

IMPACTO, EXCELÊNCIA E PRODUTIVIDADE DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO BRASIL 4

JÚLIO CÉSAR RIBEIRO
(ORGANIZADOR)



Atena
Editora
Ano 2020

IMPACTO, EXCELÊNCIA E PRODUTIVIDADE DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO BRASIL 4

JÚLIO CÉSAR RIBEIRO
(ORGANIZADOR)



Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
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. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
I34	<p>Impacto, excelência e produtividade das ciências agrárias no Brasil 4 [recurso eletrônico] / Organizador Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-053-7 DOI 10.22533/at.ed.537202105</p> <p>1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Ribeiro, Júlio César.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias possuem alguns dos campos mais promissores da atualidade, principalmente em termos de avanços científicos e tecnológicos.

Contudo, um dos grandes desafios, é a utilização dos recursos naturais de forma sustentável, maximizando a excelência e a produtividade no setor agropecuário e agroindustrial, atendendo a demanda cada vez mais exigente do mercado consumidor.

Neste contexto, a obra “Impacto, Excelência e Produtividade das Ciências Agrárias no Brasil” em seus volumes 3 e 4, compreendem respectivamente 22 e 22 capítulos, que possibilitam ao leitor ampliar o conhecimento sobre temas atuais e de expressiva importância nas Ciências Agrárias.

Ambos os volumes, apresentam trabalhos que contemplam questões agropecuárias, de tecnologia agrícola e segurança alimentar.

Na primeira parte, são apresentados estudos relacionados à fertilidade do solo, desempenho agrônomo de plantas, controle de pragas, processos agroindustriais, e bem estar animal, entre outros assuntos.

Na segunda parte, são abordados trabalhos envolvendo análise de imagens aéreas e de satélite para mapeamentos ambientais e gerenciamento de dados agrícolas e territoriais.

Na terceira e última parte, são apresentados estudos acerca da produção, caracterização físico-química e microbiológica de alimentos, conservação pós-colheita, e controle da qualidade de produtos alimentares.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores e instituições envolvidas nos trabalhos que compõe a presente obra.

Por fim, desejamos que este livro possa favorecer reflexões significativas acerca dos avanços científicos nas Ciências Agrárias, contribuindo para novas pesquisas no âmbito da sustentabilidade que possam solucionar os mais diversos problemas que envolvem esta grande área.

Júlio César Ribeiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESPECIAÇÃO QUÍMICA DE METAIS PESADOS EM SEDIMENTOS DE FUNDO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO EPAMINONDAS – PELOTAS/RS	
Eliana Aparecida Cadoná Jéferson Diego Leidemer Stefan Domingues Nachtigall Tainara Vaz de Melo Beatriz Bruno do Nascimento Hueslen Domingues Munhões Rafael Junqueira Moro Adão Pagani Junior Lucas da Silva Barbosa Letícia Voigt de Oliveira Corrêa Pablo Miguel	
DOI 10.22533/at.ed.5372021051	
CAPÍTULO 2	10
CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO BRASIL: REVISÃO DE LITERATURA	
Welldy Gonçalves Teixeira Eliana Paula Fernandes Brasil Wilson Mozena Leandro	
DOI 10.22533/at.ed.5372021052	
CAPÍTULO 3	26
PERSISTÊNCIA E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DE DIFERENTES PALHADAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO ORGÂNICO DE MILHO VERDE	
Luiz Fernando Favarato Jacimar Luis de Souza Rogério Carvalho Guarçoni Maurício José Fornazier André Guarçoni Martins	
DOI 10.22533/at.ed.5372021053	
CAPÍTULO 4	42
EFEITO DA ADUBAÇÃO ALTERNATIVA COM FARINHA DE OSSOS E CARNE COMO FONTE DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO	
Álvaro Hoffmann Leandro Glaydson da Rocha Pinho Luciene Lignani Bitencourt Mércia Regina Pereira de Figueiredo	
DOI 10.22533/at.ed.5372021054	
CAPÍTULO 5	52
AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM DIFERENTES MANEJOS SOB PLANTIO DIRETO NO OESTE DO ESTADO DO PARÁ	
Bárbara Maia Miranda Arystides Resende Silva Eduardo Jorge Maklouf Carvalho Carlos Alberto Costa Veloso	
DOI 10.22533/at.ed.5372021055	

CAPÍTULO 6	64
BIOTECNOLOGIA E OCUPAÇÃO DO CERRADO	
Miguel Antonio Rodrigues	
Hercules Elísio da Rocha Nunes Rodrigues	
Tyago Henrique Alves Saraiva Cipriano	
Dayonne Soares dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.5372021056	
CAPÍTULO 7	77
MODELAGEM PARA DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL PARA O BIOMA CERRADO	
Kleber Renato da Paixão Ataíde	
Gustavo Macedo de Mello Baptista	
DOI 10.22533/at.ed.5372021057	
CAPÍTULO 8	88
CRESCIMENTO E METABOLISMO DO CARBONO EM MUDAS DE PALMA DE ÓLEO SUBMETIDAS AO ALUMÍNIO	
Ana Ecídia de Araújo Brito	
Kerolém Prícila Sousa Cardoso	
Thays Correa Costa	
Jéssica Taynara da Silva Martins	
Liliane Corrêa Machado	
Glauco André dos Santos Nogueira	
Susana Silva Conceição	
Cândido Ferreira de Oliveira Neto	
Raimundo Thiago Lima da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5372021058	
CAPÍTULO 9	104
DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE SEMENTES DE SORGO COM DISCO HORIZONTAL CONVENCIONAL E TITANIUM	
Tiago Pereira da Silva Correia	
Arthur Gabriel Caldas Lopes	
Francisco Faggion	
Paulo Roberto Arbex Silva	
Leandro Augusto Felix Tavares	
Neilor Bugoni Riquetti	
Saulo Fernando Gomes de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.5372021059	
CAPÍTULO 10	113
DESINFESTAÇÃO E INOCULAÇÃO DE EXPLANTES DE <i>Aloe Vera L</i> VISANDO O CULTIVO <i>in vitro</i>	
Bruno Yamada Danilussi	
Matheus Ferris Orvatti	
Vinicius Henrique dos Reis Carmona	
Leonardo Lopes Lorencetto	
Luiz Eduardo Manfrin Catharino	
Rafael Garbin	
Gustavo Silva Belloto	
Paulo Henrique Enz	
Luciana Alves Fogaça	
DOI 10.22533/at.ed.53720210510	

CAPÍTULO 11 120

ESTABELECIMENTO *in vitro* DE MARACUJÁ *Passiflora tenuiflora*

Luiz Henrique Silvério Junior
Glaucia Amorim Faria
Beatriz Garcia Lopes
Antonio Flávio Arruda Ferreira
Cintia Patrícia Martins de Oliveira
Camila Kamblevicius Garcia
Lucas Menezes Felizardo
Paula Soares Rocha
Beatriz Cardoso Ribeiro
José Carlos Cavichioli
Enes Furlani Junior

DOI 10.22533/at.ed.53720210511

CAPÍTULO 12 136

ESTUDO DA CINÉTICA DE SECAGEM DO CAPIM SANTO (*Cymbopogon citratus*)

Claudiana Queiroz Gouveia
Joana Angélica Franco Oliveira
Manoel Teodoro da Silva
Quissi Alves da Silva
Josilene de Assis Cavalcante
Karina Soares do Bonfim
Clóvis Queiroz Gouveia
Amanda Silva do Carmo
Carolina Zanini Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.53720210512

CAPÍTULO 13 144

CINÉTICA DE SECAGEM DAS FOLHAS DO ALECRIM (*Rosmarinus officinalis*)

Lucas Ryhan Formiga Caminha
Fagner Bruno Dias Lino
Antonio Ferreira da Silva Netto
Maria Bárbara Tenório de Macêdo Barbosa
Mariana Sales Carvalho
Josenaidy Mirelly da Mata Oliveira
Julia Falcão de Moura
Josilene de Assis Cavalcante

DOI 10.22533/at.ed.53720210513

CAPÍTULO 14 154

VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DO MEL COMERCIALIZADO EM CUIABÁ E VÁRZEA GRANDE

Thamara Larissa de Jesus Furtado
Natalia Marjorie Lazon de Moraes
Helen Cristine Leimann
Marilu Lanzarin
Daniel Oster Ritter

DOI 10.22533/at.ed.53720210514

CAPÍTULO 15 160

AValiação DO FLUÍDO RUMINAL: REVISÃO DE LITERATURA

Muriel Magda Lustosa Pimentel
Andrezza Caroline Aragão da Silva
Claudia Alessandra Alves de Oliveira

Julia Pedrosa Costa
Isabella Cordeiro Fireman
Liz de Albuquerque Cerqueira
Luiz Eduardo de Sá Novaes Menezes
Larissa Carla Bezerra Costa e Silva
Fernanda Pereira da Silva Barbosa
Regina Valéria da Cunha Dias
Mayara Freire de Alcantara Lima
Isabelle Vanderlei Martins Bastos

DOI 10.22533/at.ed.53720210515

CAPÍTULO 16 174

IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO ANDROLÓGICA NA SELEÇÃO DE TOUROS EM FAZENDAS DE LEITE

Jaci de Almeida
Maria Clara Stornelli Amante
Oswaldo Almeida Resende

DOI 10.22533/at.ed.53720210516

CAPÍTULO 17 186

OCORRÊNCIA DE *Neospora caninum* EM CAPRINOS DO SUL DO ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL

Karina Rodrigues dos Santos
Severino Cavalcante de Sousa Júnior
Richard Atila de Sousa
Marcelo Richelly Alves de Oliveira
Carlos Syllas Monteiro Luz
Jezlon da Fonseca Lemos
Carla Duque Lopes

DOI 10.22533/at.ed.53720210517

CAPÍTULO 18 196

AVALIAÇÃO E PROJEÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DO BIOMA MATA ATLÂNTICA COM AUXÍLIO DE IMAGENS AÉREAS, VISUALIZAÇÃO 3D E GEOPROCESSAMENTO

João Pedro dos Santos Verçosa
Arthur Costa Falcão Tavares

DOI 10.22533/at.ed.53720210518

CAPÍTULO 19 204

PROPOSIÇÃO DE UM ÍNDICE DE HOMOGENEIDADE TERRITORIAL: O CASO DOS TERRITÓRIOS DE IDENTIDADE

Marcos Aurélio Santos da Silva

DOI 10.22533/at.ed.53720210519

CAPÍTULO 20 225

PRODUÇÃO DE AMENDOIM SALGADO SEM PELE

Mayara Santos Scuzziatto
Henrique Gusmão Alves Rocha
Débora Fernandes da Luz
Anderson Luis Fortine
Pablo Kieling
Gustavo Donassolo Toretta
Joelson Adonai Czycza
Alexsandro André Loscheider
Marco Aurélio Rovani
João Vítor Rodrigues dos Santos

Giacomo Lovera
Gert Marcos Lubeck
DOI 10.22533/at.ed.53720210520

CAPÍTULO 21 233

EFEITO DO MÉTODO E TEMPO DE BRANQUEAMENTO NO CONTROLE DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO EM MAÇÃ (*Malus dosmentica Barkh*)

Danielly Cristiny Rodrigues Mendonça
João Vitor da Silva Brito
Natália Rocha Carvalho
Arthur Silva de Jesus
Nivandroaldo Machado Gama
Priscilla Macedo Lima Andrade
Marcus Andrade Wanderley Junior

DOI 10.22533/at.ed.53720210521

CAPÍTULO 22 239

ATUAÇÃO DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA NOS ESTABELECIMENTOS DE ALIMENTAÇÃO PARA A SEGURANÇA DOS ALIMENTOS

Cristiani Viegas Brandão Grisi
Thaiza Cidarta Melo Barbosa
Cecylyana Leite Cavalcante
Diógenes Gomes de Sousa
Fernanda de Sousa Araújo
Bruno Ranieri Lins de Albuquerque Meireles

DOI 10.22533/at.ed.53720210522

SOBRE O ORGANIZADOR 249

ÍNDICE REMISSIVO 250

CRESCIMENTO E METABOLISMO DO CARBONO EM MUDAS DE PALMA DE ÓLEO SUBMETIDAS AO ALUMÍNIO

Data de aceite: 12/05/2020

Data de submissão: 03/04/2020

Ana Ecídia de Araújo Brito

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-Pará-Brasil

<http://lattes.cnpq.br/5637991471728377>

Kerolém Prícila Sousa Cardoso

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Cândido Rondon-Paraná-Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7001356552319649>

Thays Correa Costa

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria-Rio Grande do Sul-Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3703351371098020>

Jéssica Taynara da Silva Martins

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria-Rio Grande do Sul-Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4685386887156478>

Liliane Corrêa Machado

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria-Rio Grande do Sul-Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9287254241489111>

Glauco André dos Santos Nogueira

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-Pará-Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1909328483731143>

Susana Silva Conceição

Universidade Federal Rural da Amazônia

Belém-Pará-Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7024508066767442>

Cândido Ferreira de Oliveira Neto

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-Pará-Brasil

<http://lattes.cnpq.br/0327663489224028>

Raimundo Thiago Lima da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
Capitão Poço-Pará-Brasil

<http://lattes.cnpq.br/04223998127309>

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação de dosagens de alumínio no crescimento e no metabolismo de mudas de *Elaeis guineensis* Jacq. O estudo foi conduzido em casa de vegetação, sendo utilizadas mudas jovens na variedade Deli x Lamé. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 repetições, nas quais foram aplicadas dosagens de alumínio de 0, 10, 20, 30 e 40 mg L⁻¹ de AlCl₃ (AlCl₃.6H₂O). Observou-se reduções nas variáveis altura, número de folhas, número de folhas diferenciadas, matéria seca da parte aérea e matéria seca total, nas mudas que receberam a dosagem de 40 mg L⁻¹ de AlCl₃. Diferentemente, o comprimento da raiz e matéria seca da raiz/matéria seca da parte aérea apresentaram acréscimos quando aplicada

a maior dosagem de alumínio. Em relação aos parâmetros bioquímicos analisados, verificou-se que as dosagens de AlCl_3 promoveu aumento nas concentrações de carboidratos e açúcares não redutores. Observou-se diminuição das clorofilas *a*, *b* e total e aumento dos teores de carotenoides. Os resultados demonstraram que a palma de óleo apresentou mecanismos de tolerância a toxicidade por alumínio no período e dosagens estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Toxicidade, bioquímico, biometria, solos ácidos.

GROWTH AND METABOLISM OF CARBON IN OIL PALM SEEDLINGS SUBMITTED TO ALUMINUM

ABSTRACT: The present work aimed to evaluate the effects of the application of aluminum dosages on the growth and metabolism of *Elaeis guineensis* Jacq. The study was conducted in greenhouse, using young seedlings in the Deli x Lamé variety. The experimental design was completely randomized, with 5 replications, in which aluminum dosages of 0, 10, 20, 30 and 40 mg L⁻¹ of AlCl_3 ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) were applied. Reductions were observed in the variables height, number of leaves, number of differentiated leaves, shoot dry matter and total dry matter, in the seedlings that were dosed with 40 mg L⁻¹ of AlCl_3 . Differently, the root length and dry matter of the root / dry matter of the aerial part presented increases when applied to the larger aluminum dosage. In relation to the biochemical parameters analyzed, it was verified that the AlCl_3 dosages promoted an increase in the concentrations of carbohydrates and non-reducing sugars. It was observed a decrease of *a*, *b* and total chlorophylls and increase of carotenoid contents. The results showed that the oil palm presented mechanisms of tolerance to aluminum toxicity in the studied period and dosages.

KEYWORDS: Toxicity, biochemistry, biometrics, acid soils.

1 | INTRODUÇÃO

No mundo a maior produção de óleo vegetal vem da cultura da palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) também chamada de dendê, seguida do óleo da soja e da canola. O Brasil ocupa a décima posição mundial de produção de óleo de palma (ABRAPALMA, 2019), apresentando uma área com cerca de 236 mil ha plantados, com áreas superiores a 30 milhões de ha aptos para a produção sustentável (EMBRAPA AGROENERGIA, 2019), sendo o Estado do Pará detentor de 88% da produção nacional, de acordo com a ABRAPALMA.

Portanto, devido ao aumento de plantios de palma de óleo na região amazônica, existe a preocupação com a influência negativa da fitotoxicidade por alumínio (Al^{+3}), o qual é constituinte das partículas de argila do solo, que migra para a fração trocável ou para a solução em solos com pH abaixo de 5,0 (RAMPIM e CARMO, 2013).

A disponibilidade do alumínio (Al) depende de sua forma química (largamente dependente do pH) e da formação de complexos, os quais são de limitada solubilidade e, portanto, indisponíveis, mas que pode afetar o desenvolvimento normal das raízes, bloqueando mecanismos de aquisição e transporte de água e nutrientes, além de causar alterações citológicas (GUPTA et al., 2013; VASCONCELOS FILHO, 2014).

Diante disto, há mecanismos de tolerância internos, em que o Al^{3+} entra no simplasto e a tolerância é encontrada pela formação de quelatos no citossol, na compartimentalização no vacúolo, na ligação do alumínio a proteínas e na atuação de enzimas tolerantes ao Al^{3+} .

Essa tolerância é geneticamente controlada e as espécies de plantas diferem significativamente quanto ao seu grau de tolerância (RAMPIM e CARMO, 2013) e alguns autores têm avaliado a resposta de grande variedade de plantas expostas ao Al^{3+} (CRUZ et al., 2011; MACEDO et al., 2011), entretanto, poucos têm usado abordagens com caracterização bioquímica sobre o estresse ocasionado por esse elemento. Assim, o estudo objetivou avaliar o efeito de dosagens de alumínio no crescimento e no metabolismo do carbono de mudas de palma de óleo *E. guineenses*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, em Belém, Pará, Brasil. No 45º dia após a aclimatização das mudas de *E. guineenses* na presença de sombrite e em solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950), com 1/2 de força iônica, foi realizado o transplante para vasos de Leonard com capacidade de 4,6 L. Após 20 dias de adaptação, a solução nutritiva foi modificada para força total iniciando-se a aplicação do alumínio na forma de cloreto de alumínio hexahidratado ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com 5 repetições, cada planta uma unidade experimental, aplicando-se as dosagens de 0 mg L^{-1} , 10 mg L^{-1} , 20 mg L^{-1} , 30 mg L^{-1} e 40 mg L^{-1} de cloreto de alumínio hexahidratado 95%, perfazendo um total de 25 plantas analisadas. O pH da solução nutritiva foi mantido em 4,8 ajustando-se com HCl 0,1 mol L^{-1} e NaOH 1M na reposição diária da solução.

Inicialmente, os dados do experimento foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilks (SHAPIRO e WILKS, 1965) e de Levene (BOX, 1953), que havendo as pressuposições de normalidade e homocedasticidade foi realizada a análise estatística por meio da variância e do teste F a 5% de probabilidade utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011). As médias dos níveis de alumínio foram submetidas a análise de regressão, e a equação mais adequada foi definida

utilizando como critério o coeficiente de determinação (R^2).

A altura da parte aérea (cm) foi obtida com uma régua milimetrada, medindo-se da região do colo da planta até a inserção do último par de folhas expandidas; o diâmetro do coleto (mm) foi determinado com um paquímetro digital, na região do caule ao nível do substrato.

O sistema radicular foi medido com régua milimetrada (cm), após separação da parte aérea e lavagem; a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca das raízes (MSR) foram determinadas após secagem do material vegetal em estufa com circulação de ar forçada, a 60°C, até peso constante; a relação massa seca da raiz/massa de seca da parte aérea (MSR/MSPA) foi determinada pelo quociente entre as características envolvidas na relação.

As análises bioquímicas foram realizadas no Laboratório de Estudos da Biodiversidade em Plantas Superiores (EBPS), localizado na Universidade Federal Rural da Amazônia, determinando-se os teores de carboidratos (DUBOIS et al., 1956); açúcares redutores e não redutores segundo Rinner et al. (2012); sacarose (VAN HANDEL et al, 1968); amido (DUBOIS et al., 1956); clorofilas e carotenóides (LICHTENTHALER et al., 2001). A análise de concentração de alumínio nas raízes e nas folhas foi realizada no Laboratório de Solos e Plantas da Embrapa Amazônia Oriental através do MP-AES (Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma por Microondas).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior dosagem de 40 mg L⁻¹ de alumínio aumentou em 349,69% a concentração deste elemento nas raízes das mudas de palma de óleo em relação as mudas do tratamento controle, apresentando médias de 516,094 mg kg⁻¹ e 102,15 mg kg⁻¹, respectivamente, em modelo de equação de regressão quadrática (Figura 1A).

A maior concentração de alumínio nas folhas das mudas de palma de óleo foi observada na dosagem de 40 mg L⁻¹ de alumínio (207,93 mg kg⁻¹) que, em comparação com as mudas sob tratamento controle (40,16 mg kg⁻¹) apresentaram acréscimo de 422,69% ajustado ao modelo de equação de regressão cúbica (Figura 1B).

Desta maneira, segundo Furlan (2014), avaliando-se o acúmulo de alumínio nas folhas, com relação ao total de alumínio acumulado nas partes vegetais, foi possível constatar que o transporte a longa distância do elemento foi cerca de 9% para os genótipos, na presença de alumínio na solução nutritiva. Esse fato indica que a retenção do elemento nas raízes, no “compartimento apoplástico”

e “simplástico” é efetivo para reduzir o descarregamento de alumínio no xilema, evidenciando a segunda estratégia de tolerância ao excesso do metal, observando-se, neste trabalho, uma maior concentração de alumínio na dosagem de 40 mg L⁻¹ possibilitando uma translocação do elemento para a parte aérea.

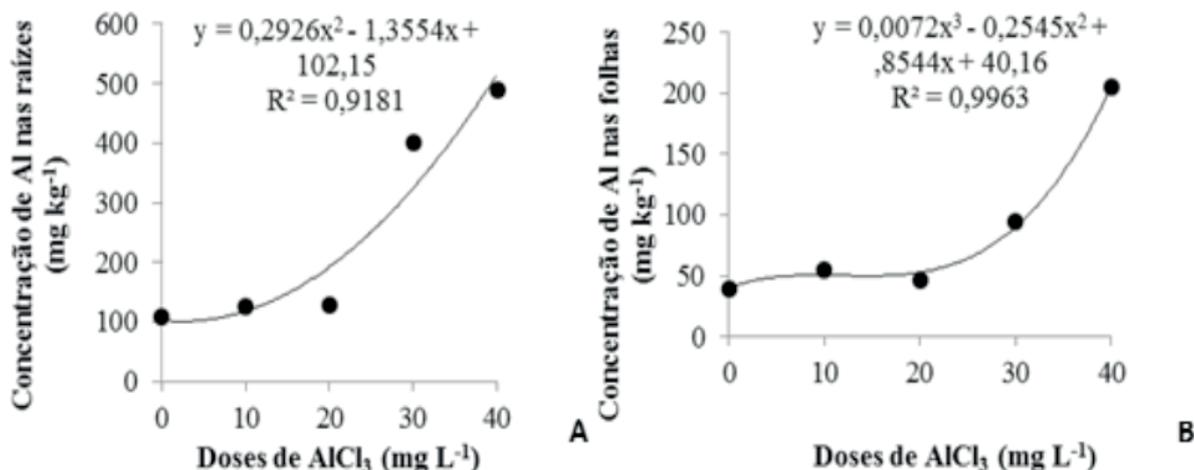


Figura 1. Concentração de alumínio nas raízes (A) e folhas (B) de mudas de palma de óleo submetidas às dosagens de AlCl₃

3.1 Carboidratos Solúveis totais

Foi observado um aumento de 105,30% na concentração de carboidratos solúveis totais nas raízes na dosagem de 40 mg L⁻¹ de AlCl₃ em mudas de palma de óleo, apresentando média de 17,24 mg g⁻¹ MS quando comparadas as mudas do tratamento controle (7,60 mg g⁻¹ MS), através do ajuste do modelo de regressão linear positiva (Figura 2).

Em relação à concentração de carboidratos solúveis totais nas folhas, não foi verificado efeito significativo ($p > 0,05$) para os tratamentos com as crescentes dosagens de alumínio. Dessa forma, não se realizou o ajustamento das equações de regressão para esta variável.

Diante dos resultados, o acúmulo deste soluto pode ter um importante papel na tolerância da palma de óleo ao estresse por Al⁺³, pois elevados teores de carboidratos solúveis totais sugerem hidrólise de carboidratos de reserva e distúrbios na partição de fotoassimilados entre a parte aérea e o sistema radicular.

Tais mudanças no metabolismo de carboidratos podem estar relacionadas com o carregamento e transporte de açúcares no floema (GAJDANOWICZ, et al., 2011). Assim, o acúmulo de carboidratos pode concorrer para a diminuição do potencial osmótico e menor inibição do crescimento radicular em plantas tolerantes ao Al⁺³ (TABUCHI et al., 2004).

A maior concentração de carboidratos pode ser justificada pela interação do Al⁺³ que causa o bloqueio de canais de K⁺ em células radiculares (LIU e LUAN,

2001), ressaltando-se que o K^+ encontrado e armazenado no vacúolo foliar vai desempenhar funções essenciais na transferência energética, síntese proteica, metabolismo de carboidratos, transporte de açúcares de tecidos fonte para drenos, produção e acúmulo de óleos (RÖMHELD e KIRKBY, 2010).

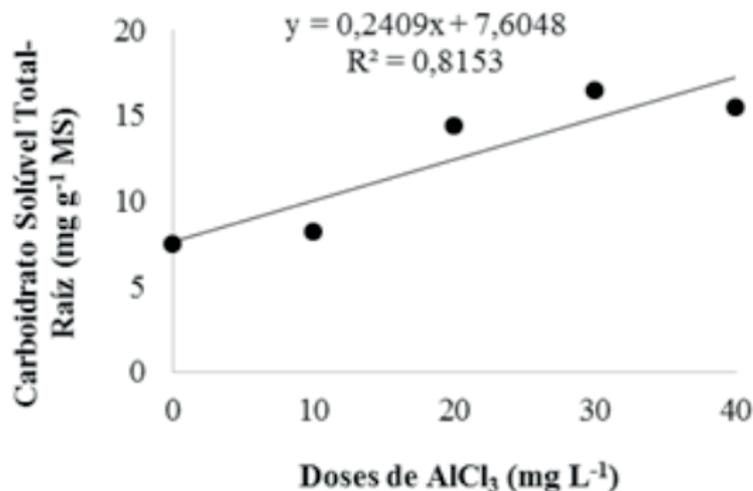


Figura 2. Concentração de carboidratos nas raízes de mudas de palma de óleo submetidas às dosagens de AlCl₃

3.2 Açúcares Redutores

Ao aplicar-se 40 mg L⁻¹ de AlCl₃ nas mudas de palma de óleo, foi observado através do ajuste do modelo de regressão cúbica, decréscimo de 72,90% na concentração de açúcares redutores nas raízes (4,27 μ M de carboidrato g⁻¹ MS) em comparação as raízes das mudas sob tratamento controle (0,298 μ M de carboidrato g⁻¹ MS) (Figura 3A).

A dosagem de 40 mg L⁻¹ de AlCl₃ reduziu em 81,96% a concentração de açúcares redutores nas folhas das mudas de palma de óleo (0,289 μ M de carboidrato g⁻¹ MS) em relação as mudas do tratamento controle (1,82 μ M de carboidrato g⁻¹ MS) (Figura 3B).

Segundo Jones (1998), as raízes passam a aumentar a produção de exsudatos (ácidos orgânicos, açúcares, aminoácidos, fenólicos) em quantidade diretamente proporcional a atividade externa de alumínio. Assim, as hexoses liberadas a partir da hidrólise de sacarose podem ser utilizadas em processos anabólicos ou catabólicos e também fornecendo açúcares redutores para o processo de ajustamento osmótico (CHAVES FILHO e STACCIARINI SERAPHIN, 2001).

Outra hipótese da diminuição dessa variável pode ser devido a exsudação de glicose e frutose pelas raízes das mudas de palma de óleo que receberam a maior dosagem de AlCl₃ como uma forma de tolerância ao estresse sofrido pela planta, ou ainda, devido a interferência deste íon metálico na absorção, transporte e uso Mg⁺² (FREITAS et al., 2006), elemento essencial para atividade das hexoquinases

que catalisam a fosforilação da D-glicose e também catalisa a de outras hexoses comuns, como a D-frutose e a D-manose.

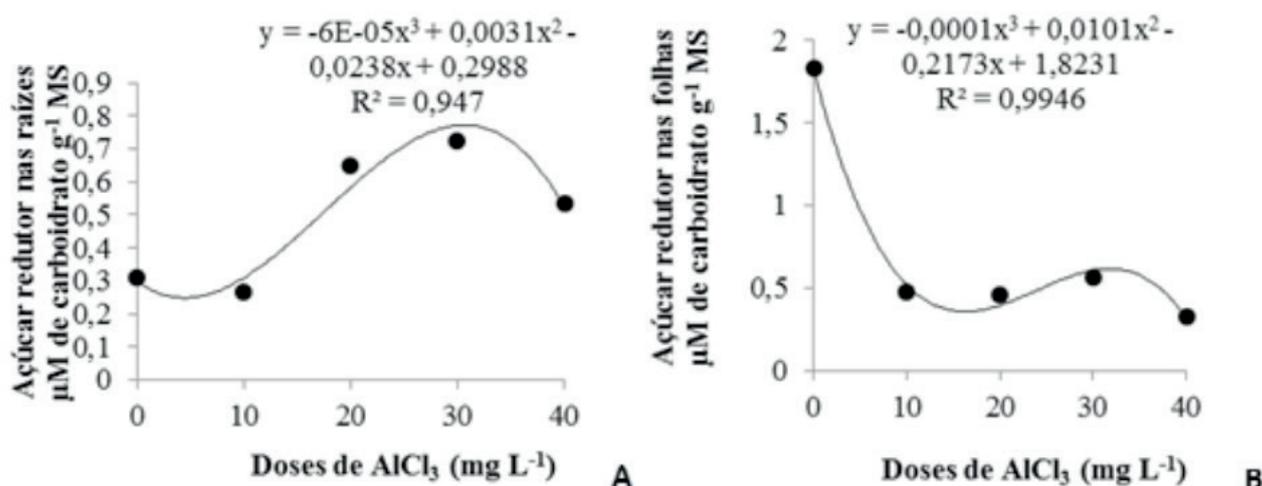


Figura 3. Concentração de açúcares redutores nas raízes (A) e folhas (B) nas mudas de palma de óleo submetidas às dosagens de AlCl₃

3.3 Açúcares não Redutores

A aplicação da maior dosagem de 40 mg L⁻¹ de AlCl₃ aumentou em 106,60% a concentração de açúcares não redutores nas raízes das mudas de palma de óleo em relação as mudas do tratamento controle, apresentando médias de 12 mg g⁻¹ MS e 7,08 mg g⁻¹ MS respectivamente, com ajuste no modelo de regressão cúbica (Figura 4).

Em relação a concentração de açúcares não redutores nas folhas das mudas de palma de óleo não foi observado efeito significativo ($p > 0,05$) para os tratamentos com as crescentes dosagens de AlCl₃. Dessa forma, não se realizou o ajustamento das equações de regressão para essa variável.

Os resultados apresentaram aumento nas concentrações de açúcares não redutores devido ao acúmulo de carboidratos nas raízes, evidenciando que a provável redução deve ter ocorrido em açúcares como a glicose e frutose (redutores).

Vale ressaltar que o aumento no teor de carboidratos solúveis sugere que esta espécie apresenta mecanismo de ajustamento osmótico, nas condições de estresse, adaptando-a a sobrevivência nessa condição (CHAVES FILHO e STACCIARINI SERAPHIN, 2001). Neste mecanismo, ocorre a biossíntese e o acúmulo de solutos compatíveis, no vacúolo ou no citosol, com função osmoprotetora, o que mantém o equilíbrio hídrico e preserva a integridade celular de proteínas, enzimas e membranas para a continuidade das atividades vitais e constitui uma das estratégias adaptativas vegetais aos múltiplos efeitos causados pelo estresse (ABDUL JALEEL et al., 2007).

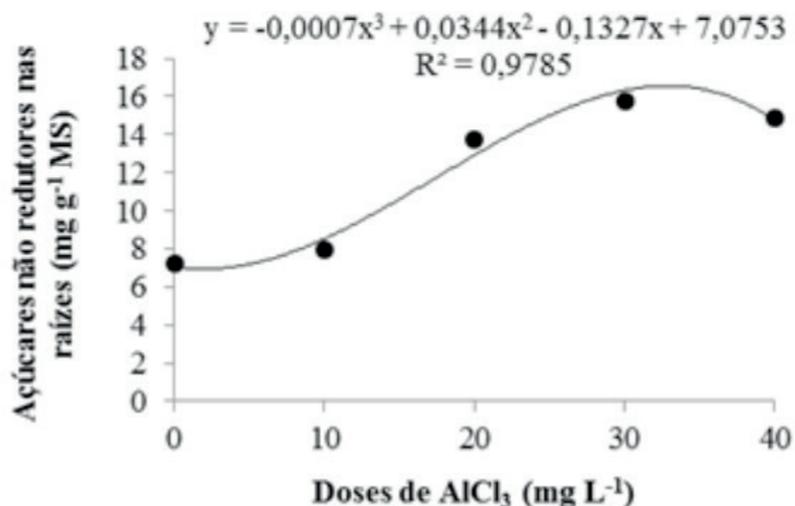


Figura 4. Concentração de açúcares não redutores nas raízes de mudas de palma de óleo submetidas às dosagens de AlCl₃.

3.4 Amido e Sacarose

Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para as concentrações de amido e sacarose nas raízes e folhas de palma de óleo submetidas às dosagens de AlCl₃. Dessa forma, não se realizou o ajustamento das equações de regressão para essas variáveis.

3.5 Teores de Clorofila *a*, Clorofila *b*, Clorofila total e Carotenoides

Na maior dosagem de 40 mg L⁻¹ de AlCl₃ observou-se redução de 67,59%, 58,43% e 59,03% nos teores de clorofilas *a* (3,44 μg mL⁻¹), *b* (0,79 μg mL⁻¹) e total (4,59 μg mL⁻¹), respectivamente, quando comparadas ao tratamento controle (9,36 μg mL⁻¹, 2,44 μg mL⁻¹ e 10,45 μg mL⁻¹, respectivamente aos teores de clorofilas *a*, *b* e total) (Figura 5 A e 5 B e 6 A).

Através do ajuste do modelo de regressão linear positiva, observou-se aumento de 12,91% nos teores de carotenoides (3,13 μg mL⁻¹) quando aplicada a maior dosagem de AlCl₃ em relação as mudas do tratamento controle que apresentaram média de 2,68 μg mL⁻¹ (Figura 6 B).

A redução na concentração de clorofila nessas mudas pode ter sido consequência do efeito tóxico do alumínio que ao entrar na planta destrói a parede celular levando ao rompimento das células nas folhas, apresentando inicialmente a clorose, seguida da necrose e abscisão foliar, refletindo, assim, os danos induzidos pelo alumínio em folhas jovens (PEREIRA et al., 2006) (Figura 7).

Segundo Silva (2007), o efeito dos níveis mais elevados de alumínio na redução dos teores de clorofila evidencia a relação deste estresse com a produtividade vegetal, considerando que as respostas fisiológicas podem ser utilizadas como

índices de tolerância para as respostas ao alumínio.

Dessa forma, os carotenóides apresentam como uma das principais funções a fotoproteção nos tecidos fotossintéticos (BARTLEY e SCOLNIK, 1995), minimizando os danos fotoxidativos induzidos pela maioria dos estresses ambientais (TIMKO, 1998).

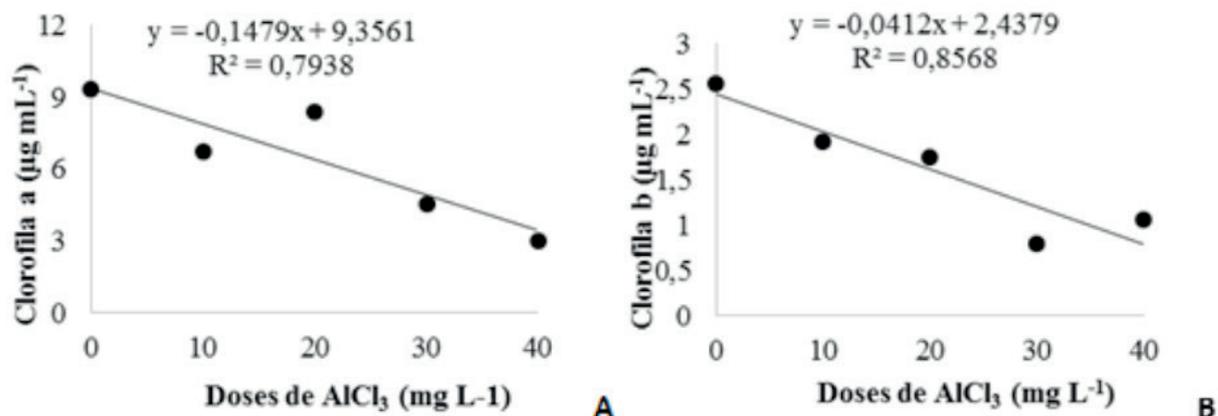


Figura 5. Teor de clorofilas a e b nas mudas de palma de óleo submetidas às dosagens de AlCl₃

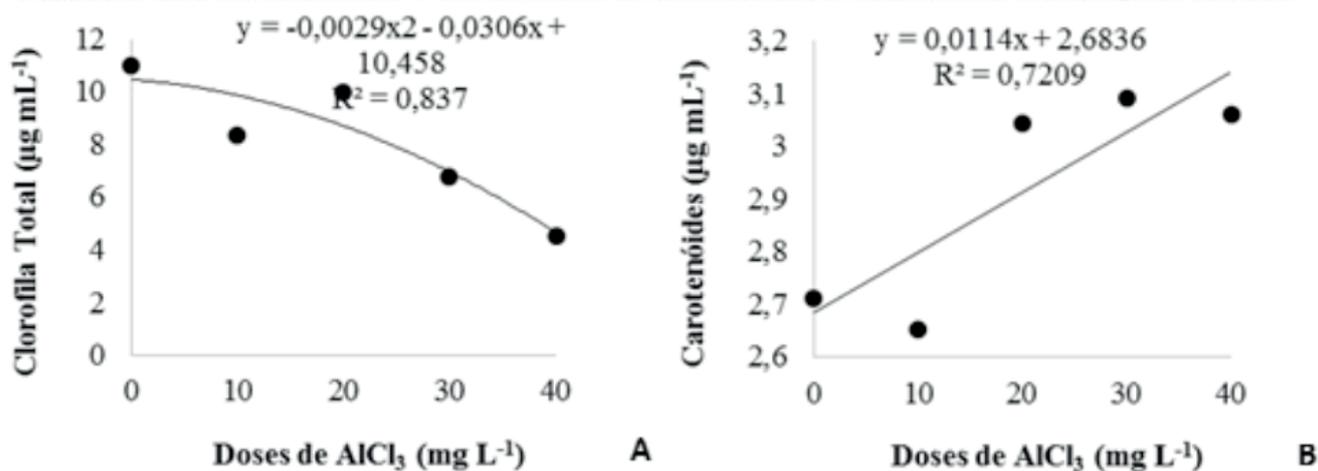


Figura 6. Teor de clorofila total e carotenóides nas mudas de palma de óleo submetidas às dosagens de AlCl₃



Figura 7. Sintomatologia de toxicidade por alumínio em mudas de palma de óleo tratadas com 40 mg L^{-1} de AlCl_3

3.6 Altura

Foi observado através do ajuste do modelo de regressão cúbica que a maior dosagem de 40 mg L^{-1} de AlCl_3 reduziu em 9,77% a altura das mudas de palma de óleo quando comparadas as mudas do tratamento controle, apresentando médias de 81,88 cm e 88,39 cm, respectivamente (Figura 8).

A redução da altura das plantas submetidas a toxicidade por alumínio pode ser resultante da diminuição da atividade fotossintética afetando as membranas do tilacóide e o transporte de elétrons e interferindo de forma direta na taxa de assimilação de gás carbônico (KONRAD et al., 2005).

Segundo He et al. (2011), a queda da taxa fotossintética em plantas expostas ao alumínio é em parte devido à precipitação do fósforo em pH baixo. Sendo assim, o alumínio pode se ligar ao P, tanto na membrana quanto no interior das células, formando compostos de baixa solubilidade que precipitam na zona de incorporação de P nas raízes (YANG et al., 2011).

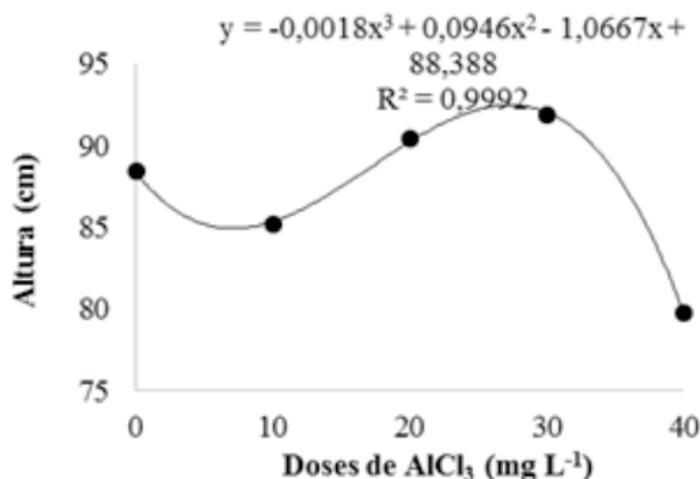


Figura 8. Altura das mudas de palma de óleo submetidas às dosagens de AlCl₃

3.7 Comprimento da Raiz

Foi verificado, através do ajuste do modelo de regressão linear positivo, que a maior dosagem de 40 mg L⁻¹ de AlCl₃ promoveu um aumento de 35% no comprimento radicular das mudas de palma de óleo quando comparadas as mudas do tratamento controle, apresentando médias de 35 cm e 29,72 cm, respectivamente (Figura 9).

Este resultado pode estar associado ao maior crescimento e aprofundamento dos sistemas radiculares que exploram maior volume de solo (FURLANI e FURLANI, 1991), pois a absorção e o acúmulo do alumínio afetam as plantas em nível celular, fisiológico e bioquímico, principalmente na região radicular (WAGATSUMA et al., 1995) (Figura 10.).

A extensão da inibição no crescimento radicular depende da concentração de alumínio disponível, do tempo de exposição das plantas ao alumínio e da sensibilidade das plantas (CIAMPOROVÁ et al., 2002). Na célula, o Al³⁺ altera as propriedades da parede e da plasmalema, pois afeta o sistema de carregadores de nutrientes, problema que resulta na inibição da elongação celular do eixo principal, tornando as raízes mais grossas e pouco funcionais (RYAN et al., 1993; KOCHIAN, 1995).

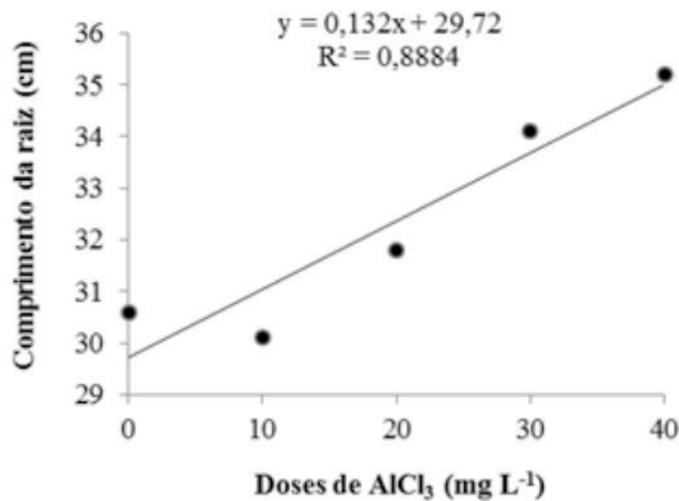


Figura 9. Comprimento da raiz de mudas de palma de óleo submetidas às dosagens de AlCl₃



Figura 10. Raízes de mudas de palma de óleo ao final do experimento, da esquerda para direita: 0, 10, 20, 30 e 40 de AlCl₃ mg L⁻¹ de AlCl₃.

3.8 Biomassa

A dosagem de 40 mg L⁻¹ de AlCl₃ aumentou em 43,18% a RMSR/MSPA quando comparadas as mudas do tratamento controle, apresentando médias de 0,0319g e 0,0239g respectivamente, verificado através do ajuste do modelo de regressão linear positiva (Figura 11).

Este aumento pode estar relacionado a algumas espécies investirem mais em raízes de modo a aumentar a captação de nutrientes. Nessas condições de regimes nutricionais limitantes as espécies, normalmente, apresentam maior razão raiz/parte aérea (GUNATILLEKE et al., 1997).

O alumínio é altamente tóxico para as plantas causando danos na estrutura da raiz. Essa restrição afeta a absorção de nutrientes pelas raízes (ZHENG, 2010) e, conseqüentemente, este elemento tóxico afeta a abertura do canal de potássio (K) em células dos pelos radiculares (MALKANTHI et al., 1995) e precipita o fósforo (P) no sistema radicular, provavelmente no apoplasto, reduzindo assim, a absorção e o acúmulo desse mineral na parte aérea (SIVAGURU e PALIWAL, 1993), prejudicando

o desenvolvimento do vegetal.

Os efeitos tóxicos do alumínio comprometem a integridade do aparato fotossintético (CHEN et al., 2010), fundamental para os processos de produção de biomassa vegetal, conseqüentemente afetando a folha, estrutura responsável pela produção da maior parte dos carboidratos essenciais ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais, sendo estes órgãos responsáveis por 90% da massa seca acumulada nas plantas resultante da atividade fotossintética (OLIVEIRA et al., 2007).

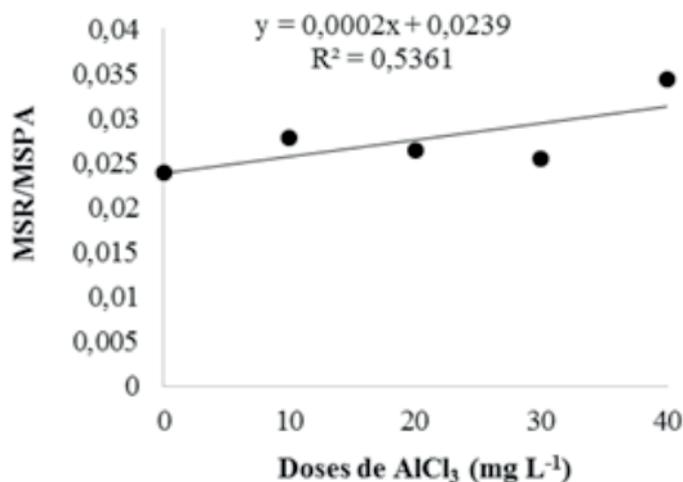


Figura 11. MSR/MSPA de mudas de palma de óleo submetidas às dosagens de AlCl₃

4 | CONCLUSÕES

As variáveis bioquímicas e fisiológicas analisadas indicam que a palma de óleo tem mecanismos de tolerância à toxicidade por alumínio até a concentração de 40 mg L⁻¹ de AlCl₃, podendo servir como informações básicas em programas de melhoramento desta espécie.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural da Amazônia, ao Estudo da Biodiversidade de Plantas Superiores e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

ABRAPALMA - Associação Brasileira de Produtores de Óleo de Palma. **Carta de Princípios sobre o Trabalho Decente na Cadeia da Palma de Óleo no Pará.** Belém-PA. 2019.

ABDUL JALEEL, C.; MANIVANNAN, P.; KISHOREKUMAR, A.; SANKAR, B; GOPI, R.; SOMASUNDARAM, R.; PANEERSELVAM, R. Alterations in osmoregulations, antioxidant enzymes and indole alkaloid levels in *Catharanthus roseus* exposed to water deficit. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 59, n. 2, p. 150-157, 2007.

BARTLEY, G.E.; SCOLNIK, P.A. Plant carotenoids: pigments for photoprotection, visual attraction, and human health. **Plant Cell**, v.7, p.1027- 1038, 1995.

BOX, G.E.P. Non-normality and tests on variances. **Biometrika**, v. 40, p. 318-335, 1953.

CIAMPOROVÁ, M. Morphological and structural responses of plant roots to aluminium at organ, tissue and cellular levels. **Biologia Plantarum**, v. 45, p. 161-171, 2002.

CHAVES-FILHO, J.T., STACCIARINI-SERAPHIN, E. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira (*Solanum lycocarpum* St.-Hil.) em resposta ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p.199-204, 2001.

CHEN, L. S.; QI, Y. P.; JIANG, H. X.; YANG, L. T.; YANG, G. H. Photosynthesis and photoprotective systems of plants in response to aluminum toxicity. **African Journal Biothechnoly.**, v. 9 p. 9237-9247, 2010.

CRUZ, F. J. R.; LOBATO, A. K. S.; COSTA, R. C. L.; LOPES, M. J. S.; NEVES, H. K. B.; NETO, C. F. O.; SILVA, M. H. L.; FILHO, B. G. S.; JUNIOR, J. A. L.; OKUMURA, R. S. Aluminum negative impact on nitrate reductase activity, nitrogen compounds and morphological parameters in sorghum plants. **Australian Journal of Crop Science**, v. 5, n. 6, p. 641-645, 2011.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.

EMBRAPA AGROENERGIA. **Produção de Biodiesel no Brasil**. Documento Técnico. 25p. Brasília-DF. 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREITAS, F. A.; KOPP, M. M.; SOUSA, R. O.; ZIMMER, P. D.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Absorção de P, Mg, Ca e K e tolerância de genótipos de arroz submetidos a estresse por alumínio em sistemas hidropônicos. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 72-79, 2006.

FURLAN, F. **Tolerância diferencial ao alumínio em plantas do gênero *Brachiaria*: morfologia de raízes, sistema antioxidativo e alumínio trocável no apoplasto radicular**. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 107 f. 2014.

FURLANI, P. R.; FURLANI, A. C. M. Tolerância a alumínio e eficiência a fósforo em milho e arroz: características independentes. **Bragantia**, v. 50, n. 2, p. 331-340, 1991.

GAJDANOWICZ, P.; MICHARD, E.; SANDMANN, M.; ROCHA, M.; CORREA, L.G.; RAMIREZ-AGUILAR, S.J. Potassium K⁺ gradients serve as a mobile energy source in plant vascular tissues. **PNAS**, v.108, p. 864–869, 2011.

GUNATILLEKE, C. V. S.; GUNATILLEKE, I. A. U. N.; PERERA, G. A. D.; BURSLEN, D. F. R. P.; ASHTON, P. M. S.; ASHTON, P. S. Responses to nutrient addition among seedlings of eight closely related species of *Shorea* in Sri Lanka. **Journal of Ecology**, v. 85, p. 301-311. 1997.

GUPTA, N.; GAURAV, S.S.; KUMAR, A. Molecular Basis of Aluminium Toxicity in Plants: A Review.

American Journal of Plant Sciences, v.4, p-21-37, 2013.

HE, G.; ZHANG, J.; HU, X. WU, J. Effect of aluminum toxicity and phosphorus deficiency on the growth and photosynthesis of oil tea (*Camellia oleifera* Abel.) seedlings in acidic red soils. **Acta Physiology Plant**, v. 33, p. 1285–1292, 2011.

HOAGLAND DR; ARNON DI. 1950. **The waterculture method for growing plants without soil.** *Agricultural Experiment Station, (Circ. 347).*

JONES, D.L. Organic acids in the rhizosphere – a critical review. **Plant and Soil**, v.205, p.25-44, 1998.

KOCHIAN, L.V. Cellular mechanisms of aluminium toxicity and resistance in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.46, p.237-260, 1995.

KONRAD, M. L. F.; SILVA, J. A. B.; FURLANI, P. R.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 339-347, 2005.

LICHTENTHALER H. K.; BUSCHMANN C. **Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy.** *Curr. Prot. Food Anal. Chem.F4.3.1 – F 4.3.8*, 2001.

LIU K, LUAN S.; Internal aluminum block of plant inward K⁺ Channels. **The plant Cell**, v. 13, p. 1453-1465, 2001.

MACEDO, F. L.; PEDRA, W. N.; SILVA, S. A.; BARRETO, M. C. V.; MANN, R. S. Efeito do alumínio em plantas de Pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.), cultivadas em solução nutritiva. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 157-164, 2011.

MALKANTHI, D. R. R., YOKOYAMA K., YOSHIDA T., MORITSUGU, M., MATSUSHITA, K. Effects of low pH and Al on Growth and nutrient uptake of several plants. **Soil Science Plant Nutrition**, v. 41, n. 1, p. 161-165, 1995.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; BESPALHOK FILHO, J. C.; RIBAS, K. C. Z.; SILVA, D. K. T. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 71-76, 2007.

PEREIRA, L. B.; TABALDI, L. A.; GONÇALVES, J. F.; JUCOSKI, J. O.; PAULETTO, M. M.; WEIS, S. N.; NICOLOSO, F. T.; BORHER, D.; ROCHA, J. B. T.; SCHETINGER, M. R. C. Effect of aluminum on daminolevulinic acid dehydratase (ALA-D) and the development of cucumber (*Cucumis sativus*). **Environmental and Experimental Botany**, v. 57, p. 106-115, 2006.

RAMPIM L, CARMO L. M. Mecanismo de tolerância interna das plantas ao alumínio. **Colloquium Agrariae**, v. 9, n.2, p.72-89. 2013.

RINNER, K. T, SAURER, M; STREIT, K; SIEGWOLF, R.T.W. Evaluation of a liquid chromatography method for compound-specific $\delta^{13}\text{C}$ analysis of plant carbohydrates in alkaline media. **Rapid Commun Mass Spectrom**, n. 26, p. 2173-2185, 2012.

RÖMHELD, V.; E.A. KIRKBY. Research on potassium in agriculture: needs and prospects. **Plant Soil**, v.335, p.155–180. 2010.

RYAN, P.R.; DITOMASE, J.M.; KOCHIAN, L.V. Aluminium toxicity in roots: an investigation of spatial sensitivity and the role of the root cap. **Journal of Experimental Botany**, v.44, p.437-446, 1993.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, 1965.

SILVA, M. A.; JIFON, J. L.; SILVA, J. A. G.; SHARMA, V. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, n. 3, p. 193-201, 2007.

SIVAGURU, M., PALIWAL, K. Differential aluminum tolerance in some tropical rice cultivars. II. Mechanism of aluminum tolerance. **Journal Plant Nutrition**, v. 16, p.1717-1732, 1993.

TABUCHI, A., KIKUIA, S.; H. MATSUMOTO. Differential effects of aluminum on osmotic potential and sugar accumulation in the root cells of Al-resistant and Al-sensitive wheat. **Physiology Plantarum**, v.120 p.106-112, 2004.

TIMKO, M.P. **Pigment biosynthesis: Chlorophylls, heme, and carotenoids**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1998.

VAN HANDEL, E. Direct microdetermination of sucrose. **Analytical Biochemistry**, v. 22: p. 280-283, 1968.

VASCONCELOS FILHO, S.C. **Toxidez do Alumínio em Caju-de-árvore-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.)**. 79 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 79 f. 2014.

WAGATSUMA, T.; ISHIKAWA, S.; OBATA, H.; TAWARAYA, K.; KATOHDA, S. Plasma membrane of younger and outer cells is the primary specific site for aluminium toxicity in roots. **Plant and Soil**, v. 171, n. 1, p. 105-112, Apr. 1995.

YANG, L. T., JIANG, H. X., TANG, N., & CHEN, L. S.. Mechanisms of aluminum-tolerance in two species of citrus: secretion of organic acid anions and immobilization of aluminum by phosphorus in roots. **Plant Science**,v. 180, p. 521-530. 2011.

ZHENG, S.J. Crop production on acidic soils: overcoming aluminium toxicity and phosphorus deficiency. **Annals of Botany**, v.106, p.183–184, 2010

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidez do solo 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 24, 25, 69
Adubação alternativa 42, 44, 47, 50, 51
Adubo orgânico 42, 50
Alecrim 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152
Alimento 140, 157, 162, 164, 165, 166, 167, 187, 192, 226, 227
Amendoim 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232
Análise sensorial 226, 230, 231
Avaliação andrológica 174, 175, 176, 177, 181, 183

B

Babosa 113, 114, 115, 118
Bacia Hidrográfica 1, 2, 4, 5, 6, 7, 203
Bioma Cerrado 75, 77
Biotecnologia 64, 65, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 113, 115, 118, 138, 184
Branqueamento 233, 234, 235, 236, 237, 238

C

Calagem 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 51, 60
Capim santo 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143
Caprino 188, 194, 210
Cinética de secagem 136, 138, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 149
Contaminantes 2, 4, 155

D

Decomposição 15, 17, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 39, 40, 41, 50
Desinfestação 113, 114, 115, 117, 118, 122, 125
Desmatamento 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202
Diferentes manejos 40, 52, 191
Distribuição longitudinal 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112

E

Especiação química 1, 2, 3, 5, 6, 7
Evapotranspiração 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87

F

Fiscalização 239, 240, 241, 242, 243, 244, 247

Fluído ruminal 160, 161, 163, 164, 166, 170, 173

G

Geoprocessamento 196, 197, 203

H

Homogeneidade Territorial 204, 206, 207, 208, 213, 214, 221

I

Impacto ambiental 2, 7, 196, 198, 201, 202

Índice de vegetação 77, 79, 81, 84

M

Maçã 233, 234, 235, 236

Manejo do solo 11, 12, 22, 40, 53, 59

Maracujá 120, 121, 122, 134, 135, 152

Mata Atlântica 120, 196, 197, 198, 199, 202, 203

Matéria Orgânica 7, 8, 11, 14, 15, 17, 19, 20, 36, 50, 51, 56, 57, 59, 60, 61, 63

Mecanização Agrícola 104, 105, 106

Metais pesados 1, 2, 3, 4, 7

Micropropagação 115, 118, 121, 122, 123, 131, 132, 134, 135

Milho 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 36, 39, 40, 41, 49, 51, 55, 58, 62, 69, 73, 74, 101, 111, 112

Modelagem 3, 77, 82, 143, 203, 223

N

Nutrientes 12, 13, 14, 15, 17, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 43, 50, 90, 98, 99, 115, 131, 162, 249

P

Palhada 20, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 36, 38, 39, 40, 41, 63

Palma 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 100

Plantio direto 10, 11, 13, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 32, 39, 40, 41, 52, 53, 54, 59, 61, 62, 63, 112

Propriedades físicas 43, 58, 61, 63

Protozoário 187, 188

Q

Qualidade do mel 154, 155

R

Reprodução 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184

Resíduos 11, 14, 15, 16, 17, 21, 23, 24, 26, 27, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 44, 54, 83, 241, 244, 249

S

Semeadura 11, 22, 24, 25, 30, 45, 46, 47, 48, 49, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 231

Sementes 30, 45, 50, 64, 65, 73, 74, 75, 76, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 118, 121, 123, 127, 128, 132, 133, 134

Solos ácidos 12, 89

Sorgo 40, 41, 104, 106, 108, 109, 110, 111, 112

T

Tomateiro 42, 44, 45, 46, 47, 50, 51

Touro 175, 178, 179, 180, 184

V

Viabilidade econômica 64, 65, 75

 **Atena**
Editora

2 0 2 0