

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais



Atena
Editora

Ano 2019

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P964 A produção do conhecimento nas ciências agrárias e ambientais
[recurso eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do
Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-284-5

DOI 10.22533/at.ed.845192604

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa –
Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Série.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 28 capítulos, com conhecimentos científicos nas áreas agrárias e ambientais.

Os conhecimentos nas ciências estão em constante avanços. E, as áreas das ciências agrárias e ambientais são importantes para garantir a produtividade das culturas de forma sustentável. O desenvolvimento econômico sustentável é conseguido por meio de novos conhecimentos tecnológicos. Esses campos de conhecimento são importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

Para alimentar as futuras gerações são necessários que aumente a quantidade da produção de alimentos, bem como a intensificação sustentável da produção de acordo como o uso mais eficiente dos recursos existentes na biodiversidade.

Este volume dedicado às áreas de conhecimento nas ciências agrárias e ambientais. As transformações tecnológicas dessas áreas são possíveis devido o aprimoramento constante, com base na produção de novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, pesquisadores e entusiastas na constante busca de novas tecnologias para as ciências agrárias e ambientais, assim, garantir perspectivas de solução para a produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ADAPTAÇÃO DE UM TRATOR AGRÍCOLA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA MOTORA (CADEIRANTES)	
<i>Ceziane Leite Soares</i> <i>Elcio das Graça Lacerda</i> <i>Luiz Freitas Neto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926041	
CAPÍTULO 2	6
A TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA COMO ESTRATÉGIA PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL	
<i>Aline Queiroz de Souza</i> <i>Ednilson Viana</i> <i>Homero Fonseca Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926042	
CAPÍTULO 3	18
AÇÃO HERBICIDA DE ALELOQUÍMICOS EM PLANTAS DE SORGO	
<i>Fábio Santos Matos</i> <i>Illana Reis Pereira</i> <i>Victor Alves Amorim</i> <i>Millena Ramos dos Santos</i> <i>Brunno Nunes Furtado</i> <i>Lino Carlos Borges Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926043	
CAPÍTULO 4	28
ALTERAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO SOLO A PENETRAÇÃO EM FUNÇÃO DO TRÁFEGO DE COLHEDORAS AUTOPROPELIDAS EQUIPADAS COM RODADOS DE PNEUS E ESTEIRAS	
<i>Marlon Eduardo Posselt</i> <i>Emerson Fey</i> <i>Charles Giese</i> <i>Jean Carlos Piletti</i> <i>José Henrique Zitterell</i> <i>Jéssica da Silva Schmidt</i> <i>Hediane Caroline Posselt</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926044	

CAPÍTULO 5	37
ANÁLISE FISIOLÓGICA DE MUDAS DE MAMOEIRO SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PALHA DE CAFÉ COMO SUBSTRATO ALTERNATIVO	
<i>Almy Castro Carvalho Neto</i>	
<i>Vinicius De Souza Oliveira</i>	
<i>Fábio Harry Souza</i>	
<i>Lucas Bohry</i>	
<i>Jairo Camara de Souza</i>	
<i>Ricardo Tobias Plotegher da Silva</i>	
<i>Karina Tiemi Hassuda dos Santos</i>	
<i>Sávio da Silva Berilli</i>	
<i>Robson Prucoli Posse</i>	
<i>Edilson Romais Schmidt</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926045	
CAPÍTULO 6	44
ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE LINGUIÇAS FRESCAIS SUÍNAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE PELOTAS-RS	
<i>Tatiane Kuka Valente Gandra</i>	
<i>Pâmela Inchauspe Corrêa Alves</i>	
<i>Letícia Zarnott Lages</i>	
<i>Eliezer Avila Gandra</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926046	
CAPÍTULO 7	50
ANÁLISE RADIOGRÁFICA DA CINTURA PÉLVICA DE SERPENTES DA FAMÍLIA BOIDAE	
<i>Mari Jane Taube</i>	
<i>Luciana do Amaral Oliveira</i>	
<i>Andressa Hiromi Sagae</i>	
<i>Patricia Santos Rossi</i>	
<i>Zara Bortolini</i>	
<i>Ricardo Coelho Lehmkuhl</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926047	
CAPÍTULO 8	55
APLICAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS AO CÓRREGO TOCANTINS EM JANUÁRIA - MG	
<i>Érica Aparecida Ramos da Mota</i>	
<i>Dhenny Costa Da Mota</i>	
<i>Tháisa Maria Batista Ramos</i>	
<i>Diana da Mota Guedes</i>	
<i>Antonio Fabio Silva Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926048	
CAPÍTULO 9	60
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA AGROINDÚSTRIA DO AÇAÍ: UMA REVISÃO	
<i>Tatyane Myllena Souza da Cruz</i>	
<i>Camile Ramos Lisboa</i>	
<i>Nadia Cristina Fernandes Correa</i>	
<i>Geormenny Rocha dos Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926049	

CAPÍTULO 10 75

ASPECTOS DA PRODUÇÃO DO CUPUAÇU NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU- PARÁ

Rosilane Carvalho da Conceição

Rayanne dos Santos Guimarães

Deize Brito Pinto

Ederson Rodrigues da Silva

Michel Lima Vaz de Araújo

Márcia Alessandra Brito de Aviz

DOI 10.22533/at.ed.84519260410

CAPÍTULO 11 81

ASPECTOS DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO *Theobroma grandiflorum*, NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Artur Vinicius Ferreira dos Santos

Brenda Karina Rodrigues da Silva

Bruno Borella Anhô

Antonia Benedita da Silva Bronze

Paulo Roberto Silva Farias

José Itabirici de Souza e Silva Júnior

DOI 10.22533/at.ed.84519260411

CAPÍTULO 12 91

ATAQUE DE LEPIDÓPTEROS EM PLANTAS DA CULTIVAR DE MARACUJAZEIRO ORNAMENTAL BRS ROSEA PÚRPURA

Tamara Esteves Ferreira

Fábio Gelape Faleiro

Jamile Silva Oliveira

Alexandre Specht

DOI 10.22533/at.ed.84519260412

CAPÍTULO 13 101

ATIVIDADE BIOLÓGICA IN VITRO DO ÓLEO ESSENCIAL EXTRAÍDO DAS FOLHAS DE CHENOPODIUM AMBROSIOIDES

Flávia Fernanda Alves da Silva

Cassia Cristina Fernandes Alves

Wendel Cruvinel de Sousa

Fernando Duarte Cabral

Larissa Sousa Santos

Mayker Lazaro Dantas Miranda

DOI 10.22533/at.ed.84519260413

CAPÍTULO 14 106

AUXINAS: ASPECTOS GERAIS E UTILIZAÇÕES PRÁTICAS NA AGRICULTURA

Dablieny Hellen Garcia Souza

Daiane Bernardi

Jussara Carla Conti Friedrich

Luciana Sabini da Silva

Noéle Khristinne Cordeiro

Norma Schlickmann Lazaretti

DOI 10.22533/at.ed.84519260414

CAPÍTULO 15 118

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PORTÁTIL DE ALIMENTAÇÃO PARA UM LASER APLICADO EM ANÁLISES BIOSPECKLE LASER EM PROCESSOS AGROPECUÁRIOS

José Eduardo Silva Gomes
Roberto Alves Braga Junior
Dione Weverton dos Reis Araújo
Igor Veríssimo Anastácio Santos

DOI 10.22533/at.ed.84519260415

CAPÍTULO 16 124

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TEORES DE GORDURA NA ELABORAÇÃO DE PÃO SOVADO

Pâmela Malavolta da Fontoura Pignatari
Fabíola Insaurriaga Aquino
Patrícia Radatz Thiel
Fabrizio da Fonseca Barbosa
Márcia Arocha Gularte

DOI 10.22533/at.ed.84519260416

CAPÍTULO 17 130

AVALIAÇÃO DA RESISTENCIA TÊNsil E FRIABILIDADE DE UM SOLO CONSTRUÍDO EM RECUPERAÇÃO APÓS MINERAÇÃO DE CARVÃO

Mateus Fonseca Rodrigues
Thais Palumbo Silva
Lucas Silva Barbosa
Lizete Stumpf
Luiz Fernando Spinelli Pinto
Eloy Antonio Pauletto
Pablo Miguel

DOI 10.22533/at.ed.84519260417

CAPÍTULO 18 137

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO MÚSCULO DE TAINHA (*Mugil liza*) PROVENIENTES DE CRIAÇÃO E DE CAPTURA

Alan Carvalho de Sousa Araujo
Meritaine da Rocha
Carlos Prentice- Hernández

DOI 10.22533/at.ed.84519260418

CAPÍTULO 19 145

AVALIAÇÃO DE FONTES DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS MICROPROPAGADAS DE *CAPSICUM* SPP A UM ISOLADO VIRAL OBTIDO DE PIMENTEIRA COLETADA NO MUNICÍPIO DE SUMÉ - PB

Dayse Freitas de Sousa
Ana Verônica Silva do Nascimento
José Davi dos Santos Neves

DOI 10.22533/at.ed.84519260419

CAPÍTULO 20	153
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIBACTERIANO DE ÓLEO DE PALMA (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.)	
<i>Valeska Rodrigues Roque</i>	
<i>Pâmela Inchauspe Corrêa Alves</i>	
<i>Marjana Radünz</i>	
<i>Taiane Mota Camargo</i>	
<i>Bruna da Fonseca Antunes</i>	
<i>Eliezer Avila Gandra</i>	
DOI 10.22533/at.ed.84519260420	
CAPÍTULO 21	162
AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS GENÉTICOS DA CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA À ADUBAÇÃO COM SILÍCIO E AO ESTRESSE HÍDRICO	
<i>Mariana Cabral Pinto</i>	
<i>João de Andrade Dutra Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.84519260421	
CAPÍTULO 22	171
AVANÇOS E DESAFIOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE EMBALAGEM PÓS-CONSUMO NO BRASIL	
<i>Karla Beatriz Francisco da Silva Sturaro</i>	
<i>Thiago Urtado Karaski</i>	
<i>Leda Coltro</i>	
DOI 10.22533/at.ed.84519260422	
CAPÍTULO 23	184
BALANÇO ENERGÉTICO E ECONÔMICO DA SEMEADURA CRUZADA DE SOJA	
<i>Neilor Bugoni Riquetti</i>	
<i>Paulo Roberto Arbex Silva</i>	
<i>Saulo Fernando Gomes de Sousa</i>	
<i>Leandro Augusto Félix Tavares</i>	
<i>Tiago Pereira da Silva Correia</i>	
<i>Samuel Luiz Fioreze</i>	
<i>Jonatas Thiago Piva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.84519260423	
CAPÍTULO 24	198
BIOQUÍMICA DO ESTRESSE SALINO EM PLANTAS	
<i>Nohora Astrid Vélez Carvajal</i>	
<i>Patrícia Alvarez Cabanez</i>	
<i>Milene Miranda Praça Fontes</i>	
<i>Rafael Fonseca Zanotti</i>	
<i>Rodrigo Sobreira Alexandre</i>	
<i>José Carlos Lopes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.84519260424	

CAPÍTULO 25 207

CAN THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL OF THE COASTAL PLAIN OF THE BRAZILIAN STATE OF RS INTERFERE IN THE NUTRITIONAL VALUE OF PUITA INTA CL RICE?

Jeremias Pakulski Panizzon

Neiva Knaak

Denise Dumoncel Righetto Ziegler

Renata Cristina de Souza Ramos

Uwe Horst Schulz

Lidia Mariana Fiuza

DOI 10.22533/at.ed.84519260425

CAPÍTULO 26 220

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SILAGEM DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE MILHO (ZEA MAYS L.) NO NOROESTE CAPIXABA

Luciene Lignani Bitencourt

Wellington Raasch Piske

Hellysa Gabryella Rubin Felberg

Ariane Martins Silva Gonçalves

Leandro Glaydson da Rocha Pinho

Mércia Regina Pereira de Figueiredo

Felipe Lopes Neves

Fábio Ribeiro Braga

Diogo Vivacqua de Lima

DOI 10.22533/at.ed.84519260426

CAPÍTULO 27 230

CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM POLPA E DOCE CREMOSO DE BUTIÁ

Raquel Moreira Oliveira

Lisiane Pintanela Vergara

Rodrigo Cezar Franzon

Josiane Freitas Chim

Caroline Dellinghausen Borges

Rui Carlos Zambiasi

DOI 10.22533/at.ed.84519260427

CAPÍTULO 28 236

CARACTERIZAÇÃO DE SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE CUPUAÇU

Oscar José Smiderle

Aline das Graças Souza

Hyanameyka Evangelista de Lima-Primo

Kelly Andrade Costa

DOI 10.22533/at.ed.84519260428

SOBRE O ORGANIZADOR..... 245

BIOQUIMICA DO ESTRESSE SALINO EM PLANTAS

Nohora Astrid Vélez Carvajal

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Produção Vegetal
Alegre, ES

Patrícia Alvarez Cabanez

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Produção Vegetal
Alegre, ES

Milene Miranda Praça Fontes

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Produção Vegetal
Alegre, ES

Rafael Fonseca Zanotti

Instituto Federal do Maranhão
São Raimundo das Mangabeiras-MA

Rodrigo Sobreira Alexandre

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias/Departamento de Ciências Florestais e da Madeira
Jerônimo Monteiro-ES

José Carlos Lopes

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Produção Vegetal
Alegre, ES

das plantas, afetando, portanto, a produção de alimentos em nível mundial, tornando-se um tema de vital importância em estudos constantemente. A salinidade possui dois componentes que são responsáveis pelo estresse, o componente osmótico e iônico, que provocam mudanças bioquímicas e fisiológicas no metabolismo das plantas. A resposta da planta ao estresse depende de uma sequência de reações que ocorrem desde a exposição ao estresse, passando por percepção e transdução do sinal, mudanças metabólicas e finalmente a uma resposta. Assim, objetivou-se apresentar resultados de diversos autores sobre a sequência de mudanças bioquímicas desde os dois componentes. Com as análises desta revisão observou-se o constante interesse do entendimento das mudanças bioquímicas nas plantas, quando submetidas ao estresse salino, apesar da complexidade que o mesmo apresenta. Para a compreensão do estresse salino, necessita-se de estudos básicos dos componentes envolvidos, tanto bioquímico como fisiológico, enfatizando que seu estudo deve ser conduzido como um sistema solo-agua-planta.

PALAVRAS-CHAVE: ácido abscísico, salinidade, potencial osmótico, hormônios, proteínas.

ABSTRACT: Salinity is one of the most limiting factors for the growth and development of plants,

RESUMO: A salinidade é um dos fatores mais limitantes para o crescimento e desenvolvimento

thus affecting the production of food worldwide, becoming a subject of vital importance in studies. Salinity has two components that are responsible for stress, the osmotic and ionic component, that cause biochemical and physiological changes in plant metabolism. The plant's response to stress depends on a sequence of reactions that occur from exposure to stress, through signal perception and transduction, metabolic changes, and ultimately response. Thus, we aimed to present results of several authors on the sequence of biochemical changes since the two components. With the analysis of this review we observed the constant interest of the understanding of the biochemical changes in the plants, when submitted to the saline stress, in spite of the complexity that it presents. To understand saline stress, it is necessary to carry out basic studies of the components involved, both biochemical and physiological, emphasizing that its study should be conducted as a soil-water-plant system.

KEYWORDS: abscisic acid, salinity, osmotic potential, hormones, proteins.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre dos fatores que limitam o crescimento e a nutrição mineral de plantas, a salinidade destaca-se como um dos mais limitantes, por alterar a nutrição mineral das culturas, reduzindo a atividade dos íons em solução e alterando os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta. A salinidade possui dois componentes que são responsáveis pelo estresse: o componente osmótico, resultante da elevada concentração de solutos na solução do solo, que provoca um déficit hídrico pela redução do potencial osmótico no ambiente radicular (DASGAN et al., 2002), sendo que quanto mais salino for um solo, maior será a energia que a planta gasta para absorver água, assim como os demais elementos vitais; e o componente iônico, pela toxidez de determinados elementos, principalmente sódio, boro, bicarbonatos e cloretos, que quando presentes em concentrações elevadas causam distúrbios fisiológicos nas plantas (BATISTA et al., 2002; TAIZ et al., 2017). Dependendo das características e condições do estresse predominará mais um fator que o outro.

O estresse pode ser definido como um fator externo que exerce influência negativa sobre a planta e está associado com sua tolerância; se a tolerância aumenta como consequência da exposição anterior ao estresse, diz-se que a planta está aclimatada (TAIZ et al., 2017). Dentre os estresses, um dos mais comuns é o estresse osmótico, que pode ser causado pela seca, salinidade ou frio, fatores que conduzem a desidratação celular, limitando a absorção de água, e perda de turgência, e com ela o aumento nas sínteses e redistribuição do fito-hormônio ácido abscísico (ABA), também conhecido como hormônio da seca ou antitranspirante. Quando uma planta é exposta ao estresse, sua resposta irá depender de uma sequência de reações que ocorrem desde a exposição ao estresse, passando por percepção e transdução do sinal, mudanças metabólicas e finalmente a uma resposta. Esta sequência pode

acontecer em milissegundos, segundos, minutos, horas, semanas ou meses, sendo que o tempo depende das condições e características do estresse e da resposta que se está observando (PRISCO; GOMES FILHO, 2010). Assim, este capítulo apresenta os pontos de vista de diversos autores sobre a sequência de mudanças bioquímicas que acontecem quando uma planta é submetida ao estresse salino, sob o ponto de vista osmótico e iônico.

2 | METODOLOGIA

Para esta pesquisa seguiu-se uma metodologia baseada na revisão de publicações relacionadas com os efeitos que têm a salinidade sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas; especificamente no aspecto bioquímico do componente osmótico, quando uma planta se encontra submetida ao estresse salino.

3 | RESULTADOS

Através desta revisão encontrou-se que o estresse salino é um tema muito abordado pelo interesse de entender o processo.

Compreender o processo envolvendo todos os seus componentes permite ter ferramentas para conseguir produzir além das condições cada vez mais restritas.

4 | DISCUSSÃO

4.1 Percepção do estresse do componente osmótico

Existem duas maneiras da célula perceber o estresse osmótico: por meio da proteína AtHK1 (do inglês, *Arabidopsis thaliana* Histidine Kinase1) e a segunda, decorre por um “efeito mecânico” explicado posteriormente. Estudos em *Arabidopsis thaliana* evidenciaram que a resposta inicial do estresse hídrico é mediada pela proteína AtHK1. Esta proteína é constituída de um domínio quinase do tipo histidina e de outro, que funciona como regulador de resposta (RIERA, 2005); possui o papel de regular as mudanças no potencial osmótico dentro da célula, iniciando a indução de genes relacionados ao estresse hídrico (CHAVES, 2003). A hiper-osmolaridade do meio externo induz a uma perda de turgescência das células, o que provoca mudanças de conformação da membrana plasmática e ativa o processo de autofosforilação de um resíduo de histidina (His) no domínio quinase da AtHK1. Posteriormente, se dá a transferência desse radical fosforil para um resíduo de aspartato (Asp), que pertence ao domínio regulador de resposta e que irá exercer sua ação via transdução desse sinal (PRISCO; GOMES FILHO, 2010).

A segunda maneira acontece devido ao efeito mecânico exercido sobre os

canais iônicos existentes na membrana plasmática pelo excesso de sais no ambiente extracelular. Ao perder água a célula apresenta uma diminuição do volume e a membrana plasmática sofre mudanças de conformação, as quais facilitam a entrada de íons na célula, via canais iônicos, que funcionam como osmo-sensores. Com a entrada desses íons ocorre uma despolarização da membrana plasmática e aumento na concentração de cálcio no citoplasma, que funciona como um registro da percepção do estresse, e dará início à transdução do sinal de estresse. As maneiras explicadas anteriormente podem incidir na expressão genica de enzimas envolvidas, por exemplo, na biossínteses de osmólitos e de proteínas componentes das membranas, como aquaporina (PRISCO; GOMES FILHO, 2010).

4.2 Percepção do estresse do componente iônico

A melhor compreensão tanto da percepção como da tradução do componente iônico é possível graças a descoberta dos mutantes de *Arabidopsis thaliana*, mutantes SOS (Salt-Overly-Sensitive), que têm hipersensibilidade ao íon Na^+ . Quando a célula se encontra sob salinidade ocorre um aumento na concentração externa de Na^+ que favorece a entrada de cátions na célula, a qual acontece de forma passiva através de diferentes tipos de canais ou transportadores, que podem funcionar como sensores de Na^+ (PRISCO; GOMES FILHO, 2010). Dentre os canais, destacam-se o NSCC (Nonselective-Cation-Channels), este transporta Na^+ e K^+ para dentro da célula, dependendo da maior concentração; e o NORC (Nonselective-Outward-Rectifying-Channels), que não discrimina K^+ de Na^+ , o NORC abre-se durante a despolarização da membrana, entretanto, sob condições de salinidade, quando a $[\text{Na}^+]_{\text{ext}} > [\text{K}^+]_{\text{ext}}$ entra Na^+ (TESTER; DAVENPORT, 2003). Os transportadores que se destacam são o simporte HKT1 (High-affinity K^+ - Transportes1), que dependendo da $[\text{Na}^+]_{\text{ext}}$, pode transportar: Na^+/Na^+ , Na^+/K^+ , K^+/K^+ , K^+/Na^+ e K^+/H^+ , sendo considerado um dos sensores do estresse salino (BLUMWALD et al., 2000; YAMAGUSHI; BLUMWALD, 2005; TÜRKAN; DEMIRAL, 2009).

Como consequência da passagem do Na^+ para o citosol, se dá a despolarização, o que pode contribuir para a abertura de outros canais, da membrana plasmática como do tonoplasto, permitindo a entrada de outros íons como Cl^- , K^+ entre outros, que contribuem para alterar o ajuste osmótico. Como sinal secundário de transdução se encontram os canais de Ca^{2+} , que são dependentes do potencial eletroquímico da membrana e podem aumentar a $[\text{Ca}^{2+}]_{\text{cito}}$. De acordo com Munns e Tester (2008), quando as raízes são expostas a excesso de Na^+ ocorre um aumento na $[\text{Na}^+]$ e na $[\text{Ca}^{2+}]$ no citosol das células do córtex radicular.

4.3 Transdução do sinal osmótico

A transdução do sinal desencadeada pela percepção do componente osmótico do estresse salino pode ser classificada em duas rotas de sinalização distintas: a

dependente de ABA e a independente (TAIZ et al., 2017). Ambas as rotas levam à ativação de proteínas reguladoras (fatores de transcrição), que interagem com regiões específicas dos genes, denominadas promotores, resultando na indução ou repressão de um determinado gene. Até o momento foram descritas quatro vias de transdução de sinais envolvidas na resposta da planta ao estresse hídrico, sendo duas vias ABA dependentes (I e II, uma dependente das sínteses de proteínas e a outra independente das sínteses de proteínas) e as outras duas ABA não dependentes (III e IV, através de elementos tipo DRE/CTR – C-repeat) (SEKI et al., 2002; YAMAGUCHI-SHINOZAKI; SHINOZAKI, 2005).

Na primeira rota, a dependente de ABA, os promotores dos genes regulados por este hormônio possuem uma sequência de seis nucleotídeos, denominada elemento de resposta ao ABA ou ABRE (do inglês, ABA Response Element), à qual se ligam os fatores de transcrição envolvidos nesse processo; e a adaptação à seca se dá por ativação de proteínas bZIP ligadas aos ABREs (BUSK; PAGÉS 1998; SHINOZAKI; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, 2000). Outra via dependente de ABA requer a biossíntese de proteínas dos fatores de transcrição MYC e MYB, que funcionam cooperativamente para regular a expressão de genes alvos (ABE et al. 1997).

Entre os elementos que mediam a resposta ao ABA destacam-se elementos tipo Myb y Myc no gene rd22 de *A. thaliana*. Posto que estes elementos mediam a resposta do gene rd22 ao estresse hídrico e parecem regular a indução de maneira dependente da síntese de proteínas. Tem sido sugerido que Myb y Myc possam regular genes cuja indução por ABA depende da síntese de proteínas, na qual não ocorre a regulação via ABRE (YAMAGUCHI-SHINOZAKI; SHINOZAKI, 1994; IWASAKI et al., 1995; ABE et al., 1997).

Enquanto na rota independente de ABA, os fatores de transcrição se ligam a outro tipo de elemento de regulação nos promotores, o elemento de resposta à desidratação ou DRE (do inglês, Dehydration Response Element) (GUILTINAN et al., 1990). O elemento DRE foi identificado pela primeira vez no promotor do gene responsivo à seca rd29A (também conhecido como cor78 e lti78) (YAMAGUCHI-SHINOZAKI; SHINOZAKI 1994). O rd29A codifica uma proteína semelhante às proteínas abundantes da embriogênese tardia (LEAs) (WISE, 2003), que é induzida tanto durante a maturação dos embriões, quanto por vários tipos de estresses nos tecidos vegetativos e provavelmente funciona como um fator de tolerância. O elemento DRE é essencial para a indução da expressão do gene rd29A por estresse osmótico, como seca e alta salinidade, bem como por baixa temperatura, mas não para a ativação desse gene em resposta ao ABA (YAMAGUCHI-SHINOZAKI; SHINOZAKI 1994). Existe um subgrupo dentro de uma grande família de fatores de transcrição de plantas presentes em muitas espécies de plantas, constituído pelos DREBs (Dehydration Responsive Element Binding protein – Proteína de ligação ao elemento responsivo à desidratação). O gene DREB, codifica para uma proteína regulatória, a proteína DREB, a qual é um fator de transcrição que está envolvido na ativação

de outros genes relacionados à tolerância ao estresse hídrico. As proteínas DREB atuam no topo da cascata de eventos moleculares, induzindo respostas de defesa contra a desidratação celular. Genes homólogos a essa família têm sido identificados em canola, cevada, trigo, arroz (OsDREB1A, OsDREB1B, OsDREB1C, OsDREB1D e OsDREB2A), soja (GmDREBa, GmDREBb e GmDREBc, GmDREB2A) e milho (ZmDREB1A e ZmDREB2A). A proteína DREB1A atua como um fator de transcrição e possui em sua estrutura o domínio ERF/AP2 (ethylene responsive factor – fator responsivo ao etileno/APETALA), que interage especificamente com uma região conservada DRE, um elemento cis-atuante, presente na região promotora de vários genes ativados durante condições de seca (MARUYAMA et al., 2009)

Esta rota pode também envolver a atuação direta de uma cascata de sinalização de MAPK (do inglês, Mitogen-Activated Protein Kinases, ou proteínas kinasas ativadas por mitógenos) (YAMAGUCHI-SHINOSAKI; SHINOSAKI, 2006; TAIZ et al., 2017;). Em alguns genes que possuem o ABRE pode haver também o DRE, o que leva à intensificação das respostas ao estresse, já que ambas as rotas estão presentes na transdução do sinal, sendo os íons Ca^{2+} os responsáveis pela interação entre essas vias de sinalização (MAHAJAN; TUJETA, 2005).

Entre os genes que sua expressão é induzida pelo estresse osmótico por meio das vias mencionadas, encontram-se aqueles que codificam vários tipos de transportadores, proteínas reguladoras (fatores de transcrição, quinases prometeicas e fosfatases) e proteínas envolvidas na tolerância ao estresse, tais como as enzimas do sistema antioxidativo e aquelas que atuam na síntese dos solutos compatíveis. No entanto, encontram-se os genes que são reprimidos; genes, cujos produtos atuam no crescimento da célula, incluindo a parede celular, e que codificam algumas proteínas dos cloroplastos e da membrana plasmática (CUTLER et al., 2010).

4.4 Transdução do sinal iônico

A transdução do sinal iônico pode acontecer por várias rotas, mas a melhor caracterizada é a via de sinalização SOS; segundo Türkan; Demiral (2009), já foi observada tanto em glicófitas (arroz, trigo e *Arabidopsis thaliana*) como em halófitas (*Tellungiella halophyla* e *Populus euphratica*). A partir de evidências genéticas vários autores sugerem que um sinal do cálcio citosólico ativa as proteínas do TIPO SOS, como a proteína SOS3 (ligadora de Ca^{2+}), que é o produto da transcrição do gene SOS3 e que faz parte de uma família de genes responsáveis pela hipersensibilidade ao sódio (ZHU, 2002). A proteína SOS3 forma um complexo ao se ligar ao íon cálcio, que irá interagir com uma proteína quinase do tipo serina/treonina, a proteína SOS2 (LIU et al., 2000; HRABAK et al., 2003). O complexo SOS3-SOS2- PO_4 (proteína SOS2 ativada) dirige-se para a membrana plasmática, a fim de ativar, via fosforilação, a proteína SOS1 que, depois de ativada (SOS1- PO_4) passa a funcionar como antiporte Na^+/H^+ , que transporta para o apoplasto o excesso de Na^+ presente no citoplasma, ao

mesmo tempo em que transporta H^+ para dentro do citosol. Por tanto, este antiporte é fundamental para a manutenção da relação K^+/Na^+ adequada para o metabolismo (ZHU, 2002; ZHU, 2003; CHINNUSAMY et. al., 2005).

A proteína SOS2 ativada tem várias funções: atua como ativador do antiporte Na^+/H^+ localizado no tonoplasto ou NHX1 (Na^+/H^+ Exchanger Protein 1), que regula o nível de Na^+ citoplasmático ao compartimentalizá-lo no vacúolo; também regula a expressão gênica da proteína SOS1 e restringe a entrada de Na^+ para o citoplasma, através de seu efeito inibitório na atividade do transportador simporte HKT1, que se encontra na membrana plasmática. A proteína SOS2 ativada atua como regulador da $[Ca^{2+}]_{\text{cito}}$, através da modulação da atividade do transportador CAX1 (Calcium Exchanger 1) existente no tonoplasto. Além desses papéis, a SOS2 ativada, também está envolvida na regulação da expressão do gene SOS4, cujo produto é uma quinase do piridoxal I, responsável pela produção de piridoxal-5-fosfato, o que contribui para a homeostase iônica da célula através da regulação de canais iônicos e transportadores (TÜRKAN; DEMIRAL, 2009). Como resultado das mudanças no metabolismo, iniciadas com a percepção e transdução do sinal de estresse, ocorrem mudanças no metabolismo como alterações no balanço hormonal e na produção de EROs.

5 | CONCLUSÃO

O estresse salino é complexo devido as centenas de reações bioquímicas, ação de promotores e expressão de genes que estão envolvidas ao estresse salino; e para sua compreensão, precisa-se de estudos básicos dos componentes envolvidos, tanto bioquímico como fisiológico, enfatizando que seu estudo deve ser conduzido como um sistema solo-agua-planta.

6 | AGRADECIMENTOS

À UFES pela estrutura, à CAPES, FAPES e CNPq pela concessão de bolsas de doutorado e de produtividade aos autores pela contribuição.

REFERÊNCIAS

ABE, H.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; URAO, T.; IWASAKI, T.; HOSOKAWA, D.; SHINOZAKI, K. **Role of Arabidopsis MYC and MYB homologs in drought- and abscisic acid-regulated gene expression**. Plant Cell, v.9, p.1859-1868, 1997.

BATISTA, M.J.; NOVAES, F.; SANTOS, D.G.; SUGUINO, H.H. **Drenagem como Instrumento de Dessalinização e Prevenção da Salinização de Solos**. 2.ed., rev. ampliada. Brasília: CODEVASF, 2002. 216p.

BLUMWALD, E.; AHARON, G.S.; APSE, M.P. **Sodium transport in plant cells**. Biochimica e Biophysica Acta, v.1465, p.140- 151, 2000.

- BUSK, PK.; PAGÈS, M. **Regulation of abscisic acid-induced transcription.** *Plant Mol Biol*, v.37, p.425-435, 1998.
- CHAVES, M.M.; MAROCO, J.P.; PEREIRA, J.S. **Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant.** *Functional Plant Biology*, v.30, p.239-264, 2003.
- CHINNUSAMY, V.; JAGENDORF, A.; ZHU, J.K. **Understanding and improving salt tolerance in plants.** *Crop Science*, v.45, p.437-448, 2005.
- CUTLER, S. R.; RODRIGUEZ, P. L.; FINKELSTEIN, R. R.; ABRAMS, S. R. **Abscisic acid: emergence of a core signaling network.** *Annual Review of Plant Biology*, v.61, p.651-679, 2010.
- DASGAN, H.Y.; AKTAS, H.; ABAK, K.; CAKMAK. I. **Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotypes responses.** *Plant Science*, v.163, p.695-703, 2002.
- GUILTINAN, M.J., MARCOTTE; W.R.; QUATRANO, YR.S. **A plant leucine zipper protein that recognizes an abscisic acid response element.** *Science*, v.250, p.267-271, 1990.
- HRABAK, E.M.; CHAN, C.W.; GRIBSKOV, M.; HARPER, J.F.J; CHOI, H.; HALFORD, N.; KUDLA, J.; LUAN, S.; NIMMO, H.G. M; SUSSMAN, R.; et al. **The Arabidopsis CDPK-SnRK superfamily of Protein Kinases.** *Plant Physiology*, v.132, p.666-680, 2003.
- IWASAKI, T.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K. **Identification of a cisregulatory region of a gene in Arabidopsis thaliana whose induction by dehydration is mediated by abscisic acid and requires protein synthesis.** *Molecular and General Genetics*, v.247, p.391- 398, 1995.
- LIU, J.P.; ISHITANI, M.; HALFTER, U.; KIM, C.S.; ZHU, J.K. **The Arabidopsis thaliana SOS2 gene encodes a protein kinase that is required for salt tolerance.** *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, v.97, p.3730-3734, 2000.
- MAHAJAN, S.; TUTEJA, N. **Cold, salinity and drought stresses: an overview.** *Archives of Biochemistry and Biophysics*, v.444, p.139-158, 2005.
- MARUYAMA, K.; TAKEDA, M.; KIDOKORO, S; YAMADA, K.; SAKUMA, Y.; URANO, K.; FUJITA, M.; YOSHIWARA, K.; MATSUKURA, S.; MORISHITA, Y.; SASAKI, R.; SUZUKI, H.; SAITO, K.; SHIBATA, D.; SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. **Metabolic pathways involved in cold acclimation identified by integrated analysis of metabolites and transcripts regulated by DREB1A and DREB2A.** *Plant physiology*, v.150, n.4, p.1972- 1980, 2009.
- MUNNS, R.; TESTER, M. **Mechanisms of salinity tolerance.** *Annual Review of Plant Biology*, v.59, p.651-681, 2008.
- PRISCO, J.T.; GOMES FILHO, E. **Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. Universidade Federal de Ceará. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados.** Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. Fortaleza, 2010.
- RIERA, M.; VALON, C.; FENZI, F.; GIRAUDAT, J.; LEUNG, J. **The genetics of adaptative responses to drought stress: abscisic aciddependent and abscisic acid-independent signalling components.** *Physiologia Plantarum*, v.123, n.2, p.111–119, 2005.
- SEKI, M.; NARUSAKA, M.; ISHIDA, J.; NANJO, T.; FUJITA, M.; OONO, Y.; KAMIYA, A.; NAKAJIMA, M.; ENJU, A.; SAKURAI, T.; SATOU, M.; AKIYAMA, K.; TAJI, T.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; CARNINCI, P.; KAWAI, J.; HAYASHIZAKI, Y.; SHINOZAKI, K. **Monitoring the expression profiles of 7000 Arabidopsis genes under drought, cold and high-salinity stresses using a full-length cDNA microarray.** *The Plant Journal*, v.31, n.3, p.279-292, 2002.

SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. **Molecular responses to dehydration and low temperature: differences and cross-talk between two stress signaling pathways.** Current Opinion in Plant Biology, v.3, p.217-223, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal.** 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. **Na⁺ Tolerance and Na⁺ Transport in Higer Plants.** Annals of Botany, v.91, p.503-527, 2003.

TÜRKAN, I.; DEMIRAL, T. **Recent developments in understanding salinity tolerance.** Environmental and Experimental Botany, v.67, p.2-9, 2009.

YAMAGUSHI, T.; BLUMWALD, E. **Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities.** Trends in Plant Science, v.10, p.615-620, 2005.

YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K. **A novel cis-acting element in an Arabidopsis gene is involved in responsiveness to drought, low-temperature, or high-salt stress.** Plant Cell, v.6, p.251-264, 1994.

YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K. **Organization of cis-acting regulatory elements in osmotic- and cold-stress-responsive promoters.** Trends in Plant Science, v.10, p.88-94, 2005.

YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K. **Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stresses.** Annual Review of Plant Biology, v.57, p.781-803, 2006.

WISE, M.J. **LEAping to conclusions: A computational reanalysis of late embryogenesis abundant proteins and their possible roles.** BMC Bioinformatics, v.4, p.52, 2003.

ZHU, J.K. **Salt and drought stress signal transduction in plants.** Annual Review of Plant Biology, v.53, p.247-273, 2002.

ZHU, J.K. **Regulation of ion homeostasis under salt stress.** Current Opinion on Plant Biology, v.6, p.441-445, 2003.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alan Mario Zuffo - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-284-5

