.2, p.391-404, 2015.

FARMER, E. E. E.; RYAN, C. A. Octadecanoid precursors of jasmonic acid activate the synthesis of wound – inducible proteinase inhibitor. **Plant Cell**, v.4, n.2, p.129-134, 1992

FARMER, E. E.; RYAN, C. A. Interplant communication: Airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.87, p.7713-7716, 1990.

FARMER, E. E.; RYAN, C.A. Interplant communication: Airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**. v. 87, p. 7713- 7716, 1990.

FELLER, U.; FISCHER, A. Nitrogen metabolism in senescing leaves. **Critical reviews in Plant sciences**, v.13, p.241-273, 1994.

FLETCHER, R. A.; VENKATARAYAPPA, T.; KALLIDUMBIL, V. Comparative effects of abscisic acid and methyl jasmonate in greening cucumber cotyledons and its application to a bioassay for abscisic acid. **Plant Cell Physiol**, v.24, p.1057-1064, 1983.

FROST, C.J. et al. Within-plant signaling via volatile overcomes vascular constraints on systemic signaling and prime responses against herbivores. **Ecology Letters**. v 10, p. 490-498, 2007.

HE, Y.; FUCUSHIGE, H.; HILDEBRAND, D. F.; GAN, S. Evidence supporting a role of jasmonic acid in arabidopsis leaves senescence. **Plant Physiology**, v.128, p.876- 884, 2002.

HEIJARI, J. et al. Application of methyl jasmonate reduces growth but increases chemical defense and resistance against *Hylobius abietis* in Scots pine seedlings. **Entomol. Exp. Appl**, v.115, p.117–124, 2005.

HEIL, M. Induction of two indirect defenses benefits lima bean (*Phaseolus lunatus* Fabaceae) in nature. **J. Ecology**, v.92, p.527-536, 2004.

HOWE, G. A. et al. An octadecanoid pathway mutant (JL5) of tomato is compromised in signaling for defense against insect attack. **Plant Cell**. v. 8, p. 2067-2977, 1996.

JAITI F.; VERDEIL J. L.; HADRAMI I. E. Effect of jasmonic acid on the induction of polyphenoloxidase and peroxidase activities in relation to date palm resistance against *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.74, p.84 – 90, 2009.

JANEGITZ, T. **Efeitos de *cis*-jasmone na indução de compostos fenólicos em genótipos de soja, inoculados ou não com *Meloidogyne javanica***. Maringá, 2012. 70.p Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Maringá.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 1ª ed. Editora: Guanabara Koogan S.A. 2004. 452pg

LÉON J.; SÁNCHEZ-SERRANO J. J. Molecular biology of jasmonic acid biosynthesis in plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.37, p.373-380,1999.

LÉON, J.; ROJO, E.; SANCHEZ-SERRANO, J.J. Wound signalling in plants. **Journal Experimental Botany**, v.52, p.1-9, 2001.

LI, L.; ZHAO, Y et al. The tomato homolog of CORONATINE-INSENSITIVE is required for the maternal control of seed maturation, jasmonate-signaled defense responses, and glandular trichome development. **The Plant Cell**, v.16, n.1, p.126-143, 2004.

- LINARES A. M. P. et al. Atividade fitorreguladora de jasmonatos produzidos por *Botryosphaeria rhodina*. **Horticultura Brasileira**. v.28, p. 430-434, 2010.
- MAFFEI, M.E., FER, A.M., BOLAND, W. Insects feeding on plants: Rapid signals and responses preceding the induction of phytochemical release. **Phytochemistry**. v.68, p. 2946–2959, 2007.
- MARTÍNEZ-ESPLÁ, A. et al. Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. Improvement of fruit growth and quality attributes at harvest. **Postharvest Biology and Technology**, v.98, p. 8-105, 2014.
- MASON, H.S. et al. Coregulation of soybean vegetative storage protein gene expression by methyl jasmonate and soluble sugars. **Plant Physiology**. v. 98, p. 859-867, 1992.
- MORAES, M. C. B. et al. *cis*-Jasmone induces accumulation of defence compounds in wheat, *Triticum aestivum*. **Phytochemistry**, v.69, n.1, p.9-17, 2008.
- NAFIE, E.; HATHOUT, T. E MOKADEM, A. S. A. Jasmonic acid elicits oxidative defense and detoxification systems in Cucumis melo *L. cells*. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.23, n.2, p.161-174, 2011.
- NORIEGA, G. et al. Heme Oxygenase is Involved in the Protection Exerted by Jasmonic Acid Against Cadmium Stress in Soybean Roots. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.31, n.1, p. 79–89, 2012.
- O'DONNELL, P. J. et al. Multiple hormones act sequentially to mediate a susceptible tomato pathogen defense response. **Plant Physiology**, v.133, n.3, p.1181-1189, 2003.
- QIN, C. P.; LIN, Y. S. **Thermotolerance Related to Antioxidation Induced by Jasmonic Acid, Salicylic Acid and Heat Acclimation in Young Grape Plants**. Xinjiang, 2006. 50p. Master's Thesis, Shihezi University, 2006.
- RAKWAL, R. KOMATSU, S. Role of jasmonate in the rice (*Oryza sativa* L.) self-defense mechanism using proteome analysis. **Electrophoresis**, v.21, p.2492-2500, 2000.
- ROSSATO, L.; MACDUFF, J. H.; LAINE, P.; LE DEUNFF, E.; OURRY, A. (2002). Nitrogen storage and remobilization in *Brassica napus* L. during the growth cycle: effects of methyl jasmonate on nitrate uptake, senescence, growth, and VSP accumulation. **Journal of Experimental Botany**, v.53, p.1131-1141.
- SEMBDNER, G.; PARTHIER, B. The biochemistry and the physiological and molecular actions of jasmonates. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, vol. 44, p. 569-589, 1993.
- SOARES, A. M. S.; MACHADO, O.L.T. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. v. 1, p.9, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 719 p.
- TEBAYASHI A. et al. Induction of resistance against the Leafminer, *Liriomyza trifolii*, by jasmonic acid in sweet pepper. **Biosc. Biotechnol. Biochem**, v.71, p.1521-1526, 2007.
- THINES, B. et al. JAZ repressor proteins are targets of the SCF^{COI1} complex during jasmonate signaling. **Nature**, v.448, p.661-665, 2007.

- TRIPATHI, P.; DUBEY, N.K. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 1, n.3, p.235-245, 2004.
- VELINI, E. D. et al. **Glyphosate**. 1 ed. Botucatu: FEPAF, 2009. 496 p.
- VIEIRA, E. L; SOUZA, G. L; SANTOS, A. R; SILVA, J. S. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis: EDUFMA, 2010, 230p.
- WASTERNAK, C. Jasmonates: an Update on Biosynthesis, Signal Transduction and Action in Plant Stress Response, Growth and Development. **Annals of Botany**, v.100, n.4, p.681-697, 2007.
- WASTERNAK, C.; PARTHIER, B. Jasmonate-signalled plant gene expression. **Trends in Plant Science**, v.2, p.302-307, 1997.
- WEBER, H. Fatty acid-derived signals in plants. **Trends in Plant Science**, v.7, n.5, p. 217- 224, 2002.
- ZHANG, Y.T. et al. Proteomics of methyl jasmonate induced defense response in maize leaves against Asian corn borer. **BMC genomics**, v.16, n.1, p.224, 2015.
- ZHU, C. et al. Interactions between jasmonates and ethylene in the regulation of root hair development in Arabidopsis. **Journal of Experimental Botany**, v.57, n.6, p.1299-1308, 2006.
- ZIOSI, V. et al. TORRIGIANI, P. Jasmonate-induced transcriptional changes suggest a negative interference with the ripening syndrome in peach fruit. **J. Exp. Bot.** v.59, p.563–573, 2008.

SOBRE O ORGANIZADOR

JOSÉ MAX BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR é graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pela Faculdade Araguaia (FARA). Mestre em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Doutor em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). É professor Adjunto I da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), lotado no Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA). Orientador nos programas de Pós-Graduação *stricto sensu* em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida (PPGSAQ-UFOPA); Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (PPGSND-UFOPA); Biodiversidade (PPGBEES-UFOPA) e Ecologia (PPGECO-UFPA/EMBRAPA). Membro de corpo editorial dos periódicos Enciclopédia Biosfera e Vivências. Tem vasta experiência em ecologia e conservação de ecossistemas aquáticos continentais, integridade ambiental, ecologia geral, avaliação de impactos ambientais (ênfase em insetos aquáticos). Áreas de interesse: ecologia, conservação ambiental, agricultura, pecuária, desmatamento, avaliação de impacto ambiental, insetos aquáticos, bioindicadores, ecossistemas aquáticos continentais, padrões de distribuição.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-357-6

