

# Sistemas de Produção nas Ciências Agrárias 2

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Nítalo André Farias Machado  
Kleber Veras Cordeiro  
(Organizadores)

Atena  
Editora  
Ano 2021

# Sistemas de Produção nas Ciências Agrárias 2



Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Nítalo André Farias Machado  
Kleber Veras Cordeiro  
(Organizadores)

Atena  
Editora  
Ano 2021

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena

Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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 Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª 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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abráão Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
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  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
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 Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
 Nítalo André Farias Machado  
 Kleber Veras Cordeiro

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S623 Sistemas de produção nas ciências agrárias 2 /  
 Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-  
 Matos, Nítalo André Farias Machado, Kleber Veras  
 Cordeiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-812-0

DOI 10.22533/at.ed.120210302

1. Ciências Agrárias. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Machado, Nítalo André Farias (Organizador). III. Cordeiro, Kleber Veras (Organizador). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

A agropecuária é uma atividade essencial para a sustentabilidade e o bem-estar da humanidade, pois consiste em uma atividade econômica primária responsável diretamente pela produção de alimentos de qualidade, e em quantidades suficientes para atender à demanda alimentícia do mundo, bem como fornecer matérias primas de base para muitas indústrias importantes para o homem, como os setores: energético, farmacêutico e têxtil.

O sistema de produção, isto é, os métodos de manejo e processos utilizados na produção agropecuária, encontra-se em um cenário de constante discussão no meio científico e, conseqüentemente, um intenso aperfeiçoamento das técnicas utilizadas no campo. Esse cenário é reflexo do consenso mundial para uma produção em alta escala ainda mais sustentável, especialmente amigável ao meio ambiente em face dos impactos do aquecimento global e poluição.

O livro “*Sistema de Produção em Ciências Agrárias*” é uma obra que atende às expectativas de leitores que buscam mais informações sobre a sustentabilidade nos sistemas de produção agropecuária. Nesta obra são discutidas desde as interações entre os técnicos de campo, agricultores familiares e produtores rurais na assistência técnica aos métodos de beneficiamento de produtos agrícolas, com investigações que estudaram o perfil de sistemas produtivos usando desde questionários até o sensoriamento remoto e geoestatística, ou comparando-os com técnicas ou insumos alternativos.

Desejamos uma excelente leitura.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Nítalo André Farias Machado  
Kleber Veras Cordeiro

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIOXIDANTE DE MÉIS DE MELIPONÍDEOS DA MATA ATLÂNTICA PARANAENSE

Suelen Ávila

Polyanna Silveira Hornung

Gerson Lopes Teixeira

Marcia Regina Beux

Rosemary Hoffmann Ribani

**DOI 10.22533/at.ed.1202103021**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

ATIVIDADE BIOLÓGICA NO SOLO ENTRE SISTEMA DIRETO E CONVENCIONAL

Ana Caroline da Silva Faquim

Mariana Vieira Nascimento

Rayssa Costa de Sousa

Eliana Paula Fernandes Brasil

**DOI 10.22533/at.ed.1202103022**

### **CAPÍTULO 3..... 25**

ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO EM UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO RURAL NO MUNICÍPIO DE PACAJÁ, PARÁ, BRASIL

Elisvaldo Rocha Silva

Sandra Andréa Santos da Silva

Samia Cristina de Lima Lisboa

Vivian Dielly da Silva Farias

Sheryle Santos Hamid

Marcos Antônio Souza dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.1202103023**

### **CAPÍTULO 4..... 39**

AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PITANGUEIRA

Sarah Caroline de Souza

Sindynara Ferreira

Evando Luiz Coelho

Eduardo de Oliveira Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.1202103024**

### **CAPÍTULO 5..... 48**

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE POPULAÇÕES DE FISÁLIS (*PHYSALIS PERUVIANA* L.)

Rita Carolina de Melo

Nicole Trevisani

Paulo Henrique Cerutti

Mauro Porto Colli

**DOI 10.22533/at.ed.1202103025**

**CAPÍTULO 6..... 58**

**CISTICERCOSE EM BUBALINOS ABATIDOS EM ESTABELECIMENTOS  
INSPECIONADOS PELO SIF, NO BRASIL: LOCAIS DE MAIOR OCORRÊNCIA DURANTE  
A INSPEÇÃO *POST MORTEM***

Jaíne Dessoy Mendonça

Felipe Libardoni

Samara Schmeling

Andriely Castanho da Silva

Luis Fernando Vilani de Pellegrin

**DOI 10.22533/at.ed.1202103026**

**CAPÍTULO 7..... 70**

**COLORFILA E PRODUÇÃO DE *UROCHLOA DECUMBENS* TRATADA COM BACTÉRIAS  
DIAZOTRÓFICAS E TIAMINA NO CERRADO BRASILEIRO**

Eduardo Pradi Vendruscolo

Aliny Heloísa Alcântara Rodrigues

Sávio Rosa Correia

Paulo Ricardo de Oliveira

Luiz Fernandes Cardoso Campos

Alexsander Seleguini

Sebastião Ferreira de Lima

Lucas Marquezan Nascimento

Gabriel Luiz Piatí

**DOI 10.22533/at.ed.1202103027**

**CAPÍTULO 8..... 79**

**CÓLICA EM EQUINOS**

Luana Ferreira Silva

Hanna Gabriela Oliveira Maia

Fabiana Ferreira

Neide Judith Faria de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.1202103028**

**CAPÍTULO 9..... 101**

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA LENHA ECOLÓGICA DE CAPIM-ELEFANTE EM PÓS-  
ARMAZENAMENTO**

Camila Francielli Vieira Campos

Ana Caroline de Sousa Barros

Fernando Carvalho de Araújo

Mariana Moreira Lazzarotto Rebelatto

Arielly Lima Padilha

Raphaela Karoline Moraes Barbosa

Júlia Maria Mello Becker

Danielle Beatriz de Lima Soares

Maiara da Silva Freitas

Larissa Fernanda Andrade Souza

Gabriella Alves Ramos

Brenda Wlly Arguelho Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.1202103029**

**CAPÍTULO 10..... 107**

**DESEMPENHO DO TOMATE CEREJA SOB DIFERENTES TAXAS DE REPOSIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO E TIPOS DE ADUBAÇÃO**

Rigoberto Moreira de Matos  
Patrícia Ferreira da Silva  
Vitória Ediclécia Borges  
Raucha Carolina de Oliveira  
Semako Ibrahim Bonou  
Luciano Marcelo Fallé Saboya  
José Dantas Neto

**DOI 10.22533/at.ed.12021030210**

**CAPÍTULO 11 ..... 121**

**DESENVOLVIMENTO DE GIRASSOL SUBMETIDO À DOSAGENS DE TORTA DE FILTRO EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO TÍPICO**

Adriely Vechiato Bordin  
Antonio Nolla  
Thaynara Garcez da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.12021030211**

**CAPÍTULO 12..... 133**

**EFFECT OF MAGNETIC FIELD ON THE MIDGUT AND REPRODUCTIVE SYSTEM OF *ANTHONOMUS GRANDIS* BOHEMAN (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)**

Maria Clara da Nóbrega Ferreira  
Glaucilane dos Santos Cruz  
Hilton Nobre da Costa  
Victor Felipe da Silva Araújo  
Carolina Arruda Guedes  
Valeska Andrea Ático Braga  
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira  
Valeria Wanderley Teixeira

**DOI 10.22533/at.ed.12021030212**

**CAPÍTULO 13..... 143**

**EFEITO DO GLYPHOSATE ASSOCIADO A INOCULANTES E TRATAMENTO DE SEMENTES NA SOJA E COMUNIDADE BACTERIANA**

Evelin Regina Albano Balastrelli  
Miriam Hiroko Inoue  
Hilton Marcelo de Lima Souza  
Kassio Ferreira Mendes  
Ana Carolina Dias Guimarães  
Antonio Marcos Leite da Silva  
Cleber Daniel de Goes Maciel  
João Paulo Matias  
Paulo Ricardo Junges dos Santos  
Thaiany Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.12021030213**

**CAPÍTULO 14..... 156**

**IMPACTO DO ESTRESSE CALÓRICO NA BOVINOCULTURA LEITEIRA**

Maila Palmeira  
Luciano Adnauer Stingelin  
Giovanna Mendonça Araujo  
Bruno Alexandre Dombroski Casas  
Fabiana Moreira  
Vanessa Peripolli  
Ivan Bianchi  
Carlos Eduardo Nogueira Martins  
Juahil Martins de Oliveira Júnior  
Elizabeth Schwegler

**DOI 10.22533/at.ed.12021030214**

**CAPÍTULO 15..... 164**

**INFLUÊNCIA DO DESFOLHAMENTO NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO MILHO**

João Henrique Sobjeiro Andrzejewski  
Silvestre Bellettini  
Nair Mieke Takaki Bellettini (In Memoriam)  
Eduardo Mafra Botti Bernardes de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.12021030215**

**CAPÍTULO 16..... 183**

**INTERAÇÃO GENÓTIPO\*AMBIENTE EM FEIJÃO CONSIDERANDO DISTINTAS METODOLOGIAS**

Paulo Henrique Cerutti  
Rita Carolina de Melo  
Nicole Trevisani

**DOI 10.22533/at.ed.12021030216**

**CAPÍTULO 17..... 194**

**ZEBU COW'S MILK: ASSOCIATION OF PHYSICAL-CHEMICAL COMPOSITION WITH ELECTRICAL CONDUCTIVITY AND SOMATIC CELL COUNT**

Emmanuella de Oliveira Moura Araújo  
José Geraldo Bezerra Galvão Júnior  
Guilherme Ferreira da Costa Lima  
Stela Antas Urbano  
Adriano Henrique do Nascimento Rangel

**DOI 10.22533/at.ed.12021030217**

**CAPÍTULO 18..... 206**

**MICROORGANISMOS BENÉFICOS E SUAS UTILIZAÇÕES EM CULTURAS AGRÍCOLAS**

Jéssica Rodrigues de Mello Duarte  
Geovanni de Oliveira Pinheiro Filho  
Diogo Castilho Silva  
Eliana Paula Fernandes Brasil

**DOI 10.22533/at.ed.12021030218**

**CAPÍTULO 19.....218**

**MICROORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS: UMA REVISÃO**

Mariana Aguiar Silva

Sara Raquel Mendonça

Cristiane Ribeiro da Mata

Eliana Paula Fernandes Brasil

**DOI 10.22533/at.ed.12021030219**

**CAPÍTULO 20.....228**

**MONITORAMENTO DE ENTEROBACTERIACEAE RESISTENTE AOS ANTIMICROBIANOS NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

Victor Dellevedove Cruz

Luís Eduardo de Souza Gazal

Beatriz Dellevedove Cruz

Victor Furlan

Gerson Nakazato

Renata Katsuko Takayama Kobayashi

**DOI 10.22533/at.ed.12021030220**

**CAPÍTULO 21.....241**

**POTENCIALIDADES QUÍMICAS E BIOATIVAS DO USO DA PLANTA E DO ÓLEO ESSENCIAL DE ALFAVACA (*OCIMUM GRATISSIMUM* L.)**

Daniely Alves de Souza

João Victor de Andrade dos Santos

Angela Kwiatkowski

Ramon Santos de Minas

Geilson Rodrigues da Silva

Gleison Nunes Jardim

Dalany Menezes Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.12021030221**

**CAPÍTULO 22.....253**

***SPONDIAS* SPP. COMO REPOSITÓRIOS NATURAIS DE PARASITÓIDES NATIVOS DE MOSCAS-DAS-FRUTAS NO CARIRI CEARENSE**

Francisco Roberto de Azevedo

Elton Lucio de Araújo

Itamizaele da Silva Santos

Nayara Barbosa da Cruz Moreno

Maria Leidiane Lima Pereira

Raul Azevedo

Antônio Carlos Leite Alves

**DOI 10.22533/at.ed.12021030222**

**CAPÍTULO 23.....264**

**SUBSTÂNCIAS HÚMICAS NO GERENCIAMENTO DE UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: UMA BREVE REVISÃO**

Larissa Brandão Portela



Joab Luhan Ferreira Pedrosa  
Gustavo André de Araújo Santos  
Anagila Janenis Cardoso Silva  
Conceição de Maria Batista de Oliveira  
Diogo Ribeiro de Araújo  
Alana das Chagas Ferreira Aguiar

**DOI 10.22533/at.ed.12021030223**

**CAPÍTULO 24.....274**

**TRIAGEM FITOQUÍMICA DE PLANTAS ABORTIVAS DO CERRADO: BARBATIMÃO,  
BUCHINHA - DO - NORTE, PANÃ, FAVA D'ANTA E TAMBORIL**

Janine Kátia dos Santos Alves e Rocha  
Neide Judith Faria de Oliveira  
Raphael Rocha Wenceslau

**DOI 10.22533/at.ed.12021030224**

**CAPÍTULO 25.....283**

**UMA REVISÃO SOBRE O CULTIVO DA MANDIOCA NO MARANHÃO, BRASIL**

Nítalo André Farias Machado  
João Pedro Santos Cardoso  
Misael Batista Farias Araújo  
Hosana Aguiar Freitas de Andrade  
Kleber Veras Cordeiro  
Edson Dias de Oliveira Neto  
Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos  
Jorge Ricardo dos Santos Faro

**DOI 10.22533/at.ed.12021030225**

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....295**

**ÍNDICE REMISSIVO .....296**

# CAPÍTULO 12

## EFFECT OF MAGNETIC FIELD ON THE MIDGUT AND REPRODUCTIVE SYSTEM OF *ANTHONOMUS GRANDIS* BOHEMAN (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 05/11/2020

### **Maria Clara da Nóbrega Ferreira**

Federal Rural University of Pernambuco,  
Department of Morphology and Animal  
Physiology  
Olinda – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/6415809873371718>

### **Glaucilane dos Santos Cruz**

Federal Rural University of Pernambuco,  
Department of Agronomy-Entomology  
Olinda – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/3795270436231657>

### **Hilton Nobre da Costa**

Federal Rural University of Pernambuco,  
Department of Agronomy-Entomology  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/2431939500857084>

### **Victor Felipe da Silva Araújo**

Federal Rural University of Pernambuco,  
Department of Morphology and Animal  
Physiology  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/1074868043519857>

### **Carolina Arruda Guedes**

Federal Rural University of Pernambuco,  
Department of Agronomy-Entomology  
Olinda – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/6013290951230793>

### **Valeska Andrea Ático Braga**

Federal Rural University of Pernambuco,  
Department of Agronomy-Entomology  
Olinda – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/4008994020879541>

### **Álvaro Aguiar Coelho Teixeira**

Federal Rural University of Pernambuco,  
Department of Morphology and Animal  
Physiology  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/1539131079574469>

### **Valeria Wanderley Teixeira**

Federal Rural University of Pernambuco,  
Department of Morphology and Animal  
Physiology  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/4292195468804301>

**ABSTRACT:** Damage by radiation at the cellular level in the midgut of insects can cause adverse effects on the gonads by inhibiting nutrition. When associated with the Sterile Insect Technique (SIT), it alters the biological cycle of the developing pest, promoting its population control in the field. However, despite its safety, there are few studies on the effects of this treatment on *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), one of the main cotton pests, responsible for losses of up to 75% of production. The present study aimed to evaluate the midgut and the reproductive system of *A. grandis* adults submitted to a low frequency magnetic field, aiming, in the future, its application in the field through the SIT. Males and females were placed under a platform

associated with a pair of Helmholtz coils, capable of generating a low frequency magnetic field (60 Hz), for 2 and 4 hours for 5 days, at the frequency of 1.15 mT. After this period, the midgut and gonads were collected, dehydrated and included for making histological slides. In the histological analysis of the midgut it was possible to observe the disorganization and detachment of the epithelium. The gonads showed no morphological changes, although the morphometric analysis of the area and diameter of the testicular follicles, oocyte and oocyte nucleus has decreased in all parameters. Escape behavior from the exposure area and higher mortality rate for men were also observed. These results demonstrate that the low frequency magnetic field can be a viable and effective method for the control of *A. grandis* in cotton fields.

**KEYWORDS:** Cotton weevil, histology, morphometry, radiation, sterile insect technique.

### EFEITO DO CAMPO MAGNÉTICO SOB O INTESTINO MÉDIO E SISTEMA REPRODUTIVO DE *ANTHONOMUS GRANDIS* BOHEMAN (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

**RESUMO:** Danos por radiação a nível celular no intestino médio dos insetos podem causar efeitos adversos nas gônadas ao inibir a nutrição. Quando associada à Técnica do Inseto Estéril (TIE), altera o ciclo biológico da praga em desenvolvimento, promovendo seu controle populacional em campo. No entanto, apesar da sua segurança, poucos são os estudos sobre os efeitos desse tratamento em *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), uma das principais pragas do algodoeiro, responsável por perdas de até 75% da produção. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o intestino médio e o sistema reprodutivo de adultos de *A. grandis* submetidos a um campo magnético de baixa frequência, visando, futuramente, a sua aplicação em campo por meio da TIE. Machos e fêmeas foram colocados sob uma plataforma associada a um par de bobinas de Helmholtz, capaz de gerar um campo magnético de baixa frequência (60 Hz), por 2 e 4 horas durante 5 dias, na frequência de 1,15 mT. Após esse período, o intestino médio e as gônadas foram coletados, desidratados e incluídos para confecção de lâminas histológicas. Na análise histológica do intestino médio foi possível observar a desorganização e descolamento do epitélio. As gônadas não apresentaram alterações morfológicas, embora a análise morfométrica da área e do diâmetro dos folículos testiculares, oócito e núcleo do oócito tenham diminuído em todos os parâmetros. Um comportamento de fuga da área de exposição e uma maior taxa de mortalidade para os homens também foram observados. Esses resultados demonstram que o campo magnético de baixa frequência pode ser um método viável e eficaz no controle de *A. grandis* em campos de algodão.

**PALAVRAS – CHAVE:** Bicudo – do – algodoeiro, histologia, morfometria, radiação, técnica do inseto estéril.

## 1 | INTRODUCTION

The use of radiation for agricultural purposes aims to support the commercialization of products and minimize the environmental and economic impacts caused by the use of pesticides (Loro et al. 2018). When associated with the Sterile Insect Technique (SIT) it allows the population control of pest insects, without generating biological imbalance

(Florêncio 2017), by inhibiting their development and / or sterilization when cellular damage occurs in the midgut and gonads of the species (Silva et al. 2007).

The decrease in reproductive potential may be closely associated with eating disorders and nutritional deficiency, since the quantity and quality of nutrients obtained during feeding and absorbed by the mesentery can cause changes in the processes of vitellogenesis, spermyogenesis, development of reproductive structures, maturation and egg production (Cruz et al. 2016; Costa et al. 2017). In addition, lesions in the reproductive system of insects treated by SIT are a reflection of the increased sensitivity of their germ cells to radiation (Silva et al. 2007). Rocha (2011), after using the SIT to control *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae), observed that gamma radiation caused sterility in females, while in males it reduced the size of the testicles by 25% and caused a reduction in the number of sperm.

Although several reports in the literature have successfully associated the techniques mentioned above, few studies in Brazil have investigated the effects of this method on cotton pests, specifically on *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). This holometabolic beetle is the main threat to fiber cultivation due to losses of up to 75% of production (Abreu et al. 2013). Its reproductive capacity combined with endophytic development, makes it difficult for products used in the field to penetrate (Agro 2019). For its control, broad-spectrum synthetic insecticides, such as neonicotinoids, pyrethroids and organophosphates, are administered, which considerably increase production costs and pose a threat to the ecosystem due to their low volatility and selectivity in the environment (Costa et al. 2017). In addition, they can favor the occurrence of resistance in populations (Finkler 2013).

Given the above, this research aimed to evaluate the effect of the low frequency magnetic field (60 Hz), at different times, in the midgut and in the adult reproductive system of this weevil, planning its possible application in the field through the SIT.

## 2 | MATERIAL AND METHODS

For the experiments, 15 males and 15 females were individualized plastic containers and were placed under a platform associated with a pair of Helmholtz coils. The emission was controlled and the exposure to the MF was at the intensity of 1.15 mT, for 2 and 4 hours daily for 5 days each. After the period, the midgut and gonads of the insects were collected and fixed in 10% formaldehyde for 24 hours. Subsequently, they were dehydrated and included in historesin and cut using a Leica® 2035 semiautomatic microtome and the sections stained with Toluidine Blue. Histological analysis was performed using an OLYMPUS BX49 optical microscope and photographed using an OLYMPUS BX51 photomicroscope. For morphometric studies, the area and diameter of the testicular follicles and the area, the diameter of the oocyte and the nucleus of the ovarioles were evaluated. The histological

analysis images were digitized by the LAS Leica Image software. The morphometric analysis was performed in the ImageJ software and the unit of measurement of length was calibrated according to the scale of the image captured in the photomicroscope. Each testicular follicle and ovary was considered one repetition and each treatment consisted of 10 repetitions. Morphometric data were analyzed using the Wilcoxon-Mann-Whitney test ( $P < 0.05$ ).

### 3 | RESULTS

Histological analysis of the midgut of non-irradiated insects showed an organ covered externally by circular and longitudinal muscles, with organized epithelium (Figures 1A and B). In the irradiated insects (2h / 5 days and 4h / 5 days) there was detachment of the intestinal epithelium with desquamation of the columnar cells and the nuclei were expelled (Figures 1C, D, E and F).

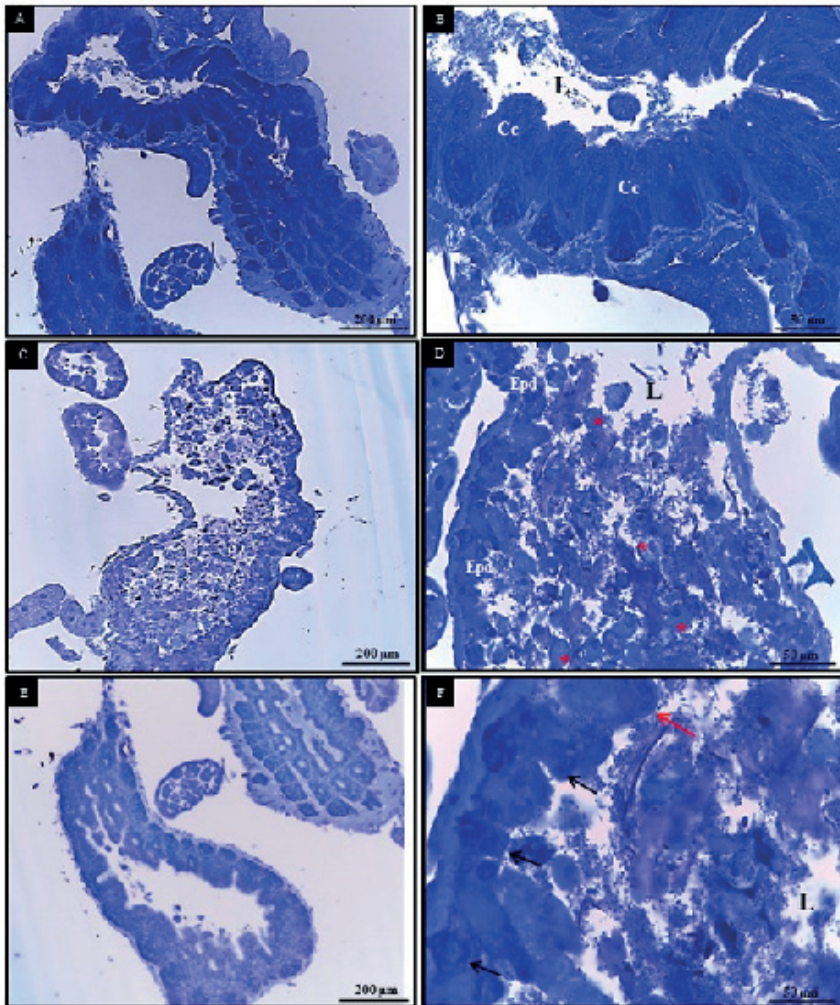


Figure 1. Microscopy of light of the midgut of adults of *Anthonomus grandis* exposed or not to the low-frequency magnetic field. Coloration with Toluidine Blue. A and B – non-irradiated – observe the presence of columnar cells (Cc); C and D – 2 h of daily exposition to magnetic field at a frequency of 1,15 mT for 5 days; E and F – 4 h of daily exposition to magnetic field at a frequency of 1,15 mT for 5 days. Observe the disorganized epithelium (Epd), detachment of columnar cells, expelled nuclei (red asterisk), regenerative cells (black arrow) and intestinal lumen (L).

In testicular histology, treatment and control, a covering of connective tissue, or peritoneal sheath, was observed in all its extension, with invaginations forming septa, dividing the testis into several follicles, with several sperm (Figure 2).

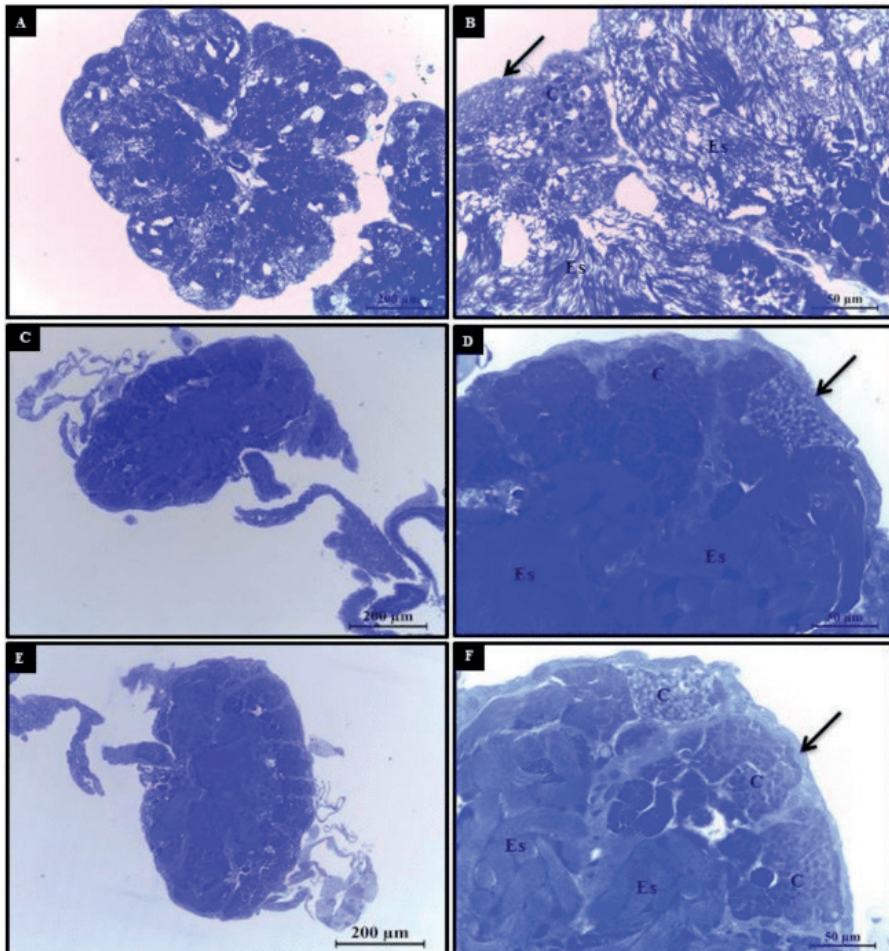


Figure 2. Microscopy of light of the testicles of adults of *Anthonomus grandis* exposed or not to the low-frequency magnetic field. Coloration with Toluidine Blue. A and B – non-irradiated; C and D – 2 h of daily exposition to magnetic field at a frequency of 1,15 mT for 5 days; E and F – 4 h of daily exposition to magnetic field at a frequency of 1,15 mT for 5 days. Sperm (Es); Cysts (C); Connective tissue (long arrows).

The ovarioles of the same treatments had a developed vitellar region, the oocytes were covered by an epithelium consisting of follicular cells and the ovarioles by a connective tissue sheath. (Figure 3). From the morphological evaluation of these structures, no visible changes were observed in the gonads of insects when compared to the control.

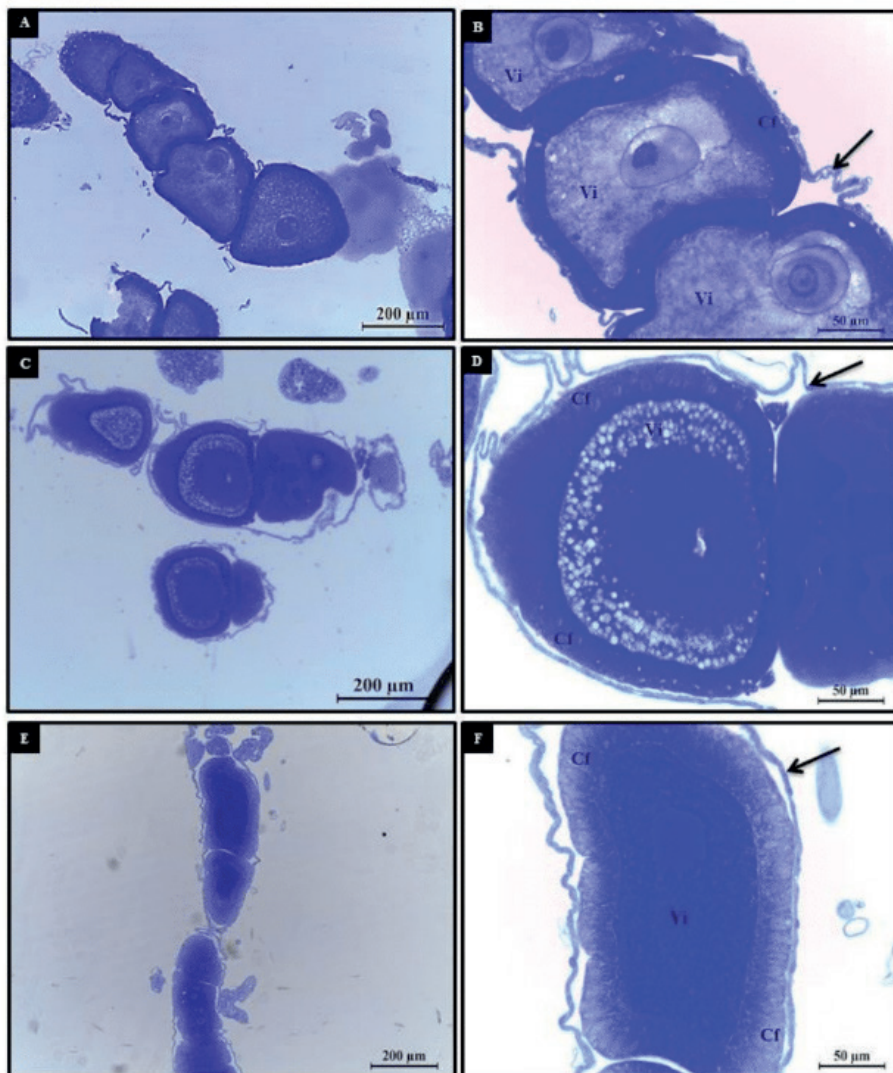


Figure 3. Microscopy of light of the ovarioles of adults of *Anthonomus grandis* exposed or not to the low-frequency magnetic field. Coloration with Toluidine Blue. A and B – non-irradiated; C and D – 2 h of daily exposition to magnetic field at a frequency of 1,15 mT for 5 days; E and F – 4 h of daily exposition to magnetic field at a frequency of 1,15 mT for 5 days. Vitellarium (Vi); Follicular cells (Cf); sheath of connective tissue (long arrow).

The morphometric studies of these structures showed changes in all parameters studied, after evaluation by the Wilcoxon-Mann-Whitney test ( $P < 0.05$ ). In males, there was a reduction in the area and diameter of the testicular follicles in the treatments of 2 hours and 4 hours in relation to the control (Figure 4). In females, the oocyte area ( $\mu\text{m}^2$ ) decreased in 2 hours and 4 hours, compared to the control. The same pattern was observed for the oocyte diameter, area of the oocyte nucleus and diameter of the oocyte nucleus ( $\mu\text{m}$ )



2 hours, 4 hours and control (Figure 4).

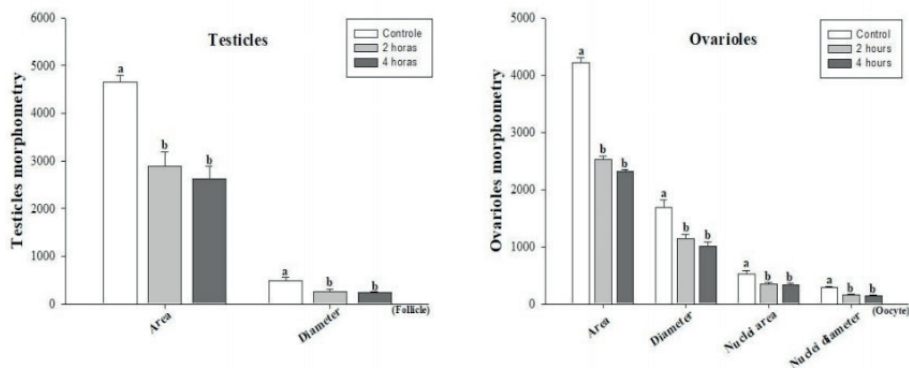


Figure 4: Averages and standard deviation of area ( $\mu\text{m}^2$ ) and diameter ( $\mu\text{m}$ ) of the follicles in the testis of *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae). Averages and standard deviation of the oocyte area ( $\mu\text{m}^2$ ), oocyte diameter ( $\mu\text{m}$ ), area of the oocyte nucleus ( $\mu\text{m}^2$ ) and diameter of the oocyte nucleus ( $\mu\text{m}$ ) in the ovarioles of *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae).

In addition, insect flight behavior was observed in the MF exposure area, tending to remain at the ends of the container. It was also noticeable the high mortality rate of men in relation to women in both groups.

## 4 | DISCUSSION

Histological damage in the *A. grandis* midgut is reflected in decreased sperm production in the testes after exposure to gamma radiation (Riemann & Flint 1967). This is because this organ is the main region responsible for the absorption of nutrients, synthesis and secretion of enzymes and hormones (Chapman 2013). Therefore, cellular lesions in the midgut can prevent and / or delay the absorption and transformation of these molecules, negatively influencing the functions in the body (Costa et al. 2017).

Although no direct damage to the morphology of the boll weevil was observed in this research, germ cells were more sensitive than somatic cells. Damage to these cells can trigger sterility, aspermia or inactivation of sperm in males, inability to mate and lethal mutation dominant in males or females (Silva et al. 2007). Araújo (2017) observed disorganization of the testicular tissue and the presence of gaps between the germ cells of males of *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) after exposure to 100 Gy gamma irradiation. Younes et al. (2009) reported histopathological effects on the ovarioles of *Bactrocera zonata* (Saund.), such as degeneration and atrophy when exposed to gamma radiation.

On the other hand, the reduction in all morphometric parameters evaluated can be

an indicator of epithelial reorganization due to the acceleration of the cell renewal process in response to possible damage (Nogarol & Fontanetti 2010). Costa et al. (2020) when analyzing radiosterilization in pupae of *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae) verified ovarian atrophy and inhibition of egg production in females, while in males there was inhibition of testicular development at doses above 40 Gy. Mastrangelo et al. (2017) observed a reduction in the length, width and area of the ovarioles of *Anastrepha fraterculus* (Wied.) Treated with different doses of gamma radiation.

The lower female mortality rate may be associated with greater nutritional intake, since they need more energy for egg production (Cruz et al. 2016). Therefore, responses to radiation can be influenced by parameters such as species, age, sex. In addition, the escape behavior observed in insects is based on the Faraday Law of magnetic induction and on the ferromagnetic hypothesis, which is based on the presence of magnetic particles in the organism that act as field sensors (Acosta-Avalos & Linhares 2000). The results described by Giovanella et al. (2014) after the exposure of the termite *Cryptotermes brevis* (Walker) (Blattaria: Kalotermitidae) to a low frequency electromagnetic field, corroborate the results obtained in this research.

## 5 | CONCLUSION

The low-frequency magnetic field (60 Hz) can be an instrument to control *A. grandis* populations, as it has caused damage in the midgut, repellency of the exposure area, mortality, and morphometric changes in the gonads of the insect, indicating a tissue degenerative process. Furthermore, it proves to be a safer method, due to the non-persistence of substances in the environment and can be associated with other control methods, such as SIT, and consequently adapting to Integrated Pest Management, IPM.

## REFERENCES

ABREU, Samuel Campos et al. **Desempenho de genótipos de algodoeiro sob pressão de bicudo**. *Biotemas*, v. 26, n. 2, p. 77-82, 2013.

ACOSTA-AVALOS, Daniel; LINHARES, Marília Paixão. **Insetos sociais: um exemplo de magnetismo animal**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 2000.

ARAÚJO, Márcio Martins de. **Esterilização de machos de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) com irradiação gama visando controle em culturas de importância econômica**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CHAPMAN, R. F. **Structure of the digestive system**. *Comprehensive insect physiology, biochemistry, and pharmacology*, p. 165-211, 2013.

COSTA, Karen Zamboni et al. **Quality control and characterization of the testicles and ovaries of irradiated *Anastrepha obliqua* from Brazil**. *Scientia Agricola*, v. 77, n. 1, 2020.

COSTA, Hilton Nobre et al. **Lufenuron impact upon *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) midgut and its reflection in gametogenesis. Pesticide biochemistry and physiology**, v. 137, p. 71-80, 2017.

CRUZ, Glaucilane dos Santos et al. **Sublethal effects of essential oils from *Eucalyptus staigeriana* (Myrtales: Myrtaceae), *Ocimum gratissimum* (Lamiales: Lamiaceae), and *Foeniculum vulgare* (Apiales: Apiaceae) on the biology of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology***, v. 109, n. 2, p. 660-666, 2016.

FINKLER, Christine Lamemha Luna. **Controle de insetos: uma breve revisão. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 8, p. 169-189, 2013.

FLORÊNCIO, Sloana Giesta Lemos. **Potencial de uso de machos esterilizados por radiação gama ( $^{60}\text{Co}$ ) para o controle populacional de *Aedes aegypti* (Diptera-Culicidae): um caminho biotecnológico do laboratório para o campo**. 2017. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco.

GIOVANELLA, Rodrigo, ROCHA, Márcio Peireira da; BERLEZE, Sérgio Luiz Meister. **Influência do campo eletromagnético no comportamento de cupins de madeira seca (*Cryptotermes brevis*). *Floresta e Ambiente***, 21 (4), 551-560. 2014.

**Instituto Agro**. Disponível em: <https://institutoagro.com.br/bicudo-do-algodoeiro/>. Acesso em: 20/03/2020.

LORO, Ana Carolina et al. **Radiação Ionizante na Agroindústria: Revisão sobre as Vantagens, Efeitos e Possibilidades de Uso em Alimentos de Origem Vegetal no Brasil. RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 20, n. 2, p. 42-59, 2018.

MASTRANGELO, Thiago, BOTTEON, Victor; SCOPEL, Wanessa. **Effects of Gamma Radiation on the Ovarian Development of the South American Fruit Fly, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830)**. International Nuclear Atlantic Conference – INAC. 2017.

NOGAROL, Larissa Rosa; FONTANETTI, Carmem Silvia. **Acute and subchronic exposure of diplopods to substrate containing sewage mud: Tissue responses of the midgut. *Micron***, v. 41, n. 3, p. 239-246, 2010.

RIEMANN, John G.; FLINT, Hollis M. **Irradiation effects on midguts and testes of the adult boll weevil, *Anthonomus grandis*, determined by histological and shielding studies. *Annals of the entomological society of America***, v. 60, n. 2, p. 298-308, 1967.

ROCHA, Aline Cristina Pereira da. **Determinação da dose de radiação gama esterilizante pela avaliação dos parâmetros biológicos de machos de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), linhagem tsl-Vienna 8**. 2011. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVA, L. K. F. et al. **Uso da radiação gama do cobalto-60 visando ao tratamento quarentenário e à esterilização de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas***, v. 33, p. 427-438, 2007.

YOUNES, M. W. F. et al. **Histopathological effects of gamma irradiation on the peach fruit fly, *Bactrocera zonata* (Saund.) female gonads. *J. Appl. Sci. Res.***, v. 5, n. 3, p. 305-10, 2009.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abate 58, 60, 231, 233  
Abdômen agudo 79, 87, 90, 94, 98  
Abelhas sem ferrão 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10  
Adaptabilidade 57, 166, 183, 186, 187, 188, 189, 190, 192  
Agricultura Sustentável 10, 132, 218, 219, 264, 265, 266  
Ambiência 157, 295  
Ambiente Protegido 107, 108, 109, 120  
Análise multivariada 48, 52, 56  
Antibiograma 2, 8, 229, 244, 247, 248, 250, 251, 280, 282  
Antifúngica 2, 244, 247, 248, 251, 281  
Antifúngico 241  
Antimicrobiana 6, 1, 3, 6, 8, 241, 244, 247, 248, 281, 282  
Aplicações 74, 119, 129, 143, 145, 146, 148, 150, 152, 153, 210, 216, 248, 265, 266  
Área Foliar 39, 42, 43, 44, 107, 111, 112, 113, 115, 117, 118, 119, 164, 167, 168, 175, 179, 180  
Atividade Antioxidante 1, 3, 4, 6, 7, 8, 72, 241, 247, 248, 251, 282  
Atributos 6, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 25, 26, 27, 29, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 125

### B

Bicudo-do-algodoeiro 142  
Bioestimulantes 218, 221, 265, 266  
Biomassa 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 43, 46, 101, 102, 103, 105, 106, 131, 150, 167, 206, 207, 209, 223  
Búfalos 58, 59, 60, 68, 69

### C

Cajá 254, 258, 259, 261, 262, 263  
Cerasiforme 107, 108  
Cisto 58, 61, 68  
Coinoculação 209, 218, 220, 222, 223  
Compactação 16, 17, 25, 26, 30, 31, 33, 36, 37, 38, 71, 77, 88, 123  
Composição do leite 159, 195  
Compostos Bioativos 219, 241

Cultivares 46, 50, 102, 103, 104, 105, 106, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 175, 178, 182, 183, 184, 186, 189, 193, 225, 290, 294

Cysticercus bovis 58, 59, 60, 61, 63, 68, 69

## D

Desenvolvimento 8, 15, 16, 17, 19, 25, 26, 33, 36, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 50, 71, 72, 75, 76, 77, 78, 93, 101, 107, 112, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 143, 145, 147, 149, 153, 154, 157, 165, 166, 167, 168, 175, 181, 183, 188, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 216, 218, 220, 221, 222, 223, 230, 253, 255, 264, 265, 266, 269, 276, 278, 280, 281, 282, 284, 287, 288, 289

## E

Energia 24, 101, 102, 103, 104, 105, 118, 158, 160, 166, 167, 219, 286

Enterobactérias 228, 229, 234, 238

Equideocultura 79, 80, 98

Equus caballus 79, 80

Estabilidade 16, 57, 183, 186, 187, 188, 189, 192, 193, 269

Eugenia uniflora 39, 40, 45, 46

## F

Fertilidade do solo 23, 25, 33, 38, 119, 124, 125, 128, 131, 266

Fertilização 107, 109, 128

Fertilizante Orgânico 121, 123

Fitotecnia 39, 180, 295

Fitoterápicos 274, 275, 282

Fixação Biológica 70, 72, 75, 106, 144, 149

FORAGEM 31, 37, 70, 71, 85, 161

Frango 229, 230, 231, 234, 235, 238

Fruticultura 45, 46, 57, 248, 249, 254, 290, 291, 292, 293, 294, 295

## G

Glycine max 78, 144

Gramíneas tropicais 70, 78

## H

Helianthus annuus 121, 122, 123, 124, 125

Herbicida 144, 145, 146, 148, 149, 150, 152, 153

Histologia 134

## I

Intoxicação 274, 281

Irrigação 42, 71, 78, 107, 109, 110, 114, 117, 119, 120, 125, 180, 243

ITU 157, 158, 159, 161

## L

Lesões 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 86, 87, 91, 92

## M

Manejo 5, 6, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 36, 40, 49, 51, 79, 81, 83, 84, 85, 86, 92, 93, 94, 95, 96, 107, 108, 110, 123, 131, 144, 146, 155, 161, 165, 171, 172, 180, 182, 203, 206, 207, 233, 249, 283, 286, 289, 291, 293, 295

Mastite 195, 204, 281

Matéria Orgânica 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 120, 123, 124, 125, 128, 210, 216, 265, 266, 270

Mecanismos de ação 218, 220, 221

Mel 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 123

Melipona 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10, 11

Metabólitos Secundários 72, 274, 275, 276

Morfometria 134, 256, 295

## O

Óleo Essencial 10, 157, 241, 243, 244, 247, 248, 251

## P

PCR 69, 228, 229, 232

Pennisetum purpureum Schum 103, 106, 196

Plantas Tóxicas 274

Produção de leite 157, 158, 159, 195

Produtividade 14, 17, 36, 37, 77, 78, 103, 108, 109, 118, 120, 122, 123, 125, 132, 144, 156, 158, 161, 164, 165, 167, 168, 172, 173, 175, 177, 178, 179, 181, 187, 188, 189, 190, 193, 206, 207, 208, 209, 210, 214, 218, 222, 223, 228, 233, 266, 286, 287, 288, 289

Profundidades 25, 28, 29, 30, 33, 34, 35

Promoção de crescimento 208, 218, 221, 222, 223

Promotores de crescimento vegetal 206

## Q

Qualidade de fruto 48

## **R**

Radiação 118, 134, 142, 158, 160, 167

Regressão Linear 183, 185, 187, 188, 190, 191

REML/BLUP 183, 184, 185, 186, 190

Resíduo Agroindustrial 121

Rizobactérias 206, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 218, 219, 220, 226

Rizobactérias promotoras de crescimento vegetal 218, 219, 220

## **S**

Scaptotrigona 1, 2, 3, 4, 6, 9, 11

Seleção 48, 49, 50, 52, 55, 81, 106, 151, 214, 215, 228, 250

Seriguela 254, 258, 259, 260, 261, 262

Sustentabilidade 5, 14, 15, 17, 106, 219, 222, 294

## **T**

Técnica do inseto estéril 134

Trichoderma asperellum 209, 218, 219, 220, 221, 223, 224

## **U**

Umbu 254, 258, 260, 261, 262, 263

## **V**



Variabilidade Genética 48, 49, 52, 56

## **Z**

Zea mays L 164, 165, 166

# Sistemas de Produção nas Ciências Agrárias 2



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

  
Ano 2021



# Sistemas de Produção nas Ciências Agrárias 2

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

  
Ano 2021